



კ. ა. ტიშინიაშვიდი

მცენარის სიხოსხლე



თარგმნა
ნ. ნუნუნაშვიდი



საქართველოს სსრ განათლების სამინისტროს
საბავშვო და ახალგაზრდობის ლიტერატურის
სახელმწიფო გამომცემლობა
19 ობოლისი 56



მ ე მ ნ ი ე რ ე ბ ა ლ ა ს ა ზ ო ბ ა ლ ო ე ბ ა

მხანარის შინაგანი და გარეგანი აგებულება

ჩვენ საზოგადოებაში გავრცელებულ ბოტანიკურ ცოდნის სიმცარე. — ბოტანიკოსის ორი მოქველებული ტიპი. — მე-ინერების თანამედროვე მიმართულება. — მორფოლოგია და ფიზიოლოგია, ფორმა და სიცოცხლე. — ბოტანიკის შედარებით ჩამორჩენილობის ორი მიზეზი, ლოგიკური და პრაქტიკული. — ხელოვნება და მეცნიერება. — მიწათმოქმედება და მცენარეთა ფიზიოლოგია. — მეცნიერების და საზოგადოების ურთიერთობა. — ყვავილოვანი მცენარების გარეგანი ორგანოების მიმოხილვა. — მეტამორფოზი. — სპორთან: მცენარეები თესლოვან მცენარეებზე უფრო უძველესი და უფრო მარტივია. — სპორა-ფერტილია. უჯრედი — ყოველი ორგანიზმის საწყისი და საფუძველია. — მოყვანილი ფაქტების დამოკიდებულება ორგანიზმების წარმოშობის საკითხთან. — გადმოცემის გეგმა.

მოსკოეში ვგონებ პირველად ეძლევა საშუალება ბოტანიკოს-ფიზიოლოგს ასეთ მრავალრიცხოვან მსმენელთა წინაშე, ყველასათვის მისაწვდომ ფორმაში გადმოსცეს მცენარის სიცოცხლის შესახებ არსებული მოძღვრების ძირითადი საწყისები. ამ განსაკუთრებული მდგომარეობის გამო ზედმეტად არ ნიამჩნია რამდენიმე სიტყვა ვთქვა ჩვენი მეცნიერების თანამედროვე მდგომარეობისა და მისი საზოგადოებასთან დამოკიდებულების შესახებ. ვფიქრობ შეეძლოა არ იქნება იმის თქმა, რომ ჩვენს საზოგადოებაში ბუნებისმეტყველების არც ერთ დარგზე არ არსებობს ისეთი ბუნდოვანი წარმოდგენა, როგორც ბოტანიკაზე. აქედან სავსებით ვასაგებია, რომ საზოგადოება მას გულგრილად ექცევა და ალბათ ძნელად მოიძებნება ბუნებისმეტყველების სხვა რომელიმე დარგი, რომელიც მასში ისე მჭიდრო ინტერესს იწვევდეს, როგორც ბოტანიკა. ცხადია, ჩვენ უკვე ძლიერ შორს ვართ გრიბოედოვის დროინდელ მოსკოვიდან, სადა განცვიფრებითა და თითქმის აღშფოთებით გაიძახობდნენ:

Он — химик, он — ботаник,

Князь Федор, мой племянник*.

მაგარამ მე მსურს მხოლოდ მივუთითო იმ გარემოებაზე, რომ თანამედროვე საზოგადოებაში ბუნებისმეტყველთა შორის, ფიზიოლოგსა და გეოლოგს ბოტანიკოსთან შედარებით უფრო საპატიო ადგილი აქვთ მოპოვებული.

ვფიქრობ, შორს არ ვიქნები ჭეშმარიტებისაგან თუ ვიტყვი, რომ ახლაც კი სიტყვა ბოტანიკოსი ბევრ, საკმაოდ განათლებულ, მაგარამ მეცნიერებისაგან განზე მდგომ ადამიანში ქმნის ორგვარ წარმოდგენას: ან მოსაწყენი პედანტისა, რომელსაც მოეპოვება ორმაგი ლათინური, ხშირად უღარკად ბარბაროსული სახელწოდებების დაუშრეტელი მარაგი, და რომელსაც თითქმის დაუხედავად შეუძლია ყოველ მცენარის, ყოველ ბალახის, ცნობა და მათთვის სახელის და მამის სახელის წოდება. თუ შემთხვევა მიეცემა, შეუძლია თქვას თუ რომელი ბალახი იხმარება სურავანდის ან წყლის შიშის წინააღმდეგ, რომლისთვისაც სინამდვილეში ერთიაც და მეორეც გამოუსადეგარია.

აი ერთი ტიპი, მოწყენილობისა და სევდისმომგვრელი, რომელსაც, რა თქმა უნდა, არ ძალუძს მეცნიერებისადმი თანაგრძობის გამოწვევა. მაგარამ ამასთან ერთად ბოტანიკოსის ხსენება იწვევს მეორე, ნაკლებ მიუზიადე წარმოდგენას, ყვავილების გატაცებით მოყვარული, ყვავილიდან ყვავილზე მოფარფატე ფარვანისა, რომელიც თავის მზერას მათი მოკავშირე ელფერით ატკბობს,

* ქიმიკოსია, ბოტანიკოსი, ჩემი ამისშვილი შავადი თღღორე.

მათ სურნელებას ყნოსავს, ამაყ ვარდს და მორცხვ იას უმღერის. ერთი სიტყვით ტიპი მოზღნდნლი აღებტისა იმ *amabilis scientiae*-სა*, როგორც ძველად უწოდებდნენ ბოტანიკის. აი ორი უკიდურესი ტიპი, რომლებსაც მრავალი ადამიანი უკავშირებს წარმოდგენას ბოტანიკოსის შესახებ, მე ამას პირადი გამოცდილების საფუძველზე ვამბობ. ან პედატი — ნომენკლატორი, ან მებაღეობის მოყვარული ან მებაღეთაქე ან ესტეტი, მაგრამ სწავლული კი არავითარ შემთხვევაში. სწავლული ამ ორი ტიპით, როგორაც იჩრდილება. მაგრამ არსებობს კი ასეთი სწავლული — ბოტანიკოსი? და რას წარმოადგენს ეს მეცნიერება — ბოტანიკა? რას ესწრაფვის იგი? რა ამოცანები აქვს დასახული? რა იდეებით ხელმძღვანელობს იგი, და საერთოდ ხელმძღვანელობს კი რაიმე იდეებით? თუ ამ საკითხებში საზოგადოება გარკვეული არ არის, ამაში ნაწილობრივ დამნაშავენი თვით ბოტანიკოსებიც არიან, ნაწილობრივ კი ამის მიზეზი უნდა ვეძიოთ უფრო ღრმად, მეცნიერების განვითარების ისტორიულ მსვლელობაში. შეგჩერდეთ აღნიშნულ გარემოებათა განხილვაზე. ცოცხალმა ორგანიზმმა ბუნებამ შესაძლებელია მიიქციოს ჩვენს ყურადღებას ორგანიზმის თვალსაზრისით: ჩვენ ამასი ვხედავთ სხეულებს — მცენარეებსა და ცხოველებს, ვხედავთ მასში მოვლენებს, ე. ი. სიცოცხლეს. ჩვენ ამ ცოცხალ არსებებს ორგანიზმებს ვუწოდებთ, რადგან მათ მოვობრებით ნაწილებს, რომელთაც ჩვენ ორგანიზმს, ე. ი. იარაღებს ვუწოდებთ. ყოველ ორგანიზმს, ყოველ იარაღს, ახასიათებს გარკვეული მოქმედება, მთელი ორგანიზმის საერთო სიცოცხლესთან გარკვეული დამოკიდებულება. ორგანიზმის შესწავლა მათი მოქმედებისაგან დამოუკიდებლად, ორგანიზმებისა მათი სიცოცხლისაგან დამოუკიდებლად, თითქმის ისევე შეუძლებელია, როგორც მანქანის და მისი ნაწილების შესწავლა მათი მოქმედების შესწავლის გარეშე. ვის ეყოფოდა მოთმინება, რომ შეესწავლა რომელიმე მანქანის, მაგალითად საათის ნაწილების აღწერა მათი მნიშვნელობის ახსნის გარეშე? ასეთი შესწავლა არამც თუ მოსაწყენი, არამედ უნაყოფოც იქნებოდა. თავისთავად ცხადია, რომ არ შეიძლება გავეცნოთ მანქანის მოქმედებას მისი მოწყობილობის ცოდნის გარეშე. აქედან ცხადია, რომ

ორგანიზმის დამოუკიდებელი შესწავლა ამ ორი თვალსაზრისით, ე. ი., როგორც სხეული და, როგორც მოვლენის, ხელოვნურიცა და არალოგიურიც. მაგრამ, მიუხედავად ამისა, ეს ორი ხელოვნური თვალსაზრისი, საგნის ეს დაქუცმაცება დიდი ხანია რაც დამკვიდრებულია მეცნიერებაში. მეცნიერება ცოცხალ არსებებათა შესახებ, ბიოლოგია ორი დარგად გაიყო: მოძღვრებად ფორმების შესახებ — ანატომიად ან უფრო ფართო გაგებით მორფოლოგიად და მოძღვრებად მოვლენების, სიცოცხლის შესახებ, — ფიზიოლოგიად. ეს დაყოფა ნაწილობრივ დამოუწყვეთი შრომის განაწილების პრინციპის გამოსაყენებლად დიდი ფაქტიური მასალის დამუშავების დროს, ნაწილობრივ კი კვლევის მეთოდებისა და მიზნების იმ სხვაობით, რომლისაგანაც მისწრაფის ცოდნის ეს ორი დარგი. ერთი აკვირდება და აღწერს, ხოლო მეორე — აწარმოებს ცდებს და ხსნის მათ. რომ ეს დაყოფა ხელოვნურია მტკიცებდა მისი თანმიმდევრობით გატარების შეუძლებლობით. სინამდვილეში იგი უსტად არსოდეს არ ტარდება. მორფოლოგმა ძალუენებურად უნდა დაპარაკოს ორგანიზმის მნიშვნელობაზე, ფიზიოლოგმა — მის აგებულებაზე. მიუხედავად ამისა ეს გათიშვა და მეცნიერული დამოუკიდებელი ვიწრო სპეციალიზაცია მომავალში დიდ საფორტხს გვიქადის, ენების თავისებური ბაბილონური აღრევიტ: მორფოლოგი ველარ გაუგებს ფიზიოლოგს; ფიზიოლოგს აღარ დაინტერესებს მორფოლოგის მუშაობა; ყოველი სპეციალისტი ჩაიკეტება თავის ვიწრო სფეროში და არ იზრუნებს იმაზე თუ რა ხდება მის საზღვრებს გარეთ. როგორც არ უნდა იყოს, ამ ორი დარგის არსებობა ჯერჯერობით აუცილებლობით ნაკარნახევ ფაქტს წარმოადგენს, რომლის წინაშე ყოველგვარი ღრტყინვა უძლეურია, მაგრამ გასაგებია, რომ ამ ორი დარგს საეცხებით სხვადასხვა ხარისხით შეუძლია მიიპყროს იმ ადამიანების ყურადღება, რომელნიც მეცნიერებიდან განზე დგანან და დაინტერესებულნი არიან მხოლოდ მისი დიდი მიღწევებით.

ჩვენს გარშემო არსებული მრეკნარებისა და ცხოველების უბრალო აღწერა ან ჩამოთვლა, ცხადია ვერ გააღვიძებს საერთო ინტერესს, მაგრამ იმ პირთა რაოდენობა, რომელნიც სიამოვნებას აპოულობენ მშობლიური ქვეყნის ფლორისა და

* სასიაზოგო ნეცნიერებ დ.

ფუნის გაცნობით პირდაპირ მოწმობს საზოგადოების მეცნიერული განვითარების დონეს. შესანიშნავი მეცნიარებისა და სოცოვლების ნაწვეტ-ნაწვეტი აღწერა ნაკლებ საინტერესოა, თუ შეიძლება ითქვას უაღრესად მარტივია, გამოსადეგად მხოლოდ საბავშვო და იმ სურათებიანი წიგნებისათვის, რომლებსაც ზოგჯერ მობრლითათვისაც სწერენ. საერთო ყურადღება შეიძლება მიიპყროს რაიმე საოცრებამ იმ საგნებთა კორის მსგავსად ხორცისმკამელი მეცნარის შესახებ, რომელიც ცოცხალ ადამიანებს ქამს. და რაც ამასწინათ გამოქვეყნებული იყო უცხოეთისა და ჩვენი გავრცელების ფურცლებზე და საეციალურ გამოცემებშიაც კი მოხედა*.

სულ სხვაა იმ მოვლენათა ახსნა, რომელიც ორივე სამყაროს ყველა ორგანიზმებისათვის საერთოა — სიცოცხლის ძირითადი კანონების შესწავლა; მის შეუძლია და უნდა მიიზიდოს კიდევ ყოველი მოზარდოვნე ადამიანის ყურადღება, რომელსაც სურს გაიგოს ის, რაც მის ბუნებში ხდება. იგივე მართლდება არაკოცხალი გუნების მიმართ; მინეროლოგიას, რომელიც წარმოადგენს დედამიწის ქერქის შესაძლებელ ნივთიერებათა უბრალო აღწერას, შესაკვირველია არ შეუძლია ისეთი ინტერესი აღძრას, როგორც ქიმიას, რომელიც ხსნის ნივთიერებათა ურთიერთმოქმედებით გამოწვეულ მოვლენებს, როგორც გეოლოგიას, რომელიც გვიამბობს ჩვენი პლანეტის ისტორიას.

ამრიგად, ექვს გარეშეა, რომ საერთო ყურადღების მიზიდვის მოლოდინის მეტი უფლება აქვთ ფიზიოლოგიას უფრო, ვიდრე მორფოლოგიას, მოვლენას უფრო, ვიდრე სხეულს, სიცოცხლეს უფრო, ვიდრე ფორმას. ვნახოთ ამ ორი მიმართულებიდან ბოტანიკაში რომელმა პპოვა მეტი განვითარება, — იმან, რომლის შესწავლის საგანს შეადგენს სიცოცხლე თუ მან, რომელიც ჩერდება მკვდარ ფორმაზე.

მეცნიერების ისტორია მოწმობს, რომ ბოტანიკოსთა თითქმის მთელი ძალ-ღონე ამ მეორე დარგისაკენ იყო მიმართული; მეცნიერები ვადავარდენ ამ უქილურებაში და ფორმის გამოდაივიწყეს სიცოცხლე. დიდი ხანი არ არის მას შემდეგ, რაც ბოტანიკოსთა დიდი უმრავლესობა,

ზემოაღწერილ ტიპებიდან, პირველს მიეკუთვნებოდა. ახლაც შესაძლოა მცირე რაოდენობით არ მოიპოვება ისეთი პირები, რომლებიც მზად არიან განიმეორონ ერთერთი ფრანგი ზოოლოგის სიტყვები, რომელიც პარიზის აკადემიაში გაცხოველებული კამათის დროს თავს იქებდა მით, რომ მთელი თავისი სამეცნიერო მოღვაწეობის მანძილზე არც ერთი იდეა არ გამოუთქვამს, რომ იგი მხოლოდ აღწერდა და არკვევდა, არკვებდა და აღწერდა. თუ კი ამ უქვე დროშოქმულ მიმართულების წარმომადგენლებიდან მოვუბრუნდებით თანამედროვე სწავლელებს, მათ შორისაც საკმარისი რაოდენობით მოიძებნება ისეთნი, რომელნიც კიხებენ რა თავიანთ წინამორბედებს, აღიარებენ რა ფიზიოლოგიური მიმართულების უპირატესობას, იმავე მორფოლოგიური მიმართულებით მოქმედებენ. მეცნიერების ამ თანამედროვე წარმომადგენელთა აზრით, — ბოტანიკოსი — ეს ისეთი ადამიანია, რომელიც მთელი თავისი სიცოცხლე მიკროსკოპთან ზის, ე. ი. ისევ ისე სინჯავს და აღწერს, მაგრამ მიკროსკოპიულ პატარა ორგანიზმებს ანდა დიდი ორგანიზმების წერილ მიკროსკოპიულ ნაწილებს. მიუხედავად მოჩვენებითი სხვაობისა, მათი მოქმედება არსებითად სავსებით მსგავსია; მთელი განსხვავება მხოლოდ მასშტაბში მდგომარეობს: ერთნი სინჯავენ შეუიარაღებელი თვალით ან ლუპით, მეორენი — მიკროსკოპით, მაგრამ, როგორც ერთნი ისე მეორენი მხოლოდ სინჯავენ და აღწერენ; და წყალმცენარის ან პარაზიტული სოკოს აღწერა არ განსხვავდება ბალახის ან ხის აღწერისაგან. როგორც ერთნი ისე მეორენი ივწეებენ, რომ ფიზიოლოგის ამოცანა მდგომარეობს არა ბუნების აღწერაში, არამედ მის ახსნასა და გარდაქმნაში. ფიზიოლოგი პასიურ დამკვირვებლის ნაცვლად უნდა გვევლინებოდეს, როგორც აქტიურად მოქმედი მკვლევარი. იგი უნდა შეებრძოლოს ბუნებას და თავისი გონების, თავისი ლოგიკის ძალით გამოისძალოს მას პასუხებით დასმულ კითხვებზე; იმისათვის, რომ ნებისმიერ გამოიწვიოს ან შესწვეტოს, შესცვალოს ან წარმართოს სასიცოცხლო მოვლენები.

* ეს შენიშვნა გუთუნის 1876 წელს; მაგრამ საყურადღებოა, რომ ამ დღებში იგივე ძველმა გორმა ხელაღდა ინიჩა ავი უცხოეთის ზოგიერთ გახუბებში. ავტორის შენიშვნა მეორე გამოცემისათვის.

თავისთავად ცხადია, რომ წმინდა მორფოლო-გური აღწერილობითი მიმართულების წარმო-მადგენელთა შორისაც იყენებ ძლიერი გაცობის ადამიანები, რომელიც თავისი აზრით აკონც-ლებდნენ და აშუქებდნენ დაგროვილ მასალას. — ჩვენ მალე, ვნახავთ კიდევ ამის მაგალითს, — საერთოდ კი მათი მოღვაწეობა ტრიალებდა ისეთ ცნებათა სფეროში, რომელიც მოუშაბდებელ ადამიანებისათვის მიუწვდომელი იყო და ამიტომ არ შეეძლო საერთო ინტერესის გამოწვევა. ზოგიერთი მორფოლოგიური კანონების მოხდენილი სისადავე, ბუნებრივი სისტემების გაშართულობა, რომელიც მას ადამიანის გონების შესანიშნავ ძეგლებად აქცევს — ყველა ეს შეუძნეველი დარჩება მათთვის, ვისაც ამის გასაგებად აუცილებელი კერძო საკითხების ცოდნა არ გააჩნია.

ამგვარად ჩვენ ვხედავთ, რომ დღემდე ბოტანიკა უპირატესად ვითარდებოდა საზოგადოებისათვის ნაკლებ საინტერესო მიმართულებით; როგორც უკვე ნათქვამი იყო, ამის მიზეზი არის ნაწილობრივ მეცნიერების განვითარების ისტორიული მსვლელობა, ნაწილობრივ კი ამაში ბრალი უდევს თვით ბოტანიკოსებსაც, ყოველი მეცნიერების ისტორიული განვითარება მოითხოვს, რომ უმარტივესი მასში წინ უსწრებდეს უფრო რთული და გასაგებია, რომ ფიზიოლოგიის ამოცანა მორფოლოგიის ამოცანასთან შედარებით უფრო რთულია და მას ცნობილი უფრო ფართო მარაგი ესაჭიროება. ორგანული ფორმების აღწერისათვის, საჭირო არ არის რაიმე წინასწარი ცნობები; სიცოცხლის მოვლენების ასახსენება კი, ე. ი. მათ შედარებით მარტივ ფიზიკატიმიური მოვლენებამდე დასაყვანად, რაშიც მდგომარეობს ფიზიოლოგიის ამოცანა — ჩვენ ამ უკანასკნელ მოვლენებს უნდა წინასწარ ვიცნობდეთ. მორფოლოგიად ყოფნისათვის, საჭიროა მხოლოდ მორფოლოგიად ყოფნა, ფიზიოლოგიად ყოფნისათვის კი საჭიროა გარკვეულ ხარისხით ფიზიკოსიკიმიკოსიკა და მორფოლოგიც იყო. აქედან გასაგებია, რომ მეცნიერებაში ფიზიოლოგიური მიმართულება უფრო გვიან, ე. ი. მხოლოდ ფიზიკისა და ქიმიის განვითარების შემდეგ შეიძლება და წარმოშობილყო, მაგრამ იმის საბუთს, რომ ფიზიოლოგიის ჩამორჩენილობა იმშენებლონად დამოკიდებულია თვით ბოტანიკოსების ცალმხრივობაზე, ვგაძლევს ის ფაქტი, რომ სანამ ბო-

ტანიკოსები სწავლობდნენ მხოლოდ ფორმებს, ფიზიკოსები და ქიმიკოსები შეიქრნენ მცენარეულ სიცოცხლის მიშვიდველ სფეროში და საფუძველი ჩაუყარეს მცენარეთა ფიზიოლოგიას. ფიზიოლოგიის ძირითადი საფუძვლები შექმნილია არა ბოტანიკოსების, არამედ ფიზიკოსებისა და ქიმიკოსების მიერ. ბოტანიკოსების კი ჩამორჩენა მით უფრო საოცარი გახდება, თუ მცენარეთა ფიზიოლოგიაში გაკეთებულს შევადარებთ იმას, რაც გაკეთებულია ცხოველთა ფიზიოლოგიაში. თითქოს ფაქტი სრულიად არალოგიკურია. თავიკი ამოკანიოთ მცენარეთა ფიზიოლოგია, ცხოველთა ფიზიოლოგიასთან შედარებით გაკლებით მარტივია, რადგან მცენარის სიცოცხლელ ცხოველის სიცოცხლესთან შედარებით მეტად მარტივია, მაგრამ მიუხედავად ამისა ჩვენი ცნობები უკანასკნელის შესახებ გაკლებით სასყენ და სრულყოფილია. ამჯერად, მე მგონია ბოტანიკოსების დასაცავად შესაძლებელია გასამართლებელ გაკეროებების მოყვანა: ცხოველთა ფიზიოლოგიის ეს წარმატება მე მგონია შეიძლება აიხსნას მეცნიერებისაგან დამოუკიდებელ, ასე ვთქვათ, წმინდა საყოფაცხოვრებო ხასიათის მიზეზებით.

ყოველი მეცნიერება თავისი განვითარებისა და აუვაებისათვის საჭიროებს საზოგადოებისაგან ზნეობრივ და მატერიალურ დახმარებას. თავის მხრივ საზოგადოება მხარს უჭერს მხოლოდ იმას, რაც მის სასარგებლოდ მიიჩნია. ცხოველთა ფიზიოლოგიის სარგებელიანობაში საზოგადოება უკვე დიდი ხანია დარწმუნდა, მცენარეთა ფიზიოლოგიის სარგებელიანობაში იგი მხოლოდ ახლა იწყებს დარწმუნებას. თითქმის ყოველი მეცნიერება თავის წარმოშობით დაკავშირებულია რომელიმე ხელოვნებასთან, ისევე როგორც თავის მხრივ ყოველი ხელოვნება ადამიანის რაიმე მოთხოვნილებებიდან გამომდინარეობს. ასეთია როგორც ჩანს ადამიანის ცოდნათა ისტორიული განვითარების გარდაუვალი მსვლელობა. ადამიანი ცოდნას ჯერ აფასებს, როგორც მხოლოდ იარაღს მატერიალური სიტკბოების შესაძლებელი რაოდენობით მოპოებისათვის, მხოლოდ შემდგომი განვითარებისას, ცოდნა თვით იქცევა სიამოვნების წყაროდ; გონებრივი მადა ისეთსავე უფლებებს იხვეჭავს, როგორც მატერიალური მადა. ცოდნა, როგორც საშუალება — ეს არის ხელოვნება. ცოდნა, რო-

გორც მიზანი — ეს არის მეცნიერება. ხელოვნება, რომლის მფარველობის ქვეშ განვითარდა ცხოველთა ფიზიოლოგია — მედიცინაა. მედიცინა თავისი ამოცანის გადასაწყვეტად გონებრივი ჰერეტიკით ან უხეირო ემპირიზმის გზით ხანგრძლივი უნაყოფო ცდების შემდეგ მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ მის ესაპიროება უფრო შორიდან დაწყება, რომ მისთვის საჭიროა ცხოველურ სიცოცხლის კანონების შესწავლა, მან უნდა ეძიოს დასაბუღდენი მეცნიერებაში და, აი, სამედიცინო სკოლებში აღმოცენდა და განვითარდა ცხოველთა ფიზიოლოგია. მაგრამ ჯანსაღად ყოფნის მოთხოვნილებების გვერდით, რომელსაც მედიცინა უნასუხებს — ადამიანს აქვს სხვა მოთხოვნილებებიც: მას ესაპიროება იყოს მაღალი, შემოსილი, ჰქონდეს ბინა და მიმოსვლის საშუალებანი. ყოველივე ამის უშეტეს ნაწილს პირდაპირი თუ არაპირდაპირი გზით იგი იღებს მცენარეთაგან, რომელთაც თვით ამოუშავებს ან იცავს. მხოლოდ მაშინ, თუ სიცოცხლის კანონებს შევისწავლით, მხოლოდ მაშინ, თუ შევნიშნავთ ან თვით მცენარეს გამოვძალავთ პასუხს, თუ რა გზით მიადიწრა მან თავის მიზნებს, შევძლებთ მისი მოქმედება ჩვენს სასარგებლოდ წარმეპართო; ვაიძლებთ მას მოგვეცეს, რაც შეიძლება მეტი და უკეთესი ხარისხის პროდუქტი. როგორც ჩანს მიწათმოქმედებას საფუძვლად მცენარეთა ფიზიოლოგია უნდა დაედოს. მიწათმოქმედება, ისევე როგორც მედიცინა, სანამ არ მივიდა ამ დასკვნამდე დიდხანს იმყოფებოდა ემპირიზმისა და გონებრივი ჰერეტიკის თანაბრად უნაყოფო სფეროში, მაგრამ ეს ვაკილებით უფრო განვითარდა, ვიდრე მედიცინაში. ჩვენში ეს შეგნება, შეიძლება ითქვას, მხოლოდ ახლა იჭრება

საზოგადოებაში. ჩვენთვის დიდი ხანია უდავოა, რომ ექიმბაშები და მკითხავეები არ არიან ცხოველის სიცოცხლის კანონების მკოდნენი, მაგრამ ჩვენ მხოლოდ ახლა ვხვდებით, რომ უცოდინარი მანასახლისები და მმართველები — ყოფილი ლაქიებიდან არ არიან მცენარეული სიცოცხლის კანონების უკეთესი მკოდნენი. როდესაც ჩვენ ავად ვართ, ცხადია, ექიმს მივმართავთ, რომელიც ჩვენ გვეწმომბოს თავის მეცნიერების მითითებითა მიხედვით, მაგრამ ჩვენ ჯერ კიდევ შესაძლოა დავცინოთ მეზობელს, რომელიც პურის სთესს „მეცნიერების ყველა წესების დაცვით“.

რაციონალური მიწათმოქმედება ვაკილებით ახალგაზრდა რაციონალურ მედიცინასთან შედარებით და ამიტომაც უფრო ნავიანებად აღმოცენდა მოთხოვნილება მცენარეთა ფიზიოლოგიაზე. მაგრამ მან უკვე იჩინა თავი და არ შეიძლება არ იმოქმედოს მცენარეთა ფიზიოლოგიის ზედილბაღზე. როგორც ცხოველთა ფიზიოლოგია განვითარდა სამედიცინო სკოლებში, ისე მცენარეთა ფიზიოლოგია განვითარდება აგრონომიულ სკოლებში.

გერმანია და ამერიკა უკვე დაიფარა ე. წ. საცდელი სადგურების ქსელით. საფრანგეთში ხელისუფლება და ინგლისში კერძო პირები და საზოგადოება ამავე მიზნისაკენ მიისწრაფიან; ღარიბი, ვალებში ჩაფლული იტალიაც კი ცდილობს საერთო მოძრაობას არ ჩამოაჩეს. მხოლოდ ჩვენთან ასეულ მილიონ დესიატირების სიჭრტეზე, მიწათმოქმედების მიმდევარ მოსახლეობის მილიონებს შორის ჯერ არ შექმნილა არც ერთი ამისი მსგავსი დაწესებულება*. მაგრამ ამისდამოუხედავად მხოლოდ ჩვენში, ჯერ კიდევ არა იშვიათად

* ეს სიტყვები გვუთხროს 1876 წ., მაგრამ საცდელ სადგურების შესახებ საკითხმა არ დაკავდა თავისი მნიშვნელობა. შესაძლებელია კიდევაც ითქვას, რომ იგი დღისათვის — უაღრესად აქტუალურია. ამჟამად (1907 წ.) იტალია ხელახლა წარმოადგენს მისაბამ მაგალითს. არც თუ ქვეყანაში, ე. წ. მოძრავ კათოდ რეცხ და მასთან დაკავშირებულ დაწესებულებებს ასეთი განვითარებისათვის არ მიუღწევია. სოფლის მოსახლეობაში აგრონომიის მეცნიერულ საფუძვლების პროპაგანდის მიღწევებს აუცილებელ შედეგად მოჰყვა მიწათმოქმედების საერთო აღმავლობა, რაშიც ბევრი ეკონომისტი ხედავს ირაკლის ფინანსოური რღობათობის გაუმჯობესების ერთერთ მნიშვნელოვან ფაქტორს თავს. 1902 წ. მე თვით მომიხდა კომოში ადგილობრივ შემესწავლა, ამ მიმართულებით ერთერთ გამოჩენილი მოღვაწის პარფ. ჩუბარო ფორტის ნაყოფიერი საქმიანობა. (შენიშვნა ავტორისა).

ასეთ მდგომარეობას ადგილი ჰქონდა რუსეთში დიდი ოქტომბრის სოციალისტური რევოლუციამდე. ახლა კი კომუნისტური საზოგადოების მშენებელ ჰყვეანაში ორგანიზებულია საცდელი სადგურების და სამეცნიერო საცდელი დაწესებულებების ისეთი ფართო ქსელი, რომ მას ვერცერთი კაპიტალისტური ქვეყანა ვერ შედევნავს. სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო საფუძვლებზე წარმატებას ემსახურება არა მხოლოდ სამეცნიერო საცდელი ინსტიტუტები და საცდელი სადგურები, არამედ მასთან ერთად მრავალრიცხოვანი საკომლმურეთო კოლხაზარტორიები. საბჭოთა წესობლება მთლიანად ამართლებს ტიპირაზიების სიტყვებს, რომ „ყოველი მეცნიერება თავის აყვავებისა და განვითარებისათვის საჭიროებს საზოგადოების ხმზობრივ და მატერიალურ მხარდაჭერას“. მხოლოდვე მეცნიერებას, ის, როგორც მეცნიერების ყველა დარგების განვითარებას ყოველმხრივ ხელს უწყობს პარტია, საბჭოთა ხელისუფლება და საბჭოთა ქვეყნის ხალხი. რუს. გამოც. რედ.

შეიძლება მოვისმინოთ განათლებულ საზოგადოებაშიაც კი იმის მოსპობის და გაუქმების მსურველია ხშირი, რაც უკვე გაკეთებულია მეცნიერულ აგრონომიის წარმატებისათვის.

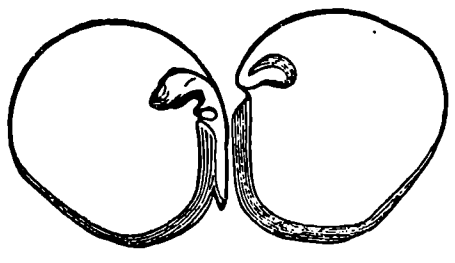
ამ სადგურებში, ისევე როგორც სხვა აგრონომიულ დაწესებულებებში მიწათმოქმედების გვერდით თავი შეაფარა ექსპერიმენტულურმა ფიზიოლოგიამ და მასთან ხელჩაკიდებული წავა იგი, ვააშუქებს მის გზას და ამავე დროს თავის მხრივ გამდიდრდება: საუკუნეების მანძილზე დაგროვილი მისი ძვირფასი გამოცდილებით. ასე უნდა მოხდეს თუ ვიმსჯელებთ სხვა მეცნიერებების მიხედვით; და ეს უძველია ასეც იქნება. მაგრამ ჯერჯერობით თუ ამ უბრალო, პატარა საცდელ სადგურებს და დასავლეთი ევროპისა და ჩვენი უნივერსიტეტების კიდევ უფრო მცირე ბოტანიკურ ლაბორატორიებს შევადარებთ იმ მშვენიერ დარბაზებს, რომლებშიაც დასახლდა მედიცინა და რაც მთავარია — თუ შევადარებთ ფიზიოლოგიაში მომუშავე ათეულ ბოტანიკოსებს იმ ათასობით მედიკოსს, რომელნიც ევროპაში მუშაობდნენ და მუშაობენ ცხოველთა ფიზიოლოგიაში, მაშინ ადვილად დავაჩვენებთ, რომ მუშაკთა ამ მასაში მეტი შესაძლებლობა იყო ჰელმპოლცების, კლოდ ბერნარების, დიუბუა-რეიმონებისა და სხვა შესანიშნავი მოღვაწეების წარმოსაშობად, რომელთა გვერდით ბოტანიკოსი-ფიზიოლოგები ჯერ კიდევ ვერც ერთ სახელს ვერ წამოაყენებდნენ. ბოტანიკოსი და, რაც მთავარია, გონებრივ ძალების ამ სიზრავლეში მღგომარეობს ცხოველთა ფიზიოლოგიის წარმატების მიზეზი და, სწორედ ამაშივე მღგომარეობს ის ვასამართლებელი გარემოება, რომელიც შეიძლება მოიყვაროს მეცნიერთა ფიზიოლოგიის ჩამორჩენილობის ასახსენლად.

სასიხარულია, რომ უკანასკნელ ათეულ წლებში ბოტანიკაში აღმოჩნდა ახალი ნაკადი, სიცოცხლე იპყრობს ყურადღებას, რომელიც მანამდე მხოლოდ და მხოლოდ ფორმაზე იყო მიჯაჭვული და, რომ ამავე დროს საზოგადოებაში თავი იჩინა შეგნებაში, რომ მეცნიერთა ფიზიოლოგია მისიწარადის მიზნისაკენ, რომელიც მისთვის სასარგებლო და აუცილებელიც არის, რომ იგი — ისევე არის მისი მსახური, როგორც ის სხვა მეცნიერებანი, რომელთაც მასზე ადრე მოიხეივს მოქალაქეობრივი უფლება.

ვაჯამებ ამ, ცოტა არ იყოს, გაკვირებულ შესავალს. საზოგადოებაში ბოტანიკა შედარებით ნაკლები თანაგრძნობით სარგებლობს, მის შესახებ არსებობს უკუღმართი წარმოდგენა, რადგან იგი მისიწარადია იმ მიზნებისაკენ, ტრიპლადი იღვათა იმ სფეროში, რომელიც ინტერესს იწვევდა მხოლოდ ვიწრო წრეში. ისტორიული განვითარების აუცილებელი მსვლელობით გამოწვეული ეს მიმართულება არსებობდა და განაგრძობს არსებობას ამ მეცნიერების წარმომადგენლების უმეტესი ნაწილის ცალმხრივობის გამო. მაგრამ ბოლო ხანებში მასში სულ უფრო და უფრო მკლავდება ახალი, საღი მიმართულება — ექსპერიმენტულ-ფიზიოლოგიური. გამოღვიძებისთან ერთად საზოგადოებაშიაც თავს იჩენს ამ ცოდნის სარგებლობის შეგნება. მიწათმოქმედებას უკვე ესაქიროება მეცნიერეთა ფიზიოლოგია. ამგვარად მეცნიერებისა და საზოგადოების ინტერესები სოლიდარული ხდება. მაგრამ თუ ერთის მხრივ ეს სოლიდარობა, ინტერესთა ასეთი ერთიანობა, საზოგადოებას ჯერ არ აძლევს უფლებას მეცნიერებას უკანახოს ესა თუ ის მოქმედება, განვითარების ესა თუ ის გზა, თავის მხრივ მეცნიერებასაც არა აქვს უფლება იყოს კარჩაკეტილი, ემალებოდეს ხალხს და მოითხოვდეს, რომ მისი სარგებლიანობა მხოლოდ ცარიელი სიტყვის საფუძველზე აღიარონ. მეცნიერების წარმომადგენლებს თუ სურთ, რომ მეცნიერება სარგებლობდეს საზოგადოების თანაგრძნობით და მხარდაჭერით, არ უნდა დააეჩუქდეთ, რომ ისინი ამ საზოგადოების მსახურნი არიან და ანგარიშის ჩასაბარებლად დრო და დრო ვალდებულნი არიან წარსულგნენ საზოგადოების, როგორც მრწამსების წინაშე. იი, რა ვაგაკეთებ ჩვენ, უნდა უთხრან საზოგადოებას, იი რას ვაკეთებთ და მომავალში რა უნდა ვაგაკეთოთ — რასააქეთ, ამჟამად რამდენად არის იგი სასარგებლო და მომავლისათვის როგორ იმედებს იძლევა.

ასეთია, ჩემი აზრით, ერთერთი ამოცანა, ე.წ. პოპულარულ-მეცნიერული ლიტერატურისა, ასეთივეა პოპულარული ლექციების ერთ-ერთი ამოცანა — ამოცანა, რომელსაც ხშირად იმეფებენ და მეცნიერული საფრის ყველასათვის მისაწვდომ ფორმაში ვაღმოცემის დროს მხედველობაში აქვთ

მისი მხოლოდ ერთი მხარე — რაც შეიძლება ადვილი და შესაქცევი ფორმით გადაეცემა.



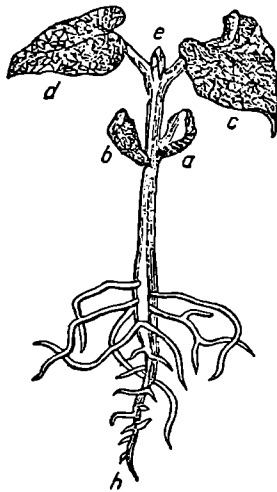
სურ. 1.

მცენარის სიცოცხლის გასაგებად, როგორც უკვე ნათქვამი იყო, აუცილებელია ჯერ გავეცნოთ მის ფორმას; იმისათვის, რომ გასაგები ვახდეს მანქანის მოქმედება, უნდა ვიცოდეთ მისი მოწყობილობა. თავდაპირველად თვალი გადავავლოთ მცენარეული სიცოცხლის გარეგნულ, ფორმალურ გამოვლინებას, რომელთა დასაკვირვებლად არავითარი მომზადება, კვლევის არავითარი ტექნიკური ხერხები საჭირო არ არის.

ჩვენი მიმოხილვა დაიწყოთ თავიდან, ზამთრის ძილისა და გარინდების შემდეგ მცენარის გამოვლინებიდან. რა სახით ხედება იგი ვაზაფხულს, სად არის დაფარული ან ახალი სიცოცხლის ჩანასახები? ისინი დაფარული არიან თესლში, რომელშიც სიცოცხლის უნარი შეინარჩუნა ნიადაგში და სქელი თოვლის საფარის ქვეშ. ისინი მიიშლენ კვირტებში, რომელთაც თავიანთი ქერქლები მფარველობის ქვეშ გადაიტანეს შაქარის ზამთრის სუსხი. დათბობს გაზაფხულის მზე, და მიწის ყოველ თავისუფალ ნაკვეთზე თავს ამოყოფენ მწვანე ლიბები, ყოველ ხეზე ან ბუჩქზე უგაფიქრებიათ, სკდეზიან, დასკვივით თავის ჯიშაბო, უკვე გამოუსადეგარი ქერქლები, გაიშლება საფოთლე კვირტები. თესლი და კვირტი — იო ორი ორგანო, რომლებსაც ყოველდღიური გამოცდილება აღიარებს მცენარეული სიცოცხლის საწყისად. ჩვენც ჩვენი მიმოხილვა ამ ორგანოებიდან დაიწყოთ.

უპირველეს ყოვლისა რას წარმოადგენს თესლი და რა ნაწილებიდან შესდგება იგი? ძვალითისათვის დაიწყოთ ყველასათვის ცნობილ ბარდას, ან ცერკვის თესლებით. თუ ჩვენ მას წყალში დავაბობთ, იგი გაფიქრდება და მის მოქცევა კანი. კანქვეშ ჩვენ დავინახოთ ხორცოვანი, ან უფრო სწორედ მაგარბრტილოვანი ორ ნახევარს. ამ ორ ნახევარს შუა მოყოლილია პატარა სხეული, რომელიც თითქოს ლავამს ან მათ შორის შემეორთებელს წარმოადგენს; ამ სხეულს ჩვენ უბრალო თვალისან უფრო ლეუტო ლუბით ვიცნობთ პატარა ჩანასახოვან მცენარეს, ახალგაზრდა ლივს, რომელიც შესდგება ფოთლიან ლერაკისა და ფესვისაგან (სურ. 1), ეს ლივი თესლის ორივე ნაწილს (მათ ლებნებთ

ეწოდებათ) აკავშირებს. ლებნები იმისდამიუხედავად, რომ თვით ლივზე გაცილებით დიდები არიან, წარმოადგენენ მის ორ გვერდით დანამატს. მაგრამ რა ორგანოებია ეს ლებნები? ბოტანიკოსები ამბობენ, რომ ისინი — ფოთლებს წარმოადგენენ. ამ უფერულ, არამწვანე, მრგვალ, ხორცოვან სხეულებს, რომელნიც მიწის ქვეშ რჩებიან, ფოთლებს უწოდებენ და, როგორც ჩვენ ახლავთ დავინახავთ, საფუძველს მოკლებული არ არის. საქმარისია, ცერკვის თესლიდან გადავიდეთ მის უახლოეს მცენარეზე — ლობიოზე; ლობიოს ეს ლებნები (სურ. 2, რ, ა) უკვე ნიადაგის ქვეშ კი არ რჩება, არამედ ამოდის ზედაპირზე და იღებს ფოთლებისათვის დამახასიათებელ მწვანე ფერს (სურ. 2 მ, ნ); ნეკერჩხლის და იფნის ლებნების ფორმა კიდევ უფრო უახლოვდება ჩვეულებრივ ფოთლს და, ბოლოს ცაცხვის ლებნები წარმოადგენენ ნამდვილ, თხელ, მწვანე დაკბილული კიდებისა და ძარღვების მქონე ფოთლებს. მაშასადამე, ბარდას ლებნები მიუხედავად იმისა, რომ ისინი არც ფერი და არც ფორმით არ მოგვაგონებენ ფოთლებს და ცხოვრობენ მიწაში, უნდა მივიჩნიოთ ფოთლებად. ამ პირველი ორგანოების შემდეგ, რომელნიც ჩვეულებრივ არ გვინანს ნამდვილ ფოთლებს, ვაჭიზულ ლერაკებ ჩნდებიან უკვე ნამდვილი ფოთლები, მაგრამ ყოველთვის დასაწყისშივე იმგვარნი არ არიან, როგორებსაც ვხვდებით მოზრდილ მცენარეზე. აი მაგალითად იფნის ახალგაზრდა მცენარე. ყველასათვის ცნობილია იფნის ფოთლების ფორმა: საერთო ყუნწზე განწყობილია ფოთოლაკების რამდენიმე წყვილი და ბოლოზედაც გვაქვს ერთი ფოთოლაკი; ამგვარად მთელი ფოთოლი უხრდება შვიდ, ცხრა ან უფრო მეტ ფოთოლაკისაგან,



სურ. 2.

მას რთული ფოთოლი ეწოდება. რას ვხედავთ ჩვენ აქ (სურ. 3)? ენისებრ და რამდენაღმე ხორციოვან ორ ლბანს (ct) მოსდევს კიდდეკბილული და ნათლად გამოხატულძარღვებიანი ორი ფოთოლი, (f), მაგრამ ფოთლები მარტივია და არა რთული. ღეროს თუ ავეყვებით, შეხედებით უკვე სამი ფოთოლაკისაგან შემდგარ ფოთლებს. (ii) უფრო ზევით — უკვე ხუთი (წ) და ბოლოს შეიღი და ცხრა, ე. ი. იწყება ისეთი ფოთლები, რომელთაგანაც შესდგება მოზრდილი ხის ფოთლების საფარი. ლებნიებიდან გადასვლა ნამდვილ ფოთოლზე თანდათანობით მოხდა, ისინი მთელ რიგ შორისულ ფორმებით არიან დაკავშირებულნი. უნებურად იქმნება შთაბეჭდილება, რომ ერთი ამ ორგანოთაგანი წარმოიქმნა მეორიდან და, აი ის შორისული საფეხურები, რომელიც მას უნდა გაეკვლო.

ახლა შევხვით ხის, მაგალითად ნეკერჩხლის ან ცხენის წაბლის ან ბუჩქნარის, მაგალითად მოცხარის კვირტს. გარედან ჩვენ ვხედავთ თავისებურ ორგანოებს: ქერქლებს, რომელნიც მუქი რუხი ფერის ხმელი და ტყავისებრი, ზოგჯერ წებოვანი ფისოვანი არიან; მაგრამ თუ ჩვენ გავძენავთ კვირტს ან მივიცვთ გაშლის საშუალებას და შევ-

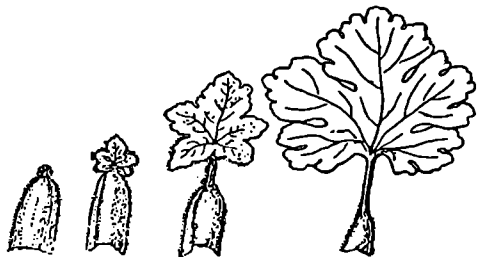
დგ მას თანმიმდევრობით ვაცლით ნაწილებს და ერთ რიგში დავალაგებთ, შემდეგს შევაძინებთ: გარეთ მოთავსებულია რამდენიმე ნამდვილი ქერქლი, შეფერილი მუქ ფერად, რომელთაც აქვთ, მოკლე, ბლაგვი, თითქმის მომრგვალო ფორმა (სურ. 4). შემდგომ ეს ფორმა სულ უფრო და უფრო წაგრძელებდა და, შეფერვა გადაის მწვანეში; ერთერთ ამგვარ ქერქლის წვერზე შევაძინებთ არამკაფიო დაკუმუქნილ ბორცვს; შემდეგ ეს ბორცვი მოცულობაში იზრდება და სწორდება. იგი წარმოადგენს ოდნავ დაკუმუქნილ ნამდვილ ფოთოლს; რაც უფრო მეტად ჩავდივართ კვირტის სიღრმეში ეს ორგანო მით უფრო ცხადად იქცევა ფოთლის იმ ნაწილად, რომელსაც ჩვენ ფირფიტას ვუწოდებთ. ხოლო პირველი ქერქლების გაფართოებული ნაწილი ვიწროვდება, იკიმება სიგრძეში და ფოთლის ყუნწის ნამდვილ ქლორტისებრ სახესღებულობს (სურ. 4. ცხენის წაბლი და 5 — მოცხარი). მაშასადამე, აქაც ვხვდებით იმ მოვლენას, რომელიც ვნახეთ იფენის ახალგაზრდა მცენარეში. როგორც იქ



სურ. 3.

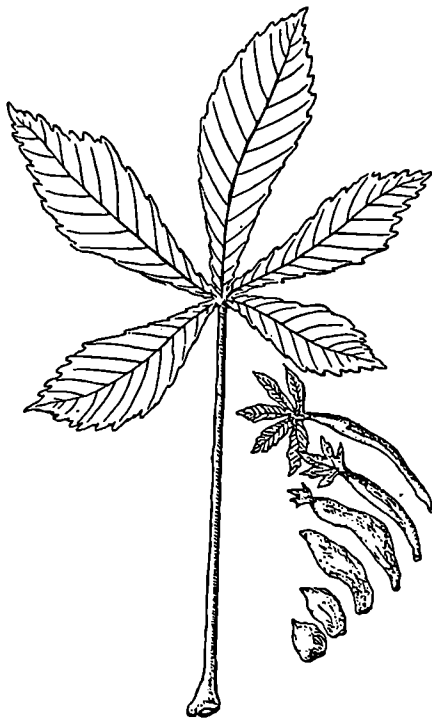
ლებნები, აქ ქერქლი შეუმჩნეველად შორისული ფორმებით გადადის ფოთოლში და კვლავ იზადება ეკვი: ხომ არ წარმოადგენენ ესენი ერთსა და იმავე ორგანოს, რომელიც მხოლოდ სახეცვლილია თავის სპეციალური დანიშნულების მიხედვით?

დაეიწყეთ რა თესლიდან ან კვირტიდან, ჩვენ მივიღწევთ ნამდვილ ფოთოლს — იმგვარს, რომლებიგანაც შესდგება მცენარეთა მთელი ფოთლის საფარი. მცენარე ამგვარი ფოთლის შექმნით თითქოს იკაფავს გზას და თავის მოხარად კენწეროს ქვეშ ფოთოლს ფოთოლზე ქმნის ერთი ნიმუშის მიხედვით, იმგვარად თითქოს ერთ ფორმაში აყალიბებდეს, მაგრამ მცენარე იძლევა



სურ. 5.

არა მარტო ფოთლებს, გარკვეულ ასაკის მიღწევისას, იგი ქმნის სხვა ორგანოებსაც — ყვავილებსა და ნაყოფს. ჩვეულებრივ, ეს გადასვლა ფოთლისაგან გარეგნობით საესებით განსხვავებულ ყვავილის ორგანოზე ერთბაშად ხდება; მაგრამ ხშირია შემთხვევები, სადაც ყვავილის გაჩენა წინასწარ იგაჩნობა, იმ ცვლილებებით, რომელთაც ადგილი აქვთ ზემო ფოთლებში. მიემართოთ ერთ საყოველთაოდ ცნობილ მცენარეს — ჩვეულებრივ ბალის იორდასალამს. მისი ფოთოლი ყველასათვის ცნობილია. მაგრამ, თუ ამგვარ ფოთლიდან ღეროს ზემოთ ყვავილის მიმართულებით აუყვებით, შეგაშინებთ, რომ ყოველ ახალ ფოთოლთან ერთად ეს ფორმა სულ უფრო და უფრო იცვლება და ბოლოს მისი ცნობა საესებით შეუძლებელია. თავდაპირველად მთელი ფოთოლი შესდგებოდა თერამტე ან ცხრა სამ.სამად განწყობილი ფოთოლაკისაგან; აქ კი, მხოლოდ სამი ფოთოლაკია, ხოლო ამ ორ ფოთოლაკს შორის ისეთებსაც ვნახეთ, რომელთაც აქვთ შვიდი და ხუთი ფოთოლაკი (სურ. 6). ბოლოს მთელი ფოთოლი ერთი ფოთოლაკისაგან შესდგება (სურ. 7, მარცხენა ნახატი). როგორც ხედავთ აქ ადგილი აქვს იმის სრულიად საწინააღმდეგე მოვლენას, რომელიც ვნახეთ იფნის შემთხვევაში. იქ ფოთლის ფორმა რთულდებოდა, აქ იგი მარტივდება იმავე საფეხურებით უქუსვლით. ეს მარტივი ფოთოლაკი ჯერ კიდევ საესებით წააგავს მთელი ფოთლის კენწეროს ნაწილს, მაგრამ აი ისიც იცვლება, მისი მოკლე ყუნწი ფართოდება და გადაიქცევა ბრტყელ ტყავისებრ ქერქლად, ხოლო ფირფიტა თანდათანობით პატარავდება, აი მან უკვე მიიღო პატარა მწვანე ნიკის ფორმა, ტყავისებრ ქერქლის წვერზე (სურ. 7); აი მას უკვე

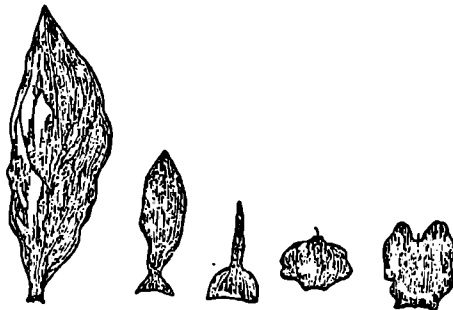


სურ. 4.

პატარა მახათის ან ჯაგრის სახით ვხედავთ ქერქლის კენწურულ ფოსოზე; აი იგი სავსებით ვაქრა (სურ. 8). ჩვენ წინ დარჩა აპისებრი ქერქლი, იგი მოყვითალო-მწვანე ფერისაა და მოწითალო კიდე აქვს. ფოთოლი, ასე ვთქვათ, ჩვენს თვალწინ გარდაიქმნა, მისი ფირფიტა ვაქრა, ხოლო უწნწისაგან წარმოიქმნა ორგანო, რომელიც თავისი წარმოშობითა და დანიშნულებით წააგავს წაბლის კვირტში ჩვენს მიერ განხილულ ქერქლს. როგორც ერთი, ისე მეორე წარმოადგენს ფირფიტისებრ განვითარებულ უწნს. როგორც ის, კვირტში იცავს ახალგაზრდა ფოთლებს, ისე ეს იცავს ყვავილის სათუთ შინაგან ნაწილებს. ამ ორგანოს ჯამფოთოლაკები ეწოდება, ხოლო ამგვარ ფოთლების მთელ წრეს — ჯამი. მაშასადამე ჯამფოთოლაკი წარმოადგენს სახეცვლილ ფოთლს. ზეერ შემთხვევაში ეს თავისთავად გვეცემა თვალში, —საქმარისია მოვიგონოთ ვარდის ჯამფოთოლაკები, რომელთაც შენარჩუნებული აქვთ ფოთლის ფირფიტა — მაგრამ იშვიათია ისეთი მცენარე, რომელშიაც ეს თანდათანობით გადასვლა ისე შესაძლებელი იყოს როგორც იორდასალაში გვაქვს.



სურ. 6.



სურ. 7.

ყვავილში ჯამფოთოლაკებს მოსდევს თეთრ ან მკეთრად შეფერილ ფოთოლაკთა რიგი, ნაზი ატლასის ან ხავერდოვანი ზედაპირით, რომელთა მიზამქასაც ამოვლ ცდილობენ ხელოვნურ ყვავილებში; ეს ფურცლებია, ხოლო ყველა ერთად გვირგვინი. აქ თითქმის მკეთრ ნახტომთან ვაქვს საქმე: ვარდის ჯამფოთოლაკსა და ფურცელს შორის არავითარი მსგავსება არ არის. მაგრამ დავანებოთ ვარდს თავი და გადავიღოთ სხვა ყვავილებზე. უკვე იორდასალაში ჯამის ფოთოლაკსა და გვირგვინის ფურცელს შორის კავშირი ჩანს ჯერ კიდევ ჯამის ფოთოლაკის წითელ არშიაზე და გვირგვინის ფურცლის კენწურულ ფოსოზე (სურ. 8), რომელიც გვაგონებს ამგვარსავე ფოსოს ჯამფოთოლაკზე (სურ. 7, მარჯვნივ), მაგრამ მაგალითად კამელიის შემთხვევაში ჩვენთვის სრულებით შეუმჩნეველია სად თავდება ჯამფოთოლაკი, სად იწყება გვირგვინის ფურცელი, იმდენად თანდათანობითა გადასვლა ხამი მწვანე ჯამფოთოლაკიდან ნაზ თეთრ ან ალისფერ გვირგვინის ფურცელზე. ამგვარად გვირგვინის ფურცელი წარმოადგენს გარდაქმნილ ჯამფოთოლაკს, რომელიც თავის მხრივ სახეცვლილი ფოთოლია, აქედან გვირგვინის ფურცელიც სხვა არაფერია თუ არა ფოთოლი.

ახლა ჩავიხედოთ ყვავილის შინაგან აგებულებაში. ამისათვის ჯერჯერობით ავარჩიოთ მსხვილი ყვავილი, მაგალითად მთის შროშანა. ყვავილის შუაგულში მოჩანს რამდენიმე ორგანო, რო-



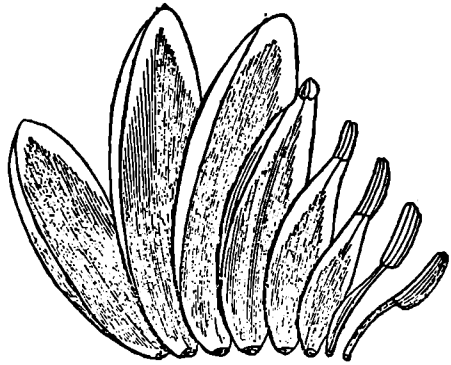
სურ. 8.

მელიც შესდგება წერილი ღეროს ანუ ფეხისაგან, რომლის წვერზე განივად ზის ორი გრძივი ბზარით გახეთქილი მოგრძო ყვითელი პარკი. ბზარებიდან გამოდის ნარინჯისფერი ფხვიერი მტვერი. ამ ორგანოებზე მტვრიან ნემბი ეწოდება. მტვრის შემცველ პარკებს სამტვრე პარკები, ხოლო მათ მატარებელ ფეხს — ძაფი. თითქოს მტვრიანასა და გვირგვინის ფურცელს შორის არაფერი საერთო აღარ უნდა იყოს. მაგრამ ნუ აგზპარდებით და ისევე გამოვინახოთ შესაფერისი მავალითი. რა თქმა უნდა, ყველასათვის ცნობილია ჩვენს მდინარეებზე და ტბორებში ასე გაერცულებული წყლის ღუმფარა თავის დიდი, თითქმის მრგვალი, წყლის ზედაპირზე მცურავი ფოთლებით და მსხვილი თეთრი ყვავილებით. დავშალოთ ერთი ასეთი თეთრი ყვავილი და დავვალაგოთ მისი ორგანოები ისე, როგორც წაბლის კვირტის შემთხვევაში მოვიქცით. დაწყებულნი ნაპირა, ე. ი. გვირგვინის გარეთა თეთრ ფურცლებით და გათავებული ყვავილის ზეაგულის მახლობლად მდებარე ყვითელი სამტვრე პარკებიანი და ოდნავ გაფართოებული ბრტყელი ძაფიანი ორგანოთი, რომელსაც მტვრიანას ვუწოდებთ (სურ. 9). როგორც ხედავთ, აქაც ჩვენ ვამჩნევთ საყვანობით შეუმჩნეველ გადასვლას. აი ნამდვილი თეთრი ფურცელი, აი მის წვერზე განზდა ორი მატარა ყვითელი ღაჯა, ისინი იზრდებიან, ხოლო ამავე ღრის ფურცლის ქვემო ნაწილი ვიწროვდება; აი მოგრძო ორი პარკი უკვე ნათლად არის გამოხატული, ხოლო ფურცლის ქვემო ნაწილი გადაიქცა წერილ ზოლად და ბოლოს მივიღეთ ნამდვილი მტვრიანი, რომლის

სამტვრე პარკები სკდება გრძივი ნაპარალით და აფრქვევენ მტვერს. გვირგვინის ფურცელი გადავიდა მტვრიანაში. ამგვარი გარდაქმნის შესაძლებლობის დამამტკიცებელ საბუთად გამოვღვებამ მტვრიანას ისევ გვირგვინის ფურცლად გარდაქმნის ფაქტი, რასაც იყენებენ მებღეობაში. ისეთ ყვავილებს, რომლებშიაც მტვრიანები გადაქცეულნი არიან გვირგვინის ფურცლებად ბუთბუზა* ყვავილები ეწოდებათ. ასე მავალითად ჩვეულებრივ იორდასალამს აქვს გვირგვინის ხუთი ფურცელი და მრავალი მტვრიანი; ბუთბუზა ყვავილს კი გვირგვინის მრავალი ფურცელი და შესაბამისად ნაკლები მტვრიანები აქვს და თუ დავაკვირდებით დავრწმუნდებით, რომ შიგნითა ფურცლები წარმოადგენენ მტვრიანებზე გადასვლას; ღია წითელ და რამდენადღე დაქმუნდილ ფურცლის კიდენ სხედან ეტოლად თუ ბევრად განვითარებული ყვითელი სამტვრე პარკები. ჩვენ ვარდის პროტოტიპში ასკლში ჩვენ ვხედავთ მხოლოდ გვირგვინის ხუთ ფურცელს და მრავალ მტვრიანას; ვარდში ამ მტვრიანათა ნაწილი გარდაქმნილია გვირგვინის ფურცლებად და ამიტომ არის, რომ ისინი ხუთზე გაცილებით მეტია. ბუთბუზა ყვავილები საყვარადღობა კიდევ იმ მხრივ, რომ მათი მიღება ნაწილობრივ შესაძლებელია ხელოვნურადაც. სწორედ ასევე ხელოვნურად შესაძლებელია გამოვიწვიოთ საფოთლე კვირტების მფარავ ქერქლების ნამდვილი ფოთლებად გარდაქმნა. მამასალამე არა მარტო დავიკრების, არამედ ცდის გზითაც, რომელიც მუდამ უფრო დამაჯერებელია, ჩვენ მივდივართ იმ დასკვნამდე, რომ ფოთლისაგან წარმოშობილ ერთ ორგანოს შეუძლია გარდაიქმნეს მეორე ორგანოდ.

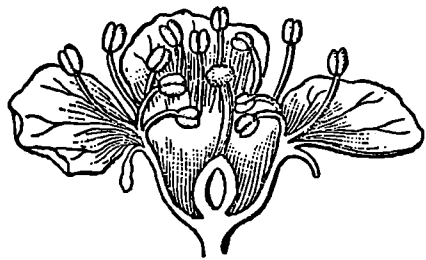
* სინამდვილეში ბუნებაში ყვავილების ნაწილები შეიქმნენ უფოფდ ისე, როგორც ჩვენს ბუთბუზა ყვავილებში, ე. ი. გვირგვინის ფურცლები წარმოიქმნენ მტვრიანებისაგან და არა მტვრიანები გვირგვინის ფურცლებისაგან.

ვაგრძელებთ რა ჩვენს გზას, ვალწვეთ ყვავილის ყველაზე ღრმა ადგილს. მტკრიანების შემდეგ ჩვენ ვხვდებით ყვავილის უკანასკნელ ორგანოს — უკანასკნელს, რადგან მას უჭირავს მისი შუაგული და ამით ამთავრებს მის ზრდას, მაშასადამე ყლორტის იმ ნაწილის ზრდასაც, რომელიც ბოლოვდება ამ ყვავილით. ამ ორგანოს ბუტკო ანუ სანაყოფე ეწოდება. ბუტკო იმიტომ, რომ ზოგჯერ (როგორც მაგალითად ალუბალში სურ. 10) იგი თავისი ფორმით, გამობერილი მომრგვალო ქვემო ნაწილით (ნასკვით) წაგრძელებული ყელით (სვეტი) და, მომრგვალო ზემოთა ნაწილით (დინჯი) მოგვაგონებს ფილთაქვას*. სანაყოფეს კი მას უწოდებენ იმიტომ, რომ — ეს ყვავილის ის ნაწილია, რომელიც იქცევა ნაყოფად. ამგვარი სანაყოფე ყვავილში შეიძლება იყოს ერთი ან რამდენიმე. მისი ქვემო ნაწილს ნასკვი, შიგნით ღრუა, ისე, რომ მთელი ორგანო ამ შემთხვევაში ყველაზედ უფრო მოგვაგონებს ბოთლს. სიღრმეში მოთავსებულია ერთი ან რამდენიმე, ზოგჯერ კი ძალიან ბევრიც მომრგვალო თეთრი სხეულები — კვერცხები. ეს ორგანო ისევე ეკვს ზღვებს; ამ შემთხვევაში ფოთლოვანი არაფერია მსგავსება არ არსებობს, და ხელახლა შესაფერისი მაგალითები დავებარწუნებს, რომ ისიც ერთი ან რამდენიმე ფოთლისაგან არის წარმოქმნილი. ზოგიერთი არანორმალური მახინჯი ყვავილები, რომელთაც ჩვენ ბუთხუზა ყვავილებით უნდა მივაკუთვნოთ, მოგვცემენ ამის ვაგეზის საშუალებას. ასე მაგალითად, იმავე ალუბლის ან ბლის ბუთხუზა ყვავილებში სანაყოფე ხშირად ბოთლისებრი ორგანოდან გადაიქცა ერთ ან ორ ნამდვილ ფოთოლაკად (სურ. 11)**. ბევრ შემთხვევაში არც არის საჭირო მივმართოთ მახინჯ მცენარეებს სანაყოფის და მისგან წარმოქმნილ ნაყოფის ფოთლოვანი ხასიათის შესამჩნევად. მაგალითისათვის საკმარისია თვალი გადავავლოთ პარკოსან მცენარეებს, თუნდაც ბარდას (ჩვეულებრივ უწოდებენ — ბარკს, ბოტანიკოსების ტერმინოლოგიით — ბარდა ეწოდება) ან უმჯობესია იორდასალამის ნაყოფს (სურ. 6), იმაში დასარწმუნებლად, რომ იგი სხვა არაფერია თუ არა ფოთოლი, რომლის კიდეები დაიმთხვენ და



სურ. 9.

შეზარდნენ გრძივი ნაწიბურით და შექმნეს ღრუ ორგანო, სხვა შემთხვევებში მომწიფებული ნაყოფი გასკდომის დროს ნათლად გვაჩვენებს, რომ იგი და მაშასადამე სანაყოფეც, რომლისაგანაც იგი წარმოიშვა, შესდგება თავისი კიდეებით შეზარდილ რამდენიმე ფოთლისაგან. მაშასადამე სანაყოფე შექმნილია ერთ, ან რამდენიმე სახეცვლილ ფოთლისაგან; ბოტანიკოსები მას ნაყოფის ფოთლებს უწოდებენ: მაგრამ ყველა არანორმალურ ყვავილებში არ ხდება სანაყოფეს გარდაქმნა ნამდვილ ფოთოლაკებად ისე, როგორც ამას ადვილი აქვს ალუბალში. სხვა შემთხვევებში იგი მასთან ახლომდგომ ორგანოებად — მტკრიან-



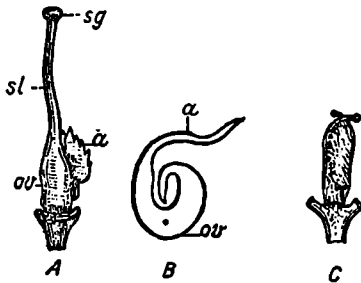
სურ. 10.

* რუსულ ტექსტში ნახშირია нестях მისი ფილთაქვასთან მსგავსების გამო.

** A — ბუტკო, ნაწილობრივ ფოთლად გარდაქმნილი;

B — იგივე ბუტკო განივ განაკვეთში;

C — ბუტკო, რომელიც ორ ფოთოლაკად არის გარდაქმნილი.



სურ. 11.

ნებად და გვირგვინის ფურცლებად იქცევა. ტირიფის ყვავილში შესაძლებელია ზოგჯერ აღინიშნოს გარდამავალი საფეხურება სანაყოფისა და მტვრიანებს შორის. ბუთხუზა იორდასალამის შუაგულში ზოგჯერ შეიძლება ვიპოვოთ ღია წითელი ფერის გვირგვინის ფურცლები, რომელთა კიდეებზე მოთავსებული არიან თვითი მბრწყინავი კვერცხები. როგორც ჩანს იგი წარმოადგენს სანაყოფის, რომელიც გარდაქმნილია გვირგვინის ფურცლად, მაგრამ შეუნარჩუნებია კვერცხები. მაშასადამე, შესაძლებელია ბუტკო გადაიქცეს ისევე ყველა მის წინამორბედ ორგანოებად: მტვრიანებად, გვირგვინის ფურცლებად და ნამდვილ მწვანე ფოთოლაკებად. ეს განა არ მიგვიითებს ამ ორგანოების ერთგვარ წარმოშობაზე?

ჩვეს მიერ მცენარეუ ჩატარებული ანალიზის დროს მივაღწიეთ ყველაზე უფრო კარგად ორგანოებზე — სანაყოფემდე; უფრო შორს წასვლა აღარ შეიძლება, დავეჩრა მხოლოდ ამ ორგანოს სიღრმეში ნასკვის ღრუში ჩაწვდომამ. როგორც უკვე ნათქვამი იყო, ჩვენ იქ შევხვდებით კვერცხებს. რას წარმოადგენენ ეს კვერცხები? ამ შემთხვევაშიაც ისე, როგორც წინათ ჩვენ პასუხს მივიღებთ ზოგიერთ მახინჯ ბანარობულურ ყვავილებიდან. ისეთ ყვავილებში, სადაც ბუტკოები გარდაიქმნენ მწვანე ფოთოლაკებად, ამ ფოთოლაკების კიდეებზე, იქ სადაც უნდა მსდარაყენენ

კვერცხები, ჩვენ ვამჩნევთ პატარა მწვანე ფოთოლაკებს ან მთლიან საფოთლ კვირტებს. მაშასადამე კვერცხებიც და მისი ნაწილებიც წარმოადგენენ ფოთოლაკებს ან მის ნაწილებს.

ამგვარად ჩვენ მივიღივართ იმ ზოგად დსკენამდე, რომ ყვავილის ყველა ნაწილები წარმოადგენენ მხოლოდ სახეცვლილ ფოთოლაკებს, ხოლო მეთლი ყვავილი — სახეცვლილ საფოთლ კვირტს. ამ შეხედულების მარტობულება დასტურდება ისეთი ყვავილების არსებობით, რომელთა შუა გულიდან ამოდის მწვანე, ფოთლებით დაფარული კლორტი. არსებობს იმგვარი შემთხვევებიც კი, როცა ამგვარი კლორტი იზრდება ნასკვის ღრუდან: მათ სჭირან კიდევ, და ნიდაგში ჩარგვის შემდეგ ისინი ხარობენ.

მაგრამ ამის შემდეგ როგორი ბედი ეწევა კვირტს — არა მახინჯ მწვანე ფოთლად გადაქცეულს, არამედ ნამდვილს, ნორმულს? როდესაც მცენარე დაიყვავილებს, როდესაც ჩამოკვივდება მისი გვირგვინის ფურცლები, დაქნება მტვრიანები, ხოლო სანაყოფე გადაიქცევა ნაყოფად, მაშინ კვერცხები გარდაიქმნება თესვებულ, ე. ი. ახალ მცენარის ჩანასახებად. როგორც ჩანს აქ დამთავრდება ჩვენს მიერ მცენარის გარეგანი ნაწილების მიმოხილვა. მე შევეცადე თქვენს წინაშე გადაშეშალა მცენარის სიცოცხლის ვარგვან გამოვლინებათა სრული სურათი*. დაიწყეთ თესლიდან და ისევე თესლს დავებრუნდით და, ამგვარად დავამთავრებ მცენარეული სიცოცხლის სრული ციკლს. ამ ციკლს მოჰყვება მეორე, მსგავსევე, და ასე შემდეგ თაობათა უსასრულო მორიგეობაში. ეს მოსაწყენი, მაგრამ შემდგომი საუბრებისათვის აუცილებელი, ორგანოთა ჩამოკვივლა მე შევეცადე ცტარებულ შემლაშაზებინა და გამეცოცხებინა მით, რომ ის დავუკავშირე ერთ სახელმძღვანელო იდეას — ორგანოების გარდაქმნის ანუ მეტამოზოფიზის იდეას. ამ იდეის აღმოცენებას მეცნიერება უმთავრესად უნდა უშაბლოცებს მოეტ მეცნიერს გოეთეს. ამ თვალსაზრისით განხილული მცენარეთა სიცოცხლე წარმოგვიდგება რალაც ფანტასმაგორის, რალაც ერთმანეთის შემცველ

* ლექციაზე ამ სიტყვის ნამდვილი მნიშვნელობით გადაშლილი იყო მშენიერი (ჩამდინებ საყენის სიღრმისა) სურათი, იგი ეკათუნოდა ჩემი გამოხატული მწერლის გ. კოროლენკოს ყალამს, რომელიც ამ დროს ჯერ კიდევ პეტროპოლის აკადემიის, სტუდენტად ითვლებოდა. სამწუხაროდ ეს მშენიერი სურათი დიღება აკადემიის ბოტანიკური კაბინეტის ყველა კოლექციიდან ერთად 1880 წ. ხანძრის დროს.



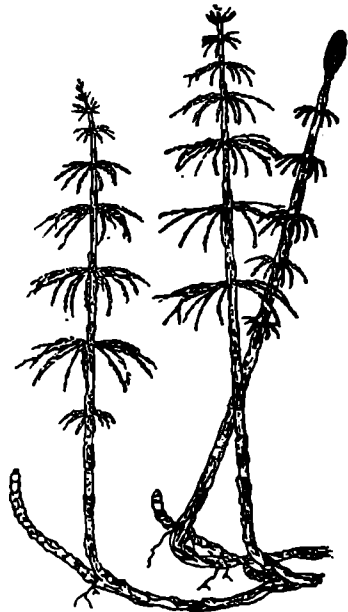
Fig. 12.

და ერთმანეთში გარდამავალ ბუნდოვან სურათების სახით. ჩამოყალიბდება თუ არა თქვენს წინაშე რომელიმე ორგანოს გარკვეული სახე, იგი მაშინვე უცნობი, ბუნდოვანი ხდება, იღებს რაღაც გარკვეულ სახეს, და თანდათანობით ისე ირკვევა. მაგრამ ეს უკვე სხვა ფორმაა, სხვა ორგანო და ასე შემდეგ: ერთი იცლება მეორით, ერთი შეუქმნევლად გადადის მეორეში, სანამ არ დაშთაერდება განვითარების სრული წრე, სანამ არ წარმოიქმნება პირველდაწყებიანი წარმოშობი ორგანო. აქამდე ჩვენ შეხვედვალაში გვქონდა მხოლოდ ერთი წარმოშობი ორგანოები, მაგრამ მცენარის ორგანიზმს ორი სხვა ორგანოც გააჩნია, რომელთა ჩანასახს, ჯერ კიდევ თესვში ესელებით, — საეღობრ, ფოთლებიანი ღერო და ფესვი. ეს ორა ორგანოც, ერთი შეხედვით ასე განსხვავებულნი, საეხებით სხვადასხვა გარემოში მცხოვრებნი არიან, მაგრამ ზოგჯერ, იშვიათ შემთხვევაში, შესაძლებელია ურთიერთ გარდაიქმნან. ასეთ შემთხვევაში ღერო იფლავება მიწაში და იღებს ფესვის ხასიათს, ფესვი კი სინათლეზე ამოსვლისას იფარება ფოთლით და იღებს ღეროს ხასიათს. მასსადამე, ღერო და ფესვი არის, ორი — სხვადასხვა პირობებთან შეგუებული სახეცვლილება ერთი ღერო ქული ორგანოსი და ამ ღერო ქული ორგანოს დანაშატი ფოთოლია, თავის მრავალფეროვანი სახეცვლილებებით — ქერქლებით, გვირგვინის ფურცლებით, მტკრიანებით და სხვა, — აი ის ძირითადი გარეგანი ორგანოები, რომელნიც თავის სიცოცხლის მიმდინარეობაში ჰქმნიან სრულყოფილ მცენარეს.

* *

აქამდე მცენარის შესახებ გავრცელებულ შეხედულებების თანახმად, ჩვენ დაუშვით, რომ თესვის წარმოადგენს მცენარეული სიცოცხლის საწყისსა და დასასრულს. მაგრამ იხადება ეკვი: გვაქვს თუ არა უფლება მასში ჩვენ დავინახოთ მცენარეული სიცოცხლის კუმშარიტი საწყისი და კუმშარიტი ამოსავალი წერტილი, თუ ჩვენ შევკვიძლია მისი საზღვრები უფრო გავაფართოოთ და ჩაეწვდეთ მას უფრო მარტივ საწყისამდე? მარტლაც ჩვენს მიერ აღწერილი თესლი — ჯერ კიდევ მეტად რთული ხნეულია, მის ჩანასახში ჩვენ ვხედავთ მთელ ჩანასახოვან მცენარეს თითქმის ყველა თავისი ნაწილებით.

2. კ. ა. ტომირიახევი



სურ. 13.

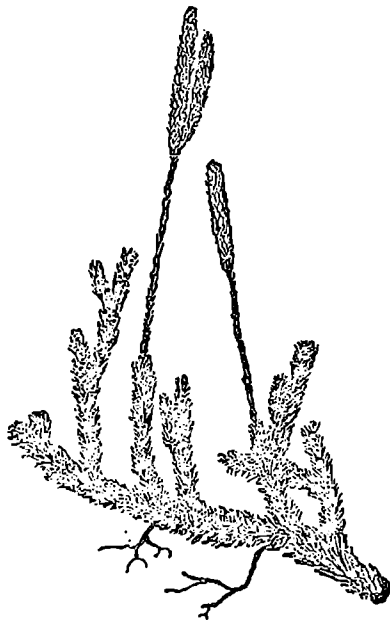
იმისათვის, რომ ეპოვოთ მცენარეული ორგანიზმის ეს უმარტივესი საწყისი, ჩვენ უნდა ავიღოთ ისეთი მცენარე, რომელიც წარმოადგენს გადახასის ჩვეულებრივ მცენარეებთან შედარებით — იმ ტიპიურ მცენარეებთან, რომელთაც გააჩნიათ თესვები და ყვავილები და რომლებიც ახლახან გავიცანით.

თუ თქვენ თავს წარმოიდგენთ მოსკოვის მილანობის ერთერთ მომზიბლავ ადგილას, მაგალითად კუნცეკოში და შეეცდებით მესსიერებაში იმ შთაბეკდილებათ გამოწვევის კუნცეკოს ხეში ბილიკით ჩასვლის დროს რომ მივილიათ, ცხადია, მოგაგონდებათ, რომ რაც უფრო ეფლობოლით მის მწვეანე შამპანარში, მით უფრო მეტად გრძნობდით მის ტენიან, ორთქლებით დაყენითილ ატმოსფეროს და თქვენს თვალწინ იზღებოდა სრულიად თავისებური მცენარეულობა. ყოველ ნაბიჯზე, ხევის ძირში თუ მის ფერდობებზე სირაქელმას ფრთების მწვეანე კონების

ან მიწაში ჩასმულ პალმების კენწეროთა მსგავსად, სხვადასხვა ნაყშიანი გადაშლილი გვიმრები მოსჩანს (სურ. 12*), ხოლო უფრო ქვემოთ ლამიან ნაპირებზე და თვით ნავადულის წყალში ან დაქობებულ გუმბეში ფუნჯსავით შეჯგუფებულია შვიტას მთლიანი საფარი, მათ წვერებზე აქა-იქ შერჩენიან შვიი თავები (სურ. 13). ეს სურათი ყოველთვის უცხო, არარეფულებრივ შთაბეჭდილებას ტოვებს; უნებურად იგრძნობ, რომ ეს მცენარეულობა სრულიად არ წააგავს მას, რაც ხევის ზემოთ დაეცრეთ. და ეს ანგარიშიუცემელი შთაბეჭდილება ჩვენ არ გვატყუებს; ეს გვიმრებისა და შვიტების სამყარო მართლაც თავისებური სამყაროა, უფრო სწორედ, იგი იმ მცენარეული სამყაროს ნამსხვრევია, რომელიც ჩვენს პლანეტას უძველეს გეოლოგიურ ეპოქაში ჰფარავდა. ეს გვიმრები, შვიტები და მათი მონათესავე ჩვენს ტყეებში ასევე ძლიერ გავრცელებული ლიკოპოდიუმები, ე. ი. ის მიწაზე გართხმული ხმელი ხავისებრი მცენარეები, ალავ-ალავ წამოჭეული მოყვითალო თავთავეებით (სურ. 14), რომლებითაც ზოგჯერ ალამაზებენ ფანჯრებს საზამთრო ჩარჩოების ჩასმის დროს, ყველა ეს მცენარეები ან უფრო სწორედ, მათი მონათესავე ფორმები, ჩვენს პლანეტაზე ქვანახშირის შექმნის პერიოდში გაბატონებულ მცენარეულობას წარმოადგენდნენ. ეს ქვანახშირი შეიცავს მათ ნაშთებს, მთლიან ლეროებს, ფოთოლთა და ნაყოფთა ანაბეჭდებს; ამ ნაშთების და ფანტაზიის ცოტაოდენი დახმარებით, შესაძლებელია აღდგენა წარსულში დღემიწაზე არსებული მცენარეების სახეებისა, რომელთა ლანდშაფტი ჯერ ადამიანის თვალს არ უნახავს. იმ წარსული ეპოქის ტყეში ხარობდა ხემაგვარი გვიმრები, რომელნიც ახლა მხოლოდ ზოგიერთ ტროპიკულ ქვეყნებს შერჩა და ჩვენში ორანერეებში არის გაშენებული. ჩვენ იჯუჯა, მიწაზე გართხმული ლიკოპოდიუმის წინაპარი უზარმაზარი ქერქლებიან ხეების სახით (ლექიდოდენდრონები) იყვნენ წარმოდგენილი, ხოლო სუსტი, დაბალ მოზარდი შვიტა, რომელიც მხოლოდ სამხრეთ ამერიკის ზოგიერთ ადგილებში ათეულ ფუტის სიმაღლეს აღწევს, წარმოდგენილი იყო იმგვარივე ხემაგვარი ქალამიტებით. ექვიზენტრებით და სხვ.

მე ახლა რამდენიმეჯერ ვიხმარე გამოთქმა, რომელიც საჭიროებს განმარტებას და შეუმჩნეველად დაგვაბრუნებს ჩვენ საკითხთან. მე ვთქვი, რომ ლიკოპოდიუმები ენათესავენბიან გვიმრებსა და შვიტებს და, რომ ყველა ამ მცენარეების დღეს არსებული ფორმები ენათესავენბიან ნამარხ ფორმებს. რაში მდგომარეობს ეს ნათესაობა და რითი განსხვავდებიან ყველა ეს ლიკოპოდიუმები, შვიტები და გვიმრები სხვა ფოთლოვან და წიწვიან მცენარეებისაგან?

გვიმრის განვითარებაში ზოგიერთი თავისებურებანი, დიდი ხანია, რაც უსწავლელი ადამიანების ყურადღებასაც კი იპყრობს. ყველასათვის ცნობილია პოეტური თქმულება ივანობა ღამით გვიმრის ყვავილობის შესახებ. ამ თქმულებას საფუძვლად უდევს ის შემჩნეული ფაქტი, რომ



სურ. 14.

* გვიმრის სურათი გადაღებულია კ. ა. ტიშჩინაზევის მიერ პეტროვკის აკადემიის ტყეში.

გვიმრა არასოდეს არ ყვაილობს, რომ მას სხვა მცენარეების მსგავსად ყვაილები არა აქვს, იგივე იქითქის ლოკოპოლიუმის და შეიტების მიმართ; ყველა ამ მცენარეებს უყვავილო მცენარეები ეწოდება. მაგრამ თუ მათ არ გააჩნიათ ყვაილები, თესლებიც არ უნდა ჰქონდეთ, რომელნიც ყვაილში არსებული კვრატებიდან წარმოიქმნებიან². მაშ რა გზით ხდება მათი გამრავლება? თუ ჩვენ ყურადღებას მივაქცევთ გვიძირის ფოთლის ქვემოთ მხარეს, შეიტას შუა პატარა გირჩენებს, ლოკოპოლიუმის ყვითელ თავთავეებს, შებავარნებს, რომ ისინი მომწიფების დროისათვის შემდეგი საერთო მოვლენით ხასიათდებიან. საკმარისია, ისინი დაგებრტყოთ ხელის გულზე, ან თეთრი ქაღალდის ფურცელზე, რომ მივიღოთ მორტუხო ან ყვითელი ფერის უწყრილესი ტყვიანი. ეს მტვერი³ მტრად წყრილი სხეულებისაგან შესდგება, რომელთა დანახვა შესაძლებელია მხოლოდ მიკროსკოპის საშუალებით; ისინი იზდენად პატარა ზომისანი არიან, რომ ერთი გოგის სიგრძეზე მწკრივში ათას ხუთასი ცალი დაეტყვა. ყოველ ასეთ მტვერს შეუძლია საწყისი მისცეს ახალ მცენარეს. აი ე. წ. ლოკოპოლიუმის თესლი, ისე იგი ყვითელი, შეხებით ნაზი ფხვნილი, რომელიც იფრქვევა მისი თავთავეებიდან (სურ. 14) და, რომელსაც აფთიაქებში აყრიან აბებს. ამ ფხვნილის ერთ მუგას მე ვაყრი სანთლის ალს: მტვრის ღრულში გააბობს ელვისებრი აფეთქება. წარსულში ამ მოვლენით თეატრებში სარგებლობდნენ ელვის წარმოსადგენად, ამ აფეთქებით ჩანასახშივე მილიოხობით დაიღუპა მომავალი მცენარეები. ამ მიკროსკოპიულ სხეულებს ბოტანიკოსებმა სპორებს უწოდებენ, ხოლო ყველა იმ მცენარეებს, რომელთაც არ გააჩნიათ ყვაილები და თესლები, და რომელთა გამრავლება ხდება სპორების საშუალებით — სპოროვანი მცენარეები ეწოდება. ჩამოთვლილი მცენარეების გარდა მათ აგრეთვე მიეკუთვნება ხავსები, წყალმცენარეები, რომლებსაც ჩვეულებრივ ცხოვრებაში საფლობი ეწოდება და სოკოები, ისინიც, რომელთაც ჩვენ ამ სახელს ვუწოდებთ და ისიც, რომელთაც ჩვეულებრივ ობი ეწოდება.

მაშასადამე, ჩვენ ეხედავთ, რომ სპოროვანი მცენარეები იქნება ის მიკროსკოპიული ობი, თუ

ბემავარი გვიმრა წარმოიშობა უხილავი მტერი-საგან—სპორისაგან. რას წარმოადგენს ეს სპორა? ხომ არ არის იგი მცენარის უმარტივესი ფორმიანი საწყისი, რათაც ჩვენ თესლი ვერ ჩავთვალეთ?

სინამდვილეში მიკროსკოპიული გამოკვლევა გვიჩვენებს, რომ სპორა შესდგება მკვრივი გარისის მქონე ბუმბულივსაგან, რომელშიაც მოთავსებულია თხიერი და ნახევრად თხიერი ნვითიერება. ეს — ე. წ. უჯრედებია. უჯრედი, ჩვენ უნდა მივიჩნიოთ ყოველი ორგანიზმის უმარტივესი საწყისად; მისი დაშლა, ცალკე დამოუკიდებელ არსებობის უნარის მქონე ნაწილებად ჩვენ უკვე აღარ შეგვიძლია. ეს არის ნამდვილი ზღვარი, და ამასვე შორს ჩენნი მორფოლოგიური ანალოზი ველარ მიღის. ეს არის ორგანული ერთეული. აქ თვისთვად იხილება კითხვა: ხომ არ შეგვიძლია ჩვენ დავაკვირდეთ თესლის წარმოშობის პროცესსაც იმ დრომდე, როდესაც იგი უკვე კიდევ ერთი უჯრედისაგან შესდგება; ხომ არ შეიძლება იგი უძებად წარმოშობილიყო თავის ფესვით, ღეროთ და ლეწებით? შემდეგში ერთერთ საუბრის დროს ჩვენ მართლაც გვექნება შემთხვევა იმაში დაერწმუნდეთ, რომ ყოველი თესლოვანი მცენარე ერთი უჯრედისაგან ვითარდება; ამ უჯრედს ჩვენ ვიპოვით კვრატში, მისი ავებულების უფრო დაწერილებით გაცნობის დროს, მაშასადამე ყოველი მცენარე, იქნება ის სპოროვანი თუ თესლოვანი იწყება ერთი უჯრედით; განსხვავება მდგომარეობს მხოლოდ იმაში, რომ პირველ შემთხვევაში ეს უჯრედი გამოყოფა თავის წარმოშობაზე მცენარეს, უკანასკნელში კი, იგი ვითარდება რთულ ორგანოდ, თესლად და მხოლოდ ამ სახით სცილდება დედა მცენარეს. ყოველი ცოცხალი ორგანიზმი, იქნება ის უმარტივესი მცენარე თუ ადამიანი, ერთი უჯრედისაგან ვითარდება. ზოგიერთი მიკროსკოპიული და ზოგჯერ არამიკროსკოპიული მცენარეებიც მთელი სიცოცხლის განმავლობაში ინარჩუნებენ ერთუჯრედოვან ავებულებას, ხოლო სხვების განვითარებასთან ერთად მათი ავებულება რთულდება, ერთი უჯრედიდან წარმოიქმნება ორი, რამდენიმე, უმარტივი რაოდენობა.

² უკანასკნელ ლექსიკონი ჩვენ დავინახავთ, რომ ეს დასკვნა სიმართლეს არა საყვებით შეედევრება.

მაშასადამე, ყოველი მცენარე არა მარტო წარმოიქმნება უჯრედებიდან, არამედ მისი ყველა ნაწილები შესდგება უჯრედებისაგან. უჯრედი — ეს ავტონია, რისგანაც ავტონომია მცენარის შერნობა.

ამაში დარწმუნება ზოგჯერ შესაძლებელია პირდაპირ, სხვა შემთხვევებში კი — მეტად მარტივი ხერხების საშუალებით. მაგალითისათვის დიაკვირდით მწიფე სახამთროს თხელ ნაჭერს და თქვენი დაინახავთ, რომ იგი შესდგება ფაშარად შეერთებულ წვრილ ქვირითის ან მარგალიტის მძივისებრ ბუშტულებისაგან; ეს — უჯრედებია, რომელნიც მომწიფებულ ნაყოფის სირბილეს ჩვეულებრივ ჰვარგავენ ურთიერთ კავშირს და თავისუფალნი ხდებიან. სხვა შემთხვევებში ეს კავშირი თავისთავად არ ირღვევა, მისი დარღვევა შესაძლებელია გარკვეული საშუალებების ხმაირებით. მაგალითად უმი კარტოფლის ნაჭერი მთლიან სხეულს წარმოადგენს, რომელშიაც მიკროსკოპის დახმარების გარეშე ძნელია რაიმე ავტონომიის შემჩნევა, მაგრამ თუ დააკვირდებით ჩაბარულ კარტოფლის შეუფარადლებელი თვალითაც ნათლად დინახავთ, რომ იგი ცალკეულ უჯრედებისაგან შესდგება. ხარშვის დროს მდულარე წყალმა ან ორთქლმა მოსპეს უჯრედთა შორის კავშირი და ისინი განცალკევდნენ. უფრო მკვრივ ორგანიზმებში უფრო ძნელი ხდება უჯრედთა ამ განცალკეების მოხდენა. მაგრამ არ არსებობს ისეთი მავარი ორგანო, რომლის დაშლა უჯრედებად შეუძლებელი იყოს, თუნდაც ხის ნაჭერი ან ალუბლის კურკა რომ იყოს იგი, ან აი ვეს თესლა, ერთი პალმისა (*Phytelephas macrocarpa*), რომელიც იმდენად მავარია, გარეგნულად ისე წააგავს სპილოს ძვალს, რომ ხარატები მას უკანასკნელის იმიტაციისათვის ხმარობენ. ამგვარი მკვრივი სხეულების უჯრედშორისი კავშირების დასარღვევად უკვე აუცილებელი ხდება მიემართოთ ზოგიერთ უკიბურ ნივთიერებათა მოქმედებას.

ამაში დასარწმუნებლად, რომ მცენარეული ნივთიერება შესდგება უჯრედებისაგან, საჭირო არც კია მათი განცალკევება; თუ მცენარის რომელიმე ნაწილიდან სამართებლით მეტად თხელ და საყვებით გამჭვირვალე ნაჭერს ავათლით, ჩვენ მიკროსკოპის დახმარებით დავრწმუნდებით, რომ ის შესდგება ერთმანეთთან შეერთებულ უჯრედებისაგან, ე. წ. უჯრედოვან ქსოვილისაგან.

ყოველივე ნათქვამის შემდეგ გასაგებია, რომ უჯრედების გაცნობის გარეშე შეუძლებელია მათი ურთიერთი შექმნილი მცენარეული ორგანოების სიცოცხლისა და ავტონომიის გაგება. მსგავსად ქიმიისა, სადაც ნივთიერებათა შესწავლას ვიწყებთ უმარტივეს სხეულებიდან, ელემენტებიდან, და შემდეგ ვადავლივართ მათ შენართებზე, აგრეთვე ამ შემთხვევაშიც მცენარეული ორგანოების შესწავლა უნდა დაიწყეთ მისი ელემენტარული ორგანოდან — უჯრედიდან.

* * *

უკვე ის ფაქტები, რომელთა გაცნობაც ჩვენ მოვასწარით, საკმარისია იმისათვის, რომ ჩვენი საუბარების ზოგადი გეგმის დასაბჯის შესაძლებლობა გეკონდის. მცენარე თავის სიცოცხლის განმავლობაში ქმნის მთელ რიგ ორგანოებს, რომელთა მარტო გარეგნობა და ირგვლივყოფ გარემოს მიმართ მდებარეობა პირდაპირ მიგვითითებს მათ სხვადასხვა დანიშნულებაზე და ფუნქციაზე. ცხადია, მიწის სიღრმეში ჩაფლულ ფესვის იგივე მნიშვნელობა არა აქვს რაც მწვანე ფოთოლს, რომელიც ჰაერში სინათლისაქენ მიისრრავის. ღებნების მნიშვნელობა განსხვავდება გვირგვინის ფურცლის მნიშვნელობისაგან. ჰაერში მტერის თავისუფლად მფანტავ მტერიანას მნიშვნელობა სულ სხვაა, ვიდრე ნასკვის სიღრმეში ჩამოახული კვერცხისა, ეთზიოლოგმა უპირველესად ყვლისა უნდა გააკვიროს ყოველი ორგანოს მნიშვნელობა — მისი ფუნქცია. მაშასადამე, თავდაპირველად მის წინაშე ორგვარი ამოცანა დგას: „მოცემულია ორგანო — გამოინახოს მისი ფუნქცია, მოცემულია ფუნქცია — გამოინახოს ორგანო“. და რასაკვირველია, უპირველეს ყოვლისა საჭიროა იგი გაცნოს ელემენტარულ ორგანოს — უჯრედის მოქმედებას, მის ზოგად და კერძო ვამოვლინებებში. ხოლო შემდეგ, როდესაც მისთვის ნათელი გახდება სხვადასხვაგვარი ორგანოების მნიშვნელობა, როდესაც ის დარწმუნდება თუ რამდენად სრულყოფილად ასრულებენ ისინი თავის საშუაოს და რამდენად არიან შეგუებული თავის გარემოსთან, როდესაც იგი გაიგებს, რამდენად აუცილებელია და ჰაერშიონულია მათი ურთიერთმოქმედება რომელსაც შედეგად ორგანიზმის საერთო სიცოცხლე მოსდევს, მაშინ მისთვის თანდათანობით ცხადი ხდება, რომ მისი ამოცანა დამთავრებული არ არის, რომ ყველა ამ კერძო საკითხებიდან წინ წამოიწევს ერთი, ყველაზე

უფრო ზოგადი საკითხი. ყველა ეს საკვირველი ორგანოები, ბოლოს თვით ორგანიზმებიც როგორ შეიქმნენ, როგორ მაღაფიცეს იმ სრულყოფილებას, რომელიც ჩვენ ასე გვაოცებს ცოცხალი ბუნების შესწავლის დროს?

ვაკუთვნებთ რა ამ ზოგად საკითხს, იმ სხვა საკითხთა რიგებს, რომელთა გადაწყვეტისაკენ ამჟინოლოგი უნდა მიისწრაფოდეს, ჩვენ ამით ვამბობთ, რომ გადავადვირთ ბუნების იმ მკვლევართა პოზიციებზე, რომელნიც ამ საკითხის დაკვირვებას საჭიროდ და შესაძლებლად სთვლიან. ცნობილია, რომ ამეამოდ ბუნებისმეტყველების სფეროში არსებობს ორი სკოლა. მომდინარეობს ბრძოლა ორ ბანაკს შორის. პირველი სკოლის უკიდურესი წარმომადგენლები, ცოცხალ ბუნებაში ხედავენ მხოლოდ განსაზღვრულ ფორმაში ჩამოსხმულ, უფორმოა უტყველ ცოცხალ არსებათა მხოლოდ კრებულს, რაღაც მუხუშებს; მათი აზრით ნატურალისტის ამოცანა განისაზღვრება ამ ფორმების ზოგადი აღწერით, ყოველ მათგანზე შესაბამისი იარაღის დაკვირვება და, კოლექციოში მისი შესაბამის ადგილას მოთავსებით. მეორე სკოლის წარმომადგენელთათვის — მთელი ორგანული ბუნება განიხილება რა, როგორც მთლიანი, განიცდის ცვალებადობას და გარდაქმნას: ორგანული სამყაროდღეს არ არის ისეთი, როგორიც იყო გუშინ და ხვალაც განსხვავებული იქნება დღევანდელისაგან. დედამიწეზე დღეს დასახლებული არსებები წარმოიშვნენ წინათ მცხოვრებლებიდან, მუდმივ ცვალებადობის გზით და ამასთანავე უფრო სრულყოფილი ნაკლებ სრულყოფილთაგან. ამ სკოლას სათავეში უდგას დარკინი, რომელმაც აუთრებელ ფაქტორთა მონაცემების საფუძველზე შექმნა გამართული მთლიანი მოძღვრება და მანამდე არსებული ბუნდოვან მისწრაფებებს მისცა ზუსტი და განსაზღვრული მიმართულება. გასაგებია, რომ პირველი შეხედულების მომხრეებისათვის არც შეიძლება არსებობდეს საკითხი, თუ როგორ განვითარდნენ და გახდნენ სრულყოფილი ორგანოები და საერთოდ ორგანიზმები. მათთვის ისინი არასოდეს არ ვითარდებოდნენ, არ სრულყოფილდებოდნენ — ისინი წარმოიშვნენ სავსებით დამთავრებული სახით, შექმნილი იყვნენ იმ სრულყოფილი ფორმით, როგორშიც დღეს ვხვდებით. მხოლოდ მათთვის, ვინც დაარწმუნებულია, რომ ორგანული არსებები თავის ბუნებით ცვალებადნი არიან,

რომ ისინი წარმოშობილი არიან ერთიმეორისაგან, გართულების ან გამარტივების, მაგრამ განუწყვეტლივ გასრულყოფილების გზით — მხოლოდ მათთვის შეიძლება არსებობდეს კითხვა: როგორ წარმოიშვა ორგანული ფორმები და რატომ არიან ისინი ასე შეგუებული თავის ფუნქციისთან და გარემოსთან? თუ როგორი პასუხის გაცემა შეუძლია ამ კითხვაზე მეცნიერებას მის დღევანდელ მდგომარეობის მიხედვით, მე შევეცდები განვიხილო დასკვნით საუბარში, მაგრამ მინდა ვისარგებლო შემთხვევით და თუ საბოლოოდ მაინც არ დაგარწმუნებთ ახალი მოძღვრების უპირატესობა, დაგაბნებთ მაინც, რომ ის ნათესავენ ფუნქციებს, რომელთა ახსნა სხვაგვარად შეუძლებელია.

საკვირველი მაგალითების არჩევითა და დაბრისპირებით მე შევეცადე მცენარის მთელი სიკოცხლე განვიხილა მეტამორფოზის შესახებ არსებული მოძღვრების თვალსაზრისით. შეგჩერდეთ ზოგიერთ აღნიშნულ ფაქტებზე. თუ მცენარეები შექმნილი იყო საბოლოო, სრულყოფილ ფორმებში, მაშინ რა მნიშვნელობა აქვს ყველა იმ გარდამავალ ორგანოებს, როგორიც არიან გვირგვინის ფურცლები, ამავე დროს არც არიან ფურცლები, მტერიანები, რომლებიც ამავე დროს არც არიან მტერიანები, (დუმფარაში) ან და იორდასალამის ჯამის ფოთოლაკების წვერზე არსებულ დანამატებს ან პატარა კუდებს? თავისთავად ეს გარდამავალი ორგანოები არსულია უსარგებლონი არიან, რადგან არ შეუფარდებიან არც იმ ორგანოს ფუნქციას, რომლისგანაც წარმოიშვნენ, არც იმისას რადაც უნდა გადაიქცნენ (სწორედ ამიტომ ისინი შეტრყნილი არიან იშვიათი გამომავლისათვის. შემთხვევებში). შექმნის ცალკეული აქტების თვალსაზრისით ისინი სავსებით გაუგებარნი არიან. მაგრამ მათ სრულიად გარკვეული მნიშვნელობა ენიჭებათ, რაწამს სხვაგვარად მიუძღვებიან საკითხს, რაწამს მივიჩნევთ, რომ ყველა ურიცხვი მცენარეული ფორმები ცალკე და საბოლოოდ არ ყოფილა შექმნილი, რომ ისინი დროთა განმავლობაში ერთმანეთისგან განვითარდნენ გაერთულების ან გამარტივების, მაგრამ მუდმივ გასრულყოფილების, ე. ი. თავის არსებობის პირობებთან შეგუების გზით. მაშინ ამ გარდამავალ ფორმებში ჩვენ დავინახავთ განვითარების ნამდვილ საფეხურებს, თანდათანობით ნაბიჯებს სრულყოფილისკენ, მცენარისათვის საჭირო

ორგანოს გამომუშავების გზაზე. მხოლოდ მაშინ, მეტამორფოზის იდეა, რომელიც აგრეთვე დასაშვებად მიაჩნია საწინააღმდეგო შეხედულების მომხრეებსაც და, რომელიც მათი თვალსაზრისით მაინც ბნელი და მეტაფიზიკურია, იღებს სავე-ბით გარკვეულ რეალურ შინაარსს. ეს მეტამორფოზი არის იმის გამოსახულება სივრცეში, რასაც ადგილი ჰქონდა დროში. ეს სქელი უფერული ლეზანი ისევე, როგორც ფეროვანი, სურნელოვანი გვირგვინის ფურცელი, ოდესღაც წარმოიშვნენ ჩვეულებრივი ფოთლის ჩანასახიდან და თანდათან შეეგუებოდათ თავის ახალ ფუნქციას. ხოლო ეს შორისული გარდამავალი ფორმები სხვა არაფერია, თუ არა გადარჩენილი ფორმალური საბუთები ამ გარდამავლობისა. ეს არის ძეგლები, რომელთა საფუძველზე ჩვენ ვაშენებთ მცენარეთა სამყაროს ისტორიას; და სწორედ ამიტომ არიან ისინი ძვირფასნი მეცნიერებისათვის. მაგრამ გვაქვს თუ არა უფლება ვამტკიცოთ, რომ მცენარეთა სამყაროს გააჩნია ისტორია? ამ საკითხზე გეოლოგია დადებითად გვიპასუხებს და ჩვენ ამის მაგალითი ეს არის ახლა ვნახეთ. ვნახეთ, რომ ჩვენს გვირგვინს, შეიტები და ლიკოპოდიუმები წარმოადგენენ დედამიწაზე ოდესღაც ძლიერ გავრცელებულ მცენარეულობის გადაგვარებულ შთამომავლობას, რომელიც ახლა იძულებულია მიიშალოს უდაბურ ტყეებში, ხეების ძირას თანამედროვე მცენარეულ სამყაროს წარმომადგენლების მიერ შეფარებული. მაშასადამე დედამიწა წარსულში დასახლებული იყო სხვა, უფრო, მარტივი, სპოროვანი მცენარეულობით, რომელიც ახლა ადგილს უთმობს უფრო სრულყოფილ თესლოვან მცენარეებს. მაშასადამე, ერთის მხრივ მეტამორფოზის და, როგორც შემდეგში დავინახეთ ბევრი სხვა მისი მსგავსი ფაქტები, ხოლო

მეორეს მხრივ, გეოლოგიური მატანე მოწმობს, რომ მცენარეთა სამყაროს თავისი ისტორია აქვს, მაშასადამე ჩვენი საკითხი მცენარეულ ფორმების წარმოშობის შესახებ სასებით კანონიერია.

ამგვარად ფიზიოლოგის თვალწინ იშლება სულ უფრო და უფრო ფართო ჰორიზონტი შეისწავლის რა ცალკეულ ორგანოების და, უპირველეს ყოვლისა, ყველა დანარჩენის შემადგენელ ელემენტარულ ორგანოს, ე. ი. უჯრედის სიციცხლეს, შეისწავლის რა ორგანოების ურთიერთმოქმედების საერთო სურათს, ე. ი. მთელი მცენარის ერთიან სიციცხლეს, იგი მიისწრაფის, რამდენადაც შესაძლებელია მთლიანობაში განხილულ მცენარეთა მთელი სამყაროს სიციცხლის გაგებისაკენ. და ამ გზით კლილობს შექვი მომთინოს ყველაზე ფართო და იღვმალ საკითხს. საკითხს მცენარეთა წარმოშობის და მისი სრულყოფის მიზეზის, ან სხვანაირად რომ ვთქვათ, საკითხს ორგანული სამყაროს ჰარმონიულობისა და მიზანშეწონილობის შესახებ.

მაგრამ, გვრცე და თანდათანობით აღმავალ სინთეტურ გზას გავეყვებოდეთ, აუცილებელია უფრო ღრმად შევიკრათ ჩვენს ანალიზში. ჩვენ მცენარე დაეშალეთ ორგანოებად, ორგანოები უჯრედებად, მაგრამ აქამდე ჩვენ ვხედავდით უჯრედის მხოლოდ გარეგან ჩონჩხს. ჩვენთვის აუცილებელია მის შიგნით ჩახედვა, იმ მიკროსკოპიულ ლაბორატორიაში, სადაც მუშავდება ის უამრავი ნივთიერებანი, რომელნიც ჰქმნიან მცენარეს; გავეცნოთ ამ ნივთიერებებს და დავშალოთ ისინი მარტივ შემადგენელ ნაწილებად. ამ მიზნისათვის მიკროსკოპთან ერთად ჩვენ დახმარებას გავვიწყევნ სასწორი და ქიმიური რეაქტივები. ამის შესწავლა იქნება ჩვენი შემდეგი საუბრის საგანი.

ე ჯ რ ე ლ ი

ნივთიერების მარადისობის კანონი.— მეცნარის ნივთიერების წარმოშობა გარემოდან.— ცნება მეცნარის ელემენტარულ და უახლოეს შემადგენლობის შესახებ.— უახლოესი ქიმიურ საწყისების სამი მთავარი ჯგუფი: ელემბი, ნახშირწყლები, ცხიმები.— მეცნარის ქიმიური და მიკროსკოპული გამოკვლევა.— საკვები ნივთიერებების მიღება მეცნარის მიერ.— ცნება ნივთიერებების დიფუზიის შესახებ.— გაზების და სითხეების დიფუზია.— კოლოიდები და კრისტალოიდები.— უჯრედში ნივთიერებათა გარდაქმნით აიხსნება მათი უჯრედში შესვლა.— უჯრედის კვების ძირითადი მექანიზმი.

მეცნარის სიცოცხლის ყველაზე უფრო თვალსაჩინო ნიშანი მის ზრდაში მდგომარეობს. ამაზე მიუთითებს თვით მისი სახელწოდება. ზრდის მოვლენის ანალიზის წარმოების დროს ვრწმუნდებით, რომ იგი მდგომარეობს უჯრედთა გამრავლებაში, ამ მოვლენის არსში უფრო ღრმად ჩაწვდომისას ვრწმუნდებით, რომ იგი მდგომარეობს ნივთიერების გაჩენა-დაგროვებაში იქ, სადაც იგი წინათ არ იყო. ჩვენ ჩავაგდებთ მიწაში რკოს,— იზრდება მუხა; ვაგდებთ უხილავ მტვერს, სპორას,— იზრდება ხემაკვარი გვირგვინი. ბუნებრივად იბადება საკითხი: საიდან გაჩნდა ეს ნივთიერება? მაგრამ ეს კითხვა, როგორც ჩანს, ჩვენში უკვე გულისხმობს რწმენას, რომ ნივთიერება არ შეუძლია არც ახლად წარმოქმნა, არც აკუმირება. მატერიალის მარადისობის ან შენახვის ეს კანონი მართლაც საფუძვლად უდევს ბუნების შესახებ ვველა ჩვენ მეცნიერულ დებულებებს. ძველად ფიქრობდნენ, რომ ex nihilo nil fit*, მაგრამ მათ, რასაკვირველია გაუჭირდებოდათ ამ დებულების ცდით დამტკიცება. თუ მაგალითად მოუხდებოდათ იმის დამტკიცება, რომ დამწვარი ნივთიერება არაარაობდა არ იქცა, ანდა გადაწყვეტა იმისა თუ საიდან გაჩნდა მეცნარის ნივთიერება.

მხოლოდ ხანგრძლივად და მუყაითად წარმოებული ცდების გზით შესაძლებელი გახდა მატერიის შენახვის კანონის, მეცნარეული სიცოცხლის მოვლენების მიმართ გამოყენების გამართლება. დიდი ხნის განმავლობაში დარწმუნებული იყვნენ და

ახლაც დარწმუნებული იყვნენ ის ადამიანები, რომელნიც არ იცნობენ მეცნიერების მონაპოვრებს, რომ მეცნარის ნივთიერება მიიღება მიწიდან. თუმცა ამ შეხედულების უმართებულება ცდით არის დამტკიცებული ჯერ კიდევ სამისი წლის წინათ. მეცნიერული ბუნებისმეტყველების ეპოქის ერთერთმა წინასწარმეტყველმა, მისტიკოსმა და ამავე დროს გენიალურმა ექსპერიმენტატორმა ვან-ჰელმონტმა, რომელიც ეკუთვნოდა იმ ნათელი და გამბედავი გონების მქონე იდამიანების რიცხვს, რომელნიც მიუხედავად მათ ირგვლივ არსებული სქოლასტიური მეტაფიზიკის ქსელისა კაფადენ გზას დადებითი მეცნიერებისათვის. ვან-ჰელმონტმა ჩაატარა პირველი ზუსტი ცდა, არამედ როგორც ქიმიური საკითხების გადასაწყვეტად თუ საიდან მიიღება მეცნარის ნივთიერება. ეს ცდა შესანიშნავია არა მარტო როგორც მეცნარეთა ფიზიოლოგიაში არსებული პირველი ზუსტი ცდა, არამედ როგორც ქიმიური საკითხების გადასაწყვეტად სასწორის გამოყენების ერთ ერთი პირველი შემთხვევათაგანი, რადგანაც ცნობილია, რომ ქიმიკი დავალებულია ვან-ჰელმონტისაგან, მით რომ მან პირველად გამოიყენა ის იარაღი, რომელმაც შემდგომ ლავუაზიეს ხელში ამ მეცნიერებაში გადატარიალება მოახდინა. ცდა ვან-ჰელმონტის საკუთარი სიტყვებით აეწერათ:— „მე ჩავეყარე—ამბობს იგი—თიხის ქურქულში ორახი გირვაქა ლუმელში გამოშრალი მიწი და ჩავ-

* არაფრისაგან არაფერი არ იქმნება—რეფ.

რგე მასში წონით ხუთი გირვანჯა ტირიფის ტრტი. ხუთი წლის შემდეგ გაზრდილი ტირიფი ასსამოც-დუცხრა გირვანჯას და სამ უნციას იწონიდა. ქურქელი ირწყვეტიდა საქიროების მიხედვით, მუღა, ან წვიმის ან გამოზდილი წყლით. ქურქელი იყო ფართო და ჩაფლული იყო მიწაში, ხოლო მტკნარადან დასციის მიზნით, მე იგი დაღებურე, მრავალ ადგილას დაჩერებული თუნუქის ფურცლით. მე არ ამიწონია წინა ოთხი უშეშეშეშის განმავლობაში მცენარის მიერ დაკარგული ფოთლები... ბოლოს, მე მიწა ხელახლად გამოვაშრე და აღმოვაჩინე, რომ იგი იწონიდა იმავე ორას გირვანჯაზე ორი უნციანი ნაკლებს, მაშინადაც საკმარისი იყო მარტო წყალი, ასსამოცდამოთხი გირვანჯა მერქნის, ქერქისა და ფესვების შესაქმნელად* (Ortus medicinae, p. 109). ექვს გარეშეა, ეს ცდა ამტკიცება, რომ არ შეიძლება მიწა, ნისდაგი ჩავთვალოთ მცენარეთა ნივთიერებისათვის განსაკუთრებულ, თუნდაც უმთავრეს წყაროდ. ვ ან-ჰელ მონ ტი არ წყაროს ხელავდა წყალში, რომელითაც იგი რწყავდა მცენარეს, მაშინადაც ამჟამად ჩვენ ვიცით, რომ მცენარის შექმნაში მონაწილეობს არა მარტო მიწა და წყალი, არამედ ჰაერიც. ამისდა მიუხედავად ვ ან-ჰელ მონ ტის დარღვევა სრულად მართებული იყო მისი დროისათვის: ვ ან-ჰელ მონ ტამდე მეცნიერებას არ გააჩნდა არავითარი განსაზღვრული წარმოდგენა ნივთიერების შესახებ, ე. ი. ვახსებებ ფორმებზე; მას უნდა უნდადგინდეს მცენარეება პირველი ცნობისათვის ვახებზე და თვით სიტყვა ვახიც მას ეკუთვნის. მხოლოდ წარსული საუკუნის დასასრულს ე. წ. პნევმატური ქიმიის, ე. ი. ვახების ქიმიის განვითარებასთან ერთად, შესაძლებელი გახდა მცენარის ნივთიერების წარმოშობის სრული გამოკვლევა და ეს მართლაც გამოიკვება სამი მეცნიერის: პრისტლის, ინჰენჰაუზის და სენცტების გამოკვლევების შედეგად.

მის გასაგებად თუ ეს სამშაბი ვაგრეო—მიწა, წყალი და ჰაერი თავისი რომელი შემადგენელი ნაწილებით მონაწილეობენ მცენარის შექმნაში, ჩვენთვის აუცილებელია თვით მცენარის შემადგენლობის ვაგება. ქიმიის მეთოდებზე საუბრისა და დაწყებული ვკასწავლის; რომ ნივთიერება არამც თუ არ იქმნება, არამედ გარკვეული ვაგებით არც იცვლება, რომ არსებობს ე. წ. მარტივი ნივთიერებების ანუ ელემენტების ვაკვეული

რიცხვი, რომელთაც არ ვაჩინათ ურთიერთ ვარდაქმნის უნარი. მაშასადამე, როდესაც ჩვენ მცენარეში ვაპულობთ რომელიმე მარტივ ნივთიერებას, ჩვენ ვიხედებით ვარშეშე, მას ვეძებთ ირგველ მეორე ვარეშეში, რადგან ვიცით, რომ ეს უნდა შექრილიყო ვარეშოდან და არ შეიძლება შექმნილიყო მცენარეში და არც წარმოშობილიყო მასში სხვა მარტივი ნივთიერებისაგან.

მცენარეში არ ვეხდებოდა ყველა ქიმიური ელემენტები და იმათშიც, რომელნიც ვეხედებოდნენ ჩვენ ვახსენებთ მხოლოდ უფრო მნიშვნელოვნებს, რომელთაც მცენარის სიმოცხლეში თვალსაჩინო როლი მიეკუთვნება. რომ შევიშუშოთ წარმოდგენა მცენარის ქიმიურ შემადგენლობაზე, ჩვენ მასზე ვმოქმედებთ მალალი ტემპერატურით. უპირველეს ყოვლისა აორთქლდება წყალი და 100⁰ ოდნავ მეტი ტემპერატურის დროს ჩვენ მივიღებთ მცენარის ე. წ. მშრალ ნივთიერებას. ეს ჩვენ ანალიზში პირველი ნაბიჯია. იგი ვვარწყუნებს, რომ მცენარის სხვადასხვა ნაწილები შეიცავენ წყალს მერად სხვადასხვა რაოდენობით (იხ. ცხრილი, 27 გვ.). უფრო ძლიერად ვახებების დროს ჩვენ შევაჩნვეთ, რომ მშრალი მცენარეული ნივთიერება ვარხდება, ვაშავდება, დანახშირდება და ბოლოს დაიწყებს დაფუფქვას და მოედება ალი, შედეგად კი მივიღებთ, აღებულ ნივთიერებასთან შედარებით უმნიშვნელო რაოდენობის, ჩვეულებრივი თითონი ნაწილის ვროვას. მაშასადამე, ნივთიერების დიდი ნაწილი დაიწვა და აქროლდა. თუ ამ ცდას ჩავატარებთ ვარკვეული სიფრთხილით და ვაეკვერთ აორთქლილ ვახებზე, ჩვენ ვვარწყუნდებით, რომ მცენარეული ნივთიერების დამწვარი ნაწილი ოთხი მარტივი ნივთიერებისაგან შესდგება: ვაგარი კონსისტენციის მქონე ნახშირბადისაგან და სამი ვახისაგან: ეთანგადის, წყალბადისა და აზოტისაგან. იმ შემადგენელ ნაწილს, რომელი იწვის და რომელიც, როგორც წვის წინ დანახშირებიდან ჩანს, ყოველთვის შეიცავს ნახშირბადს, ეწოდება მცენარის ორგანული ხიფთურება. მას ორგანული ეწოდება იმიტომ, რომ მისგან შესდგება ყველა ორგანიზმში. ძველად ეგონათ კიდევ, რომ იგი შესაძლებელია წარმოიქმნეს მხოლოდ ცოცხალ სხეულებში, ორგანიზმებში, რომ ხელოვნურად ლაბორატორიაში შესაძლებელია მიღებული იქნას შემადგენლობის

მზრივ უფრო ნაკლებ რთული ნივთიერებები, რომელთაგან შესდგება მკვდარი არაორგანიული ბუნება. მაგრამ ეს რწმენა შერყეულია თანამედროვე ორგანული ქიმიის მიღწევებით; ამაჲად ქიმიკოსს უკვე მრავალი ნივთიერებების დამზადება შეუძლია, რომელთა შექმნა წინათ ცოცხალი ორგანიზმის საიდუმლოებად ითვლებოდა. ყველა აღნიშნული ნივთიერებანი ოთხივე ელემენტს არ შეიცავს; ზოგიერთი შესდგება მხოლოდ სამისაგან— ნახშირბადის, წყალბადისა და ენგბადისაგან, ან ორისაგან — ნახშირბადისა და წყალბადისაგან. ამასთანავე ეს ელემენტები სხვადასხვა სხეულებში მეტად სხედანსხვაგვარი შეფარდებებით არის შეერთებული, და ამიტომ გასაკვირია, რომ სხვადასხვა მცენარეებში ან ერთი და იგივე მცენარის სხვადასხვაგვარი ნაწილებში, ელემენტებიც სხვადასხვა რიცხობრივ შეფარდებით იქნება შეერთებული. ამისდამიუხედავად ჩვენ თუ ვისარგებლეთ სხვადასხვაგვარი მცენარეების და მათი ცალკეული ნაწილების მრავალრიცხოვანი ანალიზებით და ამ ანალიზებიდან საერთო საშუალოს გამოიყვანთ, შევედრებთ ვიქონიით წარმოდგენა მცენარის ელემენტარულ შემადგენლობაზე. მცენარეული მშრალი ნივთიერების ასი წონითი ერთეული შეიცავს საშუალოდ:

45,0	პროცენტ ნახშირბადს
6,5	წყალბადი
1,5	ახოტს
42,0	ენგბადს
5,0	ნაცარს

ეს ცხრილი გვაძლევს თელსაჩინო წარმოდგენას იმის შესახებ, თუ როგორი შეფარდებით უნდა შეერთდნენ მავარი და გაზისებრი ნივთიერებანი, რომ მცენარეული ნივთიერების გარკვეული რაოდენობა წარმოქმნან. თუ მცენარის წვდლი ორგანული ნაწილიდან გადავალოთ ნაცარზე, დავინახავთ, რომ მის შემადგენლობაში შედის ელემენტების გაცილებით მეტი რაოდენობა აქ მხოლოდ უმთავრესებს ჩამოვთვლით, რადგან მათ. უფრო ახლო გავეცნობით მეოთხე ლექციაში.

ელემენტები

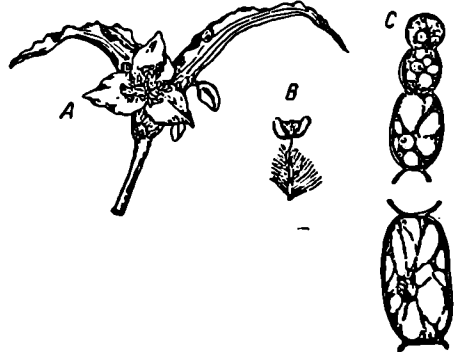
ორგანული ნივთიერებანი:	ნაცარი:
ნახშირბადი	გოგირდი
წყალბადი	ფოსფორი
ენგბადი	კლორი
ახოტი	კაფი
	კალციუმი
	მაგნიუმი
	კალციფი
	რკინა

ნაცრის პირველი ოთხი ელემენტი კმნის სიმეავეებს, ხოლო ეს სიმეავეები მეორე სვეტში მოყვანილ ოთხ ლითონთან ერთად კმნიან მარილებს.

თუ ვიცით რომელი ელემენტებისაგან შესდგება მცენარე, თუ ვიცით, რომ ელემენტებს არ შეუძლიათ ურთიერთ გარდაქმნა, წინასწარ შეგვიძლია ვთქვათ, საიდან და რომელ წყაროებიდან არის შესაძლებელი ამ ნივთიერებათა მიღება.

ჰაერში, ატმოსფეროში, მცენარე ხედება თავისუფლად ენგბადსა და ახოტს, მცირე რაოდენობით ნახშირმეავეა გაზს, რომელიც შესდგება ნახშირბადისა და ენგბადისაგან და კიდევ უფრო მცირე რაოდენობით ხედება ახოტის შენაერთებს ენგბადთან და წყალბადთან. ნიადაგში, გარდა ყველა ამ ნივთიერებებისა, ხედება სხვა ნივთიერებებსაც, რომელთაც თავისი არაქროლადობის გამო არ შეუძლიათ ჰაერში ყოფნა—სახელობრ, ესენი არიან მარილები, რომელნიც შეიცავენ მცენარის დანარჩენ ელემენტებს, ამ მარილებს ნაწილი გაიხსნება ნიადაგის წყალში, მაშასადამე წარმოდგენს მცენარის თხიერ გარემოს, მეორე ნაწილი კი დარჩება მყარი სახით.

აქამდე ჩვენ მხოლოდ გავიგეთ რომელი ელემენტებისაგან შესდგება მცენარის ნივთიერება, ან უფრო სწორედ, ჩვენ გავიგეთ ეს ნივთიერება რა ელემენტებად შეიძლება დავეშალოთ, ამისათვის ჩვენ დაგვიჩრდა მისი დარღვევა და დაწვა. მაგრამ რისგან, რომელ ნივთიერე-



სურ. 15.

ბებისაგან, ელემენტების როგორი შენაერთებიდან შესდგება ცოცხალი მცენარე, რასაკვირველია ამას ელემენტარული ანალიზი არ იძლევა. ამისათვის ჩვენ სხვა გზას უნდა მივხებოდეთ და როგორც უკვე ვთქვით, უპირველეს ყოვლისა უნდა ჩაიხიზნოდეთ უჯრედში, ამ მიკროსკოპულ ლაბორატორიაში, რომელშიაც მუშავდება მცენარის მიერ შექმნილი ყველა სხვადასხვაგვარი ნივთიერებანი. უჯრედის დანახვა სიძნელეს არ წარმოადგენს, — მცენარის ყველა ნაწილები უჯრედებისაგან შესდგება; მაგრამ მისი ნახვა ცოცხალი და სრულიად დაუზიანებელი სახით, მოსახერხებელია მხოლოდ იმეთ ნაწილებზე, რომელნიც შესდგებიან ერთი უჯრედისაგან ან ერთ შრედ დალაგებული უჯრედებისაგან. მაგალითად ასეთები არიან ბუსუსები. ბეგრან შესაძლოა სახელწოდება ან იყოდეს, მაგრამ, ცხადია ნანახი ექნება ოთახისა და სათბურის კულტურაში ხშირად გავრცელებული მცენარე გრძელი ვარჯი და ხორციანი ფოთლებით და სამფურცილიანი იისფერი ყვავილებით. ეს — *Tradescantia* (სურ. 15—A). ამ ყვავილის მტკრიანები ხასიათდება იისფერი ბანჯკვლიანი ბუწვებით (სურ. 15, B). ამ ბანჯკვლიანობის ქმნის მრავალი ბუსუსები, ხოლო ყოველი ბუსუსი შესდგება ერთ რიგად მჭკრივში განლაგებულ უჯრედებისაგან, რომელთაც მომრგვალო ან წაგრძელებული ელიპსოიდური ფორმა აქვთ. საკმარისია ერთი ასეთი ბუსუსი ნემსით გამოვაცალკევოთ და გაისინჯოთ მიკროსკოპით, ნათლად ენახათ რომ ბუსუსის წვერზე არის უფრო ახალგაზრდა, თითქმის მრგვალი, ხოლო ძირზე — უფრო ძველი, წაგრძელებული უჯრედები (სურ. 15, C).

ყოველ ასეთ უჯრედში ჩვენ უპირველეს ყოვლისა ვარჩევთ ორ ნაწილს: მის გარსს, თხელსა და სრულიად გამჭვირვალეს, რომელშიაც საშუალება გვაქვს დავიხიზნოთ კრომოსომები, რაც კი უჯრედის შიგნით არის მოთავსებული, და იმას, რასაც უჯრედი შეიცავს. თაღდაპირველად უჯრედის შიგნით ღრუ ამოვსებულია ერთგვაროვანი სქელი მასით ე. წ. პროტოპლაზმით, რომელშიაც მოთავსებულია მომრგვალებული სხეული, ბირთვი, რომლის შესახებაც ვიტყვით შემდეგ. შემდგომ, ამ ნახევრად თხიერ პროტოპლაზმაში ჩნდება თითქოს თვალების, ან ნაჩრები-სებრი იდგომები, რომელნიც ამოვსებულნი არიან სითხით და გვაგონებენ ყველში არსებულ ასეთ-

სავე ნაჩრებებს. ამგვარად შიგთავსი იყოფა უკვე ორ ნაწილად: პროტოპლაზმა და უჯრედის წვენი, და სულ უფრო და უფრო ღრუბლისებრ ან ქაფისებრ სახეს იღებს. უფრო მოგვიანებით შეფარდება პროტოპლაზმისა და უჯრედის წვენს შორის იცვლება უანასქნელის სასარგებლოდ, პროტოპლაზმის რაოდენობა შედარებით მცირდება, ხოლო წვენისა — დიდდება. ბოლოს უჯრედის თითქმის მთელი ღრუ წყალწყალა სითხით აივსება, ხოლო პროტოპლაზმა რჩება მხოლოდ უჯრედის კედლის შიგნით გამოშვებ შრის სახით, ან კედლიდან კედელზე გადაქმნილი ბადისებრ ნაკადის სახით. ტრადესკანციას, შიგთავსის ამგვარი დაყოფა განსაკუთრებით ნათლად აქვს გამოხატული, რადგან მისი უჯრედის იისფერია, ხოლო პროტოპლაზმა უფერული. ვარდა ამ ორი ნივთიერებისა — პროტოპლაზმისა და წვენის — უჯრედის ღრუში არა იშვიათად აღინიშნება სხვა სახის ნივთიერებებიც: პატარა სიბრიალის მქონე წვეთები, ან მიკროგვალ უფერული მარცკლები, რომელთა თვისებები ჩვენ ახლოს გავეცნობით მომავალში. უჯრედის ზრდის შემდგომ პერიოდში ხშირად მისი მთელი შიგთავსი ქრება და მისი ღრუ ჰაერით ივსება ისეთი უჯრედი, რომელიც წარმოადგენს მხოლოდ მის ჩონხს — ჩვენ მკვდრად უნდა ჩავთვალოთ; ასეთ მკვდარ უჯრედებისაგან მაგალითად შეიღებება ხის გამხმარი ნაწილი, რომელიც არ შეიცავს წვენებს. ანგვარად ცოცხალ, მომქმედ უჯრედში მიკროსკოპი გამოამჟღავნებს შემდეგ ნივთიერებებს: ცედებს, პროტოპლაზმას, წვენსა და ხშირად მარცკლებისა და წვეთების სახით სხვა ნივთიერებებსაც.

კვამყოფილები რა ჯერჯერობით მიკროსკოპის ამ მონაცემებით, დაუგზრუნდეთ ქიმიის დახმარებას, მის რეაქტივებსა და სასწორებს. მაგრამ ამჯერად ჩვენ ანალიზი ადრე შევაჩეროთ, ნუ მივიყვანთ ბოლომდე, ელემენტებამდე, მხოლოდ შევეცადოთ მცენარის შემადგენლობაში შემავალი სხვადასხვა ნივთიერებანი დაუშლელად განვაცარებოთ, მათი იზგვარივით სახით მისაღებად რა სახითაც ისინი მცენარეში გვხვდებიან. ერთი სიტყვით, გავეცნოთ მცენარის ე. წ. უახლოეს შემადგენელ ნაწილებს — უახლოესებს, მისი საბოლოო შემადგენელი საწყისებისაგან, ე. ი. ელემენტებისაგან განსხვავებით.

ცხადია, აქ ლაპარაკიც ზედმეტია ყველა იმ

მრავალრიცხოვან ნივთიერებათა გაცნობაზე, რომელთაც წარმოქმნის მცენარეთა საშუალო—ყველა იმას, რასაც უწევს ეხედვებით აღაზნანაში და აფეთიკაში, დურგალთან და მეშაქარაგმესთან, საფეიქროში და სამღებროში. ჩვენ დავეყვარებით მხოლოდ ყველაზე გავრცელებულ ნივთიერებებით, ან უფრო სწორედ, ნივთიერებათა ჯგუფებით, რომელთა გაცნობის გარეშე შეუძლებელია მცენარეული სიცოცხლის გაცნობა.

ნიმუშად ავირჩიეთ რომელიმე მცენარეული ორგანო, მაგალითად პურის მარცვლები. ავიღოთ იგი ფქვილის სახის, როგორც ჩვენ ახლა დავაწმუნდებით, ფქვილი წარმოადგენს სხეადასხეაკვარ ნივთიერებათა ნარევეს. იმისათვის, რომ ისინი დავაშოროთ, მოვაშალოთ ცომის პატარა გუნდა, დიდი ხნის განმავლობაში წყლით ვრეცხვით იგი და თან ხელებით ვსრისოთ, პირველად გაუფარძესავით თეთრი წყალი, მაგრამ შემდეგ წყალი სრულიად გამჭვირვალე გახდება, როდესაც ამას მივაღწევთ, ჩვენ ხელში დავგერჩება არა ცომი, არამედ მორუხო თეთრი ფერის ნივთიერების გუნდა, რომელიც რეზინის ან ტყაყის მსგავსად წვედი და წებოვანია. ამას წებოვანა ეწოდება. ეს არის ფქვილის ის შემადგენელი ნაწილი, რომელიც ცომს სიბლანტის აძლევს. მეორეს მხრივ, გარეცხვის დროს დავგროვოთ წყალს თუ დავაყოთ დაღვევას, დავინახებთ, რომ სულ მალე იგი სრულიად გამჭვირვალე გახდება და კიქის ფსკერზე აღმოჩნდება თხელი, ხელის შეხებით ნაზი, თეთრი ნალექი. ეს სახამებელია, ე. ი. ყველასათვის ცნობილი ნივთიერება, რომელიც იხმარება თეთრეულის გასახამებლად და კარტოფილის ფქვილის სახელწოდებით თითქმის სუფთა სახით იხმარება კისელში და სხვა. ამგვარად მხოლოდ გარეცხვით ჩვენ ფქვილი დავშალეთ ორ შემადგენელ ნაწილად: წებოვანად და სახამებლად. უფრო ადრე ფქვილი ეთერში რომ დაგვეყენებინა, შემდეგ გადაგვეწურა და ეთერი ავევიროვალდებინა, ღია ფინჯანში, მის ფსკერზე მივიღებდით ზეთისებრ სახის ნალექს:

მაშასადამე ფქვილი და პურის მარცვალი შესდგებიან უმთავრესად სამგვარი ნივთიერებებისაგან: წებოვანასა, სახამებლისა, და ზეთისაგან.

ამ ნივთიერებათა განცალკევების აღწერილი ხერხები შესაძლებელია გამოყენებულ იყოს თუშცა უხეშ, მაგრამ თვალსაჩინო მაგალითად იმისა, რასაც ჩვენ უახლოეს ანალიზს ექვახით. ამ ანალიზის დროს ჩვენ ვცდილობთ სხეულების რაც შეიძლება უცვლელად დაშორებას, ამისათვის ესაჩვევლობთ მათი თვისებებით—ხსნადობით და უხსნადობით, აქროლადობით, დაკრისტალების უნარით და სხვ. მიღებული სამი ნივთიერება: სახამებელი, წებოვანა და ზეთი, ამავე დროს შესაძლებელია მიღებულ იქნან მცენარეული ნივთიერებების ყველაზე მეტად გავრცელებულ და მნიშვნელოვან ჯგუფების წარმომადგენლებად.

ეს ჯგუფებია—ეკრედწოდებულ, ნახშირწყლები, ცილოვანი ნივთიერებანი და ზეთები; დანარჩენი ნივთიერებანი ჩვეულებრივ გვხვდებიან ან მეტად მცირე რაოდენობით, ან განსაკუთრებულ ორგანოებში ან მცენარეებში და მაშასადამე მცენარეთა სიცოცხლის ზოგად მოვლენებზე გავლენას არ ახდენენ. აი სტრალი, სადაც შედარებულია რამდენიმე უფრო მეტად ღვინავებულ მცენარეული პროდუქტების უახლოეს შემადგენელ საწყისთა ანალიზები; ეს ანალიზები საყვებით დასტურებენ ახლაბან გამოთქმულ დებულებას, რომ მცენარის უმთავრესი მასა შესდგება ჩამოთვლილი სამი ნივთიერებისაგან*.

100 გ ა ნ ი ლ ბ ი

	საშერის (მდარის)	ხორბლის (ფკალიბ)	ხაჭკოლის (ოპსობ)	ხელის (ოპსობ)
ნახშირწყლების	16,6	74,8	45,5	62,2
ცილოვან ნივთიერებათა	3,7	11,8	24,5	20,5
ზეთების	0,8	1,2	6,0	37,0
ნაყის	1,7	0,7	3,5	5,0
წყლის	78,0	12,8	14,5	12,8

ნახშირწყლების ჯგუფმა ეს სახელწოდება მიიღო იმიტომ, რომ წყალბადი და ენერგადი მათში ისეთსავე შეფარდებით გვხვდება, როგორც წყალ-

* მოსკოვის პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში შეიძლება მცენარეული პროდუქტების თვალსაჩინო ანალიზების მდიდარი კოლექციის ნახვა. მინის ერთობ ტურბულში მოთავსებული მოცემული პროდუქტის გარეგანი რაოდენობა, მაგალითად, ნახევარი გირფანა ზორბლის მარცვლები, სხვაში ნაჩვენებია თუ პროდუქტის ეს რაოდენობა ნახშირწყლების, ცილების, ზეთების და ნაყისა რა რაოდენობას შეიცავს. იქვე ნახეთ მინის მიწოდებებს, რომელიც ნათელაყენ მცენარეული ნივთიერების გლემენტარულ ანალიზს, რაც მოყვანილი გვაქვს 25 გვ.

ში; და რადგანაც აქ კიდევ ნახშირბადი უდის, ამიტომ ნახშირწყლები შესდგებიან, ასე ვთქვათ, ნახშირისა და წყლისაგან. ნახშირწყლების ამ ჯგუფს შემდეგი ნივთიერებანი მიეკუთვნება: შაქარი ჩვეულებრივი ლერწმის ან ქარსისა და აგრეთვე ყურძნის ანუ გლუკოზა, რომელიც გვხვდება ძველ ქიშმიშში, გუმფისში, რომლის მავალიადა შეიძლება ავიოთთ ალუბლის წებო, რომელიც გამოდის ალუბლის ხის ლერწოდან, სახამებელი და ბოლოს უჯრედისი, ე. ი. ის ნივთიერება, რომელიც ქმნის მცენარის მყარ ჩონჩხს, მისი უჯრედების კედლებს და რომელსაც ჩვენ ვიყენებთ ბამბეულის, სელის ქსოვილების და საწერი ქაღალდის წარმოებაში. ნახშირწყლების ჯგუფს ზოგჯერ შაქროვან ნივთიერებებსაც უწოდებენ, რადგან მისი ზოგიერთი წარმომადგენელთაგანი, როგორც დავინახეთ, მართლაც ნამწილ შაქარს წარმოადგენს, სხვები კი ადვილად გარდაიქმნებიან შაქარად. ასე მავალითად, სახამებელზე კარსტი გაგვირდმეადის მოქმედებით მიზლებენ ეს ტიპი ფლის ბადავს; იმავე მეთით უჯრედისებ მოქმედებით აგრეთვე შეიძლება მისი შაქარად გადაქცევა; როგორც ცნობილია ამ გზით შესაძლებელია შაქარად გადავაქციოთ ძველი ძონძები. აღწერილი ნივთიერებანი ქმნიან თანამიმდებარე რიგს; შაქარი და გლუკოზა ადვილად იხსნება წყალში და აქვთ დაკრისტალების უნარი; გუმფისი, როგორც მავალითად ალუბლის წებო, წყალში იხსნება და ქმნის სქელ წყვედ სითხეს, მაგრამ დაკრისტალების უნარი არა აქვს; სახამებელი ცივ წყალში არ იხსნება, ხოლო ცხელში ფუფუნება და ქმნის კლესტერს და ბოლოს უჯრედისი არც ცივ და არც ცხელ წყალში არ იხსნება და არც ფუფუნება.

ახლა ვნახოთ რა საშუალებით არის შესაძლებელი ამა თუ იმ ნივთიერების (მათ შორის უმთავრესების მიანიც) არსებობის დადასტურება. ყველა ისინი უფერული არიან, მაგრამ ჩვენ ვაგვიჩნია საშუალება მათში გარკვეული დამახასიათებელი შეფერილობის გამოწვევისა. ამ ქიქაში მოთავსებულ უფერულ სითხეში გახსნილია ცოტადენი ყურძნის შაქარი, მეორე ქიქაში არის მკვეთრი ლურჯი ფერის სითხე; მე ამ ლურჯ სითხეს პირველი ქიქიდან ვუმატებ უფერულ ხსნარს და ოდნავ ვათბობ; იგი იწყებს ამღვრევას, იღებს ქუქყიან—მწვანე ფერს, იქმნება ნალექი—ჯერ ყვითელი, მუქი წითელი, შემდეგ მკვეთ-

რი წითელი, იგი ფსკერზე ილიქება, ხოლო სითხე უფერულდება. მაშასადამე, ყურძნის შაქარს უნარი აქვს ჰქონდეს ლურჯ სითხეში გამოიწვიოს წითელი ნალექი ან პირიქით, ამ ლურჯ სითხეს (ე. წ. ფელინგის რეაქტივს) აქვს უნარი თავის ფერის შეცვლის შედეგად გამოამჟღავნოს ყურძნის შაქარის არსებობა. ეს რეაქცია იმდენად მგაძნობიარია, რომ ხსნარში შაქრის უმცირესი ნაწილის გამოამჟღავნებაც კი შეუძლია. მაშასადამე, ფელინგის ხსნარის სახით ჩვენ გვაქვს ძვირფასი საშუალება, რომელსაც შეუძლია გამოამჟღავნოს ყურძნის შაქრის უმნიშვნელო რაოდენობის არსებობა. სახამებლის არსებობის გამოამჟღავნების ამგვარივე საშუალებების იოდის ხსნარი წარმოადგენს. მე ვიღებ დიდი ქიქით წყალს, ვუმატებ რამდენიმე წვეთ სახამებლის კლესტერს და ვურევ ამგვარად ამ წყალში გვიან სახამებლის უმცირესი რაოდენობა. ვუმატებ მას რამდენიმე წვეთ იოდის ყვითელ ხსნარს და მთელი სითხე ქიქაში მაშინვე ლაგვიანდფრად იღებება. სწორედ ასევე თუ იოდს დეფაწვებთ ცომის ან თეთრი პურის ნაქერზე, მათზე ჩნდება მუქი ლურჯი ფერის, თითქმის შავი ლაქა, იმიტომ რომ ერთი და იგივე რეაქცია სახამებელს; მაგრამ თუ მე იმავე იოდის ხსნარში დავასველებ წებოვანას ნაქერს, შავ ლაქას უკვე ვეღარ მივიღებ, რადგანაც მთელი სახამებელი წყალით გამოირეცხილა. მაშასადამე იოდი უფერულ სახამებელს ლურჯად ღებავს, იგი სახამებლის მარეგნებელს ანუ მის რეაქტივს წარმოადგენს. დაგვრჩენია მოგძებნოთ საშუალება, უჯრედისის ასეთივე ხერხით აღმოასაჩინად. იოდი თავისთავად მასში ლურჯ შეფერვას არ იწვევს, მაგრამ იოდი ქლოროვან ცინკუმთან ერთად მას ლურჯად ღებავს. საკმარისია ამ ხსნარის წვეთი მოხვდეს თეთრი ქაღალდის ფურცელს, რომელიც როგორც ცნობილია, უჯრედისისაგან შესდგება, რომ მასზე გაჩნდეს ლურჯი ლაქა. ამგვარია ჩვენი რეაქტივები, ჩვენი საშუალებანი ყველაზე გავრცელებული ნახშირწყლების: ყურძნის შაქრის, სახამებლისა და უჯრედისის გამოსაცნობად.

გადავღვივებთ მეორე ჯგუფზე—ცილოვან ნივთიერებებზე. ცილოვანი ეწოდება იმიტომ, რომ მათ ტიპური წარმომადგენლად შეიძლება გამოგვადგეს ქათმის კვერცხის ცილა. ეს ცილოვანი ნივთიერებანი გვხვდება ან გახსნილი სახით, მავალითად კომპოსტოს გამოწვეურში ან გაუხ-

სწელი, როგორც მაგალითად წებოვანა, რომელიც ჩვენ ახლახან მივიღეთ ხორბლის მარცვლიდან. მაგარა საქმარისია, კომბოსტოს წვენი გათბობა, რომ მასში განდეს თეთრი ფიქქები: ცილა შედგება სწორედ ისევე, როგორც იგი დედღება კვერცხის მობარშვის დროს. კიბია ჩვენ გვაწვდის რეაქტივების მთელ რიგს, რომელთა საშუალებით ჩვენ შეგვიძლია ცილოვანი ნივთიერებების არსებობის გაგება. შეუჩრდოთ ერთზე, რომელიც თუ ყველაზე საიდუმლო არ არის, ყოველ შემთხვევაში ყველაზე თვალსაჩინოა. გვაქვს ქიქაში წყალში გახსნილი ქათმის ცილა, მე მას ვუმატებ შაქრის ჩვეულებრივ შაქრის ცილა და გოგირდის მკავეს მაგარ ხსნარს—წარმოიქმნება ნალექი, რომელიც ხელახლა იხსნება და მთელი სითხე თანდათანობით ეოლსფურად იღებება. მაშასადამე, ჩვენ შეგვიძლია გოგირდმკავენი შაქრის საშუალებით გამოვიცნოთ ცილოვანი ნივთიერება.

დავკრჩა მესამე ჯგუფი: ზეთები ანუ ცხიმები, მათთვის ჩვენ არ გავგაზიანა ისეთი მარტივი და თვალსაჩინო რეაქტივები, რომლებიც იწყვედენ დამახასიათებელ შეფერვას, მაგრამ როგორც დავინახეთ, საქმარისია ნივთიერება, რომელშიაც ნაფარულდევია ზეთების ან ცხიმების არსებობა დავამუშაოთ ეთერით, რომ—ეთერი გამოჰყოფს, გახსნის მათ—და შემდეგ ამ ხსნარის ჰაერზე დადგმისას ეთერის აორთქლებით მივიღებთ ზეთს ან ცხიმს ყველა მათთვის დამახასიათებელი თვისებებით.

ყველა აღწერილი რეაქციები, ახლა ჩვენ შეგვიძლია ვაწარმოოთ უშუალოდ უჯრედზე მისი მიკროსკოპით გასინჯვის დროს. იმ წყალს, რომელშიც ჩვენ ვისინჯავთ უჯრედს, მოვუმატოთ შაქრის და გოგირდმკავეს ხსნარი. და ჩვენ დავინახავთ, რომ პროტოპლაზმა მიიღებს ვარდისფერს—რაც ანტიციტებს, რომ იგი უმთავრესად ცილოვანი ნივთიერებისაგან შესდგება. ვიმოქმედოთ ფენიგის რეაქტივით და თუ უჯრედის წვეწვი არის ყურძნის შაქარი, მივიღებთ წითელ ნალექს. მივუმატოთ იოდის წყითი და შევამჩნევთ, რომ უჯრედის ღრუში არსებული წვრილი უფერო მარცვლები ლურჯად შეიფერება: ეს—სახამებელია. ვიღებთ იოდის ხსნარს ქლოროვან ციქუფში და უჯრედის კედელი მთლიანად ლურჯდება, მაშასადამე იგი უჯრედისაგან შესდგება. ბოლოს

ვუმატებთ ეთერს და ვხედავთ, რომ ის წვეთები, რომელნიც ყურადღებას იქცევდნენ ცხიმოვანი ბრუყვლით, გაქრენ, გაიხსნენ; როგორც ჩანს, ეს იყო ზეთის წვეთები. ამგვარად ქიმიური ანალიზი და მიკროსკოპიული გამოკვლევები ხელიხელ-ჩაგლებული მიდიან და ერთმანეთს ავსებენ. ანალიზი (იხ. უკანასკნელი ცხრილი 27 გვ.) გვიჩვენებს, რომ მცენარეში ყველაზე უკანა ნახშირწყლები მოიპოვება; მიკროსკოპი გვიძრკებს, რომ ეს ნახშირწყლები ქმნიან უჯრედის გარსს, რომ ისინი გვეხედებიან ან სახამებლის მარცვლების სახით, ან უჯრედის წვეწვი შაქრის სახით არიან გახსნილი. ანალიზი აგრეთვე გვიჩვენებს, რომ რაოდენობის მიხედვით მეორე ადგილი ცილოვანი ნივთიერებებს მიეკუთვნება და, რომ ამასთან აზოტოვანი ნივთიერებებით უფრო მდიდარნი არიან მცენარის ახალგაზრდა ნაწილები, ხშირ ნაწილებთან შედარებით: მიკროსკოპი გვიჩვენებს, რომ პროტოპლაზმა უმთავრესად აზოტის შემცველ ცილოვანი ნივთიერებებისაგან შესდგება და, რომ ეს პროტოპლაზმა ახალგაზრდა უჯრედებში უფრო სჭარბობს; დაბოლოს მიკროსკოპი და ანალიზი გვიჩვენებენ, რომ მცენარეში და უჯრედში ზეთოვანი ნივთიერებები მოიპოვება.

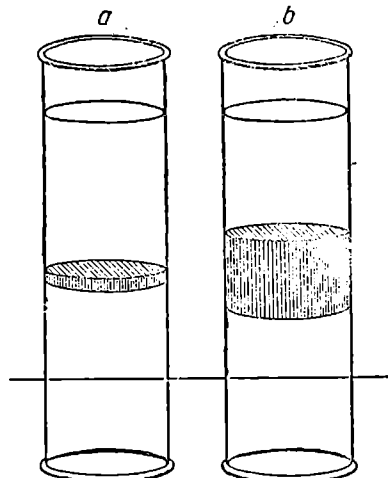
* *

ჩვენ გავეცანით იმ უმთავრეს ნივთიერებებს, რომლებსაც შეიცავს მცენარეული უჯრედი. ჩვენ ჯერ კედელ უფრო ადრე მივიღით იმ დასკვნამდე, რომ ყველა ეს ნივთიერებანი მან უნდა გამოიმუშაოს გაზების, მარილების და სხვ. ნივთიერებებისაგან, რომელნიც მის ირავლევი იმყოფება. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, მცენარემ საკვები უნდა მიიღოს გარემოდან. ყოველმა უჯრედმა საკვები უნდა მიიღოს ნიადაგიდან, ჰაერიდან და მეზობელ უჯრედიდან. აქ ბუნებრივად იბადება საკითხი: თუ უჯრედი, რომელიც წარმოადგენს ყოველმხრივ ყრულ დახურულ ბუშტულს და არ გააჩნია, ნაჩერებები, დამჭერი ორგანოები, რა საშუალებით იზადავს თავისკენ, შეიწოვს გარემოში მყოფს ნივთიერებებს?

იმისათვის, რომ ახსნათ მცენარეული უჯრედის კვების თუ პირველი ფაზა, ჩვენ დროებით იგი უნდა მივატოვოთ, ჩამოვშორდეთ ბოტანიკას და შევისწავლოთ წმინდა ფიზიკური მოვლენები

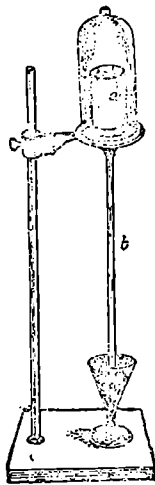
გავეცნოთ ნივთიერებათა იმ ზოგად თვისებებს, რომელნიც ერთგვარად გამოვლინდებიან როგორც ცოცხალ, ისე მკვდარ ბუნებაში. ეს არის ხერხი, რომელსაც ჩვენ მომავალში არა ერთხელ მივმართავთ. ეს, ასე ვთქვათ, ერთად ერთი სწორი ხერხია ყველა იმ შემთხვევისათვის; როდესაც ჩვენ გვსურს ავხსნათ რომელიმე სასიცოცხლო მოვლენა, რადგანაც ფიზიოლოგის ენით, ახსნა ნიშნავს რთულ სასიცოცხლო პროცესების დაყვანას შედარებით მარტივ ფიზიკა-ქიმიურ მოვლენებამდე.

ფიზიკა გვასწავლის, რომ ნივთიერების ნაწილაკებს მოძრაობის უნარი ახასიათებთ, რომ ჩვენ არ ვიცნობთ მატერიას მოძრაობის გარეშე. ეს მოძრაობა ყველაზე ნათლად შელანდება, როდესაც ნივთიერება თხიერ და განსაკუთრებით გაზისებრ მდგომარეობაშია. გაზისებრ ნივთიერებათა ნაწილაკებს სწრაფად მოძრაობის უნარი აქვთ, ისინი დაქსაქსვისაკენ მიისწრაფიან, ცდილობენ გაიფანტონ სივრცეში, დაიკაონ ჯერ კიდევ მათგან თავისუფალი ყველა ადგილები; და ეს გრძელდება ვიდრე გაზის ნაწილაკები ყველა მათთვის მისაწვდომ ადგილებში თანაბრად არ განაწილდებიან. ნივთიერების სივრცეში გავრცელების ამ უნარს, მისწრაფებას, დიფუზიის ვეწოდება. დიფუზიის მოვლენის არსებობაში დარწმუნება ძალიან ადვილია, განსაკუთრებით, გაზისებრ ან აქროლად ნივთიერებებზე. საკმარისია, ჰაერში მცირეოდენი ეთერი მოვასხუროთ და მაშინვე მახვობლად და შემდეგ დარბაზის შორეულ კუთხეებშიაც შეიგრძნება ყველასათვის ნაცნობი გოფმანის წვეთების სუნი. ეთერი ვადაიქცა ორთქლად და ეს ორთქლი მთელ დარბაზში გაიფანტა. ძნელი არ არის აგრეთვე დიფუზიის აღმოჩენა სითხეებში: საკმარისია მოვეგონოთ ალბათ ბევრისათვის ცნობილი წყლის და ლეინის მაგალითი; თუ წყლის ზედაპირზე ფრთხილად დავასხამთ წითელ ლეინოს, მაშინ ორივე სითხე შექმნის ორ ნათლად გამიჯნულ შრეს. მაგრამ თანდათანობით მათ შორის მკვეთრი საზღვარი იშლება, — ლეინო ერევა წყალს და წყალი ლეინოს, ხდება ორივე სითხის ერთმანეთში არევა. იგივე ცდა შეიძლება ჩვენ აქ უფრო თვალსაჩინოდ ვნახოთ (სურ. 16). აი ორი, თითქმის უფერული სითხე, რომელნიც ერთად შერწყმისას იძლევიან სისხლოვანი წითელ სითხეს. ამ ვიწრო ამ მალალ ჰურტლის ფსკერზე ასხია ამ ორი სითხიდან უმძიმესი, ხოლო მას ზევით ერთგვარი სიფრთხილი



სურ. 16.

დასხმულია მეორე — შედარებით მსუბუქი სითხე. მათ შორის წარმოიშობა ვიწრო საზღვით წითელი ხსნარის შრე, მაგრამ თანდათანობით ეს ვიწრო, ოდნავ შესაშრენი წითელი ზოლი გაიზრდება და ლექციის ბოლოს რამდენიმე თითის სიგანის სარტყლად იქცევა. ხოლო რამდენიმე საათის ან შეიძლება დღეების გასვლის შემდეგ მთელი სითხე თანაბრად წითლად შეიფერება. როგორც ჩანს, ორივე სითხე ერთმანეთს ერევა. ეს კი დამოკიდებულია მათი ნაწილაკების, თვალის უხილავ, მაგრამ მაინც არსებულ, მოძრაობის უნარზე, მათ სივრცეში გაფანტვის მისწრაფებაზე. ჩვენ სხვაგვარად ვერ ავხსნით თუ როგორ ხდება ის, რომ სიმძიმის ძალის საწინააღმდეგოდ, უფრო მსუბუქი ნაწილაკები ეშვება დაბლა, ხოლო უფრო მძიმე ნაწილაკები მალე ამოდის. სხვადასხვა ნივთიერების გაფანტვის, დიფუზიის უნარი მეტად სხვადასხვაგვარია, სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, სხვადასხვა ნივთიერების ნაწილაკები სხვადასხვა სისწრაფით მოძრაობენ. ყველაზე ადვილია ამის ჩვენება ფაზებზე. ეს ორივე გამომწვერია და ძალიან ვაობანე თიხის სივრცეში (ა, სურ. 17) ქვედა ნაწილით შეერთებულია მინის მილთან (B), როდის ქვემო ბოლო ჩაშვებუ-



სურ. 17.

ლია წითლად შეფერილ წყალში. ტურქულში და მილში ჰაერია. ამ ცდის მიზანია აღმოაჩინოს ტურქულში და მილში არსებულ ჰაერის მოცულობაში მცირეოდენი ცვლილებები. თუ რაიმე მიზეზის გამო მოცულობა იმატებს, მაშინ ჰაერი შეფერილი სითხის გზით ბუშტების სახით გამოიყოფა. პირაქით, თუ ხელსაწყოში ჰაერის მოცულობა იკლებს, შეფერილი სითხე მილში აიწვეს. ჯერჯერობით არცერთ მოვლენას ადგილი არა აქვს, რადგან ხელსაწყოს შიგნით და გარეთ ჰაერი ერთი და იგივეა, მაგრამ თუ ჩვენ ამ ტურქულს სხვა ჰაერში, სხვა გზაში მოვათავსებთ, მაშინ ცხადია, ორი გაზის შორის ფორიანი კედლის საშუალებით იწარმოებს ურთიერთ ცვლა; თითოეული მათგანი შეეცდება შეერიოს მეორეს; მაგრამ ცხადია, თუ ორივე გაზი მისსწრაფის გავანტრისაქენ, ხოლო მათი ნაწილაკები სხვადასხვა სისწრაფით მოძრაობენ, მაშინ ხელსაწყოში ადგილი ექნება მოცულობის დროებით შეცვლას; იმისდა მიხედვით, თუ რომელი გაზის ნაწილაკები უფრო სწრაფად მოძრაობენ, მოცულობა შემცირდება ან გადიდება. ერთი სიტყვით, ამ მოხდება სწორედ ის, რასაც რამდენიმე წუთის შემდეგ ადგილი ექნება ამ დარ-

ბაზის კარგებში. დაუშვათ რომ ამჟამად დარბაზში სამასი ადამიანია, დაუშვათ რომ მათ შორის ას კაცს მოსწყინდა გაქიანურებული ლექცია. მოუთმენლად ელის აღმთავრებას, სურს გასვლა; ხოლო გარეთ დერეფანში სხვა ასი კაცია, რომელთაც სურთ შემდეგ ლექციაზე დარბაზში შემოსვლა. თუ ერთნი იმავე სისწრაფით გაეღენ რა სისწრაფითაც მეორენი შემოვლენ, მაშინ დარბაზში ადამიანების რიცხვი არ შეიცვლება; თუ ისინი რომელთაც შემოსვლა სურთ არ არიან მოქანტულნი მთელ საათს დაძაბულ მდგომარეობაში ყოფნით, უფრო ენერჯიულნი აღმოჩნდებიან, მაშინ დარბაზში პირველ წუთში პირთა რიცხვი მოიმატებს, ხოლო როდესაც ცოტა ხნის შემდეგ წასვლის მსურველნი გაეღენ, დამსწრეთა რიცხვი ისევ სამასი ვახდება. სწორედ ასევე აქაც, თუ ეს ფორიანი ტურქელი მოვათავსეთ ისეთი გაზის გარემოცვაში, რომლის ნაწილაკები უფრო სწრაფად შევლენ ტურქულში ტურქულიდან გარეთ გამოხვეულ პარის ნაწილაკებზე, მაშინ ტურქულში დროებით აღმოჩნდება გაზის ნაწილაკების ამ რაოდენობაზე მეტი, რომლის დატევაც მას შეუძლია და ზედმეტი გაზი გამოიყოფა მილის ბოლოდან ბუშტუკების სახით. მე ვიღებ წყალბადით ავსებულ მინის ზარს; რადგან ეს გაზი ჰაერზე მსუბუქია, ის რამდენიმე ხანს შესაძლოა გაჩერდეს გადმოაირქევავენულ ტურქულში. ამ ზარს (c) ჩამოვაცემე ფორიან ტურქულს (a). ტურქულის შიგნით ჩვეულებრივი ჰაერია, გარედან ზარქვეშ—წყალბადი; თუ წყალბადის ნაწილაკები, შედარებით ჰაერის ნაწილაკებთან უფრო სწრაფად მოძრაობენ, მაშინ გაზის მოცულობა ტურქულში უნდა გაიზარდოს, და თქვენ ხედავთ და გესმით, რომ გაზის ბუშტუკები შეფერილი სითხიდან რაკრავით ჩლიან ქიქში. ახლა მე ვხდი ზარს; პირობები საესებით იცვლება; ახლა ტურქულის შიგნით მოთავსებულია წყალბადი, ჰაერი — გარეთ, წყალბადი მიისწრაფის გარეთ, ჰაერი შიგნით, მაგრამ წყალბადის ნაწილაკები ჰაერის ნაწილაკებზე უფრო სწრაფად მოძრაობენ. ხელსაწყოში მოცულობა კლებულობს და თქვენ ხედავთ, თუ მილში (b), როგორ სწრაფად, იწვეს ზევით წითელი სითხის სვეტი.

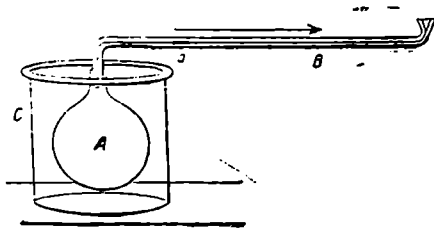
მაშასადამე, ვაგებს უფრო მეტად, ვიდრე სითხეებს გააჩნით დიდუზიის უნარი, ე. ი. აქვთ უნა-

რი მოიციან ჯერ კიდევ მათგან თავისუფალი ვარემო. წყალბადი შეიქრა ჭურჭელში იმიტომ, რომ იგი მასში არ იყო, და ჭურჭლიდან გარეთ გამოვიდა, მხოლოდ იმიტომ, რომ დარბაზის პაერში იგი არ მოიპოვება. სწორედ ამგვარად ყოველი გაზისებრი ნივთიერება, ისევე სითხეში გახსნილი ნივთიერებანი იჩქარიან მოიციან მთელი მათთვის მისაწყვლომი სივრცე და მასში თანაბრად განაწილდნენ.

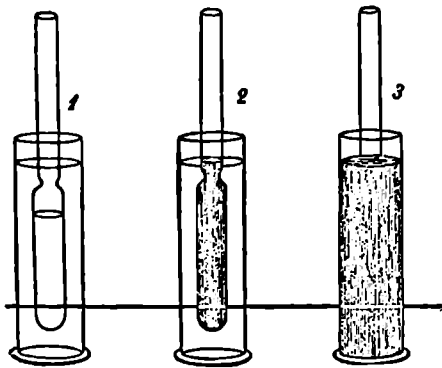
ახლა ვნახოთ გაზებისა და სითხეების დიფუზიის ამ მოვლენებს რა კავშირი აქვთ ჩვენს მიერ აღძროს საკითხთან—უჯრედის კვების შესახებ ან ხელსაწყო, რომელიც ძალიან მემსგავსება უჯრედს (სურ. 18). იგი წარმოადგენს მეტად თხელ, მინასავით გამჭვირვალე და წყალში დასველებულ ბუშტს, რომელიც დამზადებულია უჯრედისის მეტად მსგავსი ნივთიერებისაგან ან უფრო სწორედ რომ ვთქვათ, ქიმიურად რამდენადმე შეცვლილ უჯრედისისაგან. ეს ნივთიერება წარმოადგენს ფოტოკარაფების კოლოდიუმს. ბუშტი (A) შეერთებულია მინის პორიზირებული მილთან (B), რომელშიაც მოთავსებულია შეფერილი სითხის (a) წვეთი; იმის მიხედვით თუ შეფერილი წვეთი როგორ მოძრაობს, ბუშტისკენ თუ მის საწინააღმდეგო მიმართულებით, შეგვიძლია ვიმსჯელოთ იქლებს თუ მატულობს ბუშტში ჰაერის მოცულობა. მე ბუშტს ვუშვებ ამ ცარიელ, ფართო შუშაში (C) და ვუმატებ ნახშირორჟანგს თემდე თქვენ ამას ვერ ხედავთ, რადგან ნახშირორჟანგი ჰაერის მსგავსად უფერული გაზია. მაგრამ, რადგან ნახშირორჟანგი ჰაერზე უფრო მძიმეა, მე უფლებმა მაქვს ვთქვა, რომ მე მას ვასხამ, რადგან მისი ერთი ტურქულიდან მეორეში გადასხმა თვალთ უხილავად შესაძლებელია. ისევე როგორც მსუბუქი წყალბადი რამდენიმე ხანს

შეიძლება გაეაჩეროთ გადმოპირქვევებულ ზარში, სწორედ ისევე ნახშირორჟანგი ერთ ხანს გაჩერდება თავმოხილ ჭურჭელში, ბუშტში ირგველი მოთავსებულ ჭურჭელში ნახშირორჟანგის შევანის შემდგომ შებლებში სითხის წვეთი შეინძრა და ისრით ნაჩენებში მიმართულებით გაემართა, რითაც გამოამჟღავნა, რომ ნახშირორჟანგმა დაიწყო შექრა ჩვენი ხელოვნური უჯრედის სველკანევი და ამასთანვე ჰაერზე უფრო სწრაფად. მაშასადამე, მცენარეული უჯრედი არ საქიროებს როგორმე მიიზიდოს, შეიწოვოს გაზები. მაგალითად ნახშირორჟანგი; თუ უჯრედში ეს გაზი არ მოიპოვება, იგი თვით შვეა მასში, რადგან აქვს დიფუზიის უნარი.

ვნახოთ ახლა, როგორ მიმართებაში არიან მცენარეული უჯრედები ნიადაგის წყალში გახსნილ ნივთიერებებთან. ავიღოთ რამდენიმე ხელსაწყო, შემდგარი ისევე კოლოდიუმის მოგარე პარაკებისაგან, რომელნიც მცირული არიან ნათურის მინის ბოლოზე (სურ. 19). დავეშვათ, რომ ეს კოლოდიუმის პარაკები წარმოადგენენ ფესვის უჯრედებს, რომელთა საშუალებითაც მცენარე ეხება ნიადაგში არსებულ საკვებ ნივთიერებებს. მცენარე როგორც ეს მისი ელემენტარული შემადგენელია საფუძველზე ვიცით, სხვათა შორის რკინის მარილებს საჭიროებს; ჩვენ მათ მაგალითისათვის ავიღებთ, რადგან ისინი მეტად თვალსაჩინო რეაქციებს იძლევიან, რომელთა მიხედვით აღვლოთ სხნარში მათი უმნიშვნელო კვლის შემჩნევა. აი მაგალითად: ამ პარაკში მე მაქვს წყალი, რომელსაც დავემატებ რამდენიმე წვეთ რკინის მარილს, მივეშაბებ მცირეოდენ სხვა სითხეს (ტანინის სხნარი), და წყალივით უფერული სითხე მელანოვით შეადგება, არც შეიძლება ითქვას—მელანი ვიცით, რადგან იგი თვით არის მელანი. წყლიან ჭურჭელში (1) ჩავეშვებთ წყლითვე სავსე კოლოდიურ პარაკს, ვუმატებთ ტურქულში რკინის მარილს; პარაკში კი ტანინს; ერთი წუთის შემდეგ პარაკში კედლებთან მორაბო ფერი ჩნდება, ხოლო რამდენიმე წუთის შემდეგ პარაკში მთელი სითხე მელნად იქცევა (2). მაშასადამე, ჩვენ ვხედავთ, რომ რკინის მარილი თვით შეიკრება ჩვენს უჯრედში, და ვიცით, რომ ეს გაგრძელდება ვიდრე უჯრედში არ აღმოჩნდება მარილის ისეთივე კონცენტრაციის მქონე სხნარი, როგორც არის გარეთა ტურქულში, რადგან მხოლოდ მაშინ კოდე წუთში იმდენი ნაწილაკი შვეა უჯრედში



სურ. 18.



სურ. 19.

რამდენიც გამოვა გარეთ—ერთი სიტყვით, დამყარდება წონასწორობა; მაგრამ იბადება საკითხი, შესაძლებელია თუ არა ჩვენს მაგალითში ასეთი წონასწორობის მიღწევა? როგორც ჩანს, არა: როგორც კი ჩვენი რკინის მარილი მოხვდა უჯრედში, მან იქ წარმოქმნა ტანინთან შენაერთი, რომელსაც სიმარტივისთვის ჩვენ მელანი ვუწოდებთ; იქ მელანია და აღარ არის რკინის მარილი, ხოლო თუ რკინის მარილი არ არის, გარეთა ქურქულიდან მასში ხელახლა შევა მარილის ახალი რაოდენობა, ეს რაოდენობა ისევ გადაიქცევა მელანად და ა. შ. თუ პარკში ტანინი საქმეო რაოდენობით არის, წონასწორობას ვერასოდეს ვერ მივაღწევთ; ხოლო რკინის მარილის ნაკადი, განუწყვეტელივ მოედინება ჩვენს უჯრედში. ამგვარი, საქმეა ავილო ტანინის ხსნარიანი კოლოიდური პარკი და დაეუწიან იგი რკინის მარილის ხსნარიან ქურქულში, რომ მთელი მარილი გამოეყოს ხსნარს და პარკში გადავიდეს. დაეტოვოთ ეს ხელსაწყო რამდენიმე საათით ან დღით და მასში გარეთა ქურქულში ვეღარ ვიპოვით რკინის მარილს: ჩვენმა ხელოვნურმა უჯრედმა იგი სრულიად შეკვამა და შე-წოვა, ჩვენ უდავოდ მივუახლოვდით მცენარეულ უჯრედს საკვებ ნივთიერებათა შესვლის უბრალო ფიზიკურ ახსნას და ვნახეთ, რომ გაზისებრი ან ხსნადი ნივთიერება, თვით შეიჭრება უჯრედში და განაგრძობს შესვლას მასში, ვიდრე მისი კონცენტრაცია ორივე მხრივ არ გათანაბრდება. აგრეთვე დაეინახეთ ისიც,

რომ ეს წონასწორობა არასოდეს არ დამყარდება თუ კი უჯრედში მოხვედრილი ნივთიერება შეიცვლის ფორმას და წარმოქმნის ახალ შენაერთს; ასეთ შემთხვევაში იგი მუდმივი განუწყვეტელი დენით მიისწრაფის უჯრედისაკენ და ილექება. ამასი ჩვენ უკვე ხედავთ მცენარის მასის მომატების, ე. ი. მასში ნივთიერებათა დაგროვების მიზეზს; მაგრამ ჩვენი განმარტების სისრულისათვის მას უკერ კიდევ აქვია ერთი რგოლი. უჯრედში ნივთიერების დაგროვება საესებით გასაგები გახდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ჩვენ დაეუწებთ, რომ გარედან ნივთიერებანი ადვილად შედიან უჯრედში, ხოლო ის ნივთიერებები, რომლებმაც ისინი უჯრედში გარდაიქმნებიან, გარეთ არ გამოდიან. ახლახან ჩატარებული ცდა ამ მოსაზრების საესებით აღასტურებს, მართლაც სითხე მხოლოდ კოლოიდურ პარკის შიგნით შევიდება; გარედან იგი წყალსავით უფერულია. ეს ცხადია ასე არ მოხდებოდა თუ ტანინი ან მისი შენაერთი, რკინის მარილთან (მელანი) შესძლებდა უჯრედლიდან გარეთ გაშვებას. შესაძლებელია ჩავატაროთ ცდა შებრუნებითი წესით, უჯრედში ჩავსახათ რკინის მარილი, ხოლო გარეთა ქურქულში ტანინი, რამდენიმე წამის შემდეგ გარეთა ქურქულში შევაშინებთ შავ ნივთიერების ნაკადებს და ბოლოს მასში მთელი სითხე ისე გაშვდება, რომ კოლოიდურ პარკს ვეღარ დაეინახებთ (სურ. 19.3). თუ ამოვიღებთ ქურქულიდან, მასში ხსნარი ისევ უფერულია, როგორც იყო. ექვს გარეშე, რომ აქვში ორივე მიმართულებით თავისუფლად გადის მხოლოდ რკინის მარილი, და არც ტანინს და არც მის შენაერთს რკინასთან არ შეუძლია მასში გაეღა; როგორც ჩანს, არსებობს ორგანიზმი ნივთიერებანი: ზოგს აქვს უჯრედების გარსში გაეღის უნარი, სხვები კი ამ უნარს მოკლებულნი არიან, პირველთა მაგალითის წარმოადგენს რკინის მარილი, მეორისას — ტანინი.

მართლაც ეს ორი ნივთიერება გამოდგება ქიმიურ ნივთიერებათა ორი ტიპის, ორი კატეგორიის წარმომადგენლებად. პირველი კატეგორიის ნივთიერებანი ადვილად გადიან მცენარეულ და ცხოველურ აქვებში; მეორე კატეგორიის ნივთიერებანი კი მათში ან ძალიან ძნელად, ან თითქმის სულ ვერ გადიან. როდესაც ლაპარაკი გვქონდა თხიერ ნივთიერებების დიფუზიის შესახებ, ჩვენ შევნიშნეთ, რომ ზოგ სხეულებს სხვებზე სწრა-

ფი დიფუზიის უნარი აქვთ, ერთნი მეტად მოძრაენი არიან, მეორენი—ნაკლებად, ახლა შეგვიძლია დავუშუბროთ, რომ სწორედ ის ნივთიერებანი, რომელთაც ნელი დიფუზია ახასიათებთ, საერთოდ უფრო ნელა გადიან აპკებში. ქიმიკოსები პირველი კატეგორიის სხეულებს კ რ ი ს ტ ა ლ ო ი დ ე ბ ს უწოდებენ. ყველა მათგანს დაკრისტალების უნარი გააჩნიათ; მეორე კატეგორიის ნივთიერებებს—კ ო ლ ო ი დ ე ბ ს, ისინი წებოსებრნი სხეულები არიან და არც ერთ მათგანს დაკრისტალების უნარი არ გააჩნია.

ამგვარად ჩვენ ერთდროულად გვეძლევა ჩვენი ცდის ახსნა და მცენარეულ უჯრედში მისი კვების დროს მიმდინარე მოვლენების გაგების საერთო გასაღები. რკინის მარილი მიდის ტანინთან და არა პირიქით, იმიტომ, რომ პირველი კრისტალოიდი, ტანინი კი კოლოიდი... უჯრედის კვების დროს ჩვენ ვხვდებით ზოგადად ორივე მოვლენას, მართლაც, რა ნივთიერებებს ხვდება უჯრედი გარემოში? ვაზებს, წყალს და მასში ხსნად მარალებს, ე. ი. კრისტალურ სხეულებს საერთოდ, მაშასადამე მეტად მოძრაე და მის გარსში ადვილად გამავალ ნივთიერებებს. რა ნივთიერებებს შეიცავს ეს უჯრედი, რად გადაამუშავებს იგი გარედან მიღებულ ნივთიერებებს? უმთავრესად ცხილვან ნივთიერებებად, ზეთებად, გუმფისად, სახამებლად და ბოლოს უჯრედისად, მაშასადამე გარდაიქმნება ნაკლებად მოძრაე კოლოიდურ ნივთიერებებად, რომლებიც არ გადიან აპკში და ბოლოს, როგორც ამცხრილიდან ადვილად შეიძლება დავინახოთ, სრულიად უხსნადნიც არიან.

უ მ თ ა ვ რ ე ს ი

მცენარეული ნივთიერებანი:	მათი წარმოშობის წყაროები
უჯრედის სახამებელი	ნახშირორთქანგი
კოლოენი ნივთიერებანი	წყ ა ლ ი
ზეთები	მარილები
უხსნავ და კოლოიდური ნივთიერებანი	გაზები და კრისტალოიდები

მთელი სიცოცხლის განმავლობაში უჯრედის მუდამ გარს ერტყმის მასში ადვილად შენავალი ნივთიერება. მავალითად ჰაერის ნახშირორთქანგი მუდმივად შედის ყოველ იმ უჯრედში, რომელსაც ეხება. მაგრამ ეს ნახშირორთქანგი მასში, რომ

უტყველად რჩებოდეს მაშინ მეტად ცოტა შევიდოდა; სინამდვილეში კი, როგორც შემდეგ დავინახავთ, იგი მოხვდება თუ არა უჯრედში, გარდაიქმნება: წყალთან ერთად იგი ქმნის ნახშირორწყლებს და ეხი გარდაქმნა იწყებს ნახშირორთქანგის სულ ახალ-ახალი რაოდენობების შესვლას. მაშასადამე კვების ორი ფაზა: საკვებ ნივთიერებათა მიღება და მათი გარდაქმნა უჯრედის ნივთიერებებად,—მათი შეთვისება ურთიერთ დაკავშირებულია. ერთი პროცესი პირობადებულია მეორის: რომ არ იყოს შეთვისება, მაშინ ახალი ნივთიერებანი უჯრედში ვერ შევიდოდა და ცხადია, შესათვისებელიც არაფერი იქნებოდა. რადგან ამ შეთვისების დროს ნივთიერება ვადაის ძნელად მოძრაე ან სრულიად უძრაე ფორმაში, ამიტომ იგი სიჭრტეში ხელახლა კი არ იფანტება, არამედ გადაიღება უჯრედში.

მცენარის კვების ამ ზოგადი ფიზიკური თვალსაზრისით განხილვის დროს, ჩვენ ის სულ სხვა-ნაირად წარმოვიდგებთ, რაც სრულიად არ წააგავს ჩვეულებრივ გავრცელებულ შეხედულებებს. საკვებ ნივთიერებათა თვისებები იზიდავს არა მცენარეულ უჯრედს, არამედ თვით ნივთიერებათა თვისებების მიძრაობის უნარის შემწეობით შედის უჯრედში. სიერტეში მოხვედრილი უჯრედი ჩვენ წარმოვიდგებთ მხოლოდ მიკროსკოპულ ცენტრად, რომელშიაც მუდამ ირღვევა გარემომცველი ნივთიერებათა წონასწორობა, რაღაც მიკროსკოპულ სიღრმედ, რომლისკენაც ეს ადვილად მოძრაე ნივთიერება მიმართება განუწყვეტელი დანი და იქ გარდაიქმნება, ჰქარავს მოძრაობის უნარს და გადაიღება მარაგად. მცენარეული უჯრედი—ეს ხაფანგია, ეს მახეა, რომელიც შიგნით ადვილად ატარებს ნივთიერებს, მაგრამ უკან მას აღარ უშვებს. აქედან ვასკვები ხდება მცენარეთა სიცოცხლის ძირითადი, ძირეული ნიშანი: მასის გადიდება, ნივთიერების დაგროვება.

უჯრედის კვების შესახებ გადმოცემული ზოგადი ცნებანი, როგორც მალე დავარწმუნდებით, ჩვენთვის თითქმის ყოველ ნაბიჯზე აუცილებელი იქნება მთელ მცენარეში კვების მოვლენების შესწავლის დროს. ლაბარაკი იქნება ფესვი კვებაზე ნიადაგში არსებულ ნივთიერებათა ხარჯზე, თუ ატმოსფეროს ხარჯზე ჰაერით ფოთლების კვებაზე ან ერთი ორგანოს მეორის ხარჯზე კვების შესახებ—ახსნისათვის ყველგან მივმართავთ იმავე ძირითად მიზეზებს: დიფუზიას, ე. ი. ნივთიერების

გაუანტვის უნარს, თავის არსებობის ადგილიდან იქით მისწრაფებისა, სადაც იგი არ არის, და გარდაქმნის უნარს, ე. ი. ნივთიერებათა გადასვლას ადვილად მოძრავი ფორმიდან ძნელად მოძრავ ან სრულიად უძრავ ფორმაში.

ამგვარად, მცენარეულ უჯრედის კვების ძირითადი მოვლენების გაცნობას ჩვენ მიუყუევართ იმ დასკე-

ნამდე, რომ ისინი დაიყვანებოდნენ ლიფუზიის მოვლენებამდე, რომელიც შეადგენს არა განსაკუთრებით ცოცხალ ორგანიზმების თვისებას, არამედ, პირიქით, გამომდინარეობს მატერიის ზოგად თვისებიდან. ჩვენ ვაწმუნდებით, რომ საკვების შილების ძირითად მექანიზმს როგორც ცოცხალ, ისე არა-ცოცხალ ბუნებაში განაგებს საერთო კანონები.

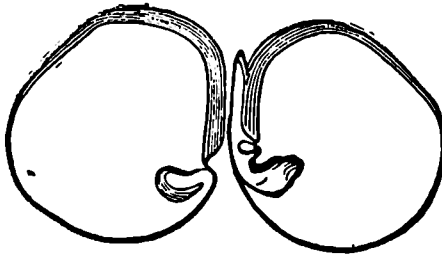
თ ე ს ლ ი

თესლის აგებულება და აღმოცენების გარეგანი მოვლენები. — აღოცენების სამი პირობა: წყალი, ჰაერი, სითბო. — წყლის მექანიკური მნიშვნელობა. — წყლის კიმიური მნიშვნელობა. — ფერმენტები — დიასტაზი. — აგსონი. — წყრიკამია მცენარეები. — ჩანასახის ნაწილების დამოუკიდებლობა. — ჩანასახის კვება ხელოვნურად. — მცენარეში საკვებ ნივთიერების გადამაცვლელის მექანიზმი. — თესლის დამოკიდებულება ჰაერთან. — ნახშირმჟავას გამოყოფა, ვანგბადის შთანთქმა. — სუნთქვა. — წონაში დაკლება და ტემპერატურის მომატება, როგორც სუნთქვის შედეგი. — გარემომცველ ტემპერატურის მნიშვნელობა. — უდაბლესი, უმაღლესი და საუკეთესო ტემპერატურა. — თესლის ასაკის გავლენა მის აღმოცენების უნარზე. — თესლების სიცოცხლის მანერალიზაცია. — აღმოცენების პერიოდის ზოგადი დახასიათება. — შრომის განაწილება მცენარის სხვადასხვა ორგანოებს შორის, რაც უწყვეტ უმარტივეს მცენარეებშიაც არის გამოვლინებული.

მცენარის სასიცოცხლო პროცესების ჩვენი მიმოხილვა დაიწყო იმ მომენტიდან, როდესაც თავს იჩინს მთელი ზამთრის განმავლობაში თოვლის საფარ ქვეშ ნაწყვეთ, ანდა მიწათმოქმედების ხელით გაზაფხულზევე ნიადაგში ჩაგდებულ თესლის მოქმედება. მცენარის სიცოცხლის არც ერთ სხვა მოვლენას არ მიუპყრია იმდენი ყურადღება, როგორც მისი გამოვლინების ამ პირველ საფეხურს: იგი აფიქრებდა სწავეულებს, მოაზროვნეებსა და პოეტებსაც; იგი რაღაც პოეტური საიდუმლოებითაც კი არის მოსილი; ჩვენ მასში ვხედავთ თვით სიცოცხლის განსახიერებას, ძილისა და სიკვდილისაგან გადაიქცევის სიმბოლოს. მართლაც, არის რაღაც მიმზიდველი, ინტერესის გამძლეველი, სხეულში სიცოცხლის ამ უცერად გამოვლინებაში, სხეულში, რომელიც აქამდე გარემომცველ მედვად ბუნებისაგან თითქმის არ განსხვავდებოდა. ერთგვარი საიდუმლოების შემცველია ეს დამალული და მინაბული სიცოცხლე, რომელიც უცერად იჩინს თავს. სრულიად ნუ შევეხებით პოეტურ წარმოდგენებს, რომლებითაც ჩვენ წარმოსახავს ჟუვარს ამ მოვლენის შემკობა, ვეცადოთ ზუსტი მეცნიერული ანალიზით მივუღვეთ მას, შევეცადოთ ამ რთული მოვლენის დაშლა უმარტივეს შემადგენელ ნაწილებად. შევეცადოთ აეხსნად რით განსხვავდება მოსვენებული თესლი მოქმედებისაგან და რაში მდგომარეობს ამ მოქმედების გამომწვევი იმპულსი, ბიძგი.

გარეგნულად თესლის მოქმედება მის გალივებაში, კანის გახეთქებასა და ჯერ ფესვის, შემდეგ კი პირველ ფოთლებიან ღეროს გამოჩენაში მდგაინდება. ეს ორგანოები ვითარდებიან და ყოველდღიურად იზრდებიან; როგორც ჩანს ეს ვითარება უნდა მიმდინარეობდეს რომელიმე ნივთიერების ხაზგზზე, რომელიც მზარდ ნაწილებისათვის საკვებს უნდა წარმოადგენდეს. მაგრამ მიუხედავად ამ სწრაფი განვითარებისა, სწორედ გალივების პერიოდში, მცენარე თითქმის არ არის დამოკიდებული ნიადაგზე. გალივება ჩვეულებრივ მიწაში სწარმოებს; მაგრამ აი თქვაზე გალივებული წიწვშიც მთელი კონა, აი, სიმინდის და ცერცვის თესვები, გალივებული მსუბუქი ქსოვილის ბაღზე და მათსადაც ყოველ მხრივ პაერთ გარემოტყუნილი და მხოლოდ ფესვების ბოლოებით მოთავსებული გამოვლილ წყალში.

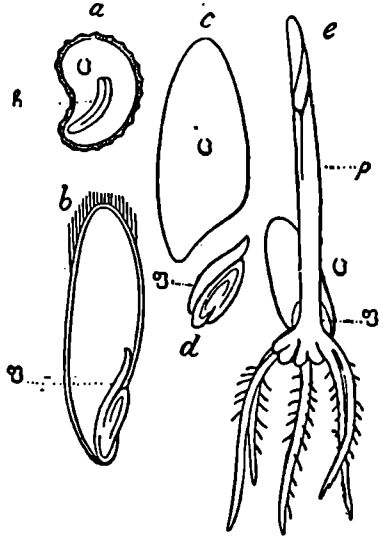
თუ დავაკვირდებით გალივების პროცესში მყოფ თესლებს, როგორც მაგალითად ცერცეს ან ლობიოს, შევამჩნევთ, რომ იმ დროს, როდესაც ფესვი იჭიმება, ღერო ახალგაზრდა ფოთლებით, ფოთლების პირველი წყვილი, ე. ი. ღებნები იქმუნებიან, შეიწოვებიან, მათი მოცულობა თვალსაჩინოდ კლებულობს (სურ. 20). ეს დაკვირვება შეიძლება იმაზე მივიჯიოთივდეს, რომ ღივის ერთი ნაწილის განვითარება შესაძლებელია მეორის ხაზგზზე სწარმოებდეს. სხვა, მაგალითად მარცვლოვანთა თესვები, მუხუდოს და ცერცვის



სურ. 20.

არა ფეკილისებრი (სურ. 21 — a; ც — ცილა, ჩ — ჩანასახი). დაბოლოს, ყაფისებრ მცენარეთა თეს-
 ლებში მთავარი ნაწილი შესდგება. რქასავით მა-
 გარ ცილისაგან, რომლის გვერდით მოთავსებულ-
 ლია პაწაწინა ჩანასახი. ამში დავყარწმუნებს
 შემდეგი საინტერესო ცლა. ცნობილია, რომ ყაფის
 თესლები ჩვენამდე უკვე აღმოცენების უნარ-
 დაკარგულნი აღწევენ, რადგან ისინი ამ უნარს
 მხოლოდ რამდენიმე დღეს ინარჩუნებენ; მაგრამ
 თუ მათ დავასვენებთ მღუღარე წყალში, ან უმ-
 ჯობესია მწვავე ტუტის ხსნარში, დავინახავთ,
 როგორც ჩანს, მკვლარი თესლის მოჩვენებით
 აღმოცენების მეტად საინტერესო მოვლენას, ერ-
 თი ან ნახევარი საათის შემდეგ კანის ნახეთქი-
 დან თავს ამოყოფს პატარა, თოვლივით თეთრი
 ფესვი და ზოგჯერ გარეთ გამოდის მთელი პატა-
 რა ჩანასახიც. ამ მოვლენის ახსნა ძნელი არ
 არის: ყაფის თესლის რქასავით მაგარი ცილა
 მღუღარე წყლის ან მწვავე. ტუტის მოქმედებით
 რბილდება, ხდება მეტად მოქნილი და გაჯირ-
 გების გამო მისი მატარალში მომწყვედულ ჩანასახს
 გარეთ გამოდენის.

თესლებთან შედარებით უფრო რთული აგებულე-
 ბისა არიან. თუ ხორბლის მარცვლას სიგრძეზე
 გავეჭრით, დავინახავთ, რომ კანის ქვეშ მოთავსე-
 ბულია ორი სრულიად დამოუკიდებელი ნაწილი
 (სურ. 21, b, c და d); ქვემოთ და რამდენადმე
 გვერდით მოთავსებულია სხეული, რომელიც,
 როგორც აღვიღად დავერწმუნებით ვალიფების
 პროცესში მყოფ თესლებზე დაკვირვებით, ჩანა-
 სახს წარმოადგენს. ე. ი. ჩანასახოვანი მცენარეა
 (სურ. 21, b, d, e); მას ემჩნევა ფოთლის კვირტიც
 და ფესვების ჩანასახებიც. თესლის დანარჩენი
 დიდი ნაწილი უჭირავს თეთრ, სრულიად ერთგვა-
 როვან, გარეგნულად ფეკილისებრ მასას, ეგრედ-
 წოდებულ ცილას (სურ. 21, b, c). ჩანასახის
 იმ ნაწილს, რომელიც მკიდროდ ეკვრის ცილას
 ეწოდება ფარი (ფ. სურ. 21 — b, d, e). ფარი
 წარმოადგენს თავისებურად განვითარებულ ფო-
 თოლს, ე. ი. ჩანასახის ლემანს. მაგრამ აქ გვაქვს
 არა ორი, არამედ ერთი ლემანი. სიტყვა ცილა
 ბოტანიკოსთა ენაზე, როგორც ჩანს, სრულიად
 სხვა აზრით იხმარება, ვიდრე კიმიკოსთა ენაზე:
 იქ ცილას ან ცილოვან ნივთიერებებს გარკვეულ
 ნივთიერებას ეუწოდებთ. აქ კი თესლის გარკვეულ
 ორგანოს. ცილის თვისება და მისი მდებარეობა
 სხვადასხვა თესლებში შეიძლება მეტად განსხვავე-
 ბული იყოს. მაგალითად მარცვლოვანებს იგი
 ფეკილისებრი აქვთ: სწორედ ის არის ფეკილის
 უმთავრესი მასის წარმოქმნელი, რადგან ჩანასახი
 შედარებით ძალიან პატარაა; იგი გვერდზეა მო-
 თავსებული და მხოლოდ თავისი ფარით ეხება
 ცილას. ყაყჩაოში მაგალითად, ჩანასახი ყოველი
 მხრიდან გარშემორტყმულია ცილით, მოთავსე-
 ბულია მასში და თვით ცილაც ზეთისებრია და



სურ. 21

ამგვარად ჩვენ ვხედავთ, რომ არსებობენ ორგანიზაციები: ზოგში ჩვენ ვხვდებით მეტად განვითარებულ ხორციან ლეზბებს, სხვაში—საკმაო რაოდენობით ფეკილისებარ, ზეთისებარ ან უფრო მაგარ, რქისებარ ცილას. ისე როგორც ლეზბები, გალივების დროს თანდათანობით იქმნებიან, მოცულობაში კლებულობენ, ასევე ცილაკ ნელ-ნელა ჰქვება, თითქოს შეიწოვება. ეს გარემოება ბაღებს ექვს, რომ ნივთიერებათა ეს დაკლება—ლეზბებში ან ცილაში—ხომ არ არის დაკავშირებული ლეზბის მის მატებასთან, ე. ი. ხომ არ სწარმოებს ახალგაზრდა მცენარის განვითარება ლეზბებში ან ცილაში ვადადებული საკვების მარაგის ხარჯზე. მაგრამ მოსვენებულ მდგომარეობაში მყოფ თესლშიაც ხომ არსებობენ ყველა ეს ნივთიერებანი—მაშ რა მიზეზია, რომ მათი ადგილმონაცვლეობა მხოლოდ გალივების დროს იჩენს თავს? ამ კითხვაზე პასუხი საკვებით გასაგები იქნება თუ ჩვენ მოვიგონებთ იმ ფაქტებს, რომელთაც წინა საუბარში გავყვანი. ცილაში ან ლეზბებში საკვები ვადადებული მაგარ ან საერთოდ უხსნად ფორმაში არსებობენ. მოვიგონოთ ფეკილის, ე. ი. დაქუცმაცებული თესლების ანალიზი, რომელიც ჩვენ ჩავატარეთ. ჩვენ იქ აღმოვაჩინეთ უხსნადი სახამებელი. უხსნადი წებოვანა და ზეთი, ყველა ეს ნივთიერებანი უმოდრაო, უჯრედიდან უჯრედში გადასვლის უნარმოკლებულია და ეს გასაგებიც არის, სხვაგვარად ისინი ვერ შეადგენდნენ მარაგს.

ამგვარად, თესლში ჩვენ ვაქვებ ჩანსახი, ხოლო მის გარკვეულ ნაწილში ლეზბებში ან მის მახლობლად მოთავსებულ ცილაში საკვებ ნივთიერებათა მარაგი უძრავ, ე. ი. მისთვის მიუწვდომელ ფორმაში. იბადება კითხვა: რა პირობებია საჭირო იმისათვის, რომ ჩანსახმა ისარგებლოს ამ მარაგით, გამოიყენოს ეს, სხვა პირობებში მკვდარი კაბიტალი?

ეს პირობები ყველასათვის ცნობილია. საჭიროა წყალი, მშრალ ნიადაგში თესლი არ ლიდება; საჭიროა სითბო—ცივ გაზაფხულზე დათესილი თესლი არ ამფლავნებს განვითარების ნიშნებს ვიდრე არ მოთბება, ზოლოს საჭიროა ჰაერი,—ნიადაგში ღრმად ჩაფლული თესლი შეიძლება იქ იყოს რამდენ ხანსაც გინდათ და, ლიდს არ მოკვცემს.

მაშასადამე, წყალი, სითბო და ჰაერი—აი სამი ძირითადი პირობა, რომელნიც თესლში სიცოცხლის გალივებას იწვევენ. განვიხილოთ ისინი თანმიმდევრობით ერთიმეორის შემდეგ.

* *

უპირველეს ყოვლისა წყალი. თესლები წყალს მუდამ ცირთი რაოდენობით შეიცავენ *, ეს—მათი ერთერთი არსებითი დამახასიათებელი თავისებურებაა. არამშრალი თესლი ჰქარგავს თავის მთავარ უნარს—სიცოცხლის შენახვისას, მას ერთგვარ გაშუშებულ მდგომარეობაში მყოფს, შეუძლია გაატაროს ზამთარი, წლები, ათეული წლები, და საუკუნეებიც კი. თუ თესლი მშრალი არ არის, იგი არ ინახება; ნესტიანი, წვიმიანი შემოდგომაზე თესლის მიღება არ შეგიძლია, ისინი ლეზბებთან ძანში ზოგჯერ ლეროზედც კი. მაშასადამე თესლის მოსვენებულ მდგომარეობის მთავარი მიზეზი უწყობაა. მივაწოდოთ მას მხოლოდ წყალი და მაშინვე შევამჩნევთ ცხოველ-მყოფელობის გალივებას. თესლი იწყებს გაკვირვებას და ხეთუქვს კანს, რომელიც მას იცავდა. წყლის შეწოვა ჩვეულებრივ საკმაო სიძლიერით სწარმოებს. ჯერ კიდევ მე-18 საუკუნის დასაწყისში ინგლისელმა მეცნიერმა გელზმა მიაქცია ყურადღება ამ გარემოებას: იგი სველი ბარდი ავსებდა თუჯის ქურქებს და ხურავდა მას ხუფს, რომელსაც სულ უფრო და უფრო მეტად ტვირთავდა; ამგვარად მან გააჩვენა, რომ ბარდას გავრცელებულ თესლებს გალივების პროცესში 200 გირფანქამდე ტვირთის აწევის უნარი აქვთ. ჰოფ-მეისტერმა პარჩენა, რომ ამგვარ პირობებში გალივების პროცესში მყოფი თესლები ქურქის კედლებს რამდენიმე ატმოსფეროს ძალით აწევიან. თესლების ამ თვისებით, როგორც ცნობილია, ანტროპები ისარგებლობენ თავის ქალას დასაშლელად. ქალას ღრუს ავსებენ ბარდით, რომელსაც შემდეგ ასველებენ; მთელ შინაგან ზედაპირზე თანაბრად გავრცელებული ძლიერი წნევის შედეგად ქალა ძვლები ნაკერებზე იშლება. ამგვარია წყლის მექანიკური მოქმედება თესლზე. წყლის საშუალებით თესლი იზარბებს უქვე უსარგებლო კანს და სძლებს გარემომცველ ნიადაგის ნაწილაკების წინააღმდეგობას, მაგრამ წყლის ქიმიური მოქმედება უფრო მნიშვნელოვანია; მის

გარეშე ნივთიერება ვერ გაიხსნება და მაშასადამე ნივთიერებათა მარაგის გადანაცვლებაც არ იწარმოებს. თუმცა ამისათვის მარტო წყალი საკმარისი არ არის, რადგან, როგორც დავინახეთ წყალში ყველავე ნივთიერებანი არ იხსნებიან; წყალში ხსნადობად რომ გადაიქცნენ, ისინი წინასწარ უნდა შეიცვალონ, გარდაიქმნან სხვა ნივთიერებებად. მაგალითად სახამებელი წყალში ხსნადი ვახდებოდა თუ იგი გარდაიქმნებოდა შაქრად, გლუკოზად. ასეთი გარდაქმნა შესაძლებელია—როგორც დავინახეთ მასზე დამპყრებელი კარტოფილის ბადავის დამზადება და ამგვარი გარდაქმნა სინამდვილეშიც არსებობს, რაშიც ადლილი დარწმუნება. საკმარისია უბრალო ქერის მარცვლის და შემდეგ ალაოს, ე. ი. გაღვნილ ქეჩის მარცვლის გაყენება, და ჩვენ დავრწმუნდებით იმაში, რომ პირველი უფროა, მეორე კი მოტკიპო გემონია. მაგრამ შესაძლებელია ჩვენ გემოვნების შეგრძნება გვატყუებს, ასეთ შემთხვევაში ჩვენ შეგვიძლია მივმართოთ წინა ლექციაში ხანსებზე საშუალებას; ჩვენ დავინახეთ, რომ ლუჩრე ხსნარი (ფელინის რეაქტივი) გლუკოზასთან ერთად მკვეთრი წითელი ფერის ნალექს იძლევა. ვიღებთ ალაოს წყლიან ნაყენს, და ფელინის რეაქტივის მიმატებით ვღებულობთ წითელ ფერს. გალივებზე თესლს ავთლით თხელ ნაქერს, მოვათავსებთ მიკროსკოპის ქვეშ, ვუმატებთ იმავე რეაქტივის წვესს და უჯრედებში ვიღებთ წითელ შეფერვას. ამგვარად, როგორც ვგეგმო, ისე უფრო ზუსტი საშუალება, ქიმიური რეაქტია გვარწმუნებს იმაში, რომ გაღვნილ თესლში ჩნდება შაქარი, გლუკოზა. მაგრამ ნამდვილია თუ არა, რომ ეს შაქარი სახამებლიდან წარმოიქმნა, ამაზე პასუხს იძლევა რაოდენობითი ანალიზი და მიკროსკოპიული დაკვირვება. პირველი გვიჩვენებს, რომ თესლის გაღვნიასთან ერთად, მასში სახამებლის რაოდენობა კლებულობს; მეორე კი ამტკიცებს, რომ სახამებლის მარცვლებს სახეს იცვლიან: ისინი ჰქარავენ მათთვის დამახასიათებელ ფორმას, თითქოს შემოდრღნილ სახეს იღებენ, ზოგჯერ ნაკრებად იშლებიან, თითქოს დნებიან, ერთი სიტყვით ქრებიან, იხსნებიან.

ახლა შევეცადოთ აეხსნათ თუ რატომ და რა გზით ხდება სახამებლის შაქრად გადაქცევა. ხელოვნურად მისი გამოწვევა ჩვენ ისევე, როგორც კარტოფილის ბადავის მიღების შემთხვევაში, გვორიდან მოკვდილობთ შეგვიძლია; მაგრამ

თესლს თავისუფალი გოგირდმეცაეა არ გააჩნია. მარცვლოვანთა თესლებში კი გალივების პროცესში თავს იჩენს, განსაკუთრებული ნივთიერება—დიასტაზი, რომელიც სახამებელზე სრულად იმეჯირებად მოქმედებს. დიასტაზი ნივთიერებათა მთელი იმ ჯგუფის წარმომადგენლად შეიძლება ჩაითვალოს, რომელთაც საერთოდ ფუნქციები ეწოდებათ. ფერმენტად ჩვეულებრივ ისეთი ნივთიერება იგულისხმება, რომლის სულ მცირე რაოდენობას სხვა ნივთიერებებში ქიმიურ გარდაქმნის გამოწვევა შეუძლია, ასეთი ფერმენტები ძლიერ ბევრია. ასე მაგალითად, მწარე ნუშს თავისთავად თითქმის არა აქვს ნუშისათვის დამახასიათებელი სუნის და გემოს; ერთი და მეორეც მასში ჩნდება იმ ფერმენტის მოქმედების შედეგად, რომელიც იწყებს თესლებს არ ექნებოდათ მწვავე სუნი და გემო, მათში რომ არ ყოფილიყო ფერმენტი მიროზინი, რომელიც წყალთან ერთად შლის თესლში არსებულ ერთერთ ნივთიერებას (ე. წ. მიროზინს მგავს მარილს), და მისგან გამოჰყოფს მწვავე, აქროლად მდოგვის სუნს. ამ მოვლენის არსებობაზე შესაძლებელია მეტად საინტერესო ცდილთ დავარწმუნდეთ. აფთიაქებში ზოგჯერ იყიდება ქაღალდის ორი ფურცლისაგან შემდგარი მდოგვის საფენი, რომელიც ერთმანეთზე უნდა დაიკოს და შემდეგ დასველდეს წყლით. ცალცალკე ეს ფურცლები მდოგვის საფენს არ წარმოადგენენ, მაგრამ როგორც კი შეეხებიან ერთმანეთს, მაშინვე წარმოიშობა მდოგვის დამახასიათებელი მწვავე სუნი. ეს იმიტომ, რომ ერთერთ ფურცელზე წასმულია ფერმენტი, მეორეზე კი—ნივთიერება, რომელზედაც მოქმედებს ეს ფერმენტი; და ფერმენტის მოქმედება თავს იჩენს მხოლოდ დასველების დროს. მოყვანილი მაგალითები სპარისად ცხადყოფენ მცენარეულ ფერმენტების მოქმედების ამგვარივე დიასტაზის მოქმედება, რომლის მიღება ადვილად შეიძლება ალაოსაგან, ე. ი. პურის გაღვნილ მარცვლიდან. წყალში გახსნილი დიასტაზის ერთი ნაწილი საქარისისი იმისათვის, რომ სახამებლის ათასი და უფრო მეტი ნაწილი გადააქციოს შაქრად, ამავე დროს სითხე რაც უფრო თბილია, მით უფრო სწრაფად მიმდინარეობს ეს გარდაქმნა.

ამგვარად საესებოთ გასაგებთ ხდება თესლის ჩანასახის კვება მის ცილაში ან ზღბებში გადაღებულ სახამებლის ხარჯზე. საინტერესოა ეს,

რომ ეს პროცესი სრულიად ემსგავსება ცხოველის ორგანიზმის კვების დროს მიმდინარე პროცესს. ნერვწყობი, კუჭის წვედში და საკმლის მომწიფებელ არხის სხვა გამონაყოფებში არსებობს დიასტაზის მსგავსი ფერმენტები, რომელიც სახამებელს აქცევს შაქარად, ამაში დარწმუნება ადვილია, საკმარისია თეთრი პურის ნაჭერი ცოტა ხანგრძლივად ველეპო, შევამჩნევთ, რომ ის გატკბება. მაშასადამე, ცხოველებსა და მცენარის ჩანასახსაც უნარი აქვთ გამოიყენონ უხსნადი სახამებელი, ოღონდ წინასწარ, ხსნად შაქარად მისი გადაქცევის შემდეგ.

მსგავსებებს ადვილად უნდა ჰქონდეს ისეთ თესლებშიც, რომელთაც მაგარი რქისებრი ცილა აქვთ, როგორც მაგალითად, ყავის თესლები, ინდის ხურმის კურკები. მათი ცილის ეს თვისება დამოკიდებულია უჯრედისისაგან შექმნილ მეტად სქელ კედლებზე. გალივების დროს ეს უჯრედისი იხსნება და ჩანასახს კვებავენ. ეს გახსნა გვაფიქრებინებდა, რომუნდა უყოფილია განსაკუთრებული ფერმენტი, რომელიც იქნა კიდევ აღმოჩენილი.

გადიდებელი სამარაგო ნივთიერების მეორე ჯგუფზე—ცილოვან ნივთიერებებზე, როგორც ვინაშე პურის მარცვლებში, ფეკოლში ისინი წარმოდგენილი არიან. უხსნად, მაშასადამე უძირკვე წებოვანას სახით. მაგრამ თეთი ხსნადი ცილა, როგორც მაგალითად ქათმის კვერცხის ცილა ან მცენარეული ცილა უძრავია, იმიტომ, რომ ის წარმოადგენს კოლოიდს, ე. ი. აბებში გაუვლ ნივთიერებას. იმისათვის, რომ გადაიტყოს მოძრავად და უჯრედიდან უჯრედში გადასვლის უნარი ჰქონდეს და ამგვარად გახდეს მცენარის საკვები, ცილოვანმა ნივთიერებმა უნდა განიცადონ იმგვარი გარდაქმნა, რომელიც მიემსგავსება სახამებლის გლუჯობად გარდაქმნას.

ცხოველურ ორგანიზმში კვების მოვლენების გაცნობა ამ შემთხვევაში დაგვეხმარება იმ მოვლენების ახსნაში, რომელიც მიმდინარეობენ გალივებულ თესლში. კუჭის წვედში არსებობს ფერმენტი—პეპსინი, რომელსაც რამდენიმე წვთი სიმკვებისთან ერთად, უხსნადი ცილების, როგორც მაგალითად მაგარი მოხარული კვერცხის ან მოხარული ხორცის ცილის, ხსნად მდგომარეობაში გადაყვანის უნარი აქვს. ამ დროს იგი მათ გარდაქმნის ეგრედწოდებულ პეპტონებად. პეპტონები არამც თუ იხსნებიან წყალში, არამედ უფრო მეტი: მათ აქვთ ცხოვე-

ლურ და მცენარეულ აბებში გასვლის უნარი, მცენარეთა სამყაროში დიდი ხნის განმავლობაში ცნობილი არ იყო რაიმე ამის მსგავსი და იმიტომ ცილოვან ნივთიერების მოძრაობაც გაუგებარე ჩნებოდა, მაგრამ უფრო მოგვიანებით სულ სხვადასხვა მხრიდან, თითქმის ერთდროულად თავი იჩინეს ფაქტებმა, რომელნიც ამტკიცებენ მცენარეულ ორგანიზმშიც ცილოვან ნივთიერებების ისეთივე გარდაქმნების არსებობას.

ჯერ კიდევ წარსულ საუკუნეში აღნიშნული იყო ბუზიკურია მცენარის არსებობა, რომელსაც თავის უალერსად მგრძობიარე ფოთლებით, მათზე დამჯდარი მწერების დაქვეშ და მათი საკვებად გამოყენების უნარი აქვს, მაგრამ ეს ფაქტი არ იყო საკმარისად შეფასებული, სკეპტიკოსებში მან ექვეცო ე გამოიწვია, და ალბათ დღევანდელს მიეტყობდა, რომ მისთვის ხელახლა არ მიეცია ყურადღება და რეიხს. დარეინმა მნიშვნელოვნად გაზარდა ამ ხორცი მქამელი მცენარეთა სია და გააცნო ბოტანიკოსებს მათი ცხოველმყოფლობის საინტერესო მოვლენები. ამ მოვლენების მექანიკური მხარის აღწერა ერთერთ შემდგომ საუბრისათვის გადავლოთ, და აქ მათზე შეეჩერდეთ, როგორც ისეთ მაგალითზე, რომელიც გვიჩვენებს, რომ მცენარეული უნარი აქვს საკვებად მიიღოს უხსნადი ცილა. მცენარეთა კვების ეს მოვლენები ყველაზე უკეთ არის შესწავლილი დარეინის მიერ დროზერაზე, ეს, ჩვენს ჰაობებში საკმარისად ჩვეულებრივი მცენარეა; ლორწო, რომელსაც გამოჰყუდს მის ფოთლებზე უხვად არსებული ბუსუსები და რომელნიც იჭერენ ამ ფოთლებზე მოხვედრილ მწერებს, როგორც ჩანს პეპსინის მსგავს ნივთიერებას შეიცავს. ბუსუსების გლიზიზანების დროს ამ ნივთიერებას ემატება სიმეფავე, და მაშინ იგი კუჭის წვედის მსგავსად იძენს ცილების გახსნის უნარს, როგორც ბუნებრივ პირობებში, ამ ფოთლებზე მოხვედრილ მწერებს, ისე ხელოვნური ცდების დროს მიწოდებულ კვერცხის ცილას და ხორცის ნაჭრებს მცენარე გახსნის და ითვისებს. ამ ცდებში, რომელნიც ამტკიცებენ უხსნადი ცილებით კვების შესაძლებლობას, წააქეზეს სწავლუების გალივების პროცესში მყოფ თესლებში ექვანათ პეპსინის მსგავსი ფერმენტები, მათი აღმოჩენა არ ღაგვიანდა; ეს ფერმენტები ნაპოვნი იყო ჯერ პარკოსნეში, ხოლო შემდეგ სხვედშიც—ქანაფში, სელში და ბოლოს ქერის ალაოში. განსაკუთრე-

ბით საინტერესოა ჩვენთვის Carica papaya-ს რძეში ნაპოვნი ფერმენტი, რომელიც მოქმედებს კუჭის წველის მსგავსად. მაშასადამე ცილის მარაგის ხარჯზე ჩანასახის კვებაც ვსავაგები ხდება: პენსიის მსგავსი ფერმენტი, რომელიც ვითარდება გალიეების დროს, მოქმედებს ცილაზე, ე. ი. ვადაყავს იგი ხსნად, მოძრაჲ ფორმაში. ვალიეების დროს ცილოვან ნივთიერებების ნაწილი ვარდა აიხსნა ვანიცილის უფრო რძეა ცელიენებებს, ვადადის დაკრისტალების უნარის მქონე ნივთიერებებში — კრისტალოიდებში, რომელნიც კიდევ უფრო მოძრაენი არიან.

ამგვარი, მაგალითად მარცლოვან მცენარის, ჩანასახი არა მარტო იკვებება იმავე სახამებლით იმავე წებოვანით, რომელთაც ჩვენ საკვებად ვხმარობთ პურის სახით, არამედ შთ იმგვარადვე იხლებს, კიდევ ვადაამუშავებს მსგავსი ფერმენტებით და ვადააქცევს ვლუკოზად ან პეპტონებად. ჩვენი ცნობები ზეთისებარ ნივთიერებათა მარაგის ხარჯზე კვების შესახებ, ნაკლებ დამაკმაყოფილებელია, მაგრამ ამ მხრივაც ზოგიერთი ცნობები არსებობს. ზეთებს სავართოდ არ აქვთ წყლით დასველებულ უჯრედის კედელში ვასელის უნარი მაგრამ ზეთები წარმოადგენენ ე. წ. ცხიმოვან მკვებებს ნავრთის ნივთიერება გლიცერინთან, რომელიც წყალში ადივალად იხსნება და არსებობს ფაქტები, რომელთა საფუძველზე შეგიძლია დავუშვათ, რომ ვალიეების დროს მკვლავდება ვანსაკუთრებული ფერმენტის საშუალებით ცხიმის ამგვარი დამლა შემადგენელ ნაწილებად — მკვად და გლიცერინად. უფრო მეტიც, ცნობილია, რომ თვისუსფად ცხიმოვან მკვას არსებობა ხელს უწყობს მკვალში ცხიმის დამლას და ე. წ. ემულსიის წარმოშობას, ე. ი. იმ თეთრ ცხიმის შემცველ სითხეებისა, რომელთაც ჩვენ რძეს ვუწოდებთ, როგორც მაგალითად, ძროხის, ნუშის, ყავაროსა და სხვა რძე. ემულსიის ეს წარმოშობა ცხოველურ ორგანიზმის კვებაში დიდად მნიშვნელოვანია; ადივილი შესაძლებელია, რომ ის ერთგვარ როლს ასრულებს ზეთოვან თესლების ჩანასახის კვებაშიც.

ახალგაზრდა ლევის კვების პირველი მხარე ჩვენს მიერ გამოკვლეულია. წყლის და ფერმენტების მოქმედებით უძრავი სამარაგო მასალა იხარჯება, ლევისათვის ხდება ხელმისაწვდომი და ჩვენ შეგიძლია უშუალოდ დავაბტუიოთ, რომ ჩანასახის ვანიციონება ამ მარაგის ხარჯზე მიმდინა-

რობს. პარკოსან მცენარეების თესლებს საკმარისია მოვაცილოთ ლენები, რომ შეწყდეს ჩანასახის შემდგომი ვანიციონება, თუნდაც მისი ლერო და ფესვი ოღნავ ვანიციონებულიც იყოს. არა უნდა ვიფიქროთ, რომ ჩანასახის ვანიციონების შეჩერება მისი ვაკუეით იყო ვამოწყვეული. პირიქით, ცდამ დავგანახა, რომ ჩანასახს მნიშვნელოვანი სიტოქსლის უნარიანობა შესწევს. ჩვენ შეგიძლია მისი დპკრა იგარძებე, სივანეზე, და ყოველი ნაწილი, თუ კი იგი დაკავშირებულია ლენებთან, რომლებშიაც მოთავსებულია საკვების მარაგი, დანიშნული ვანიციონებას. თუნდაც ჩვენ რომ მოვკრათ ფესვი და ლერო დეკუოვით ლენებთან დაკავშირებული, იგი უფრო სწრაფად ვანიციონდება, ვიდრე მთლიანი ჩანასახის დროს და, პირიქით თუ მოვკრით ლეროს კვირტი, და ფესვის დეკუოვით ლენებთან დაკავშირებულს, იგი უფრო ძლიერად ვანიციონდება, ვიდრე დაუზიანებელ ჩანასახს ვანიციონებდებოდა. ეს ვასაგვიტი არის: ამ შემთხვევაში ორი ორგანოდან ერთერთი სარგებლობს ორივესათვის მარგადებული საკვების მარაგით. ცილოვან თესლებში ჩანასახი თავის საკვების წყაროსთან — ცილასთან ორგანულად არ არის დაკავშირებული; იგი მას ან მის დეკუოვით ლენებთან ვანიციონება ცილა. მაგრამ ორივე შემთხვევაში სრულიად დაუზიანებლად შესაძლებელია ვამოცალკეედეს მისგან; ამიტომ არის, რომ ცილოვანი თესლებში უფრო მოხერხებული ობიექტებია ჩანასახის კვების შესასწავლად. მარცლოვანთა ცილა თავდაპირველად მშრალია, ფქვილისებრია, ვალიეების დროს თხელდება და ფთფის ან რძეს ემსგავსება. ამავ დროს ჩანასახის იმ ნაწილის ვარათ უჯრედები, რომელიც ეხება ცილას და რომელსაც ჩვენ ფარს ვუწოდებთ (სურ. 21. d, e, d. e — ფ) დარბილებულ ცილაში საწოვრების ან ბუსუსების სახით ჩაიხრება და შეწყვის მის საკვებ სითხეს. წიწიბურას და ბევრ სხვა მცენარეთა ჩანასახები კიდევ უფრო კარგ პირობებში იმყოფებიან: ისინი მთლიანად მოთავსებულნი არიან ცილის ნახევრად თხიერ მასაში და მასასადამე მთლი თვისი ზედაპირით შეიწოვენ საკვებ ნივთიერებებს. თუ ამ დროს ჩანასახს მოვაცილებთ ცილას, მაშინ მისი ვანიციონება შეწყდება, და პირიქით, მისი ვანიციონება შესაძლებელია ხელშეუნრად ვავაგრძელოთ, თუ მას ცილადან მოშორების შემდეგ მოვთავსებთ ფქვილიდან, ან სახამებლიდან მოშობადებულ-

კომის გუნდაში. რომ ჩანასახი იკვებება ამ კომით ღაგვიანებს არა მარტო ჩანასახის სწრაფი განვითარება, არამედ ჩვენ შეგვიძლია უშუალოდ დავარწმუნდეთ, რომ სახამებლის მარცვლები, რომელნიც ეგებიან ჩანასახს, განიცდიან დაშლას, ისინი გამოდრინილნი, ამოწოვილნი იქნებიან ჩანასახის მიერ.

ჩვენ უკვე რამდენჯერმე ვიხმარეთ გამოთქმა: ჩანასახი საკვებ ნივთიერებებს ამოსწოვს ცილიდან ან ლენბებიდან, მაგრამ როგორც ჩანს ეს გამოთქმა პირდაპირ არ უნდა გავიგოთ და ჩანასახში საკვებ ნივთიერებების გადასაცვლად უნდა ახსნილ იქნას დიფუზიის ზოგად მოვლენების საფუძველზე, რომელთაც ჩვენ უკვე გავეცანით წინა ლექციაში. მართლაც, ჩვენ დავინახეთ, რომ კვლა საკვები ნივთიერებანი გალიეების დროს ასნად მდგომარეობას იღებენ. ხოლო დიფუზიის კანონის თანახმად, ეს ხსნარები თესლის ყველა ნაწილებში და მათ შორის ჩანასახშიც თანაბრად უნდა განაწილდნენ. მაგრამ დიფუზიის როლი მხოლოდ ამ თანაბრად განაწილებაში, ამ წონასწორობის მიღწევაში მდგომარეობს. ხელახლა რა დაარღვევს ამ წონასწორობას, ასე ვთქვათ, რა გადაიყვანს სიმძიმის ცენტრის ცილიდან ჩანასახში? რით ავხსნით ჩვენ ცილიდან ჩანასახში ნივთიერებათა ამ გადასაცვლებას? ამას ჩვენ ავხსნით ისევე, როგორც წარსულ საუბარში ავხსენით გარეთა პერკლიდან რკინის მარილის შესვლა ჩვენს ხელმოწერულ უჯრედში, ე. ი. ხელახლა უხსნად მდგომარეობაში გადასვლით. ჩანასახში, მასში უშესული ხსნარები დაიხარჯებიან მისი უჯრედების წარმოქმნელ მოქმედებაზე, ახალი ორგანოების განვითარებაზე. ხსნადი ნახშირწყალი გლუკოზა გარდაიქმნება უხსნად ნახშირწყალ უჯრედისად, ღვიის ახლად წარმოქმნილ უჯრედების კვლად; ხსნადი და დიფუზიის უნარის მქონე ცილები გარდაიქმნებიან უხსნად და დიფუზიის უნარ მოკლებულ ამ უჯრედების პროტოპლაზმად. და როგორც ვიცობთ, ეს გარდაქმნა გამოიწვევს ჩანასახში გლუკოზის შესვლას ახალი რაოდენობით და ა. შ. დღეში ნივთიერებათა ეს გახსნა და დალექვა, რომელიც თითქოს წარმოადგენს ნივთიერებათა გადატანას თესლის ერთი ნაწილიდან მეორეში, ვაგრძელდება ვიდრე ისინი ურთიერთს ეხებიან. წარმოვადგინოთ, ორი პირობება შე-

თანხმად, რომ დროდადრო თავიანთი მოძრავი ქონება თანაბრად გაიყონ. შემდეგ წარმოვიდგინოთ, რომ ერთი მთავანი დაუფორებლად თავისი უძრავი ქონების ნაწილს მუდამ აქცევს მოძრავად, ხოლო მეორე პირობით, მოძრავის ნაწილს აქცევს უძრავ ქონებად. შედეგად მივიღებდით, რომ ჩანასახი ლენბებიდან და ცილიდან სწორად ასევე გამოსწოვს საზრდოს. იგი გამოსწოვს საზრდოს იმიტომ, რომ ის ვითარდება, და ვითარდება კი იმიტომ, რომ გამოსწოვს საზრდოს — მიზეზი და შედეგი, როგორც ყველა ასინციოტლ მოქმედებაში აქაც მქედროდ აიანს ურთიერთთან დაკავშირებულნი.

მაშასადამე ჩვენ ვებდაეთ, რომ ჩანასახის კვების მოვლენების საფუძვლად უღვეს დიფუზიის და გარდაქმნის იგივე ზოგადი მოვლენები, რომლებითაც ჩვენ წარსულ ლექციაში ავხსენით უჯრედის კვება. სხვაგვარად არც შეიძლება იყოს, რადგანაც ჩანასახის სიცოცხლენ მისი შემადგენელ უჯრედების სიცოცხლეებისაგან განსხვავდება.

აქამდე ჩვენ დავარწმუნდით, რომ თესლის გალიეების დროს მასში სწარმოებს ნივთიერებათა ერთი ორგანოდან მეორეში მხოლოდ გადასაცვლება. ახალგაზრდა მცენარის თითქოს ზომამში მომატებასა და ზრდის მიუხედავად მასში ამ ხნის განმავლობაში ქეშმარიტად მომატება, ე. ი. ნივთიერების მასის ზრდა არ აღინიშნება, ამაში დარწმუნება შეიძლება თესლის და ღვიის აწონის გზით. მაგრამ ამისათვის უბრალო აწონა არ იქნებოდა საკმარისი; თუ ჩვენ ჯერ უბრალოდ ავწონთ თესლს, ხოლო შემდეგ მის ღვიის, მაშინ უკანასკნელი ყოველთვის უფრო მძიმე აღმოჩნდება და ეს ადელივი გასაგებიც არის. ჩვენ ვნახეთ, რომ მცენარის სხვადასხვა ნაწილები წყლის მეტად სხვადასხვა რაოდენობას შეიცავენ — თესლებში იგი ცოტაა, მთელ მცენარეში საკმაოდ ბევრია*. გალიეების დროს ჯერ მთელი თესლი, უფრო გვიან კი ფესვი, შეიწოვს წყალს და ამით შეიძლება აიხსნას წონაში მომატება. თუ ჩვენ თესლსაც და ახალგაზრდა მცენარესაც წინასწარ ას გარდუსამდე გამოვაშრობთ, ე. ი. განვსაზღვრავთ მის შვრალ წონას, დავარწმუნდებით, რომ მცენარემ გალიეების განმავლობაში ზომის მომატების მიუხედავად წონაში მნიშვნელოვანი დანაკლისი განიცადა. იმალება საკითხი, სად წა-

* იხ. ანალიზების ცხრილი 31 გვ.

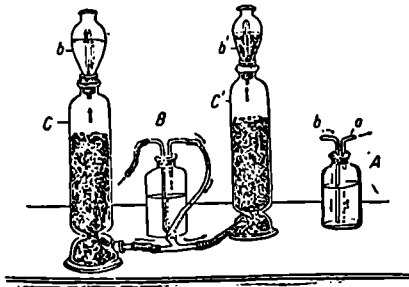
ვიდა ეს ნიეთიერება? ჩვეულებრივ არც თხიერ და არც მაგარ გამონაყოფს, როგორსაც ადგილი აქვს ცხოველებში ჩვენ ვერ ვამჩნევთ, იგი კიდეც რომ არასებობდეს შეგვიძლია მათთვის ანგარიშის გაწვევა და ღაერწმუნდებით, რომ იგი წონაში დანაკარგს სრულიად არ უდრის. უნდა დავეუშვათ, რომ თესლი ჰაერისგან განისებარ პროდუქტებს, რომ მათი ნაწილი ჰაერში აქროლებიან.

ამ მოსაზრებას პირდაპირ მივყევართ ვალიეების სპეციალური პირობიდან მეორის — ჰაერის მნიშვნელობის განხილვისათვის: როგორც ვიცით, ჰაერი შესდგება ეანგებლი და აზოტისაგან; ცდა გვიჩვენებს, რომ თესლს ესაქიროება სახელდობრ ეანგებადი. თესლი არ ღივდება თუ ის ნიადაგში ღრმად არის ჩაფლული ან ისეთ წყალქვეშ არის მოთავსებული, რომლის განახლება არ ხდება, მაგრამ სწორედ ასევე იგი არ ღივდება ან აჩერებს განვითარებას თუ გარემოცული იქნება უთანგებლო ჰაერით, ექვს გარემოებას ეანგებადი ესაქიროება. მაგრამ რაში მდგომარეობს ამ ეანგებადის მოქმედება? ძნელი არ არის იმის დამტკიცება, რომ თესლის მიერ იგი შთაინთება. ეანგებადი წესს ხელს უწყობს; უთანგებლოდ ანეთებული სხეულები ჰქვებიან. მასასადაამე თუ ვალიეების პროცესში მყოფი თესლები შთაინთავენ ეანგებადს, მაშინ თუ მათ რამდენიმე ხანს დავეტოვებთ ჰაერის გარკვეულ რაოდენობაში, ამ ჰაერში მოისპობა ეანგებადი და ჰაერი წვისათვის უფარგის იქნება. ამ განიერ ყელიან ქურკლის ფსკერზე, რომელიც მკიდროდ არის დაბურული მიწის საცობით, ათი საათის წინ ჩაყარეს გაღივებული თესლები; მე ვხსნი მას და შემატქს მასში ანეთებული კვარი: იგი მაშინვე ჩაქრება, —

ცხადია. ამ ქურკელში ჰაერი ეანგებადს უკვე აღარ შეიცავს. ეს ეანგებადი თესლების მიერ არის შთაინთებული.

დაინახებთ რა, თუ რამდენი მსგავსებაა ცხოველის და თესლის კვების მოვლენებს შორის, უფლება გვაქვს დავაყენოთ საკითხი, — თესლი ჰაერის ეანგებადს ხომ არ გამოიყენებს იმავე მიზნისათვის, რომლისათვისაც მას იყენებს ცხოველი? ხომ არ არის იგი საჭირო მისი სუნთქვისათვის? როგორც თქვენთვის ცნობილია, სუნთქვა ძირითადად წესს წარმოადგენს. ჩვენ ჩავისუნთქავთ ეანგებადს, იგი მისხლის მიერ გადაიტანება სხეულის ყველა ნაწილებში, ეანგავს, სწავებს მის წყალბადის და ნახშირბადის ნაწილს და გამოჰყოფს მათ ნახშირორგანვს და წყლის სახით. ამაში დარწმუნება ადვილია შემდეგი მარტივი ცდის საშუალებით, რომელიც გვიჩვენებს, რომ ჩვენს მიერ ჩასუნთქული და ამოსუნთქული ვაზი ერთმანეთისაგან განსხვავდება და რომ უქანასკნელი ნახშირორგანვს მისცავს. ნახშირორგანვს სხვა ვაზებიდან განსახვავებლად შემდეგი ორი ნიშნით სარგებლობენ. თუ ნახშირორგანვს გავატარებთ კირწყალში, ე. ი. წყალში, რომელშიც გახსნილია მწვავე კირი, მაშინ ეს სრულიად გამჭვირვალე წყალი იმდღერევა, და იმდღეება ცარცი, ე. ი. ნახშირმწვავეკირი, კირის შენაერთი ნახშირორგანვთან. მე ვიღებ ქურკელს (სურ. 22 A), რომლის საცობშიაც ვაყენებთ ორი მუსლიანი მილი: ერთი, ბოლოთი ჩაძირულია კირწყალში, მეორე, რომელიც უფრო მოკლეა, სითხის დონეს ვერ აღწევს. ჯერ პირში ვიტეხ მოკლე (ა) მილს და შევიტყობთ; მეორე გრძელ მილის საშუალებით ჰაერი გარედან ბუშტებად გადის სითხეში, მაგრამ იგი არ იმღერევა. მოვებრუნებ ქურკელს, ვიღებ პირში გრძელ მილის (ბ) ბოლოს და ამოვიტყობთ; იგი ხელახლა ბუშტების სახით გაივლის სითხეში, მაგრამ ამ შემთხვევაში იგი მაშინვე იმღერევა. იმის დასამტკიცებლად, რომ თეთრი ნალექი ნამდვილად ცარციაა და, რომ იგი ნახშირორგანვს შეიცავს, ვუმატებ რამდენიმე წვეთ ძმარს, ნალექი უშიშინით ვიხსნება, ვაზის მოშიშინე ბუშტები სხვა არაფერია თუ არა ნახშირორგანვა, რომელიც მე ეს არის ამოვიტყობ.

მეორე სინჯი ნახშირორგანვზე შემდეგში მდგომარეობს. ყველა ე. წ. მწვავე ტუტებში, ხარბად შთაინთავენ ნახშირორგანვს. ვიღებთ ერთის



სურ. 22.

მხრით გახსილ მიწის მიღს, რომელიც შეიცავს ნახშირორქანს, ხერგის თითოთი ეხურაეთ და ამგვარად ჩვეულებით ტურის ხსნართან კურკელში. როგორც კი ხერგის თითს მოვაშორებთ, ხსნარი მიღში სწრაფად აიწვეს და ბოლოს აყვებს მას. მასში მოთავსებული ნახშირორქანები გაჰკრა, ე. ი. სითხეში ე შთანთქა.

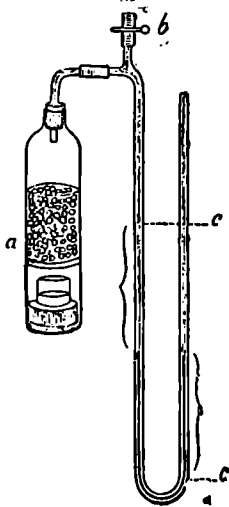
რადგან ნახშირორქანის გამოსაცნობი საშუალება მოგვეპოება, ჩვენ შეგვიძლია საკითხს დავუბუნდეთ, სუნთქვენი თუ არა გაღებების პროცესში მყოფი თესლები. საკითხის პირველი ნახევარი რომ უკვე ვადაქვეყნებ; დავინახეთ, რომ მათ უნაგზადლოდ არ უშუქლიათ არსებობა და, რომ ისინი მას შთანთქმვენ; დაგვჩნა საჩვენებელი ის, რომ ისინი შთანთქმულ ენგბადლის ნაცვლად გამოჰყოფენ ნახშირორქანს. თვალსაჩინოებისათვის ცდას ამგვარი სახე მივცეთ: ჩვეულებრივი ჰაერის დენი (სულერითა რა საშუალებით, ის უკვე ტექნიკური მხარეა და ცდას არსებითად არ ეხება) შუა კურკელში შეიყვანება (სურ. 22, B) ნახერგით (რომელიც ისრით არის აღნიშნული) მწვევე ტურის ხსნარში, ის ბუშტების სახით გავის დროს სტოვებს იმდენ ნახშირორქანს, რამდენიც არის ყოველგვარ ჰაერში და მით უფრო იმ დარბაზის ჰაერში, სადაც ბევრი ხალხი სუნთქავს. ამ კურკელიდან ნახშირორქანს მოკლებული ჰაერის დენი ორად იყოფა და გადის (როგორც სურათზეა ნაჩვენები ისრით) ორ კურკელში (c და d'), და ყოველ მათგანიდან გამოდის გარეთ ბუშტების სახით, კიარწყლიან ძაბრებში (ხ და ხ'), რომლებიც ორივე ხელსაწყოს თავზე მოთავსებულნი. ორივე ხელსაწყო საგვებით ერთიანია, მათში ტარდება იგივე ჰაერის დენი, მხოლოდ მარჯვენაში (c') ერთდენად ჩაყრილია კანაფის ან ბარის ცოცხალი გაღივებული თესლები, ხოლო მარცხენაში — იგივე გაღივებული, მაგრამ წინასწარ მოკლული, სულემით მოწამლული თესლები. ხელსაწყოებში მიმდინარე ჰაერი თესლების ზედაპირს გამუღმებით ეხება და გადის არის ძაბრებში (ხ და ხ') მოთავსებულ სითხეში. თქვენ უკვე ხედავთ განსხვავებას: იმ დროს, როდესაც მარცხენა კურკელის ძაბრში სითხე იწარჩუნებს თავის გამჭვირვალეობას, მარჯვენაში, — იგი უკვე აიძვრა და არის სურათზე შეხედულმა მიიღო; რამდენიმე წუთის შემდეგ მასში განჩნდება ცარცის დიდი ნალექი. ცხადია, რომ ცოცხალ გაღივებულ თესლების ფენაში გავლილი ჰაერი

შეიცავს ნახშირორქანს. ამგვარად თესლები შთანთქმენ ენგბადს და გამოჰყოფენ ნახშირორქანს. ახლა საჩვენებელი დარბაზი, რომ ეს ორი პროცესი ერთმანეთთან დაკავშირებულია, ე. ი. ნახშირორქანები გამოიყოფა შთანთქმული ენგბადის ნაცვლად. ამის ნახვა შესაძლებელია შემდეგი ცდით, რომელიც ამავე დროს ჩვენ მოგვცემს ამ სუნთქვის პროცესის ენერგიულიაზე გუჯლობის საშუალებას. მიწის ზარბ ა (სურ. 23) მავთულის ბალით ორ ნაწილად არის გაყოფილი; ზემოთ ჩაყრილია კენაფის გაღივებული თესლები, ქვემოთ, რომელიც დახურულია კაუჩუკის საცობით, მოთავსებულია პატარა კიკა მწვავე ტურის ხსნარით. ზარბის ზემო ნახერგები კაუჩუკის საცობით არის დახურული, რომელშიაც მოთავსებულია მუხლიანი ე. წ. მანომეტრიული მილი. ამ მიღში არის შეღებილი სითხის სვეტი და ხ-თან აქვს მოსაქერი ონკანი. ეს ონკანი ღიაა, იმიტომ რომ ხელსაწყოს შეგნით და გარეთ ჰაერი გაწონასწორებული იყოს. საცობარის ონკანის დაქუტვა, რომ ფერადი სითხის სვეტი მანომეტრის მარცხენა მუხლში დაიწყებს აწევას და მარჯვენაში — დაექცება ისე, რომ მისი დნე სულ მალე ერთში c-თან და მეორეში d'-თან იქნება. ამ ცდის აზრი ადვილი გასაგებია: კურკელის ზემო ნაწილში თესლები გამოჰყოფენ ნახშირორქანს, რომელსაც, როგორც ვიცით, ხარბად შთანთქმებს მის ქვემოთ მოთავსებული მწვევე ტურე; ამის გამო მთელ ხელსაწყოში სწარმოებს ჰაერის მოკლეობის შემცირება, რაც გელოდდება მანომეტრის მარცხენა მუხლში სითხის სვეტის აწევით. ეს ცდა ჩვენ პირდაპირ გვიჩვენებს, რომ ნახშირორქანები ჩნდება თესლების მიერ შთანთქმული სხვა ვაზის ნაცვლად, იმიტომ, რომ ნახშირორქანები ხელსაწყოში არსებული ჰაერის მხოლოდ ორ უერტ დღე ბოლოც, მაშინ ორში ერთს ექნებოდა ადგილი: ხელსაწყოში ჰაერის მოკლეობა ან მოიმატებდა, ან უცვლელი დარჩებოდა, (თუ დავეუგებდით, რომ ნახშირორქანები მწვავე ტურის მიერ გამოიყოფის თანავე შთანთქმებოდა), მოკლეობაში დაკლება განაწვეულია მით, რომ ენგბადი თესლების მიერ შთანთქმება და მის ნაცვლად ჩვეულებრივ გამოიყოფა იმავე მოკლეობის ნახშირორქანები, რომელსაც შთანთქმავს მწვევე ტურე; ამგვარ პირდაპირ იგი ერთდღივით დროს წარმოადგენს ენგბადის შესუნთქვისა და ნახშირორქანის ამოღუნთქვის

საზომს. სითხის სვეტის აწვევა ისე სწრაფად მიმდინარეობს, რომ მე ლექციის განმავლობაში რამდენიმეჯერ მომიხდებოდა ამ ონკანის (ხ-ს) გახსნა და შეფერილი სითხის ერთილიაგვე დონეზე დაყენება. მანომეტრის სითხის ეს მოძრაობა თესლების სუნთქვის მახვეწებელია, რომელიც თუშცა უხმა და უხილავია, მაგრამ მაინც საკმარისად ენერგიულად მიმდინარეობს.

უახლესი გამოკვლევანი გვიჩვენებენ, რომ როგორც ჩანს სუნთქვასთან მჭიდროდ არის დაკავშირებული ჩვენთვის ცნობილი ფერმენტების, სახელდობრ დიასტაზის წარმოქმნა. როდესაც წყალში დაჯირჯულ თესლებს, ათავსებდნენ ჰაერის ნაცულად წყალბადით ავსებულ კურკულში, ისინი აღარ ვითარდებოდნენ და მათში დიასტაზის აღმოჩენა არ შეიძლებოდა, იმ დროს როდესაც ასეთივე თესლებმა ჰაერის გარემოში მოგვეცა დიასტაზის შემცველი ლივეები. ამგვარად ჩვენთვის გასაგები ხდება სუნთქვის ერთერთი უახლოესი შედეგი, რომელიც სასიცოცხლოდ აღუძებს მცენარეს.

სუნთქვის ფაქტი ძღვევა მშრალი ნივთიერების წონაში იმ მუდმივად დანაკლისის ახსნას, რამაც გვაძლავს ყურადღებას მივუქცევა თესლის ჰაერ-



სურ. 23.

თან დამოკიდებულების საკითხისათვის. სუნთქვა არის ორგანული ნივთიერების — ნახშირბადისა და წყალბადის მუდმივი ნელი წვა; და მართლაც, თუ შევადარებთ თესლის და მის მიერ მოცემულ ლივის ელემენტარულ ანალიზს, დავრწმუნდებით, რომ წონაში დანაკლისი მოდის სწორეთ ამ ელემენტებზე, იმ დროს, როდესაც აზოტის რაოდენობა უწყველი რჩება.

დავრწმუნდით რა, რომ გალიეების პროცესში მყოფ თესლში არსებითად სუნთქვის ისეთივე პროცესი მიმდინარეობს, როგორც ცხოველის ორგანიზმში, ჩვენ უფლება გვაქვს გადავღვათ კიდევ ერთი ნაბიჯი და ვიკითხოთ: ამ პროცესს მცენარეთა ორგანიზმში თან ხომ არ სდევს ისეთივე შედეგები, როგორსაც ცხოველში აქვს აღგვილი? რადგან სუნთქვა, არსებითად წარმოადგენს ნელ წვას, ცხოველს უნარჩუნებს ტემპერატურას, ათბობს მას; ხომ არ ათბობს იგი ახალგაზრდა ჩანასახვან მცენარესაც, განვითარებისათვის აუცილებელი სითბოს მიწოდებით? ეს საკითხი ჩვენ მიგვიყვანს გალიეებისათვის საჭირო სამი პირობიდან, უკანასკნელის — სითბოს გავლენის განხილვამდე.

არა მარტო ზუსტი ცვა, არამედ საკმარისად უხეში დაკვირებაც კი გვარწმუნებს იმაში. რომ გალიეების დროს როგორც ჩანს სუნთქვის შედეგად თესლები შესამჩნევად ხურდებიან. ასე მაგალითად, უკვე დიდი ხანია შემჩნეულია, რომ ალაოს მოშადების დროს ქერის გალიეებული თესლების გროვები იმდენად ცხელდებიან, რომ უფერმომეტროდაც ხელით შესაძლებელია სითბოს მომატების შემჩნევა. ყოფილა შემთხვევები, რომ დაოდილი თესლები თვითონ ანთებულან, მაგრამ აქ ნორმალურ სასიცოცხლო მოვლენებს უერთდებიან კიდევ ლაბის და წვის პროცესები, ე. ი. სიცოცხლე უხილავი მიკროორგანიზმებისა. უფრო ზუსტ ცდებში, სადაც შექმენისდაგვარად ცდილობდნენ თავიდან აეცილებინათ ეს უკანასკნელნი, შესაძლებელი გახდა გარემოს ტემპერატურასთან შედარებით 4 — 10 ან უფრო მეტი გრადუსით ტემპერატურის მომატება. როგორც ჩანს, ეს გათბობა სასარგებლოა განვითარებაში მყოფი ლივისათვის, რადგან მიწათმომქმედთა მრავალრიცხოვანი დაკვირვებანი და ბოტანიკოსთა უფრო ზუსტი ცდები გვიჩვენებენ, რომ გალიეების სისწრაფე, ე. ი. ფესვაკის პირველი გამო-

ჩენა და შემდეგ ჩანასახის შემდგომი ზრდა პირდაპირ დამოკიდებულებაშია ტემპერატურასთან: ამასთანავე სხვადასხვა მცენარეთათვის სხვადასხვა საზღვრები არსებობს, რომლის დროსაც ისპობა გალივეების შესაძლებლობაა. ძალიან ბევრი მცენარებისათვის შესაძლებელია აღინიშნოს ის უდაბლესი ტემპერატურა, რომლის დროსაც იგი იწყებს გალივებას და ის უმაღლესი, რომლის დროსაც იგი ისევ კარგავს ამ უნარს; ამ ორ საზღვარს შორის გალივების სისწრაფე ვარკვეულ ტემპერატურამდე იზრდება და შემდეგ კლებულობს. ამგვარად ჩვენ ვარჩევთ სამგვარ ტემპერატურას: უდაბლესს და უმაღლესს, რომელნიც საჭიროავენ გალივების შესაძლებლობას და საუკეთესოს, როდესაც პროცესი ყველაზე წარმატებით, ე. ი. სწრაფად მიმდინარეობს. ასე მაგალითად, ჩვენი ხობილუული მარცვლოვანი კულტურები ჩვეულებრივ გალივებას იწყებენ $+2^{\circ}$ — $+3^{\circ}$ დროს და რაც უფრო მაკულობს ტემპერატურა, მით უფრო გალივება სწრაფად მიმდინარეობს, მაგრამ რეომეტრით 15° — 16° -დან ეს პროცესი ისევ ნელდება და 30° -ზე თითქმის წყდება. დიდხანს ფიჭობინენ, რომ 0° -ზე, ე. ი. წყლის გაყინვის ტემპერატურაზე არაერთი სიცოცხლეს, მაშასადამე არც გალივებას ადგილი არა აქვს, მაგრამ არც ისე დიდი ხანია მას შემდეგ, რაც ჩატარდა საინტერესო დაკვირვება, რომ თესლები შესაძლებელია ყინულშიც კი გალივდნენ. ჩატარებული იქნა შემდეგი ცდა: ყინულის ნაქერში ამოტეხილ ღარში ჩადებულია თესლები და ზემოდან ახურავს ყინულის მეორე ნაჭერი; ყველაფერი ეს ყუთშია მოთავსებული და გარშემო კიდევ ერთი არზინის სისქე ყინულით არის შემოვლებული, იანვარშიც და მარტშიც დგას სარდაფში, ორი თვის შემდეგ, ე. ი. მარტში და მაისში სულ სხვადასხვაგვარი მცენარეების: ხობილის, ჰეაის ბარდას, კობოსტოს, მდოგვის თესლები გალივებულნი აღმოჩნდნენ; მათი წვილი ფესვები შეჭრილიყვნენ ყინულის სისქეში. ეს საკვირველი, მთულოდნელი, მაგრამ სრულიად სარწმუნო ცდა, ისევე, როგორც ამგვარი ფაქტები ზოგიერთი ალპური მცენარეების თოვლში აყვავლებისა, ალბათ უნდა აიხსნას იმ სითბოთი, რომელიც ვითარდება მცენარის სუნთქვით და რითაც შესაძლებელი ხდება მცენარესთან ახლო მოთავსებული ყინულის გაღობა. საერთოდ 0° დროს რაიმე სიცოცხლის არსებობას შეუძლებ-

ლად სთელიდნენ, სხვათაშორის იმ გარემოების გამო, რომ ამ ტემპერატურის დროს წყალი იყინება, მაგრამ ეს სწორი არ არის, რადგან ცნობილია, რომ წყალი შესაძლებელია 0° უფრო დაბალ ტემპერატურაზედაც არ გაიყინოს. ასე მაგალითად, მეტად წვილ კაბილარულ მილებში იგი 10° -ზედაც კი არ იყინება.

ამგვარად ჩვენ ვებღაუბრებთ, რომ გალივება და საერთოდ სასიცოცხლო პროცესები შესაძლებელია მიმდინარეობდეს მხოლოდ საკმაოდ ვიწრო ფარგლებში, 0° -დან 40° -მდე. მაგრამ ეს საზღვრები არ შეეხება მოსვენებულ მდგომარეობაში მყოფ თესლებს. მათში წყლის არ არსებობის და სიმშრალის გამო მათ უფლებლად შეუძლიათ აიტანონ გაცილებით უფრო უკიდურესი ტემპერატურები. ასეთ მდგომარეობაში ისინი ერთის მხრივ შესაძლებელია ჩავაყენოთ 100° — 120° სითბოს პირობებში, ხოლო მეორეს მხრივ — დაბალი ტემპერატურის პირობებში, რომელსაც მივიღებთ თბელი ჰაერის საშუალებით, ამით მათ აღმოცენების უნარი არ დაეკარგებათ. მაშასადამე მოსვენებულ მდგომარეობაში მყოფ თესლს ახასიათებს ტემპერატურის მიმართ მნიშვნელოვანი გამძლეობა, რაც მის ერთერთ მნიშვნელოვან თვისებას წარმოადგენს.

ასეთია გალივების განმსაზღვრელი მესამე ფაქტორის, ე. ი. სითბოს მნიშვნელობა. არ უნდა ვიფიქროთ, რომ სითბოს დამჭარებელმა, სიცვიც დამთრგუნველმა გავლენამ და ამ ზღვრების არსებობამ გამაომაქლავა ცოცხალი ორგანიზმისათვის განსაკუთრებულად დამახასიათებელი თვისება. პირიქით, ჩვენ ვიციით, რომ აქ მიმდინარე ქიმიურ და ფიზიკურ პროცესების დიდი ნაწილი დამოკიდებულია არის ტემპერატურაზე. ასე მაგალითად, ტემპერატურის მომატება აჩქარებს დიფუზიას და სითხის მოძრაობას კაპილარულ ქუჩებში. ტემპერატურის მომატება ავრთვეს აჩქარებს დიფუზიის მოქმედებას სახამებელზე, მაგრამ შესაძლებელია ითქვას: თუ ტემპერატურის მატებასთან ერთად ხდება ფიზიკური და ქიმიური მოვლენების აჩქარება, მაშინ რატომ ხდება, რომ ტემპერატურის შემდეგი მატება თესლის ცხოველყოფილობაზე დამთრგუნველად მოქმედებს? რატომ არსებობს ვარკვეული უფრო ხელსაყრელი ტემპერატურა? ხომ არ უნდა დავინახოთ ამაში ცოცხალი ორგანიზმის თავისებურება? ამ მოსაზრების დაშვება ჯერჯერობით

არ გვესაქიროება, ჩვენ ვიცით, რომ თუ სითბო ხელს უწყობს ზოგიერთ ქიმიურ პროცესებს, რომელნიც თავის მხრივ ხელს უწყობენ სასიცოცხლო მოვლენების აჩქარებას, იგი ისეთ პროცესებსაც იწყვეს, რომელშიაც სიცოცხლე შეუძლებელია. ასე მაგალითად: პროტოპლაზმა — ეს ყოველი ცოცხალი ორგანიზმის საფუძველი, შეიცავს კილოვან ნივთიერებას, რომელიც R 50⁰-უკვე ციროქსის ნივთი მსგავსად დედებდა, მაგრამ ალბათ უკვე ამ ტემპერატურაზე ადრე იწყებს შეცვლას. გასაგებია, რომ თუ ტემპერატურის მომატება ერთობლივად თვისლის ცხოველყოფილობის მიმობრ იწყებს, როგორც ხელშემწყობ ისე ხელშემშლელ პროცესებს, მაშინ ეს ცხოველყოფილობა ყველაზე ენერჯიულად უნდა მიიღინარებოდეს გარკვეულ საშუალო ტემპერატურის დროს, როდესაც ტემპერატურის დაღმართი და უარყოფითი მოქმედება ყველაზე უფრო ხელსაყრელ მდგომარეობას ქმნის. ამგვარად გაღივების პროცესში მყოფ თესლზე ტემპერატურის მოქმედება-შიაც ჩვენ არაფერს იმგვარს არ ვხვდებით რაც გვაიძულებდა უფრო გვეთქვა ამ დროს მიმდინარე მოვლენების ფიზიკა-ქიმიურ ახსნაზე.

დაგვრჩა განსახილველი თესლების სიცოცხლის კიდევ ერთი მხარე — მხარე, რომელიც საშუაზაროდ ნაკლებად არის შესწავლილი; ეს არის — სხვადასხვა თესლებში სიცოცხლისუნარიანობის, ე. ი. აღმოცენების უნარის შენარჩუნების სხვადასხვა ხარისხი. არსებობენ თესლები, რომლებიც აღმოცენების უნარს ინარჩუნებენ წლების, ათეულები წლების, საუკუნეების განმავლობაში; არსებობენ სხვებიც, რომელთაც უნარი აქვთ დედამეცენარეს პოპორებიდან აღმოცენდნენ მხოლოდ რამდენიმე დღის შემდეგ და ისევ მალე კარგავენ ამ უნარს; ასეთებია მაგალითად, ყავის, ტრიფის თესლები. და კიდევ არსებობენ ისეთებიც, რომელთაც უნარი აქვთ აღმოცენდნენ მხოლოდ კარგა ხნის შემდეგ. ამ უქანასკნელ კატეგორიის უმთავრესად მიეკუთვნება კუკუკოვანთა უმრავლესობა. ალბათ აქვთ მოვლენის დაკვირვებით გამოკვლევის დროს, შესაძლებელი ვახდება მისი უახლოესი მიზეზის პოვნა. მრავალი წლების განმავლობაში აღმოკვების უნარის შენარჩუნების თვისება არსებითად არ უნდა წარმოადგენდეს რაიმე საკვირველს; თუ თესლი წყლის აუცილებელ რაოდენობას არ შეიცავს ან დაკულია ატმოსფეროს ზეგავლენისაგან თავისივე გარსებით

ან სხვა რაიმე საშუალებით, მაშასადამე მოკლებულია ქიმიურ ცვლილებების გამომწვევე ერთერთ პირობას, მაშინ, თუ გამოირკმულია შევანიკური დაზიანება, მასზე დროის გაგენა ძნელ წარმოსადგენი იქნება. და მართლაც არსებობენ იმის დასამტკიცებელი უტყუარი ფაქტები, რომ ას წელზე მეტი ხნის ჰერმარეუმებიდან აღებული თესლები ძალიან კარგად აღმოცენდნენ. მაგალითად მოჰყავთ მუმიების ხორბალი, რომელიც ეგვიპტელების აკლდამებში მუმიებთან ერთად ათასი წლით იყო მოთავსებული. მაგრამ ეს უქანასკნელი მაგალითი თავისით სარწმუნო არ არის. ამასთანავე თესლის უნარი მრავალი წლების განმავლობაში მოსვენებულ მდგომარეობაში ყოფნისა და ამ ხანში ხელახლად გამოკვლევის უნარის შენარჩუნება არ წარმოადგენს მხოლოდ მათ განსაკუთრებულად დამახასიათებელ ნიშანს. ცნობილია, რომ ბევრი უმარტივესი მიკროსკოპიული ობობასებრი, კიბი და სხვა ცხოველები ფენისისებრ გამოვლენილი და ამ სახით წლების განმავლობაში შენახული — დასველებითთანავე ხელახლად გამოკვლდებიან. უფრო სამწელოა მეორე უკიდურესობის, ე. ი. გაღივების უნარის სწრაფად, რამდენიმე დღის შემდეგ დაკარგვის თვისების ახსნა; ეს ფაქტები, უფრო იმის სასარგებლოდ ლაპარაკობენ, რომ თესლს უნდა გააჩნდეს თავისებური ცხოველყოფილობა, რომელსაც იგი დროის განმავლობაში კარგავს. მაგრამ არც იმის თქმა არის შესაძლებელი, რომ მათთვის არ არსებობდეს არაერთი ახსნის შესაძლებლობა, რომ მისი არ წარმოადგენდენ ორგანიზმის გარეთ მიმდინარე მოვლენების ანალოგისა. ასე მაგალითად, ყავის თესლები შეიცავენ სამარავო ნივთიერებებს უმთავრესად უჯრედისის სახით, რომლისგანაც შესდგება მათი მაგარი რქისმაგვარი ცილა. ადილი შესაძლებელია, რომ ამ ცილის ხსნადობა დროთა განმავლობაში ძალიან ცვალებადობს, რადგან უჯრედისმა ორგანიზმის გარეშეც შესაძლებელია განიცადოს ამგვარი ცვალებადობა. ახლად დალექილი ან სველად შენახული უჯრედისი გარკვეულ რეაქტივში ადილად იხსნება, მაგრამ იგივე უჯრედისი, თუ გამოშრია და შექმნა მკვრივი რქისმაგვარი მასები, თითქმის უხსნადი ხდება. შესაძლებელია, რომ რაღაც ამის მსგავსს ადგილი აქვს ყავის თესლებშიც, ე. ი. რომ მხოლოდ ახალი თესლი შეიცავს ხსნადობის უნარის მქონე უჯრედისს. რაც შეეხება თესლების

უქანასკნელ კატეგორიას, ე. ი. იმათ, რომელთაც ზოგჯერ ვალეიებისათვის რამდენიმე წელიწადი სკირადებათ, როგორც არიან მაგალითად კურკოვანი ნაყოფების თესლები, მართო მექანიკური წინააღმდეგობა, რომელიც მათ უნდა დასძლიონ შეიძლება იყოს ნელი ვალიების მიზეზი და მართლაც ხშირად, ჩვენ ამ ნაყოფების და თესლების მკერფივი გარის ვაკეეთით მივგვილი მათი ვალიების დაჩქარება.

* *

შევაჯამოთ ყოველივე ის, რაც ნათქვამია ვალიების მოვლენის შესახებ; შევეცადოთ წარმოვადგინოთ მცენარის სიცოცხლის ამ სრულიად თავისებოთი პერიოდის ზოგადი დახასიათება.

ვალეების პერიოდი ხასიათდება მით, რომ მის განმავლობაში მცენარე არ საკიროებს გარეშე წყაროდან მიღებულ საკვებს: იგი არსებობს ცილაში ან ლებნებში გადაღებული სამარავო საკვების ხარჯზე. თესლის გასალივებლად აუცილებელია: წყალი, ენგბადი, ჰაერი და სითბო. წყლის მოქმედება ორგანიზმის ხასიათისაა — მექანიკური და ქიმიური: იგი მექანიკური მოქმედებით იწყებს თესლის გაიგივების, ხეთაქვის მის გარსებს და აძლევს ირგვლივ მყოფ მიწის ნაწილებს წინააღმდეგობის დაძლევისათვის აუცილებელ ძალას; ქიმიურად — იგი ხსნის ჯერ სხვადასხვაგვარ ფერმენტებს, ხოლო შემდეგ მათ დახმარებით უხსნად სამარავო ნივთიერებებსაც. ეს ხსნარები შეიძლება ჩანასახში და იხარჯებიან მისი ზრდისათვის, სადაც ხელახლა გადადიან უხსნად ან ძნელად ხსნად ფორმაში. ამ პროცესებთან ერთდროულად თესლში თავს იჩენს სუნთქვა, რომელიც როგორც ჩანს მეტად იშვიათი გამონაჟისების გარდა (მათ შესახებ ლაპარაკი იქნება ქვემოთ), ახასიათებს ყველა ცოცხალ ორგანიზმს. ყოველივეს რაც კი ცხოვრობს დედამიწაზე, სუნთქვით ერთდროულად იხსნება წონის დაქარავეც და ტემპერატურის აწევა, რომელიც ადგილი აქვს ვალიების პროცესში მყოფ თესლებში. ამგვარად ზოგადად მოცატების მიუხედავად ამ პერიოდის განმავლობაში მცენარე არამეტო ზრდის თავის მასას, არამეტო აგროვებს ნივთიერებას, არამედ პირიქით, ხარავს მას. ვალიების დროს ადგილი აქვს ნივთიერე-

ბათა მხოლოდ გარდაქმნას და არა შეთვისებას. მაშასადამე ჩვენ დარწმუნდით, რომ საკვებ ნივთიერებათა შეთვისების მოვლენა და ზრდის მოვლენა ყოველთვის ერთდროულად არ მიმდინარეობს და ვალიების პერიოდის საუკეთესო დახასიათება იქნება თუ ვიტყვი, რომ მის დროს ზრდა შეთვისების გარეშე სწარმოებს.

მცენარის სიცოცხლის ეს პერიოდი რამდენადმე შეიძლება შევადაროთ ადამიანის აღზრდისა და განვითარების პერიოდს. ამ პერიოდის ბოლომდე არც ადამიანს და არც მცენარეს არ შეუძლიათ დამოუკიდებელი და ნაყოფიერი მოქმედება. ისინი არსებობენ წინა თაობის მიერ მზრუნველობით დაგროვილ მარავის ხარჯზე, და ვერ ვიტყვით, რომ ეს შედარება ადამიანის სასარგებლოდ წყდებოდა; პირიქით, მცენარე მისაბამ მაგალითს წარმოადგენს. ერთის მხრივ მშობელი-მცენარეები იმისათვის კი არ ზრუნავენ, რომ დაავაროვნ სიმდიდრე და მით უზრუნველყონ თავიანთი შთამომავლობის უსაქონლო და უდარდელი არსებობა, არამედ უგროვებენ ზუსტად იმდენს, რამდენიც საკიროა მათ გასანვითარებლად და მცნამარგებლად; ხოლო მეორის მხრივ შვილი მცენარეები არ ფლანგვენ ამ მიზრთ მემკვიდრეობას, ისინი იყენებენ მას თავის განვითარებისათვის, მომავალი სასიცოცხლო ბრძოლისათვის ძალ-ღონის მოსაპრეფად. ამ პერიოდის ბოლოს მცენარე უკვე სრულიად განვითარებულია და მზად აქვს ორგანოები მომავალი მოქმედებისათვის. მეტად საკულისხმოა ისეთი მცენარეების არსებობა, რომელთა ვალიების მთელი პერიოდი დედამცენარეზე მიმდინარეობს, ასეთია ცნობილი *Rhizophora Mangie*, რომელიც ხარობს ტროპიკულ ზღვის სანაპიროებზე იმ ზონაში, რომელიც ჩვეულებრივ ზღვის მოქცევის გამო წყალი იფარება.

ამ ცოცხალშობი მცენარის თესლები ღივებთან ნაყოფში და ჯერ კიდევ დედამცენარეზე ყოფნის დროს ჰქმნიან ვრძელ, მძიმე და წაწვეტიანებულ ფესვს. განვითარების გარკვეულ სტადიაში ისინი ექლებიან დედამცენარეს, ამ ფესვით ჩაესობიან წებოვან შლამში და პირდაპირ აგრძელებენ სიცოცხლეს *.

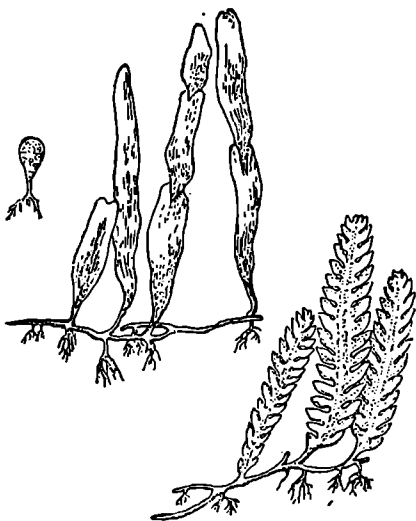
ვალიების პერიოდის დამთავრებისთან ერთად მცენარეში თავს იჩენს შრომის ფიზიოლოგიური განაწილება. საერთო ფიზიოლოგიური

თვალსაზრისით მცენარეს აქვს ორი მეტნაკლებად განვითარებული შესაბამისი გარემოსთან შეგუებული — ფესვის და ფოთლების ზედაპირი; ეს ორი ზედაპირი შეერთებულია შორისულ ორგანოთი — ლეროთი. ამგვარია მცენარის საერთო ფიზიოლოგიური სქემა, რომელიც თავს იჩენს ძალიან ადრე მცენარულ ორგანიზაციის უმდაბლეს საფეხურებზედაც კი. მაგალითად არსებობენ ერთ უჯრედლიდან შემდგარი წყალმცენარეები, მაგრამ ამისდაძიუხედავად მათ აქვთ ფოთლის, ფესვის და ლეროს ანალოგიური ნაწილები. აი წყალმცენარე, რომელიც ხშირად გვხვდება ნესტიან მდელოებზე, იგი შესდგება გამრგვალებულ მწვანე თავისა და უფერულ დატოტვილ ფესვისებრ ფუქისაგან (სურ. 24 მარცხნივ ზემოთ), რომლითაც მაგრდება ნიადაგში. იგი მხოლოდ უბრალო ბუტჩია, მაგრამ მასში ჩვენ უკვე ვამჩნევთ ფიზიოლოგიურად განსხვავებულ ორ ნაწილს. აი მეორე უფრო საკვირველი, თბილ ქვეყნების ზღვებში

მცხოვრები წყალმცენარის მაგალითი (სურ. 24). ამ წყალმცენარის (კალერპას) ეგზემლარი, რომელიც ჩემს მიერ ნაპოვნი იყო პუცულოში ნეოპოლიტანურ ყურეში ქაღალდზე გასწორებული, ხელის მტევნისაგან ზედაპირს ჰფარავს, მაგრამ გვხვდებიან უფრო დიდი ეგზემლარებიც. ეს გიგანტური უჯრედია — იგი მთელ ორგანულ სამეფოში ყველაზე დიდი უჯრედია — მას აქვს ნაწილები, რომელნიც საოცრად გვეანან მწვანე ფოთლებს, ლერებს, და უფერულ თეთრ ფესვებს, ლეროები გართხმული არიან ზღვის ფსკერზე, ფოთლის მსგავსი ნაწილები ამოდიან ვერტიკალურად ზემოთ, ხოლო ფესვაკები იფლობიან შლამში. ამისდამიუხედავად იგი ერთი და იგივე ერთ საერთო ღრუს მქონე უჯრედს წარმოადგენს *.

გასაკვირა, რომ ასეთი არა მსგავსი ორგანოები, როგორიც არიან ფესვი, ფოთლი და ლერო, სრულიად სხვადასხვა ფუნქციებს უნდა შეესაბამებოდნენ და ამის გამო მცენარის სიცოცხლის შემდგომ შესწავლის დროს ამ ორგანოთა სიცოცხლე ჩვენ ცალ-ცალკე უნდა შევისწავლოთ.

გამოსარკვევი დარჩა კიდევ ერთი გარემოება, გადასაწყვეტია კიდევ ერთი საკითხი: როდის მთავრდება გალივების პერიოდი, როდის იწყება მცენარის დამოუკიდებელი სიცოცხლე? გალივების პერიოდი მთავრდება მაშინ, როდესაც გამოილევა საკვები ნივთიერების მარაგი; დამოუკიდებელი სიცოცხლე იწყება მაშინ, როდესაც იწყებენ ფოთლები მოქმედებას, ამისათვის კი მათზე უნდა იმოქმედოს სინათლემ, რომლის გარეშეც ისინი არ გამწვანდებიან, არამედ დარჩებიან ყვითელი ფერისა. მაშასადამე, აი გალივების პერიოდის კიდევ ერთი უკანასკნელი თავისებურება: მის მიმდინარეობის დროს მცენარე სრულიად არ არის სინათლეზე დამოკიდებული, იგი მას არ საკიროებს, სწორედ ამის გამოა, რომ ეს პერიოდი შესაძლებელია სინთლეში. მიწის ქვეშაც მიმდინარეობდეს, მაგრამ გამწვანებულ ფოთოლზე მოხედრილ მზის პირველ სხივებთან ერთად იწყება დამოუკიდებელი სიცოცხლე, მცენარე ახალ ორგანოებს ინეითარებს უკვე არა სხვა ნაწილების ხარჯზე, არამედ გარემოცველ არაორგანულ შენარჩუნების ხარჯზე, წონაში დაკლება ნელდება და ბოლოს იწყება მომატება, იწყება ნივთიერების შეთვისება.



სურ. 24.

* სურ. 24 კალერპას ორი სხვა მოცემული — ზემოთა ზეფლებრივი *Gaultheria prolifera*, რომელიც ხელთაშუა ზღვაში გვხვდება.

შესვი

ფესვის მნიშვნელობა.—ნიადაგის შემადგენლობა.—აუცილებელ საკვებ ნივთიერებების განსაზღვრის საშუალება.—ხელოვნური კულტურები.—წყლის კულტურები.—ახოტის, კალიუმის, რკინის, კალის მნიშვნელობა.—ფესვის მიერ მიღებული აუცილებელი საკვები ნივთიერებები.—ნიადაგში არსებული უშუალოდ საკვები და სამართავი ნივთიერებები.—ნიადაგის შთანთქმითი უნარი.—ნიადაგის გვარჯილის მნიშვნელობა.—ახოტის შეთვისება პარკოსანი მცენარეების მიერ.—რა ფორმით მოიპოვება ნიადაგში საკვები ნივთიერებები.—ფესვის ავებულება.—მისი შესანიშნავი განვითარება სივრცეში და ამ თვისების მნიშვნელობა.—ფესვის დამოკიდებულება თხივრ და მკვარ ნივთიერებების მიმართ.—ფესვის მიერ საკვებ ნივთიერებების მიღების საერთო მექანიზმი.

წინა საუბრის დასასრულს ჩვენ მივედით იმ დასკვნამდე, რომ გაღვივების პერიოდში ახალგაზრდა მცენარეს მცენარეული სიცოცხლის ყუელაზე დამახასიათებელი თვისება საკუთარი მასის მოშატება არ ახასიათებს. პირიქით, მიუხედავად მოკულობის თვალსაჩინო მომატებისა, წინაში იგი მუდმივად კლებულობს, რადგან თავის ნივთიერებების ნაწილს ხარკავს სუნთქვის პროცესში.

მხოლოდ იმ დროიდან, როდესაც მისი ორგანოები გამოცალკევდებიან და იწყებენ თავიანთ ფუნქციების შესრულებას, როდესაც მისი ფესვი ჩავა ნიადაგის სიღრმეში და ღერო თავის ფოთლებით აიწეებს ჰაერში, სინათლისაქვე,—მხოლოდ იმ დროიდან გამოყოფილი მცენარის სრული დამოუკიდებელი სიცოცხლე, რომელიც გამოიხატება მის კვებაში გარემომცველ ნივთიერებათა ხარკვზე, გარემოს ნივთიერებათა ნამდვილ შეთვისებაში.

ჩვენ უკვე ვიცით, თუ რომელ ნივთიერებებში არიან ესენი; ეს ის თორმეტი ელემენტია, რომელნიც ჩვენს მიერ ზემოთ (გვ. 25) იყო ჩამოთვლილი. დავგრაზა ვადასაწყვეტი საკითხი, საიდან იღებს მცენარე ამ სხვადასხვაგვარ ნივთიერებებს, რომელ გარემოდან, მიწიდან, წყლიდან თუ ჰაერიდან და რა გზით შედიან ისინი მცენარეში? ამ საკითხის გადასაწყვეტით ჩვენ ვადასაწყვეტო, ორ ორგანოს—ფესვისა და ფოთლის შორის რომელი უნდა ჩაითვალოს მცენარის კვების ორგანოდ, თუ ისინი ორივენი თავისი მხრივ ამ მიზანს ემსახურებიან.

დავიწყეთ ფესვიდან, რადგან ამ ორგანოს შესწავლა უფრო მარტივია. უკრ ერთი, ალბათ არავის არასოდეს ეგვი არ შეპარავია, რომ ფესვი მცენარის კვებას ემსახურება, ხოლო მეორეს მხრივ კი ძნელი არ არის იმის დამტკიცება, რომ ნივთიერებათა ნაწილი მაინც მცენარეში ფესვის გარეშე ვერ მოხვდება. აიე მაგალითად, ნაქრის შემადგენლობაში შემავალი სხეულები ჩვეულებრივ პირობებში გაზისებრ მდგომარეობაში ვერ იარსებებენ, ამიტომაც დაწვის შემდეგ ისინი ნაქარში რჩებიან და არა მცენარეულ ნივთიერების იმ ნაწილში, რომელნიც იწყის და აქროლდება. მაშასადამე ყოველივე ის, რასაც ჩვენ ვპოულობთ ნაქარში, უნდა ვფიქროთ ნიადაგში. აქედან გაპოვებულ დასკვნა, რომ ეს ნივთიერებანი შედიან ფესვის საშუალებით. სხვა ნივთიერებანი კი შესაძლებელია არსებობდნენ ნიადაგშიაც და ჰაერშიც, მაშასადამე მათი მცენარეში შესვლის გზა ჩვენთვის დაუკავია. წინასწარ, სანამ ცლით არ მივიღებთ პირდაპირ პასუხს ჩვენ არ შეგვიძლია ვთქვათ ისინი საიდან, ნიადაგიდან თუ ჰაერიდან არიან მიღებული, ფესვის თუ ფოთლის გზით შედიან მცენარეში.

დავიწყეთ ფესვიდან: ვნახოთ რას, და როგორ იღებს იგი ნიადაგიდან, და რატომ იღებს სწორედ იმას, რაც მცენარისათვის არის აუცილებელი.

მაგრამ, სანამ ფესვის და მის ფუნქციის შესწავლას შევედგებოდეთ, აუცილებელია გავცნოთ იმ გარემოს, რომელშიაც მას უხდება ცხოვრება —

აუცილებლად უნდა შეეჩერებოდნენ ნიადაგზე და მის შემადგენლობაზე.

მცენარეულობის დაფარული ყოველი ნიადაგი ორ მკვითრად განსხვავებულ შემადგენელ ნაწილსაგან შედგება: საწვევი, უწყვი ანუ ორგანული და არაორგანული ნაწილებსაგან. ნიადაგის შავი ფერი დამოკიდებულია მასში არსებული ორგანული ნაწილისაგან, ე. ი. დამაბინი მცენარეების ნარჩენებისაგან. შავ ნაწილს, რომელიც ნიადაგის გახურების დროს იწყის ნეშომპალა ეწოდება. ყველაზე შავ ნიადაგებშია კი ან დღევანდელი შემთხვევებში, იგი, შედარებით ცოტაა, იშვიათ შემთხვევებში აღემატება 10%⁶.^{*} გახურებულ, მუხასადავებ ნეშომპალა ორგანულ ნივთიერებას მოკლებულ ნიადაგს, აქვს უწყვეტ არა შავი, არამედ მოყვითალო ან მოწითალო ფერი. გახურების შემდეგ დარჩენილი მინერალური ნივთიერებები, რომელიც რაოდენობით ნიადაგის მთავარ ნაწილს წარმოადგენენ, მათი ხვადისაგან ხსნადობის მიხედვით შეფასებულია სამი ჯგუფად დავყოფი. მათი ყველაზე უმნიშვნელო ნაწილი იხსნება წყალში; მეორე უფრო დიდი ნაწილი წყალში არ იხსნება, მაგრამ იხსნება სიმკვრივეში; დაბოლოს მესამე დე ყველაზე დიდი ნაწილი არც სიმკვრივეში და არც წყალში არ იხსნება. ხსნადობის ეს სამი ხარისხი გარკვეულად, მცენარეთა მიერ ამ ნივთიერებათა შეთვისების შესაძლებლობის სამი ხარისხის მაჩვენებელია. როგორც ჩანს პირველი კატეგორიის ნივთიერებები, რომელიც ადვილად იხსნებიან ნიადაგის წყალში მცენარისათვის ადვილი ხელმისაწვდომია; მეორე კატეგორიის ნივთიერებები უწყვეტ უფრო ძნელად ხელმისაწვდომია; მესამე კატეგორიის ნივთიერებები მცენარისათვის ან სრულიად მიუწვდომელია ანდა მრავალი წლების განმავლობაში ისინი შესაძლებელია შეიცვალონ და ნაწილობრივ პირველი ორი კატეგორიის ნივთიერებებად გარდაიქმნან.

ამგვარად, გარკვეულ მოცემულ მომენტში ნიადაგის მინერალური შემადგენლობა, წარმოადგენს საფუძველს, ამჟამად უნაყოფოს და შეიცავს მხოლოდ შორეულ დროისათვის გამოსადგებ საკვების მარაგს, შედგენ ნივთიერებათა მარაგს, რომელიც შედარებით ადვილი მისაწვდომია მცენარისათვის,

დაბოლოს ნივთიერებათა მეტად მცირე რაოდენობის, რომელიც მცენარის საკვებად უკვე მზა მასალას წარმოადგენს. ამ სიტყვების მართებულობაში ედარწმუნება ძნელი არ არის, საკმარისია, ავიღოთ ყველაზე ნაყოფიერი მიწა, გავახუროთ იგი, დავამუშაოთ სიმკვრივით და მაშინ მივიღებთ თითქმის თეთრ ნაშოს, რომელიც სრულიად უნაყოფო იქნება.

მასადავამი ამჟამად ნიადაგს განხილვისას მეტი ნაწილი ჩვენ შეგვიძლია ჩავთვალოთ, ასე ვთქვათ, მეკლარ ჩონჩხად, მყარ მატერიალად, რომელზედაც მცენარე არის მიმაგრებული და უშუალო მონაწილეობის კვების მოვლენებში არ იღებს. მცენარის საკვები ჩვენ მის სხვა შემადგენელ ნაწილებში ნეშომპალაში, წყალში და სიმკვრივეში ხსნად ნაწილებში უნდა ვეძებოთ. ახლა ვნახოთ, თუ მათში როგორ არის განაწილებული ჩვენს მიერ მცენარეში ნაპოვნი თორმეტი ელემენტი. ნეშომპალას ორგანული ნივთიერება შეიცავს ოთხ ელემენტს: ნახშირბადს, წყარბადს, აზოტს და ეთერბადს. წყალში და სიმკვრივეში ხსნადი ნივთიერებები შეხედვით ჩვენს მიერ მცენარის ნაქარში ნაპოვნი ყველა ელემენტების შემცველ მარაგებიდან, და ამას გარდა აზოტის შემცველი ორი შენაერთებიდან, სახელდობრ გვარჯილისაგან, ე. ი. აზოტის სიმკვრივის მარაგის და ამონიაკისაგან, რომელიც წარმოადგენს აზოტის და წყარბადის შენაერთს. მასადავამი ორგანულ ნივთიერებათა ოთხი ელემენტი — ნაქარის ელემენტები და აზოტის ორი შენაერთი, აზოტის მეფა და ამონიაკი — ის ნივთიერებები, რომლებზედაც ნიადაგის ანალიზი მივითხოვთ, როგორც მცენარის ფესვებისათვის საკვებად შესაძლებელ წყაროებზე. ახლა ვნახოთ ამ შესაძლებელ წყაროებიდან, რომელი მათგანი აღმოჩნდება ნამდვილად, აუცილებელ წყაროდ. იმისათვის, რომ ეს გავიგოთ, ჩვენ უნდა თვით მცენარეს შევეჩუბოთ, ჩვენ იგი უნდა ისეთ პირობებში ჩავაყენოთ, რომ იძულებული გახდეს გვიპასუხოთ ჩვენს კითხვაზე.

მართლაც, როგორც უნდა გავიგოთ, რომელი ნივთიერება არის მცენარისათვის აუცილებელი? ერთი შეხედვით შეიძლება მოგვეჩვენოს, რომ ამისათვის საკმარისია მცენარის ანალიზის გაკეთება,

* ნიადაგის შემადგენლობა ლექციებზე ნ. ჩენეტი იყო ე. წ. თელსაინო ანალიზების საშუალებით, რომელიც გვიჩვენებს ნიადაგის სხვადასხვა შემადგენელი ნაწილების მოცულობაზე შორის შეფარდებას. ამგვარი ანალიზების ნახვა შეიძლება პოლიტექნიკური მუხებში სასოფლო-სამეურნეო ნაწილში (კ. ა. ტიშჩინაშვილის შენიშვნა პირველი გამოცემისათვის — რედ).

გავიგოთ რომელ ნივთიერებებიდან შესდგება იგი — და ისინი მივიღოთ აუცილებელ ნივთიერებებში. მაგრამ ამგვარი დასკვნის მართებულობაში მაშინვე იბადება ეჭვი. როგორც ჩანს, მცენარეში არსებული ბევრი ნივთიერება შესაძლებელია სრულიად ზედმეტი, უსარგებლო და მავნებელიც იყოს, რომელიც მცენარეში მოხვედრილიან მხოლოდ იმის გამო, რომ არსებობდნენ მის ირგვლივ მყოფ გარემოში. აუცილებლად ჩვენ უნდა ჩავთვალოთ მხოლოდ ისეთი ნივთიერება, რომლის გარეშეც მცენარის არსებობა და განვითარება შეუძლებელია. ამის გაგება კი მხოლოდ ზუსტი ცდის საშუალებით არის შესაძლებელი, იმგვარად, როგორც ახლახან დაერწმუნდით ნიადაგის მინერალური ჩონჩხის უნაყოფობაში. აი ასეთი ცდის ძირითადი პირობები: ერთ მცენარეს ჩვენ ვაწვდით ყველა იმ ნივთიერებებს, რომლებსაც ანალიზი გვიჩვენებს თვით მცენარეში ან იმ ნიადაგში, რომელზედაც იგი კარგად ხარობს. ხლოდ მის გვერდით მეორე სრულიად ისეთსავე მცენარეს ვაწვდით ყველა ნივთიერებებს ერთ ერთის გამოკლებით და ვაკვირდებით შედეგებს. თუ ორივე მცენარის განვითარებაში შესაძლებელი სხვაობა არ იქნა მოვლიდან ჩვენ უფლება გვაქვს დავასკვნათ, რომ ჩვენს მიერ გამოკლებულ ნივთიერებას მცენარის კვებისათვის მნიშვნელობა არა აქვს; თუ განსხვავება მივიღეთ, თუ მეორე შემთხვევაში ყველა პირობების იგივეობის დროს უფრო სუსტი მცენარე განვითარდა, მაშინ უფლება გვაქვს განსხვავება მივაწეროთ ცდის პირობების სხვაობას, ე. ი. ჩვენს მიერ გამოკლებულ ნივთიერებას. მცენარე ფიზიოლოგის ეს თემა იძლევა მთელი რიგ მოზღინილ და მარტივ მაგალითებს, სადაც ზუსტად, თანამდებრობით არის გამოყენებული ინდუქტიური აზროვნების ერთერთი ძირითადი კანონი: „თუ ერთი შემთხვევა, რომელშიაც აღდგალი იქვს საკვლევ მოვლენას, და მეორე შემთხვევა, რომელშიაც მას აღდგალი არა აქვს, ყველა პირობებით მსგავსი არიან ვარადა ერთობა, და ეს ერთი პირობა მხოლოდ პირველ შემთხვევაში გვხვდება, მაშინ ის პირობა, რომლითაც ორივე შემთხვევა ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან, არის შესასწავლი მოვლენის მიზეზი ან ამ უკანასკნელის აუცილებელი ნაწილი“.

ამგვარად, ნიადაგში და მცენარეში არსებული ყოველი ნივთიერების სათითაოდ გამოკრებით, ჩვენ გავიგებთ მათში რომელი არის აუცილებელი მცენარის კვებისათვის. გავეცნოთ ამ ცდების უმთავრეს შედეგებს.

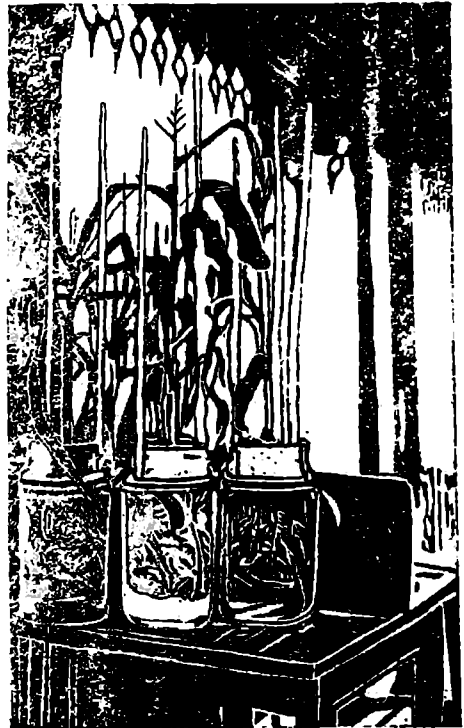
უპირველეს ყოვლისა ჩვენ ეჭვი მივითანეთ ორგანულ ნივთიერებებს. ყოველდღიური გამოცდების მიხედვით შავი ნიადაგი ილა ფერის ნიადაგთან შედარებით უფრო ნაყოფიერია. როგორც ჩანს, ნათელია, რომ შავი ნივთიერება მცენარის მთავარ საკვებს უნდა წარმოადგენდეს. მაგრამ ზუსტი ცდა სრულიად სხვა პასუხს იძლევა; ჩვენ შეგვიძლია ეს შავიფინანიადაგი გაეახუროთ, დაეწვათ მასში არსებული ყველა ორგანული ნივთიერებანი, და ამისდაიშუხედავად მისგან მოვამზადოთ ისეთი ნიადაგი, რომელზედაც მცენარე ნორმალურად ვითარდება. ასეთ თეთრ მიწაზე, ჩვენ შეგვიძლია მივიღოთ მცენარე, რომელიც სრულიად არ განსხვავდება საუკეთესო შავიფინანიადაგზე გავრდილ მცენარისაგან. მაშასადამე, მცენარის საკვებს არ შეიცავს ნეშომპალა, მას მის გაგრეშე შეუძლია არსებობა. მაგრამ ჩვენ უკვე ვნახეთ, რომ მიწერალური ნივთიერებების ჩვენ ნაწილ, ის, — ასა ჩვენ ნიადაგის უხსნადო ზონჩი ვუწოდებ — როგორც საკვები, გამოუსადეგარია, მაშასადამე. დასახელებულ ნივთიერებათა რაოდენობა, რომელიც შესაძლებელია მიჩნეულ იქნას მცენარის საკვებად, კიდევ მეტად მცირდება: იგი განისაზღვრება იმ ნივთიერებებით, რომელნიც წყალში და სიმჟავეებში იხსნებიან. ჩვენ ტუქილად შევუკლებოდით მცენარის გაზრდას ხელოვნურ ნიადაგზე, რომელიც შედგინილი იქნებოდა მხოლოდ საკვები ნივთიერებებიდან, მაგ., მცენარის ნაწილიდან. ასეთი ნიადაგი სრულიად გამოუსადეგარი იქნებოდა: საკვები ნივთიერებანი იქნებოდნენ მეტად კონცენტრირებული სახით და მცენარე ალბათ დაიღუპებოდა. რომ ისინი საკვებად გამოდგნენ, უნდა გაიხსნან, გაერიონ სხვა უმოქმედო ნივთიერებაში, როგორცაც ნიადაგის უხსნადი მინერალური ჩონჩი წარმოადგენს. მაგრამ თუ ამ უკანასკნელის მნიშვნელობა ამგვარია, შესაძლებელია მისი უფრო ნაკლებად რთული ნივთიერებებით შეცვლა. მართლაც, ცდა გვიჩვენებს, რომ ხელოვნური ნიადაგის დამზადება შესაძლებელია ქვიშიდან, დანაყლი კემზიდან, მი-

* იხილეთ „Система индуктивной логики“ და სხვ.

ნის მიიღებიდან და სხვა, თუ რომელიმეში აუცილებელ საკვებ ნივთიერებას შეეუყვანთ მივიღებთ სავსებით ნაყოფიერ ნიადაგს. დაგვრჩა კიდევ ერთი ნაბიჯი, და ხელოვნურ კულტურაში მეთოდი უმარტივეს მისაწვდომ ფორმას მიიღებს. თუ ბუნებრივი ნიადაგის წნიშვნელოვანი ნაწილი, ან ყველა ახლახან ჩამოთვლილი ხელოვნური ნიადაგები, საკვებ ნივთიერებების მხოლოდ თანაბარ განაწილებას ემსახურება. ასე ვთქვათ, მათ გათხიერებას, მაშინ შესაძლებელია თუ არა ისინი შევცვალოთ გამოხდილი წყლით, რომელშიაც გახსნილი იქნება მცენარის საკვებად აუცილებელი ნივთიერებანი? ცდა, რომელიც მართალია მრავალი წლების განმავლობაში, ვერ მოხერხდა, ბოლოსსრული წარმატებით დამთავრდა. ამჟამად გარკვეული სიფრთხილის დაცვით, ჩვენ შეგვიძლია ნიადაგი შევცვალოთ სრულიად გამკვირვალე გარემოთი და წყლის ხსნარში გაგზავნილი სრულიად სხვადასხვაგვარი მცენარეები, რომელნიც მიაღწევენ ნორმალურ ზრდას, ისეთს, როგორსაც საუკეთესო ნაყოფიერ ნიადაგში აღწევდნენ.

ამისათვის ჩვენ ვიღებთ ქილას. რომელიც იტევს სამ ან ოთხ გირვანჯა გამოხდილ წყალს და ეხსნით მასში ნახევარ მისხალ სხვადასხვა მარილების ნარეგს, მხოლოდ საჭიროა, რომ მარილების რაოდენობა ხსნარში ორ შეათავსდეს არ აღემატებოდეს, წინააღმდეგ შემთხვევაში ხსნარი მეტად კონცენტრირული იქნება. ასეთი ქილის სახურავში ჩვენ მივამარგებთ რომელიმე მცენარის გალიებულ თესლს იმგვარად, რომ წყალში ჩაყოფილი იყოს მხოლოდ ფესვები. შემდგომ საჭიროა მხოლოდ დაკვირვება მცენარის როგორც ჰერში მოთავსებულ ნაწილზე, ისე ფესვზე, რომელიც ახლა მთლიანად ჩვენს თვალწინ არის (სურ. 25-ა).

ქვემოთ მოყვანილ ფოტოგრაფიულ სურათებზე (სურ. 27, 28, 31) გამოხატულია იმ ცდების შედეგები, რომელნიც მე ჩაატარე 1896 წელს ნიუ-ჯორჯის გაოფენაზე. მე მათ განსაკუთრებულ მნიშვნელობას ვაძლევ, რადგან ამგვარი ცდები ყველა თავისი სტადიებით ისე, როგორც იქ, ათიათასი მოწმის თვალწინ, ალბათ არასოდეს არ ჩატარებულა. სიამოვნებით ვივარაუდებ ერთ სკეპტიკოსს, რომელიც ნიუ-ჯორჯის ადგილობრივი მკვლევარი იყო და ჩემთან აღიარა, ყოველდღიურად თვალს ვადევნებდი ჩვენს წყლის კულტურებს ჯერ ბოროტი განზრახვით, მინდოდა მეშხილებინა



სურ. 25-ა.

ჩვენი მატერიალობა, მაგრამ შემდეგ თვით გამოცდა ცდებმა და დაერწმუნდი მათ მართებულე-ნაშთი.

მაშასადამე, აი ჩამდენად გამარტივდა ჩვენი ამოცანა: შევ გადამაპალ ნიადაგის მთელ მასაში, მცენარის ხვედრს წარმოადგენს, ამჟამად მის საკვებად აუცილებელია მხოლოდ უწნიშვნელო რაოდენობის რამდენიმე მარილის ნარევი. ახლა ვნახოთ რომელი ქიმიური ელემენტები შედიან ამ მარილების შემადგენლობაში. ამისათვის აუცილებელი გახდა ჩატარებულიყო რამდენიმე ცდა ან ზემოაღწერილ უნაყოფო თეთრ ნიადაგში, რომელშიაც შეყვანილი იყო აუცილებელი მარილები, ან ახლა აღწერილ ხსნარში.

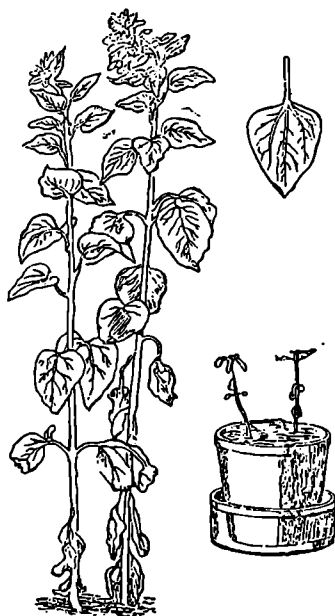


სურ. 25-ბ.

აი ცდები, რომელნიც გვიჩვენებენ, რომ მცენარისათვის აუცილებელია აზოტი (სურ. 26). აღებულია ორი ქილა, რომლებშიაც მოთავსებულია გახურებული და სიმეფით. დამუშავებული, თეთრი, უნაყოფო მიწა — და ერთ-ერთ მათგანში მიმატებულია მცენარის ნაცარი, რომელიც შეიცავს მცენარეში არსებულ ყველა მინერალურ ნივთიერებებს. მეორეში — იგივე ნაცარი და კიდევ აზოტი აზოტმეფავს მარილის, სახელდობრ გვარჯილას სახით. ორივე ქილაში ჩათესილია წონით სრულიად ერთგვარი მზისუზირას ორი ორი თესლი. ისინი აღმოცენდნენ, მაგრამ აი ცდის ქოლოს როგორი სხვაობა მივიღეთ: პირველ ქილაში მივიღეთ ორი სუსტი მცენარე, რომელიც ნიადაგის ზედაპირს ძლივს სცილდება; მეორეში — ორი ჯანსაღი, ყვავილებისა და

თესლების მქონე ეგზემპლარი, რომელნიც თვისი ღეროებისა და ფოთლების ზომით არ განსხვავდებიან მათთან ერთდროულად ბალის საუკეთესო ნიადაგზე გაზრდილ მზისუზირისაგან*. ორივე ცდის შორის განსხვავება მხოლოდ ის არის, რომ მეორე ქილაში მიმატებულია გვარჯილის მცირე რაოდენობა, ე. ი. აზოტი. მსგავს შედეგებს ჩვენ მივიღებთ, თუ გვარჯილის ნაცვლად ავიღებდით აზოტს, ამონიუმის მარილის სახით. გამოგვაქვს დასკვნა: მცენარისათვის აზოტი აუცილებელია.

მეორე ცდა. ვიღებთ რამდენიმე ქილას საკვები ხსნარით (სურ. 25-ბ): ერთერთ მათგანში გვაქვს ყველა აუცილებელი მარილები, სხვებში იგივე მარილები კალიუმის მარილის გამოკლებით. ყოველ ქილაში ვთესავთ წიწიბურას სრულიად ერთნაირ თესლებს. გარკვეული დროის შემდეგ პირ-



სურ. 26.

* სურ. 26 მარტმენა მცენარის ნიადაგში იყო გვარჯილა (შესაძარებლად იქვე მოტანლია ბლის ეგზემპლარის ფოთოლი), და მარჯვნივ მცენარე, რომელიც გაიზარდა გვარჯილის გარეშე. ეს — ბუსენგოს კლასიკური ცდა.

ველში ვიღებთ ჯანსაღ მცენარეს, რომელიც ყვავილობს და ანწიფებს თესლს, მეორეში — იგი არ განვითარდა, დაკნინდა და დაიღუპა. ვიმეორებთ ცდას ნორავალჯარ და შედეგი მუდამ ერთნაირია. დასკვნა: მცენარისათვის აუცილებელია კალიუმში, მას უკალიუმოდ არსებობა არ შეუძლია.

ამ მშავის ცდები იგივე წიწიბურაზე (სურ. 27). პირველმა, მესამე და მეხუთე მწკრივებმა მიიღეს სრული საკვები ხსნარი, მეორეს არ მიუღია აზოტი, მეოთხეს არ მიუღია კალიუმი და ფოსფორის მჟავა. შედეგები თვით იმდენივეს პასუხს.

კიდევ ერთა ცდა, რომელიც ყველაზე თვალსაჩინო და საკვირველია თავისი შედეგებით, მცენარის კვებისათვის აუცილებელ მარალთა რიცხვში შედის რკინის მარილიც; იგი მცენარის ნაცრის შემადგენლობაში უმნიშვნელო რაოდენობით შეედის. მცენარის წყალში გაზრდის დროს ეს მარილი ხსნარის სახით არ შეიძლება გამოყენებულ იქნას, რადგან იგი კვებისათვის სხვა, აგრეთვე აუცილებელ ნივთიერებასთან, სახელობრ — ფოსფორის მჟავასთან ერთად, ქმნის წყალში უხსნად ნალექს. ამ უხსნად თეთრ ნალექს* ხსნარში ჩვენ იმგვარად აუჯრეტთ, რომ იგი მოხდენი ფესვების ზემოპირზე. ვიღებთ რამდენიმე ქილას: ერთში სრულიად გაშვებულ ხსნარია, მაშასადამე რკინას არ შეიტყავს; სხვები — ოდნავ ამღვრეულია რკინის მარილის არსებობის გამო. ყოველ მათგანში ვზრდით თითო თითო მცენარეს, ვთვავთ სამინდს. და ორი კვირის შემდეგ უკვე მკვეთრ სხვაობას ვაჩვენებთ. იმ დროს, როდესაც საკვებით მაძარ ხსნარში მივიღებთ ნორმალურ მცენარეს, რომელიც ივევადილებს და მოგვცემს წმინდე მარცვლების მქონე ტაროს, პირველ ხსნარში აღმოცენდება სუსტი, ვიწროფოთლებიანი მცენარე, რომელიც შემდეგ იღუპება (სურ. 28). ამასთანავე ეს ფოთლები განსაკუთრებულ თავისებურებას წარმოადგენენ: პირველი ორი, სამი იქნება ჩვეულებრივი მწვანე ფერის, შემდეგნი კი სრულიად უფერულები, თეთრები იქნებიან. ცხადია, რომ რკინის არ არსებობამ შეაჩერა მცენარის განვითარება და გამოიწვია განსაკუთრებული ავადმყოფური მოვლენა, ე. წ. ქლოროზი. ამ დასკვნის მართებულებაში შეიძლება დავარწმუნდეთ

შემდეგი მარტივი ცდის საშუალებით: საკმარისია ხსნარს, რომელიც არ შეიცავს რკინას, მიუშვათ ეს წარიალი და ავადმყოფური მოვლენები შეეწყდება. მცენარე გაშვავდება და ხელახლა დაიწყებს განვითარებას. უფრო მეტიც, საკმარისია ავადმყოფი თეთრი ფოთოლი დაეასეგროთ ერთ ადგილას რკინის მარილი და რამდენიმე ხნის შემდეგ ამ ადგილას გაჩნდება მწვანე ფერის ლაქა.** ჩვენ არაერთხელ მივაქციეთ უკრადლება მცენარულ და ადამიანის ორგანიზმების სასიცოცხლო პროცესების მკვლევებას; კიდევ ამის საკვირველ მაგალითს რკინის მარილების მოქმედება წარმოადგენს. სამწუხაროდ უკანასკნელ ხანებში ცხოვრებაში ხშირად გვხვდება ამგვარი შემთხვევა: თქვენი ნაცნობი პიროვნება, ქალი ან კაცი თავს საუკლებით ჯანსაღად ვერ გრძობს: სხვათა შორის დაავადება არაბუნებრივ ფერმკრთალბაში გამოიხატება; მოიწყვეენ ექიმს; იგი თითქმის შეხედვისთანავე ავადმყოფს გააღებინებს პირს და უსინჯავს ღრძილებს, რის შემდეგ სწერს რეცეპტს, აბებს ან მიქსტურას. ავადმყოფი მიიღებს წამალს და რამდენიმე ხნის შემდეგ ისევ ჯანმრთელ შეხედულებას ღებულობს. ეს წამალი შეიცავს რკინას. იგივე რკინა, რომელიც ფერმკრთალს უბრუნებს ჯანმრთელ სიწითლეს, გაფერმკრთალბულ ფოთლებსაც უბრუნებს ბუნებრივ მწვანე ფერს.

შედეგები, რომლებიც ჩვენ ახლახან აუწერეთ აზოტის, კალიუმისა და რკინისათვის, ამგვარივე გზით მიიღება ფოსფორის, გოგირდის, ქლორის კირისა და მაგნიზიის მიმართ, — ყველა ეს ნივთიერებანი მცენარის კვებისათვის აუცილებელი აღმოჩნდნენ. მათ გარეშე მცენარე ადრე თუ გვიან იღუპება.

მაგარამ მცენარის ნაცრის შემადგენლობაში გვაქვს კიდევ კაჟი. ის ეანგბადთან ერთად ქმნის მჟავას ანუ კაჟ-მჟავას, რომელიც სუფთა სახით მთის ბროლში მოიპოვება, ნაკლებ სუფთა სახით — კაჟში, თეთრ ქვიშაში და სხვა. იგივე კაჟ-მჟავა წარმოადგენს მინის უმთავრეს ნაწილს. კაჟ-მჟავა გვხვდება ბევრ მცენარეებში, სახელობრ უჯრედების კედლებში, რაც მათ სრულიად მინისებურ სახეს აძლევს. ისე რომ, ამგვარ უჯრედის დაწვის

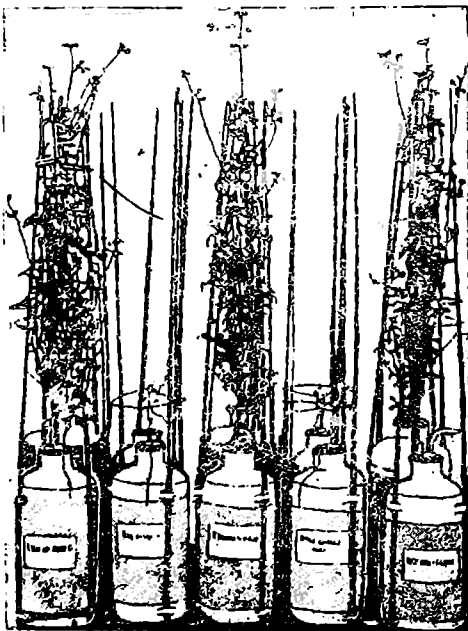
* სურ. 25-ა ქილის ფსკრზე შეიძლება ამ ნალექის დანახვა.

** სურ. 28-ს შუაში სინდისი ძლიერი იწვევია, რომელიც სათბურის ტერაზმდე გაზრდილი და, რომელიც ჯერ ისევ ყველაობს, ნაპირებზე მოთავსებულა ორი, დახალმზარელი საფოსფორა, რომლებზეც უკვე მოცვეს ტაროვან მათ შორის ორი სუსტი ინდივიდი, რომელთაც არ მიუღიათ რკინის მარილი.

შემდეგ ვიღებთ მინის ჩონჩხს, იგი მიკროსკოპით გასინჯვისას ცოცხალ უჯრედის დეტალურ ფორმას გვიჩვენებს. მინის ამგვარი უჯრედების არსებობაში დარწმუნების შემთხვევა კვლევ ჩვენგანს ჰქონია მეტად უსიამოვნო გამოცდილების საფუძველზე. კინკრის მსუსხავი ბუსუსები — სხვა არაფერია თუ არა წვეტიანი გრძელი უჯრედები, რომლის კვლები განსაკუთრებით ბოლოებზე იმდენად არიან გაფლეთილი კაე-მიწით, რომ მინასავით მტერევალი არიან. სწორედ ამის გამო აღვიღად ჩხელებენ კანს და კრილობაში ჩამტვრევის შემდეგ უშვებენ მასში თავის შხამიან წყენს. ყველაზე მეტი რაოდენობით კაე-მიწა გვხვდება მარცვლოვანთა ჩალის უჯრედებში და შვიტას ყლორტებში. ეს უკანასკნელი იმდენად მკერძია, რომ ღურკლები ხის გასაპარიალებლად ხმარობენ. მაშასადამე, კაე-მიწა მცენარეებში მეტად გავრცელებულია და ამის საფუძველზე შესაძლებელია გვეფიქრა, რომ იგი მცენარისათვის აუცილებელია. შეიქმნა ისეთი შეხედულება კი, რომ იგი მარცვლოვანთა კანს არა მარტო სიმკერძის აძლევს, არამედ მთელ ჩალას აძლევს გამძლეობას და სიმკერძის; ფიქრობდნენ, რომ ჩვენ კულტურულ მარცვლოვანებში კაე-მიწის რაოდენობის გაზრდით, შესაძლებელი გახდება მარცვლოვანთა მეურნეობაში მეტად მკვებელი მოვლენის — ჩაწოლის თავიდან აცილება. მაგრამ ყველა ეს მოსაზრებანი, რომელიც ასე დამაჯერებელი გვეჩვენებოდა, პირდაპირმა ცდამ უარყო, ჯერ ერთი, კულტურებმა, როგორც ხელოვნურ ნიადაგებზე, ისე სხნარებში, რომლებშიც კაე-მიწა არ მოიპოვებოდა გვიჩვენეს, რომ მარცვლეულთა სრული ნორმალური ევგემპლარები მივიღეთ, მაშასადამე მცენარეს შეუძლია კაე-მიწის გარეშე არსებობა. შემდეგ უფრო ფართო ხასიათის ცდები იქნა ჩატარებული მიწდარად. სილიციუმის მრავალ მარილებით ანოუიერებდნენ ნიადაგს, მაგრამ შედეგი უარყოფითი იქნა მიღებული. კაე-მიწით განოუიერებული მცენარეები განოუიერებულზე უარესად ჩაწვნენ. შეიძლებოდა გვეფიქრა, რომ სასუქი მცენარეში არ მოხვდა, მაგრამ ანალიზმა გვიჩვენა, რომ მცენარეები კაე-მიწით მართლაც უფრო მდიდრები იყვნენ. ეს გაუგებარი შედეგი რამდენადმე გასაგები გახდა, როდესაც მთელი მცენარის საერთო ანალიზის შემდეგ ჩატარდა მისი ცალკეული ნაწილების ანალიზი; მაშინ აღმოჩნდა, რომ კაე-მიწით შედარებითი გამოიღებდნენ არა ღეროები, არა ჩალა, არა-

მედ ფოთლები და ამგვარად ქარბი კაე-მიწა უფრო მკვებელიც კი გამოდგა; იგი უფრო ამძიმებდა ჩალას, ვიდრე ადიდებდა მის გამძლეობას, საბოლოოდ როგორც ჩანს, მცენარეს შეუძლია გასძლოს კაე-მიწის გარეშე და მისგან არ არის დამოკიდებული გამძლეობა, როგორც ამას წინათ ფიქრობდნენ. ერთერთ ბოლო საუბარში ჩვენ ვინახავთ, რომ მურყულის ჩაწოლა სხვა მიზეზებით აიხსნება და მისი თავიდან აცილება შესაძლებელია სხვა საშუალებებით.

მაშასადამე, მეორე თავში ნაცრის ელემენტების სიიდან კაე-მიწის გამოიკვნით და მის მკვირად აუცილებლად საჭირო აზოტის ჩართვით. მივიღებთ რვა ელემენტს, რომლითაც ამოიწურება იმ ნივთიერებათა სია, რომელზეც ფესვისათვის აუცილებელია მცენარის საკვებად. ოთხი მათგანი — აზოტი, ფოსფორი, კალიური და ქლორი ქმნიან სიმკვებებს; ეს სიმკვებები ოთხ ლითონ-

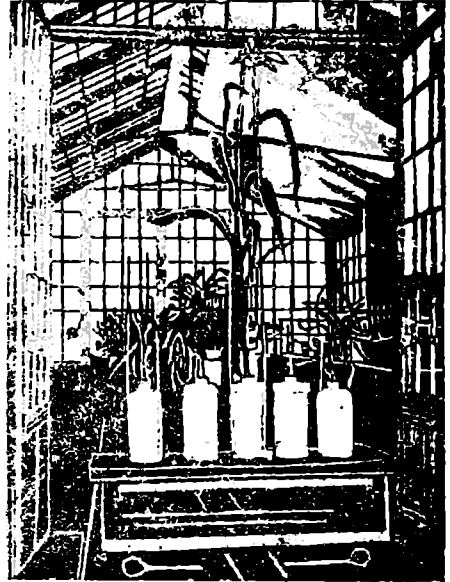


სურ. 27.

თან — კალუმთან, კალციუმთან, მაგნიუმთან და რკინასთან წველ-წველიად შერთებით ემზადებოთ ოთხ მარილს. ამ ოთხი მარილით გახსნას ზღვრება ფესვის მთელი მოთხოვნები; სწორედ შთავან მზადდება ყველა ის საკვები ხსნარები, რომლებშიც ვაწარმოებ ყველა ზემოთ აღწერილი ცდები. ყველაზე უნაყოფო ნიადაგი, ამ ხსნარით მოწყვეის შემდეგ ხდება ნაყოფიერი, მცენარის კვებისათვის ვარჯისაზობის მარაგი.

ასეთია თავის სიმარტივით ბრწყინვალე შედეგები, რომლებთანაც მივიყვანა ფესვის ფიზიოლოგიის შესწავლამ. მაგრამ არ დავიფიქროთ, რომ ეს სინარტივე რამდენიმე ათეულ სწავლულ მკვლევართა ათეული წლების განმავლობაში ბეჯითი შრომის ნაყოფია.

აქ თავისთავად იბადება საკითხი: გვაქვს თუ არა უფლება გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ ყველა დანარჩენი ნივთიერებანი, რომელნიც ნიადაგის უმთავრეს მასას წარმოადგენს მცენარისათვის სრულიად უსარგებლონი და გამოუსადეგარნი არიან? როგორც ჩანს არა. ნივთიერებათა ნაწილი, რომელიც ასე ეთქვით, საკვებს არ წარმოადგენს შესაძლებელია შემდეგში გადაიქცეს საკვებად; მეორენი არ იღებენ პირდაპირ მონაწილეობას კვებაში, მაგრამ შესაძლებელია არაპირდაპირი დადებითი გავლენა იქონიონ. ასე მაგალითად, ნიადაგში გვარჯილასა და ამონიაკის გარდა აზოტი უფრო მეტია ორგანული ნივთიერებების სახით. მაგრამ ეს აზოტი უშუალოდ საკვებად არ შეიძლება გამოდგეს; ნიადაგი, რომელიც მხოლოდ ამ-გვარ აზოტს შეიცავს, თითქმის უნაყოფოა, მაგრამ ეს აზოტი შესაძლოა არაპირდაპირი გზით გადაიქცეს ამონიაკად, აზოტის მექედ და შემდეგ გამოსადეგი გახდეს საკვებად. მაშასადამე, აი ნივთიერების მთავალით, რომელიც გარკვეულ მომენტში უსარგებლოა, მაგრამ მომავლისათვის მარაგს წარმოადგენს. ნიადაგში არსებული ნივთიერებანი მცენარისათვის არაპირდაპირ შესაძლოა მრავალმხრივ სასარგებლო იყვნენ. ისინი ეხმარებიან მცენარეს სინესტის გაჩერებით, სითბოს შთანთქმით დაბოლოს ხელს უწყობენ საკვებ ნივთიერებათა შეკავებას და თანაბრად განაწილებას. რაც შეეხება ამ უკანასკნელს, ნიადაგი ხასიათდება ეგრეთწოდებული შთანთქმის უნარით. თუ ჩვენ ძაბრს ავავსებთ ნიადაგით და ვაწარმოებთ მის მორწყვას ნაცნობი საკვები ხსნარით და შემდეგ მოვაგროვებთ იმ წყალს, რომელიც გაივლის ნია-



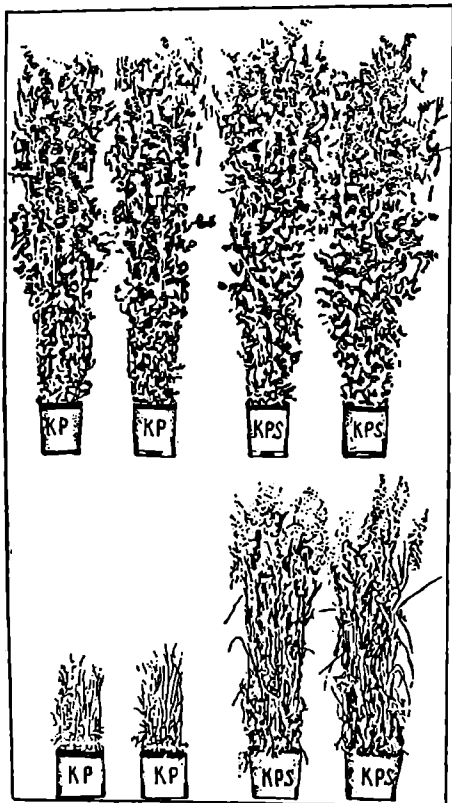
სურ. 23.

დაგში, დავრწმუნდებით, რომ მასში საკვები ნივთიერებების მეტად მცირე რაოდენობა აღმოჩნდება. განსაკუთრებით ძლიერად შთანთქმება ამონიაკი, ფოსფორის მექეა და კალციუმი — როგორც ვნახეთ ყველა ის ნივთიერებანი, რომელიც მცენარისათვის აუცილებელია. ნიადაგის ამ შესანიშნავ თვისებას არსებითი მნიშვნელობა აქვს ბუნებაში. ამ თვისების შემწყობით ნივთიერებანი, რომელიც აუცილებელია არიან მცენარისათვის და მოიპოვებიან მეტად განსაზღვრული რაოდენობით, წვიმებით კი არ გამოირჩევიან. არამედ შეკავებიან ნიადაგში და ძუნწად. ნელ-ნელა იხსნებიან წყალში. რომელიც მოძრაობს მათ მკვრივ ნაწილაკებს შორის. ამ წესიდან გამოწაკის აზოტის სიმთავრე წარმოადგენს, იგი ნიადაგიდან მეტად ადვილად ირცება, თუმცა, როგორც ვნახეთ იგი მცენარეს ყველაზე მნიშვნელოვან საკვებ ნივთიერებას — აზოტს აწვდის. აგრონომიქაში კოსთა გამოკვლევები სოფლის მეურნეს სულ უფრო და უფ-

რო აიძულდნენ ყურადღება მიექციოს კულტურული მცენარის მიერ ამ ნივთიერების შეძლებისდაგვარად სრულ გამოყენებას. მცენარის და ნიადაგის აზოტის სიმკვების ამ ურთიერთობაში კიდევ სცილობდნენ ენახათ მიზეზი იმ როლისა, რაც უჭირავთ პარკოსან მცენარეებს მეურნეობაში, სადაც მისდევენ მცენარეთა ცვლას. უკანასკნელ ხანამდე ეს როლი დიდი საიდუმლოებით იყო მოცული. პარკოსანი მცენარეები მარცვლოვანებთან შედარებით უფრო მეტ აზოტს შეიცავენ, ამისდა მიუხედავად აზოტოვანი სასუქები მათზე უფრო

ნაკლებ გავლენას ახდენენ, ვიდრე მარცვლოვანებზე; ეს კიდევ ცოტაა, პარკოსანთა და მარცვლოვანი კულტურების მორიგების შემთხვევაში, გაუწყობიერებელ ნიადაგზე, მიიღება მარცვლოვანთა ისეთი მოსავალი, როგორც იმ შემთხვევაში მიიღებოდა, როდესაც ეს უკანასკნელნი მორიგობენ ანეულთან. აქედან შეიქმნა შეხედულება, რომ პარკოსანი მცენარეები ნიადაგს არამც თუ ფიჭვებზე, არამედ ამდიდრებენ კიდევ. შეხედულება, რომელიც პირდაპირი გაგებით სამართლიანი იქნებოდა მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც დამტკიცდებოდა, რომ პარკოსანი მცენარეები თავის აზოტს ლეზულობენ არა ნიადაგიდან, არამედ პაეროდან, მაგრამ ამ მოსაზრებას დიდი ხნის განმეგობლობაში ზუსტი ცდები ეწინააღმდეგებოდნენ. ამიტომ აზოტის მიმართ პარკოსანთა როლი მხოლოდ უნდა აგვეხსნა შემდეგი მოსაზრებით, რომ ისინი ნიადაგში უფრო ღრმად არიან, ფესვთა სისტემას იწვითარებენ, არსებობენ მასში უფრო დიდი ხნის განმეგობლობაში, ისინი უფრო სრულად იღებენ აზოტის მკვასს მარაგს, რომელიც სხვა შემთხვევაში წვიმით ირეცხება და სოფლის მეურნისათვის უნაყოფოდ იკარგება. ნიადაგის აზოტის მკვასს ამ უფრო სრულად გამოყენებით, ნაწილობრივ შესაძლებელი ხდება იმის ახსნა, პარკოსანი მცენარეების ნაყოფი რატომ შეიცავს სხვებთან შედარებით მეტ აზოტს, და ამის გარდა აზოტს ქარბად სტოვებენ ნიადაგში წვიმით გამოურეცხელ უძრავ ფორმაში — რასაც წარმოადგენენ მათი ფესვების ნარჩენები, რომლებსაც მათ შემდგომ დათესილ მცენარეთათვის შოაქვეს სარგებლობა.

მაგრამ, ეს ახსნა მაინც არ იყო საეგვიზო დამაკმაყოფილებელი და საკითხი ღიად რჩებოდა, ვიდრე ოთხმოციან წლების დასასრულს უცრად არ იქნა გადაჭრილი. ეს აღმოჩენა წარმოადგენს ერთ-ერთ მრწინვალე შონაპოვარს მოძღვრებაში მცენარეთა კვების შესახებ, რის გამოც მასზე რამდენადმე უფრო დაწვრილებით შეგვრდებით. როგორც ზემოთ უკვე იყო ნათქვამი გვარჯილის სახით სასულეს შეტანა, რომელიც მარცვლოვანებზე არსებით გავლენას ახდენს, ზოგჯერ პარკოსან მცენარეებზე არავითარ გავლენას არ ახდენს. ერთ-ერთი მსგავსი ცდა მოცემულია სურ. 29 ორ ქელაში (აღნიშნულინი KP ასოებით), რომლებშიც დათესილია შერია, შეტანილია ყველა აუცილებელი მინერალური სასუქები, გვარჯილას გარდა;

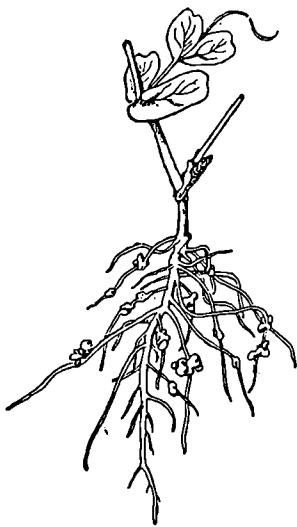


სურ. 29.

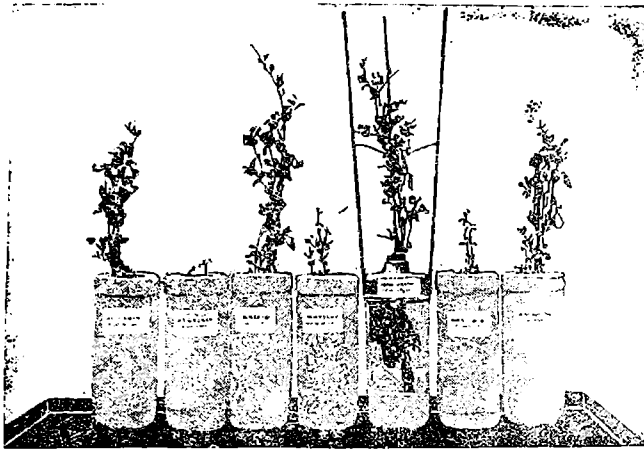
შემდგომ ორში (აღნიშნული KPS ასოებით) შეტანილია მინერალურ სასუქების გარდა გვარჯილაც — შედეგი თვით იძლევა პასუხს. ამგვარივე ცდა ჩატარებულა ბარდაზედაც (სურათის ზემო ნაწილში, აღნიშნული იკივვს), და მიღებულია უარყოფითი შედეგი, ე. ი. გვარჯილამ არაერთარი გავლენა არ იქონია. მაშასადამე ბარდას შეუძლია მოიპოვოს აზოტი იმ შემთხვევაშიაც კი, როდესაც იგი ნიადაგის შემადგენლობაში სრულიად არ არას. როგორც ჩანს, ბარდას შეუძლია მოიპოვოს აზოტი ჰაერიდან, მაგრამ რა პირობებში? ამ საკითხით დაინტერესების შემდეგ მკვლევარებს მოაგონდათ, რომ პარკოსანთა ფესვებზე არსებობენ რალაც კოერგები, რაც ილიი ხნის წინათაც იყო აღნიშნული (სურ. 20). ეს კოერგები ფესვებში ჩნდებიან ბაქტერიების დასნებოვნების შედეგად, რომელიც, როგორც ჩანს, ნიადაგში მეტად გავრცელებულნი არიან. ეს მეტად მართიად მტკიცდება; იღებენ პარკოსან მცენარეს და ხსნარში ზრდიან ისე, რომ ფესვის ერთი კონა იყოს ერთ ჭურჭელში, მეორე — მეორეში, ერთ ჭურჭელში ხსნარი გადაღუღებულია, მეორეში მიმატებულია ნიადაგის მცირე ნაყენი,

რომელიც შეიცავს ბაქტერიებს. აღმოჩნდება, რომ ფესვის იმ კონაზე, რომელიც მოთავსებულია გადაღუღლება, სტერილურ ხსნარში, ბაქტერიებიანი კოერგები არ ჩნდებიან, რომ სახელდობრ ნიადაგში ამ ბაქტერიების არსებობაზეა დამოკიდებული მცენარის მიერ ჰაერიდან აზოტის შეთვისება, შემდგენილი ცლით შეტკიცდება (სურ. 31). მინის ჭურჭელთა ერთ წებბაში გვექონდა ბარდა უაზოტო ნიადაგში მოთავსებული, მაგრამ ამ ნიადაგში შეყვანილი იყო ბაქტერიების შემცველი ნიადაგის ნაყენი, ხოლო მეორე რიგში მიიღო გაცხელებით სტერილიზებული, ან წინასწარ გადაღუღებული, მაშასადამე ნიადაგის სტერილური ნაყენი. შედეგი გასაოცარია: ნორმალურად განვითარდნენ მხოლოდ ის მცენარეები, რომლებიც გაიზარდნენ კოერგების წარმოქმნელ ბაქტერიების შემცველ ნიადაგზე (სურ. 31, 1, 3, 5, 7 ჭურჭლები); დანარჩენები კი (სურ. 31, 2, 4, 6 ჭურჭლები) გახმა. ამგვარად ჩვენ ვრწმუნდებით, რომ ბარდას და ყველა პარკოსნების თვისებურება, რითაც ისინი განსხვავდებიან მარცვლოვნებისაგან, მდგომარეობს ატმოსფეროს თავისუფალ აზოტის შეთვისების უნარში, რაც დაკავშირებულია მათი ფესვების, ნიადაგის გარკვეული ბაქტერიებით დასნებოვნების უნართან. მაგრამ დღემდე ერთ საკითხით არ არის გამორკვეული თუ სად და როგორ წარმოებს აზოტის შეთვისების ეს პროცესი.

იბადება კიდევ ერთი საკითხი: საკმარისია თუ არა მცენარეთა გამოსაკვებად ნიადაგის ისეთი მეტად სუსტი ხსნარები, რომლებზედაც ზემოთ იყო ლაპარაკი. ამ საკითხზე პასუხის გაცემა ჩვენ შეგვიძლია შემდეგი გამოანგარიშების საშუალებით. ვიცით ნიადაგის გარკვეულ ნაკვეთზე რამდენი წვიმა მოდის. ვიცით ამ წვიმის წყალს ნიადაგიდან საკვები ნივთიერების რა რაოდენობის გამოარეცხვა შეუძლია; მეორეს მხრივ ვიცით იმავე ფართობიდან აღებული მთელი მოსავლი რამდენ ნაცარს შეიცავს. ეს მონაცემები საკმარისია იმისათვის, რომ გადავწყვიტოთ საკითხი: მეუძლია თუ არა მცენარეს ამ თხიერი საკვებით დაკმაყოფილება? მხოლოდ მეტად ნაყოფიერი მიწებისათვის პასუხი დადებითია, ყველა დანარჩენებისათვის — უარყოფითი. როგორც ჩანს მცენარე ჩვეულებრივ მხოლოდ თხიერი საკვებით არ კმაყოფილდება, ის სარგებლობს ნიადაგის წყალში უხსნადი ნივთიერებებითაც. მაგრამ ასეთ შემთხვევაში ფესვა



სურ. 30.



სურ. 31.

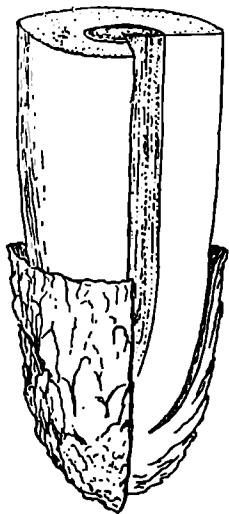
თვით უნდა ეძიოს თავისი საკვები, მან შეძლებს ნიადაგგარდა უნდა იმოძრაოს ნიადაგში უამრავ უნაყოფო ნაწილაკებს შორის, იმისათვის, რომ იპოვოს იზვიათად, მეტად ძუნწად გაფანტული საკვებ ნივთიერებათა ნაწილაკები. ამას პირდაპირ მიეყვება ჩვენს მიერ დაყენებულ მეორე საკითხის განხილვასთან. მას შემდეგ რაც გავიგეთ რა შეადგენს ფესვის საკვებს, შევეცადოთ გავიგოთ როგორ მოიპოვებს იგი მას.

იმის გასაგებად თუ ფესვი როგორ ასრულებს თავის ფუნქციას, უპირველეს ყოვლისა აუცილებელია მისი აგებულების გაცნობა.

გარეგნულად ფესვი წარმოადგენს ორ ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავებულ ტიპს. იგი ან მიემართება ნიღრმეში ერთი მთლიანი ღერის სახით, რომელიც თანდათან წვეტიანდება წერილი ძაფით, ბოლოვდება, ასეთია მაგალითად ჭარხლის, სტაფილოს, სელის ფესვები; ან უცებ თითქმის ნიადაგის ზედაპირთან მრავალ ბეწვებად იშლება, როგორც, მაგალითად მარცვლოვანებში: ქვაში, ხორბალში, და სხვ. პირველი ტიპის ფესვებს ჩვენ ასევე დერძიანს, ხოლო მეორეებს — უუნჯა ფესვებს ვუწოდებთ. ეს ორი უკიდურესი ტიპია, რომელიც ტოტანდება და სხვადასხვაგვარად რთულდება, რითაც განსაზღვრავს ფესვის ფორმების სხვადასხვაობას.

ყოველი ფესვი, იქნება ის ღერძიანი, თუ ფუნჯა ან მათი ტოტები, ღეროს მსგავსად იზრდება, წერისაგან იკიბება და გრძელდება. მაგრამ თუ ჩვენ შევადარებთ ფესვის და ღეროს ბოლო წერტილებს, მაშინ შესაძინვე სხვაობას დაინახავთ. თუ კვირტს ყველა ფოთლებს მოვაეციოთ და გავაშვიშებთ ღეროს წვერს ე. წ. ზრდის კონუსს, დაინახავთ, რომ იგი წარმოადგენს ღეროს ყველაზე უფრო ახალგაზრდა, ნახ ნაწილს, რომელიც შესდგება წერილ, მაგრამ ჯერ კიდევ ზრდა დაუშვარებელ უჯრედებისაგან. თუ დაეხედავთ ფესვის წვერს, რომელიც თავისთავად მუდამ გაშიშვლებულია, რადგან არასოდეს ფოთლებს არ ისხამს, მაშინ ხშირად უბრალო თვალთაყ, ლუპით ან უფრო კარგად — მიკროსკოპით დაინახავთ, რომ იგი უწესრიგო არასასიამუნო შესახედაა. იგი თითქო ფართთა დაფარული, რომელიც წარმოადგენს უჯრედების რამდენიმე წყებას, რომელთაც გარედან ერთმანეთთან კავშირი უკვე დაუშვარავთ და შეეწებებულნი არიან რალაც ლორწოთი. მას ჩვეულებრივ, ფესვის ფარს უწოდებენ, იგი წარმოადგენს გარეთა, კვლომისა და დაშლის პროცესში მყოფ ქსოვილის შრეებს, რომლებიც ჭვარავენ და იტავენ მის ქვეშედებარე ზრდის კონუსის ახალგაზრდა

და ნახ ქსოვილს (სურ 32*) ზოგჯერ შესაძლებელია ფესვის წვერიდან ამ ფარის მოცილება ხელთაპმანის თითის მსგავსად. ამ ორგანოს ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა ადვილი გასაგებია: იგი იფარავს ფესვის ნახ მოზარდ ნაწილს, რომელიც ამგვარად დატული, ნიადაგში იკაფავს გზას. ფესვის წვერი გამომწვებული რომ იყოს, რადგან იგი ყველაზე ახალგაზრდა უჯრედებით ბოლოვდება, ალბათ თავის დანიშნულებას ვერ შეასრულებდა; მხოლოდ ფარის დახმარებით ძლევდა საშუალება ნაწიწიოს წინ, ნიადაგს მკვრივ, უხეშ და წვეტიან ნაწილაკებს შორის.



სურ. 32.

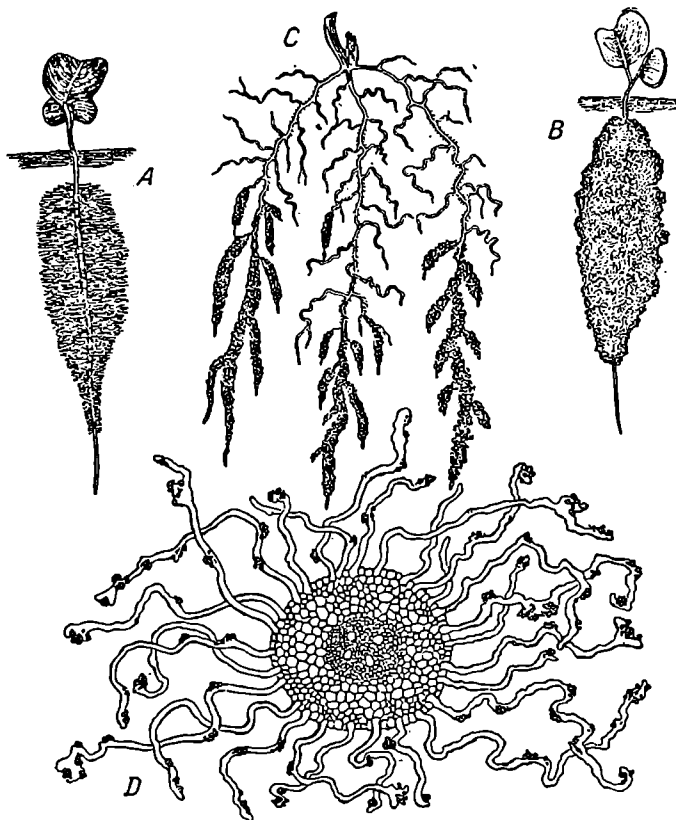
ფარით დაფარული წვეროდან ცოტა მოშორებით, ფესვის კანის მთელი გარეთა ზედაპირი გრძელი წვერილი ბეჭებით, ბუსუსებით არის დაფარული (სურ. 33**). ყოველი ასეთი ბუსუსი — არის მხოლოდ კანის ძალიან გაჭიმული უჯრედი.

წვერიდან უფრო მოშორებით ეს ბუსუსებიანი ზონა წყდება; და აქ ფესვი დაფარულია კანით, რომელსაც თავისი ბუსუსები უკვე დაუყოფავს (სურ. 33). იგი ნაწილობრივ დახეტილია, ნაწილობრივ კი კანი შეცვლილია უკვე სხვა ქსოვილით, რომელიც წაგავს ღეროს ქერქის ზედაპირს და, რომელსაც ბოტანიკოსები სიეროლდ კორპის ქსოვილს უწოდებენ, რადგან მას კორპსათვის წყლის შეკავების თვისება. ამგვარად ფესვის სიგრძეზე ჩვენ ვარჩევთ სამ ზონას: წვერზე ფარი, შემდეგ ბუსუსებიანი ზონა და ბოლოს უფრო ხნერი ნაწილი, რომელსაც აქვს გამხმარი კანი და კორპის ქსოვილი. ეს უთანასწოელი არ შეიძლება წყალსა და საკვებ ნივთიერებებს იწოდეს. თვით წვერიც არ შეიწოვს მათ არ შეიწოვს არასაკმარისი რაოდენობით, რაც ცდით არის დამტკიცებული; მაშასადამე ფესვის შემწოვი ზედაპირი არის მხოლოდ ბუსუსებიანი ზონა და მართლაც ეს ქსოვილი უარესად წყალგონეადია იმაზე უფრო მეტად, ვიდრე პერეში მყოფი მცენარის ნაწილების კანი.

ფესვი ჩვენ უმთავრესად გვინტერესებს, როგორც შთანთქმის ორგანო და ამ თვალსაზრისით მეტად საინტერესოა წარმოდგენა ვიქონიოთ რა სიგრძისაა იგი და რა სიღრმის შთანთქმითი ზედაპირი აქვს. კარგად გარეცხილი და ნიადაგის ნაწილაკებისაგან გასუფთავებული ყველა მცენარის ფესვის ერთი შეხედვა საკმარისია მისთვის, რომ დაერწმუნდეთ რა მნიშვნელოვანი უნდა იყოს მისი საერთო სიგრძე, თუ ჩვენ მის ურტიცხე ტოტებს და ბუსუსების ერთმანეთს მივბაძით. მაგრამ თურმე ყველაზე გაბედული წარმოდგენაც კი სინამდვილეს მთლიანად დაშორებულია. ერთმა გერმანელმა მეცნიერმა ამგვარი, წმინდა ევგობტური შრომა გასწია: მან მაშებით, მასშტაბით, ფარგლით და თითქმის დაუშრეტელი მოთმინებით უშუალოდ გაზომა ხორბლის ერთი ფესვის უწვილიეს განტოტებათა სიგრძეც კი. იქნა მიღებული საოცარი შედეგი. აღმოჩნდა რომ ამგვარი ფესვის სიგრძე 510 მეტრს ანუ დაახლოებით ნახევარ ვერსს უდრის. თუმცა ეს რიცხვი მეტად დიდია, მაგრამ მაინც არ გვაძლევს სრულ

* სურ. 32 წარმოადგენს ფარაანი ფესვის ბოლოს, გადაღებულია მკრუფ.

** სურ. 33 გამოხატავს ახალგაზრდა, ბეჭებით დაფარულ ფესვს (A), იგივე ფესვი, რომლის ბუსუსებზე მოდებულია ნიადაგის ნაწილაკები (B), უფრო მოზარდილი დატოტინებული ფესვი, ხნერი ბუსუსებ მოცილებულ ნაწილებით (C), და ფესვის განივი განაკვეთის ნაწილი მიკროსკოპის ქვეშ, რომელიც გვიჩვენებს ბუსუსების აგებულებას და მის ზეზრდას ნიადაგის ნაწილაკებთან (D).



სურ. 33.

წარმოდგენას ფესვის მშთანთქმელ ზედაპირის სიგრძეზე. ნამდვილ მშთანთქმელ ზედაპირს ხომ ბუსუსები წარმოადგენენ. ვნახოთ ჩვენ ხორბალს რამდენი ბუსუსი აქვს. ამის გამოარკვევა ძნელი არ არის — რასაკვირველია დაახლოებით. მიკროსკოპის ქვეშ გაფარკვიოთ მათი რაოდენობა ერთ კვადრატულ მილიმეტრზე, ხოლო შემდეგ გადავამრავლოთ ფესვის სავრთო ზედაპირზე — მივიღებთ დაახლოებით 10.000.000. შემდეგ ეს რიცხვით დაავარაუდოთ ბუსუსების საშუალო სიგრძეზე

და მივიღებთ მართლაც კოლოსალურ რიცხვს — 20 კილომეტრს, ან თითქმის ოც ვერსს. ასეთია გზა, რომელსაც უბრალო საყვავილე ქილისოდენა ნიადაგში გადის ხორბლის ფესვი ყველა თავისი ბუსუსებით. მე ვთქვი — გზა, რომელსაც გადის ფესვი თავისი ბუსუსებით, და მართლაც ეს რიცხვი არ გვიჩვენებს მათ სიგრძეს მცენარის სიცოცხლის რომელიმე მომენტში. ეს ბუსუსები ყველანი ერთდროულად არ მოქმედებენ. ასე მაგალითად სურ. 33-C-ზე მომქმედნი არიან ფე-

სვის მხოლოდ ქვედა ნაწილები; ზემოთ ბუსუსები უფვე აღარ არსებობენ; თუმცა ისინი იქ საკირო არც აიან; ისინი იქ უფვე იყვნენ და ნიადაგის მკეროვ ნაწილებიდან ამოიღეს საკვები ნივთიერების ნაწილაკები. თუ ჩვენ გამოვიანგარიშებთ ხორბლის ფესვის მიერ მთელი მისი სიცოცხლის განმავლობაში წარმოქმნილ ბუსუსების საერთო ზედაპირის სიდიდეს, დავინახებთ, რომ ეს სიდიდე თითქმის ასჯერ მეტია ნიადაგის იმ ფართობზე, რომელიც მინდორში თითოეულ ხორბლოვან მცენარეზე მოდის. შემდეგ თუ ჩვენ გამოვიანგარიშებთ რა მოცულობის მქონეა ეს 20 ვერსის სიგრძეზე გაქიმული ბუსუსები, დავრწმუნდებით, რომ იგი მთლიანად ჩაეტევა სათითოსოდენა ქურქულში (თითქმის 1,5 კუბიკურ სანტიმეტრის).

ამგვარად, ფესვში და განსაკუთრებით მის ბუსუსებში, ჩვენ ვხედავთ ორგანოს, რომელიც უმნიშვნელო მოცულობისა და მწიშნელოვანი სიდიდის ზედაპირის მქონეა, იმის გამო, რომ ეს მოცულობა სიგრძეზე თითქმის 20 ვერსზეა გაჭიმული. აქ ბუნებამ მიმართა იმგვარ ხერხს, რომელსაც პოეტური თქმულება კარათაგენის დამარცხებელ დიდონას აწერს. დიდონამ მოითხოვა მიწის იმოდენა ნაჭერი, რომელზედაც დაეტევა ერთი ხარის ტყავი, აღმოჩნდა, რომ ამ ხარის ტყავმა მოიცვა მომავალი კარათაგენის მთელი ადგილი. ამისათვის მან ტყავი უფროდეს თასმებად დასკრა, მაგრამ დიდონას თანმები არაფერი შედარებით მცენარის ბუსუსებთან, რომელნიც ადამიანის თმაზე უფრო წერტილები არიან.

ძნელი არ არის იმის გაგება, თუ რა დიდი ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს ასეთ ზრდას. სიგრძეში უფრო მეტად ამის შემწეობით ფესვის რაც შეიძლება ნაკლები საშენი მასალის დახარჯებით შეუძლია მოიაროს ნიადაგის მეტი ნაწილაკები და, რამდენადაც შესაძლოა, შეეხოს მათ. მონაცემები, რომლებიც ხელთ გვაქვს, საკმარისია იმისათვის, რომ დაახლოებით გამოვიანგარიშოთ რა მანძილზე არიან დაშორებულნი ნიადაგის ნაწილაკები ჩვენნი ხორბლოვანი მცენარის ფესვის ბუსუსების ზედაპირიდან.

ამისათვის ჩვენ უნდა მივმართოთ სტატისტიკურ მეთოდს სტატისტიკოსების ხერხს, რომელნიც გვერდს უხევენ ცალკეულ პიროვნებებს, ერთ თუ ორ სტატისტიკოსს, ლაბარაკობენ მხოლოდ სა-

შუალო ადამიანზე, საშუალო სიცოცხლეზე და სხვა, არა მარტო ლაბარაკობენ, არამედ სწორად მეტად თვალსაჩინოდ გამოსახავენ თავიანთ საშუალო ხიდიდებებს. ასე, მაგალითად: იმათ, ვინც ყოფილა პეტრებურგის სასოფლო-სამეურნეო მუზეუმში, ცხადია, ახსოვს შესახარო, მნიშვნელოვანი სიდიდის ქურქული, რომელიც გამოხატავდა საშუალო რუსი ადამიანის მიერ (ბავშვებისა და ქალების გამოურციხავედ), დალეულ არაყის წლიურ პროპორციას. აქვე, მის გვერდით მოთავსებულია პერის მარცლის გროვა, რომელიც აუცილებელსა ამ არაყის მოსაღებად. მიგმაძოთ სტატისტიკოსების მაგალითის და შევეცადოთ შეძლებისდაგვარად თვალსაჩინოდ წარმოვადგინოთ, ნიადაგის ოროგრი მოცულობა მოდის ხორბლის ფესვის საშუალო ბუსუსზე. ჩვენ ვიცით საშუალოდ ნიადაგის რა ფართობი მოდის თითოეულ მცენარეზე მინდორში, ვიცით იმ შრის სიღრმე, რომელიც დაკავებულია ფესვებით, მაშასადამე, ვიცით იმ მიწის მოცულობა, რომელიც მოდის თითოეულ მცენარეზე. ამ მინის ქილაში მოზომილია ეს რაოდენობა. წარმოვიდგინოთ, რომ ჩვენ გვიჩნდა მთელი ამ მიწის გადნაყარა ქურქულში ან მილში, რომლის სიგრძე უდრის ნახევარ ვერსს, რადგან ჩვენნი ფესვიც ნახევარი ვერსის სიგრძისაა. საკითხია რამოდენა იქნებოდა ამ მილის განივი კვეთი? გამონგარიშება გვაძლევს სამილი იმეტრს. თუ ჩვენ ამავეარი მიწიანი განივი განაკვეთის მქონე მინის მილში გაუფშვებთ ფესვის ძაფს მისი ბუსუსებით, მაშინ ეს ბუსუსებიც მკვიდროდ მივხეიანიან მილის კედელზე*. მაშასადამე, თუ ფესვის ყველა ძაფებს სასულიად თანაბრად გავანაწილებთ მათ კუთვნილ ნიადაგში, მაშინ ყოველ ძაფზე მოვა მხოლოდ მისი ბუსუსებით ყოველმხრივ გამსჭვალული ნიადაგის ცილინდრი და მაშასადამე, ნიადაგის ნაწილაკის უფროსი მანძილი ბუსუსიდან გაუტოლდებოდა იმავე ფესვის მეზობელ ბუსუსებს შორის არსებულ ნახევარ მანძილს; იგი დაახლოებით $\frac{1}{15}$ მილიმეტრს გაუთანაბრდება. მაშასადამე, ეს გამონგარიშება გვაძლევს იმ უფროს მანძილს, რომელიდანაც ჩვენმა საშუალო ბუსუსმა უნდა მიიღოს საკვები; აქედან ჩვენ შევიძლია გამოვიცნოთ დასკვნა თუ რა მკვიდროდ ეხება ფესვი ნიადაგის კვირივ ნაწილაკებს. რასაკვირველია, ფესვის ყველა ბუსუსი

* ლექციაზე ეს ახსნილი იყო მთელით— ლამის შემთითა და მისი ჯაგრისით.

არ არის ასეთ ხელსაყრელ პირობებში მოთავსებული, მაგრამ ხომ ყველა რუსი აღამიანიც არ არის ისეთ არახელსაყრელ პირობებში, რომ დალიოს არაყი იმ საბედისწერო ჭურჭლით, რომელზედაც ზემოთ იყო ლაპარაკი. ვიმეორებ, ეს მხოლოდ სტატისტიკური საშუალოა; რომელიც გვაძლევს თვალსაჩინო წარმოდგენას იმაზე, თუ ფესვი, შთანთქმის რამდენად სრულყოფილ ორგანოს წარმოადგენს. ამ სრულყოფილ შეგუებას კიდევ უფრო ხელს უწყობს ფესვის ის შესანიშნავი თავისებურება, რომ იგი ვითარდება განსაკუთრებით ნიადაგის იმ ნაწილებში, სადაც უფრო კარბად ხედება საკვებ ნივთიერებებს. ეს ფაქტი შემდეგნაირად იქნა დამტკიცებული. ყვავილის ქილაში, ფენებად აღაგებდნენ მიწის იმგვარად, რომ ნოყიერი მიწის ფენა მორიგეობდა უნაყოფო ფენასთან და აღმოჩნდა, რომ ფესვები განსაკუთრებით კარგად განვითარდნენ ნოყიერი მიწაში, უნაყოფო ფენაში კი სუსტი და წვრილი ძაფების სახე ჰქონდათ. ეს თავისებურება ბუსუსების დიდ სიგრძესთან დაკავშირებით ჩვენ თითქოს მიგვიჩვენებს იმაზე, რომ ფესვები თავის საკვებთანკენ თვითონვე მიემართებიან, რომ მათთვის საკმარისი არ არის წყლის მიერ მიწოდებული თხევარი საკვები. ამ მოსაზრებას, როგორც ჩანს, ადასტურებს ის ფაქტი, რომ ფესვებს, რომელნიც ვითარდებიან ხსნარებში ან წყლიან ნიადაგებში ბუსუსები ცოტა აქვთ ამ სულ არ მოეპოვებათ და ამით მცენარე სრულიად არ ზარალდება. ეს ვასაგებოც არის: თხევარ გარემოში საკმარის ნივთიერება თვით მისიწარათის ფესვისაკენ; უვანასწევლს სრულიად არ ესაპიროება მეტად დიდი ზედაპირი.

ჩვენ არაერთხელ გავიმეორეთ, რომ ფესვი საკვებს ალბათ ნიადაგის მეორე ნაწილაკედანაც ეღებულობს. მაგრამ როგორ აუნახათ ეს მოვლენა? ფესვის ყველა გარეგანი ნაწილები კანი და ბუსუსები უჯრედებისაგან, ე. ო. ყრუ ბუბტების ან ნილებებისაგან შესდგება, რომელთა კედლებში არასოდეს ნაჩერტები არ მოიპოვება. ნიადაგის ნაწილაკები, როგორც ეს სურათზეა ნაჩვენავის (სურ. 33-D), შესაძლოა ფესვის ბუსუსებს მეტად პერიოდულ ეკვროდნენ. მაგრამ მათ კედლებს არასოდეს არ არღვევენ. როგორ უნდა შევთანხმობთ ეს წინააღმდეგობა: მაგარი სხეულები მცენარეს კვებავენ, მაგრამ არ გადიან მის უჯრედების კედლებში? ამ მოჩვენებითი წინააღმდეგობის

ასახსნელად მივმართოთ შემდეგ თვალსაჩინო ცდას. მინის ქილა აესველებია წყლით და შემდეგ პირზე მთლიანად გადაკრული აქვს ბუშტი. ბუშტის გარეთა ზედაპირი ზედმიწევნით გაჭენილია საშრობი ქაღალდით, ისე რომ იგი სრულიად მშრალია. ამ მშრალ ზედაპირზე ჩვენ ვერთი ცარცი ფენის ვაგალითად. ცარცი მაგარი ნივთიერებაა, ბუშტი ხერხელებს არ შეიცავს, მაგრამ ამისდამიუხედავად ჩვენ მაღე დავინახავთ, რომ ეს ცარცი გაქრება, გავა ბუშტში და ქილაში ხსნარში ვადავ. ამისათვის არც არის საჭირო რომ მის სრულიად გაქრება და ვუცადოთ; იმისათვის რომ გავიგოთ წყალში კირის მარილების არსებობა, ჩვენ გვაქვს საშუალებანი — მეტად მგრძობიარე რეაქტივების სახით. აი მავალითად, ამ უფერულ სითხეს (მეფუნქცია ამონიუმის მარილი) აქვს თვისება კირის ხსნად მარილებთან მოგვეცეს თეთრი ნალექი. ვუმტებ მას წყლის სინჯს, რომელიც აღებულია ქილიდან. ცდის დაწყებამდე — ნალექი არ არის. ქილიდან მის ბუშტიც ცარცი ფენილის დაყრიდან რამდენიმე ხნის შემდეგ აღებული წყლის სინჯი ბევრ თეთრ ნალექს იძლევა, წყალი უკვე შეიცავს კირს, მაშასადამე, ცარცი ნაწილი გავიდა ბუშტში, ეს ერთი შეხედვით დამთვრებელიც უნდა მეტად მართივად იხსენება. ბუშტი რაც უნდა კარგად იყოს გაწმენილი საშრობი ქაღალდით, მშრალი მხოლოდ გვეჩვენება, ნამდვილად კი იგი მუდმივად იმ სითხით არის გავლენილი, რომელიც ეხება მის მეორე მხარეს, ეს სითხე კი წარმოადგენდა ძმრის მეფეთი ორნე შემეყვებულ წყალს. მაშასადამე, ბუშტი დასველებული იყო მეფით. ხოლო სიმეფე კი, როგორც ვიცით, ცარცი ხსნის ყოველ იმწერტილში, სადაც ცარცი ეხება სველ ბუშტს, იგი იხსნება და ეს ხსნარი ბუშტის გავლით ხედება ქილაში: ყოველივე ეს თვალისათვის შეუმჩნეველად ხდება და იმტომ გვეჩვენება თითქოს მშრალი, მაგარი სხეული ჩვენთვის გაუგებარი საშუალებით გადის მშრალ ბუშტში. ამ ცდის საფუძველზე გამოგვაქვს დასკვნა, რომ თუ უჯრედების მხოლოდ კედლები არიან დასიელებული მეფით, მაშინ ადვილად გაატარებენ ამ მეფაში ხსნად მაგარი, ნივთიერებებს.

ხომ არა აქვს ადგილი ამგვარი მოვლენას ფესვებში? იმისათვის რომ დავამტკიცოთ ამგვარი მოვლენის შესაძლებლობა, აუცილებლად უნდა დავამტკიცოთ, რომ ფესვის ზედაპირი მეფე რეაქტივის მეოთხეა. საკმარისია ფესვს მივადლოთ ე. წ.

ლაკმუსის ქალაღი, რომელსაც ქიმიკოსებმ იყენებენ მგავის არსებობის გამოსარკვევად, ამ ქალაღის ლურჯი ფერი მგავის მოქმედებით გადაღის წითელში და მართლაც ფესვის ბოლოები ლურჯ ქალაღზე წითელ კვალს სტოვებენ. არსებობს ისეთი მონაცემები, რომ ეს მგავა ზოგიერთ შემთხვევაში იგივე მძრის სიმეავეა, რომელიც ჩვენ ეზხმარეთ ჩვენ ცდებში. უფრო მეტიც, ფესვი, როგორც მცენარის ყოველი სხვა ნაწილი სუნთქავს. ე. ი. გამოყოფს ნახშირორბანგს: ამაში დარწმუნება შესაძლებელია იხეთივე ცდით, რომლითაც ჩვენ დავრწმუნდებით გადაივებული თესლების სუნთქვაში. ნახშირორბანგი კი ბევრ ნივთიერებებს ხნის, რომელნიც წყალში უხსნადი არიან. აი მგავლითად წყალი, რომელშიაც არეულია ფოსფორკირინი მარილები, და მავსასაღმე შეიცავენ მცენარისთვის ორ მნიშვნელოვან საკვებ ნივთიერებას. ამ წყალში მე გავატარებ ნახშირორბანგის ნაკადს და რამდენიმე ხნის შემდეგ წყალი აღარ იქნება მღვრე — მარილი გაიხსნება.

მავსასაღმე, ფესვებს აქვთ მეტი რეაქცია და გარდა ამისა გამოყოფენ ნახშირორბანგს. ეს მგავები კი გამხსნელად უნდა მოქმედებდნენ გარემოცველ ნიადაგის ნაწილაკებზე. მით უმეტეს, როგორც ენახეთ ბუსუსები მეტად მჭიდროდ ეხებიან, თითქმის შეზრდოლები არიან ნიადაგის ნაწილაკებთან (სურ. 33, D); მაგრამ იქნებ ყველა ამ არაპირდაპირ მოსახრებათა ნაცვლად სასურველი იქნებოდა უშუალო ცდით დავრწმუნებულყავით იმაში, რომ ფესვები გამხსნელად მოქმედებენ ნიადაგის მგავარ ნაწილაკებზე. ამისათვის აედლოთ თეთრი მარმარილოს კარგად გაპრიალებული ფირფიტა (ქიმიური შემადგენლობით მარმარილო იგივე ცარილი) და ჩაუვლოთ იგი ყვავილების ბრტყელ ქილის ძირზე. ქილაში ჩაურავთ რომელიმე მცენარე. უკუთავ ცერცვი. მისი ფესვები სულ მალე მიარწყვენ ამ მარმარილოს ფირფიტას, გაიზღებთან და მჭიდროდ მიეკრებიან მის გაპრიალებულ ზედაპირს, თუ რამდენიმე დღის შემდეგ ჩვენ ამოვთხროთ ფირფიტა, გავრეცხავთ, გავამრობთ და შემდეგ დავხედოთ მას სინათლეზე. მის გულში სინათლის, ამოცლავ ზედაპირზე დავინახავთ ქიისებრ კალესს. ეს ფეავეების ანაბეჭდებია, რომელიც ეხებოდნენ რა საღა მარმარილოს თავისი მუკვე ზედაპირით ამოსკუმის მასზე თავიანთი გამო-

სახლება. რასაკერაველია ეს კვალი ღრმა არ არის, მაგრამ მინიქ მეტად თვალსაჩინოა*.

ამის შემდეგ ეკვს ვარეშა, რომ მცენარეს შეუძლია საკვებად გამოიყენოს, როგორც სითხე, ისე ნიადაგის მგავარი ნაწილაკები, ეს ფაქტი კიდევ შემდეგი სინტერესო ცდით მტკიცდება. უკვე საკმაოდ განვითარებული მცენარის ფესვი კარგად გავერცხეთ და გავყავით ორ კონად; ერთი მათგანი მოთავსებულა წყალში, მეორე — ნიადაგში, რომელიც შემდეგ აღარ მორწყულია. ამისდამოუხედავად მცენარე ვითარდებოდა. ერთი კონით იგი შეიწოვდა წყალს, მეორეთი ნიადაგის მგავარ ნაწილაკებს ართმევდა აუცილებელ საკვებ ნივთიერებებს.

დბოლოს, არსებობენ ისეთი მცენარეებიც, როგორც მგავალითად მღვრეები, რომელნიც ქაფის ამ მინადულის სახით სახლდებიან ქვემის შიშველ ზედაპირზე (და როგორც ამბობენ, შესაძლებელია დასახლდნენ გაპრიალებულ შუშის ზედაპირზედაც), მათგან აუცილებელ მინერალურ საკვებს იღებენ და მით შლან ამ ნივთიერებებს. აღსანიშნავია, რომ ეს მცენარეები მგავების და განსაკუთრებით მგავთ-მგავის სიუხვით ხასიათდებიან.

* *

ჩვენ დავგრაჩა საუბრის დაწყებისას დაყენებული სანი საკითხიდან — უკანასკნელის გადაწყვეტა. რატომ ხდება, ოთმ ფესვების მიერ ნიადაგში შეხვედრილ სხვადასხვაგვარ ნივთიერებებთან მიხილდებიან სახელდობო ისინი, რომელნიც მცენარეს ენაპირებებ? სანამ ამ საკითხს ვუპასუხებდით, თითო ფაქტი გავცნოთ უფრო დაწვრილებით. თუ ხსნარში, რომელშიაც არის ორი მარილი — გავზარდეთ მცენარე, მალე დავრწმუნდებით, რომ ამ მარილებიდან ერთობის, სახელდობო გვარჯილის, ფესვი საესებით ამოსწოვს, მეორეს კი, სუფრის მარილს, რომელიც მცენარეს არ სჭირდება, თითქმის არც კი შეეხება. სწავლულბის ამგვარი ფაქტები ძალაუნებურად აფიქრებდენ; იქნებოდა შთაბეჭდილება თითქოს ფესვს მსუჯელობის, საკვების არ ჩვენება, ერთი ნივთიერების მიღების, მეორის კი დატრების უნარი ჰქონდეს. მართლაც როგორ უნდა აეხსნათ არჩევის ეს უნარი? ჩვენ არ შეგვიძლია დავუშვათ ფესვში განსა-

* ეს კვალი შეიძლება უფრო ნათელი გახადდეთ თუ მას დაფხვალ გრაფიტს წყებებთ.

ეუთრებული ნების ან ინსტინქტის არსებობა. ახსნა მეტად მარტოვია და იგი ჩვენ უკვე დიდი ხანა მოვიპოვეთ. საკმარისია მოვიგონოთ ჩვენი ხელოვნური უჯრედი და მისი დამოკიდებულება რკინის მარილთან (იხ. II ლექცია). ორივე მარილის, გვარჯილის და სუფრის მარილის დიფუზია ადვილად სწარმოებს და, მაშასადამე ორივენი მოხვდებიან ფესვის უჯრედში და იქიდან მცენარის სხვა ნაწილებშიაც. მაგრამ მცენარეში მათი ბედი სრულიად სხვადასხვაგვარი იქნება. გვარჯილა მასში დაიშლება და მისი აზოტი მოხმარდება ცილოვან და სხვა რთულ აზოტოვან ორგანულ შენაერთებს* წარმოქმნას; ამის გამო მცენარეში შევა გვარჯილის ახალი რაოდენობა, რომელიც ხელახლა გადაიქცევა მცენარის ნივთიერებად და ასე შემდეგ. სულ სხვაა — სუფრის მარილი: იგი მცენარეში შევა დიფუზიის კანონების მიხედვით იქამდე, სანამ მცენარეში და მის გარეთ, ხსნარის კონცენტრაცია არ გათანაბრდება; ამის შემდეგ მცენარეში მისი შესვლა შეწყდება. თუ შემთხვევით იგი მცენარეში უფრო მეტი აღმოჩნდა ვიდრე გარეთ, მაშინ დიფუზიის იმავე კანონების მიხედვით, ეს ჰარბი მარილი მცენარეიდან ხსნარში გამოვა. ახლა გასაგებია, რატომ შეითვისება და გადამუშავდება მცენარის მიერ, სა-

ხელობრ ის ნივთიერებანი, რომელიც მას ესაქიროებიან (როგორც ჩვენ მაგალითში გვარჯილა), ისინი კი, რომელიც მცენარეს არ ესაქიროებიან (როგორც ჩვენ მაგალითში სუფრის მარილი) ხელუხლებელნი ან უფრო სწორად თითქმის ხელუხლებელნი დარჩებიან.

ფესვის არჩვენი უნარის ისახსნელად თურმე საკირო არ არის გონივრული ნების რაიმე ჩვეუბინა, გემოვნების ან ინსტინქტისათვის მიმართვა — ამისათვის მარტო ფიზიკის კანონებია საკმარისი.

ამით ჩვენ უნდა დავამთავროთ საუბარი ფესვზე, რომ შემდეგში გადავიდეთ მეორე ორგანოზე — ფოთლოზე. გასაგებია, რომ ერთ მოკლე ლექციაში არ გვაქვს ასეთი მდიდარი და დამუშავებული თემის ამოწურვის საშუალება. მაგრამ ვფიქრობ, ისიც, რაც ჩვენ გავიგეთ. უკვე საკმარისია, რომ ფესვის სიციოცხლს საერთო სურათზე ვიქონიოთ წარმოდგენა, რომელიც ასე შეზღუდულ არეში გადის მრავალფერისაიან გზას. თავის მილიონ ბუსუსების საშუალებით ნიადაგს წოვს, ხრავს და ართმევს მასში ასე ძუნწად გაფანტულ აზოტისა, ნაცრის ელემენტებს, — იმ რვა ელემენტს, რომელთა გარეშე მცენარის არსებობა წარმოუდგენელია.

* ჩვენ ამის მტკიცების უფლება გვაქვს იმატომ, რომ შევეიძლია გავხარდეთ მცენარე მხოლოდ აზოტის — გვარჯილის სახით, მოწოდებით.

ფოთოლი

ფოთლის მნიშვნელობა. — რომელი საქვები ნითიერება შედის ფოთლის გზით. — ფოთლის დამოკიდებულება ნახშირორქანთან. — ფოთლის აკაბუბადის გამოყოფა. — ნახშირბადის დაზღვევა. — ამ ცდის თვალსაჩინო ფორმა. — ნახშირორქანის დაზღვევის ხელოვნურ ნაწიში და ატმოსფეროს ჰაერში. — ნახშირწყლის (სახამებლის) წარმოება ქლოროფილის მარცხელში. — ნახშირორქანის დაზღვევის პროცესის მნიშვნელობა ინერჯის გარკვევის თვალსაზრისით. — მცენარის კვება ორგანულ ნივთიერებების ხარჯზე. — სიკვები და პარახიტივი. — ფოთლის ფიზიოლოგიური როლი.

ამ საუბარში ჩვენ მიზნად ვისახავთ ფოთლის სიცოცხლის მთავარი მომენტების გაცნობას. ეს ამოცანა წინასთან შედარებით რამდენადმე ძნელი და რთული იქნება, რადგანაც ხალხში, რომელიც მეცნიერების მონაცემებს არ იცნობს, მცენარის თითქმის არც ერთი ნაწილის შესახებ არ არსებობს ასეთი არასრული და არასწორი შეხედულებანი, როგორც ფოთლის შესახებ. არცთუ მცენარეულ ორგანოს არ განუცდია ისეთი უსამართლო მოპყრობა ადამიანის მხრივ, როგორც ფოთოლს. მთელი საუკუნეების მანძილზე წარსული საუკუნის ბოლომდე, ადამიანი დაბეჭდილებით უარყოფდა ფოთლის უშუალო სარგებლიანობას. იმ დროს, როდესაც ფესვის, როგორც საკვები ორგანოს, ყვავილისა და თესლის, როგორც გამარავლების ორგანოების სარგებლიანობა უსსივარეო დროიდან უდაოდ მიღებული იყო, ფოთოლი, რაიმე მნიშვნელობას მოკლებულ და უსარგებლო მორთულობად იყო აღიარებული. დიდ მიღწევად ითვლებოდა თუ მასში დანიხავდნენ მავნე ანაორთქლთა გამოყოფივ ორგანოს. მაგრამ ფოთოლი, როგორც ჩვენ მალე დაინახავთ, ისევე როგორც ფესვი, აუცილებელია მცენარის კვებისათვის; უფრო მეტიც, სწორედ იგი აწვდის მცენარეს რაოდენობის და თვისების მხრივ მთავარ საკვებს; შესაძლოა ითქვას, რომ ფოთლის სიცოცხლეში გამოიხატება მცენარეულობის სიცოცხლის არსი, რომ მცენარე ექს-ფოთოლია.

ფოთლის და მისი მნიშვნელობის შესახებ ასე ხანგრძლივად გაბატონებული არასწორი შეხედულება სავსებით აისრება ამ ორგანოში მიმდინარე კემბის თავისებური პროცესებით, რომელნიც არც საკვების ბუნებით და არც მისი მიღების საშუალებით არ წააგვიანან ცხოველურ ორგანიზმში არ-

სებულ კვების მოკლებებს, რომელიც ჩვენ ამ გამოთქმის ხმარების დროს უნებლიეთ წარმოვიდგება. სწორედ ამის გამო ეს პროცესები შეადგენენ მცენარის უმთავრეს დამახასიათებელ თავისებურებას, როგორც ჩვენ ვთქვით, მცენარეული სიცოცხლის არსი.

მაშ როგორ ნითიერებებს იღებს ფოთოლი? რით იკვებება იგი? ამაზე პასუხი ჩვენ ნაწილობრივ მზადა გვაქვს. ცხადია, ის ნითიერებანი, რომელნიც შედიან მცენარის შემადგენლობაში და, რომელსაც იგი ფესვისაგან არ იღებს.

ჩვენ ვნახეთ, რომ ჩამოთვლილი თერთმეტი ელემენტიან (მეთორმეტი, კაცი აუცილებელი არ აღმოჩნდა) ნატიის შემადგენლობაში შემაჯავლი შეიდი ელემენტი: ფოსფორი, გოგირდი, ქლორი, კალციუმი, კალციუმი, მაგნიუმი, რკინა და აგრეთვე აზოტიც მიიღება ფესვის საშუალებით. გარდა ამისა, იმავე გზით მცენარეში შედის წყალი, მასთანადე — წყალბადი და ენგაბადი. რჩება ნახშირბადი, რომელიც საფუძველია ყოველი ორგანული ნითიერებისათვის. მასზე ჩვენ ხელოვნურ კულტურებში მცენარის მცენარის დროს სრულიად არ ვზრუნავდით, მცენარე კი შეიცავდა ნახშირბადს, საცდელად აღებულ თესლთან შედარებით ათათასჯერ უფრო მეტი რაოდენობით. ნახშირბადი ხომ მცენარისათვის რაოდენობის მხრივ, ყველაზე მნიშვნელოვანი ნაწილია (45% მდე), მაგრამ ამისდამოუხედავად სწორედ ამ ნითიერებას ფესვებს ჩვენ კი არ ვაწვდიდით, არამედ, პირიქით. სისტემატურად ვაწვდიდით კიდეც მას გარემოდან. მასთანადე, მცენარეს შეუძლია სიცოცხლე, ფესვებიდან ნახშირბადის მიღების გარეშე. სხვა საკითხია იღებს თუ არა სინამდვილეში იგი მას ამ გზით, ე. ი. იღებს თუ

არა ბუნებრივ ბირობებში არსებობის დროს? გასაგებია, თქმა იმისა, რომ მცენარე შესაძლოა ფესვებით ნახშირბადს არ იღებდეს, ჯერ კიდევ არ ნიშნავს იმის თქმას, რომ მცენარეს არ შეუძლია ფესვებით ნახშირბადის მიღება, თუმცა ამ შეტყობის არაიშვიათად უშეგებია. დღემდე დიეტკიეპული არ არის, რომ მცენარეს არ შეუძლია თავისი ნახშირბადი ნიადაგის ორგანული ნივთიერებებიდან მიიღოს. ამ საკითხის განხილვა ჩვენ მეტად შორს წაგვიყვანდა და ამასთანავე იგი ინტერესის მოკლებულია, რადგან არ არის ძნელი იმის ჩვენება, რომ ეს ნახშირბადი კიდევ რომ მონაწილეობდეს მცენარის სიცოცხლეში, ეს მონაწილეობა მეტად უმნიშვნელოა და ყურადღების ღირსი არ არის. მართლაც, მცენარე რომ თავის ნახშირბადს მხოლოდ ამ მეტწილად იღებდეს ნიადაგის ორგანულ ნივთიერებებიდან, მაშინ მცენარეულობით დაფარულ ნიადაგში ნუშმაპალა თანდათან უნდა შემცირებულყოფიყო, რადგან მცენარეული პროდუქტები ასე თუ ისე სცილდება მას. მაგრამ ყოველდღიური გამოცდილება გვასწავლის, რომ, პირიქით ნიადაგი მინდვრის, მდელის ან ტყის ქვეშ ნუშმაპალით უფრო მდიდრდება. მინდორში კულტურის არსებობა შემთხვევითი, პირნახულის სახით ყოველწლიურად მისგან უფრო მეტი ორგანული ნივთიერება გამოგვაქვს, ვიდრე მასში შეგვაქვს იგი სასუქის სახით. მაგრამ ამისდამიხედიავედ ნიადაგი მეტად ნოყიერდება და ნუშმაპალით უფრო მდიდრდება. როგორც ჩანს, საბოლოოდ მცენარე ნიადაგიდან არამტოვ არ იღებს ორგანულ ნივთიერებას, არამედ შეაქვს კიდევაც იგი მასში. ეს კი ნიშნავს, რომ მცენარისათვის ნახშირბადის მთავარ წყაროს ყოველ შემთხვევაში ნიადაგი არ წარმოადგენს. თუ ნიადაგი არა, მაშე პაერი უნდა წარმოადგენდეს; თუ პაერია, მაშასადამე იგი განსაკუთრებით მიიღობა პაერისი მოთაქსებულ ორგანოს საშუალებით — ფოთლით, ახლა ვნახოთ რას წარმოადგენს პაერში არსებული ნახშირბადოვანი საკვების წყარო და, როგორ მიიღობა იგი მცენარის მიერ.

აზოტის და ენგებადის გარდა, ატმოსფერული პაერი კიდევ შეიცავს ნახშირორგანის მეტად მცირე რაოდენობას, სულ რამდენიმე მკათონასდენის რაოდენობას. ეს ნახშირორგანეი შესდგება ნახშირბადის და ენგებადისაგან. მაშასადამე, ეს უფერული გაზი, რომელიც შესახდევად პაერისაგან არაფრით არ განსხვავდება შეიცავს ნახშირის ნაწილაკებს, თუმცა დატრწმუნებული ვარ, რომ ამ ელექტის მართებულებაში არაივის ეკერი არ ეპარე-

ბა, მაგრამ ყოველ ფაქტში საკიროა შეძლებისდაგვარად საკუთარის თვლით დატრწმუნდეთ. ამ შემთხვევაში ამის განხორციელება ადვილია. იმისათვის, რომ ნახშირორგანეში ნახშირბადის არსებობა აღმოვაჩინოთ, აუტოლებელია მოვაცილოთ მას ენგები, ამის მიღწევა შეიძლება, თუ ენგებდეს შეეფერებოთ რომელიმე სხვა ენგებთან, რომელიც მას უფრო მეტად ენათესავება. ასეთია მაგალითად ლითონი მაგნიუმი, რომლის მათული წყის დროს თვალმომკრელად ანათებს, ენგებ მათული და ენათესებ რეფლექტორი პაერით სავსე ქილაში; მათული დაწვისი და ქილის ფსკერზე რჩება საესებით თეთრი ნაქარი: ეს — მაგნეზია, ლითონ მაგნიუმის, ენგებდთან შენაერთი. ენგებ იგივე ცდას, მაგრამ ამ ჯერზე მათულს ენათესებ ნახშირორგანეით სავსე ქურქულში; ახლა იგი იძულებულია ენგები თვით მოიპოვოს ნახშირბადისათვის წართმევის გზით და, ეს უკანასკნელი უნდა გამომეღვენდეს. მართლაც, ამ შემთხვევაში მეტად იწვის არა უნებოდ, არამედ ტკაცანით; თითქოს ადგილი ჰქონდეს მთელ რიგ პატარა პატარა აფეთქებებს, ხოლო მინის ქურქულის კედლებზე ილექება შავი ეპატრტი. ეს — განთავისუფლებული ნახშირბადია.

მაშასადამე, ატმოსფერულ პაერში თვალუხილავ ფორმაში შედმიედ არსებობს ნახშირბადის დიდი მარაგი.

ნახშირორგანეს შეიცავს წყალიც, რომელიც ატმოსფერულ პაერს ენება. სწორედ აქედან რებენ ნახშირორგანეს წყალქვეშ მცენარეები. მოთხე, ან საერთოდ წყალში ჩაძირულ, თუნდაც არა წყალმცენარის ფოთლებზე დაკვირვებით. ადვილად შეიძლება დარწმუნება ფოთოლსა და წყალში გახსნილ გაზს შორის არსებულ ცვლაში. აი რამდენიმე ცდა, რომელიც ადვილად შეიძლება ჩატარებულ იქნას დილით მზიან ნათელ დღეში.

დაკვირვით ბლომად ფოთლები და დაქნობადედ მოვათავსოთ მინის ზარის ქვეშ, რომელიც მთლიანად აესებულია წყლით და გადამიქვევებულია მინისზე ქურქულში (სურ. 34).

ცხადია, რომ ჩვენ ეს ცდა უნდა ჩავატაროთ წყლიან კასრში, რომელშიაც მოხერხებულად ჩაიძირება ზარიც და წყლიანი ქურქულიც. თუ აღებული იყო ჩვეულებრივი წყალი ან უფრო უკეთესი, თუ ცდადედ მასში წინასწარ გატარებული იყო ნახშირორგანეი, მაშინ ჩვენ ხელსაწყოს შუქზე რომ გამოვლავებთ, სულ ჩკარა ფოთლები ქვეშეხედაპირი დაიფარება კერცხლისფერი შრით (ბუმბით). თუ ჩვენ მას ენგებ მეტნაზს დაეტოვებთ,

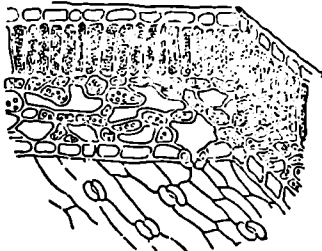
მაშინ ზარის ზემო ნაწილში დაკრძალვა გავის მნიშვნელოვანი რაოდენობა. ხოლო კარბი წყალი, როგორც ეს სურ. 34-ზეა ნაჩვენები, გამოიღვენება გარეთა კუჭელში.

აქვე გავიმეოროთ იგივე ცდა, მხოლოდ ავიღოთ გადაღებული ან ნაშრობრანგს მოკლებული წყალი. შევამჩნევთ, რომ გავის ბუშტები არ გაჩნდება. გამოკვამქს დასკვნა: ფოთლები გამოპოუფენ გავს, მაგრამ მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც წყალი შეიცავს ნაშრობრანგს.

ერთი შეხედვით გაკვირვებას იწვევს, რატომ გამოიყოფა ბუშტები ფოთლების მხოლოდ ქვემო ზედაპირზე, მაგრამ ეს მოვლენა, ფოთლის ძიკროსკოპული ანატომიის გაცნობისთანავე გასაგები გახდება.

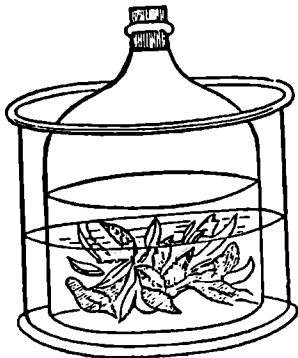
ყოველ ფოთოლში, ან უფრო სწორედ, მის ფირფიტაში, გარეგნულად ვარჩევთ ორ განსხვავებულ ნაწილს, ხოლო უფრო დაკვირვებით გასინჯავს შემდეგ კი — სამს. ორი, უფრო მკვეთრად გამოხატული ნაწილი — ნერვები, ანუ ძარღვებია, ხოლო მათ შორის მოთავსებულია ფოთლის სირბილუ. დაწერილებით ანატომიურ გამოკვლევის დროს ვერწმუნდებით, რომ ზემო და ქვემო ზედაპირები კიდევ დაფარულნი არიან გასასკუთრებულ კსოვილით — კანით, რომელიც ადვილად შორდება, ისე რომ გარკვეული ხერხით ფოთლის დამუშავების დროს, სახელობრ მისი ერთხანს წყალში მოთავსებით ჩვენ შეგვიძლია ის სამ ზრედ

მოზორება შეიძლება ფრთხილად, რბილი ჯაგროსის დარტყმით და მაშინ მივიღებთ ამ ძარღვების ანუ ნერვების ნახ, ობობას ქსელივით თხელ და გამჭვირვალე ბაღის. ფოთლის ამ ნაწილის მნიშვნელობის შესახებ ჩვენ შემდეგში გვექნება საუბარი. ჯერ კი უნდაღვია მივქციოთ გასასკუთრებით სირბილის და კანს. კანი შესდგება ერთ სიბრტყეში განლაგებულ ერთ შერეულბებისაგან.



სურ. 35.

სირბილე კი ჰქმნის ფაშარ ღრუბლისებრ ქსოვილს, რომლის უჯრედშორისებრ ამოვსებულია ჰაერით. ამის გამო ფოთლები წყალზე უკრავენ, მაგრამ თუ წყალქვეშ მათგან ჰაერს ამოვქაიავთ, მაშინ ისინი ჩაძირიებიან და უფრო მუქ და გამჭვირვალე შეხედულებას მიიღებენ. ეს გამოვლენა მით, რომ უჯრედშორისებრ არსებული ჰაერის ადგილი წყალმა დაიკრია. ამ წინასწარი ახსნის ხემდეგ ეს სურათი ჩვენთვის გასაგები გახდება, იგი გვიღებულად და რამდენადმე სქემატურად გამოხატავს ოთხკუთხედ ნაქეოს, რომელიც ამოკრიალია ფოთლიდან ძარღვებს შორის (სურ. 35). აქ მოჩანს განაკვეთის ორი სიბრტყე, სივრძივ და განივი და, ფოთლის ქვემო ზედაპირი. სირბილე ორგანი უჯრედისაგან შესდგება: ფოთლის ზემო ნაწილში მათ სვეტიცებრი სახე აქვთ და ფოთლის ზედაპირის მიმართ ვერტიკალურად მესვრივით არიან განლაგებული; ფოთლის დანარჩენ ნაწილში უჯრედები სხვადასხვაგვარი და არასწორი ფორმისანი არიან; მათ შორის მნიშვნელოვანი სიღრმის ადგილებია დატოვებული. სირბილის ყველა უჯრედები, გასასკუთრებით კი სვეტიცებრი უჯრედები, წვრილ მწვანე მარტივებს შეიცავენ; მათ ჩვენ უფრო მოგვიანებით დაუბრუნდებით, აქ კი მხოლოდ აღვნიშნავთ, რომ ფოთოლიც ისევე, როგორც ყველა მწვანე მცენარეები თავის თავად უფერულია და მისი უფერვა დამოკიდ-



სურ. 34.

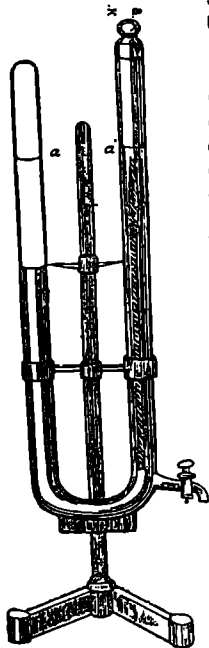
დავშალოთ: ზემოთა კანი, შუა ნაწილი და ქვემოთა კანი. ამ შუა ნაწილიდან, რომელიც შესდგება ძარღვების და სირბილისაგან, სირბილის

ბულია ამ მარცხელზე; ასეთია ფოთლის სირბილე. კანი, რომელსაც ჩვენ აქ ვხედავთ როგორც სირბილეს იმე კრილიში, შესდგება ბრტყელი მოგრძო უჯრედებისაგან; ქვემო ზედაპირზე ამ უჯრედებს შორის გაფანტულია რაღაც განსაკუთრებული ფორმის ორგანოები — ერთი მათგანი მოხვედრილია განაკვეთის ხაპირას და გაკვეთილია შუაზე; ჩვენ ვხედავთ, რომ იგი შესდგება რაკლივით მოხრილი ორი უჯრედისაგან, რომლებიც არშიად ევლება მოგრძო ნაპარას. ეს მაშასადამე ქვემოთა კანში არსებული ჰაერის გამოყოფივი ხერხელებია, რომლებიც ფოთლის შიგნით მიდიან.

ამ ორგანოებმა ბაგეების სახელწოდება მიიღეს. ისინი ზეტად მრავალრიცხოვანი არიან. მავალითად. ცაცხვის ერთ ფოთოლზე მათი რიცხვი მილიონს აღემატება, და ეს რიცხვი სრულიად არუნდა იწყვედეს ექვს, რადგან გამონაგარიშების ხერხი მეტად მარტივი და ზუსტია. ამ ორგანოების, უპირატესად ფოთლის ქვემო ზედაპირზე არსებობა გვიხანის ჩვენ, თუ ზემოაღწერილის მსგავს ცლებში გაზის მოყოფიერ მეტწილად რატომ სწარმოებს ფოთლის ქვემო ზედაპირით. ამ ბაგეების შესახებ ჩვენ კიდევ გვექნება საუბარი.

ახლა ვნახოთ მზის სხივის მოქმედების დროს, რომელი გაზი გამოიყოფა ფოთლიდან. ამისათვის, საკმარისია დავიკადლოთ სანამ ზარის ქვეშ (სურ. 34) არ დაგროვდება გაზის საკმარისი რაოდენობა. მაშინ ვარკვევთ სიჭრბილით მოგსნათ საცობი და ყელში გაყოთ მბრტყელი კვარი, იგი მაშინვე აინთება, იწყის და ნაბერწყლებს ფანტავს. ეს — ეანგბადის უტყუარი

ნიშანია, მაშასადამე ფოთლის მიერ გამოყოფილი ჰაერი ეანგბადია ან მეტად იდიდარია ამ გაზით. მაგრამ ჩვენ უკვე დავინახეთ, რომ ცლა წარმოებთი მიმდინარეობს მხოლოდ მაშინ, როდესაც წყალი გახსნილია ნახშირორჟანგი. იბადება კითხვა, ხომ არ არის პირდაპირ დაეკეზირებული ნახშირორჟანგის არსებობათ ეანგბადის გაჩენა. როგორ ჩანს, ჩვენი ცლა მასზე პირდაპირ პასუხს არ იძლევა. იმისათვის, რომ გავიგოთ ნახშირორჟანგის ბედი. ავილოთ ხელსაწყო. — რომელიც შესდგება ნალისებარი ფორმის მილისაგან (სურ. 36), რომელსაც ერთი მუხლი ყრულ აქვს დახებული, მეორე, კი ისურება მიხეილი საცობით* მილში ვასხამთ წყალს და შეგვეკვს ნახშირორჟანგი ისე, რომ მან დაიკავოს არე მარცხენა ყრულ მუხლში, შტატეზე მიმდებარებულ მოძრავ ნიშნამდე (როგორც ნახაზზეა ნაჩვენები). მარჯვენა თაელია მუხლში ვათავსებთ მარცხლოვანი მცენარის გრძელ ფოთოლს და მუხლის წყლით ავსების შემდეგ ვხურავთ მას საცობით ისე, რომ მის ქვეშ სრულიად არ დარჩეს ჰაერის უმნიშვნელო ბუშტიც კი. შემდგომ ხელსაწყო ვაგვეკვს სინათლეზე. თავს იჩენს ჩვენთვის უკვე ნაცნობი მოვლენა: ფოთოლი იფარება უწყრილო ბუშტებით; ბუშტები ვარკვეული ზომის მილწივის შემდეგ აღის მილის ზემო ნაწილში; იქ გროვდება გაზის შესანჩნევი რაოდენობა, რომელიც მუდმივად მიტულაობს. იმ დროს, როდესაც მარჯვენა მუხლში გაზის მოკულობა იხრდება, მაოცხენაში — ნახშირორჟანგის მოკულობა მცირდება. როდესაც მარჯვენაში წყლის დონე იქნება მათან, მარცხენაში იგი უკვე ითან იქნება. როგორც ჩანს მარჯვენა მუხლში არსებული გაზი ეანგბადია, მაგრამ დასარწმუნებლად ჩვენ შეგვიძლია ამოვილოთ საცობი და ვაგისინჯოთ იგი კვარის საშუალებით. დავრწმუნდებით თუ არა, რომ იგი ეანგბადია, ხელახლა ვავსებთ მილს წყლით და ვიკორებთ ცლას. ხელახლა ვაჩნებთ ეანგბადის ვარკვეული რაოდენობა, მეორე მუხლში კი ვაქრება ნახშირორჟანგის შესაბამისი რაოდენობა. ჩვენ ვიციით, რომ ეს ნახშირორჟანგია, რადგან ჩვენ თვით შევიკანეთ იგი იგივე რამდენიმე ამგვარი ცლის ჩატარების შემდეგ უფრო დასარწმუნებლად მარჯვენა მუხლს ხელახლა ვავსებთ წყლით, ვხურავთ საცობით და მთელი მილის შემოუნებით მარცხენა



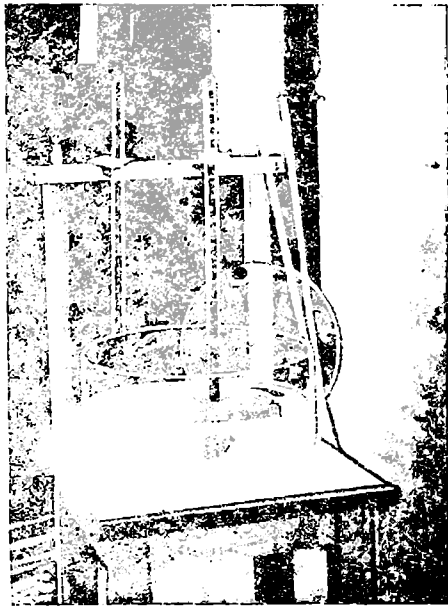
სურ. 36.

34) არ დაგროვდება გაზის საკმარისი რაოდენობა. მაშინ ვარკვევთ სიჭრბილით მოგსნათ საცობი და ყელში გაყოთ მბრტყელი კვარი, იგი მაშინვე აინთება, იწყის და ნაბერწყლებს ფანტავს. ეს — ეანგბადის უტყუარი

* ე. წ. გოფმანის ხელსაწყო, რომელიც ფართოდ იხმარება ჰიმის თვალსაჩინოდ სწავლების დროს.

მუხლში ნარჩენი გაზი გადაგვქვს მარჯვენაში. შემდეგ თუ ჩვენ ამ გაზს გავსინჯავთ, დავუწმენდებით, რომ არამც თუ მზეტუტაი კუარი აინთება, არამედ ანთებულიც კი ჩაქოვდა. წახსადამე, ეს გაზი იყო ნახშირორქანგი და არ შეცვლილა. ცდის მსუელლობა ადვილი გასაგებია: მარცხენა მუხლში ნახშირორქანგი წყალში ნდღმივად იხსნება, მაგრამ მისი ხსნარი მარჯვენა მუხლში, იქ მოთავსებულ ფოთლის მოქმედებით იშლება და გამოიყოფა ენგბადი. ამის მდებარეობა იხსნება ნახშირორქანგის ახალი რაოდენობა და ა. შ. ეს ცდა, ჩვენ თუშეცა სავსებით ზუსტად არა, მაგრამ მაინც მეტად თვალსაჩინოდ გვიჩვენებს იმ ფაქტს, რომ ნახშირორქანგი ერთი მუხლიდან მეორეში ფოთლოვან გაყვლის დროს, გარდაიქმნება ენგბადად, ე. ი. იშლება, და ამავ დროს წლის ერთ ბოლოში გამჭრალი ნახშირორქანგის და მეორე ბოლოში გაჩენილი ენგბადის მოცულობა დაახლოებით ერთმანეთის ტოლია. რადგან ქიმიკ ჩვენ გვასწავლის, რომ ენგბადში ნახშირბადის დაწვის დროს, ნახშირორქანგის წარმოქმნისას, ენგბადის გარკვეული მოცულობა წარმოქმნის ნახშირორქანგის თანაბარ მოცულობას, ამის გამო ჩვენს ცდაში ნახშირორქანგი სავსებით იშლება, მთელი მისი ენგბადი გამოიყოფა, ხოლო მთელი ნახშირბადი იჩება მკენარეში.

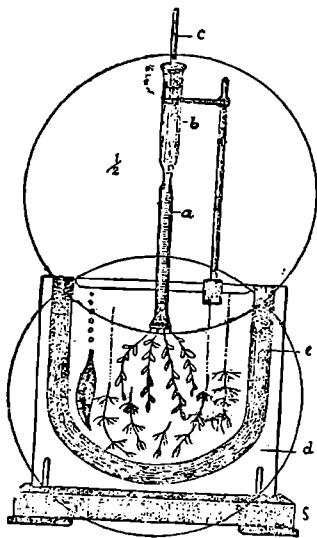
იგივე ცდა უფრო თვალსაჩინოდ შეიძლება ერთ ფოთლოვან იქნას ჩატარებული, წყლის შრომანის ან ყვითელი ღუმფარას ღიდ მოკურავე ფოთლოვან. ეს წყლის მკენარეები 'ახსიალებიან იმით, რომ მათი ბაგეები განლაგებული არიან მოკურავე ფოთლების ზემო, ჰაერთან შემებ ზედაპირზე, ხოლო ბაგეებს ქვეშ არსებული საპაერო ღრუები უერთდებიან ფირფიტის და გრძელი ყუნწის ასეთსავე ღრუებს. ასეთ ფოთლოს ვათავსებთ წყლიან ფართო ჰურქელში იმგვარად, რომ ფირფიტა უტრავდეს მის ზედაპირზე, ხოლო ყუნწს ვათავსებთ წყლით სავსე დანაყოფებთან მულში. როგორც კი მიღს ვერტიკალურად დავაყენებთ, ყუნწის გადანაქირდან ბუშტები დაიწყებს გამოყოფას და მილი ჩქარა აივტება ჰაერით იქამდე, მანამ მასში წყლის დონე ფართო ჰურქელის დონეს გაუთანაბრდება. ჰაერის ეს გამოყოფა, რომელიც შედის ბაგეებში და გამოდის ყუნწის გადანაქირდან, გვიჩვენებს, რომ სანამ მილი წყლის დონე უფრო მაღალია გარეთა ჰურქელის დონეზე, ამ გადანაქირტე წნევა ატმოსფერულზე ნაკლებია. მისი ხელახლა წყლით ავსების და მასში ყუნწის მოთავსების შემდეგ, ფოთლის ფირფიტას ვათავ-



სურ. 37.

სებ წყალში და ვაღებთ ზემოდან მინის ფირფიტას, რომელიც ყუნწისათვის ამოკრილია (მეორე ასეთი ფირფიტა ნახევნება სურ. 37-ზე ფართო ჰურქელის მარჯვნივ). პირველი ცდისათვის ავიღოთ ვადრულბული, მასხადამე, ნახშირორქანგის მოკლებული წყალი, ამ შემთხვევაში ჩვენ ვერაფერს ვერ შევამჩნევთ. შემდეგ დავასახთ ნახშირორქანგის შემცველი წყალი (მაგალითად ჩვეულებრივი ზელტერის წყალი), და ფართო ჰურქელი დავეხუროთ მუყაოთი ისე, რომ ფოთლოს მზის სინათლე არ ხედებოდეს და ამ შემთხვევაშიაც ვერაფერს ვერ შევამჩნევთ. მაგრამ, როგორც კი მოვხსნით მუყაოს და მზის სინათლე მოხვდება ფირფიტას, ყუნწის გადანაქირდან გამოიყოფა ჰაერის მსხვილი ბუშტების მწკრივი. მოკრილი ჰაერის გაზომვა ჩვენ შეგვიძლია, რისთვისაც მიღს აქვს დანაყოფები. იქედან, რაც ჩვენ უკვე ვიცით, გამოგვაქვს დასკვნა: რომ ის გაზი, რომელიც გამოიყოფა მხოლოდ ნახშირორქანგის არსებობისას და სინათლის მოქმედების დროს ენგბადი უნდა

იყოს. მილიდან ფრთხილად გამოვიღოთ ყუნწი, დავხუროთ მისი ხერელი და გადავბარუნოთ ისე, რომ ხერელი მუდამ დახურული იყოს. ვიღებთ წვრილ სწორ მკვარს, ამისათვის განსაკუთრებით



სურ. 38.

მოსახერხებელია ხის ფარდების დაშლა ორი ასეთი მკვარი ნაჩენებია სურათზე. ვანთებთ მას და ვაქრობთ ისე, რომ წვერზე დარჩეს მბუქუტავი ნაკვერცხალი. ხერელს ფრთხილად მოვაშორებთ თითის და შეგვყავს მასში მბუქუტავი კვარი. იგი ტკაცუნით ინთება და იწვის კაშკაშა თეთრი ალით; ეს ენაგბადის ნიშანია, ან უკლებლად შემთხვევაში, ნიშანია ჰაერზე უფრო ენაგბადით მიღობი ნარევის არსებობისა. კვარი ფრთხილად ამოვიღოთ მილიდან და მისი ხერელი სწრაფად დავხუროთ თითით. ხელახლა ვანთებთ და ვაქრობთ კვარს და სანამ მასზე კიდევ დარჩენილია ნაკვერცხალი, ხელახლა შეგვყავს ის მილში; იგი ხელახლა ინთება და ამგვარად თუნდაც ათჯერ გავიმეორებთ, დავრევი-

ლი ენაგბადის გამოლევაზე. ამგვარად, ერთ ფოთოლზე რამდენიმე წუთის განმავლობაშიც შესაძლებელია დავამტკიცოთ ის ძირითადი ფაქტი, რომ იგი მზის სინათლეზე ნახშირორჟანგს გარდაქმნის ენაგბადად.

უკანასკნელ წლებში მეტად გავრცელებულ ხელსაწყოს დახმარებით, რომელსაც სციოპტიკონი, ე. ი. გაუმჯობესებული ჯადოფარანი ეწოდება, ჩვენ ამ მოვლენის. მცენარის მიერ ნახშირორჟანგის დაშლის ჩვენება ყოველთვის შეგვიძლია ფართო აუდიტორიისათვის. ეკრანზე მცენარის და იმ მილის გალიდებულ გამოსახულების მოთავსებით, რომელშიაც წარმოებთ მცენარის მიერ გამოყოფილი გაზის გამოკვლევა. აი ამ ცდის უფრო მეტად თვალსაჩინო ფორმა (სურ. 38). მინის აბაზანა, რომელიც შესდგება ნალისებრ მოხრილ მინის წყირისაგან (e) და სარკის ორი მინისაგან (d), წარმოადგენს პატარა აკვარიუმს, რომელშიაც დასახლებულნი არიან ჩვეულებრივი წყლისმცენარეები. ჩვენ თუ გვაქვს სინათლის საკმაოდ მძლავრი წყარო, მზის, ელექტრონის ან დრუმონდოვისა ცი, მაშინ შეგვიძლია ეკრანზე გამოვხატოთ ამ მინიატურული აკვარიუმის (სურ. 38-ზე შემცირებულია ორჯერ) გამოსახულება ერთი სატენის ან მეტი სიდიდით; და ყველა იმ ადგილებში, სადაც უსოკრტები ან ფოთლის ყუნწები გადაჭრილია, შევამჩნევთ საინტერესო მოვლენას, ნახშირორჟანგის დამშლელი მცენარის მიერ ენაგბადის გამოყოფა*. ამისათვის რასაკვირველია, წყალი უნდა შეიცავდეს ნახშირორჟანგს, ხოლო სინათლე საკმაოდ ძლიერი უნდა იყოს; ამ ორი პირობის გარეშე ბუშტების გამოყოფა არ იქნება შესაძლებელი, მაგრამ საშაფიეროდ, როდესაც სინათლე საკმაოდ ძლიერია (მზის ან ელექტრონის) ისინი გამოიყოფიან ერთიმეორის თანმიმდევრობით კრიალოსნის მსგავსად. ახლა საჭიროა დავრწმუნდეთ, რომ ეს გაზი შესდგება ენაგბადისაგან ან უფრო სწორად, მეტად მდიდარია ენაგბადით, რადგან იგი ყოველთვის შევაცვს წყალში გახსნილ სხვა გაზების ნარევის. ამისათვის რამდენიმე ტრტის ბოლოები შეგვაქვს დანაყოფიან მილის (a) გაფართოებულ ხერელის ქვეშ, რომელიც აბაზანის მსგავსად ავსებულია წყლით და მასში ვავროვებთ გამოყოფ-

* წყლისმცენარეების წყალქვეშა ნაწილებს ბაჯები არ გააჩნიათ, მაგრამ აქვთ შინაგანი საპეროლრუები, სადაც შედის ენაგბადი, რომელიც შემდეგ გამოიყოფა ბუშტების სახით შემთხვევით გაჩენლ ხერელებიდან.

ფილ გაზს. ეს მილი შევიწროებულ ნაწილში მკიდროდ არის დახურული მიხეხილი საცობის მსგავსი მინის წკირის ბოლოთი (c), რომელიც გადის მისი ძაბრისებერ გაგანიერებულ ზემოთა ნაწილის (b) მთელ სიგრძეზე. როდესაც მოგროვდება გაზის საქმარაოდენობა, ჩვენ ვიწყებთ მის გამოკვლევას*. იგი შესაძლებელია შესდგებოდეს მკენარის მიერ გამოყოფილ ენაგბადისაგან, და აგრეთვე ატომოფერულ პაერის და ნახშირორგანვისაგან, რომელნიც გახსნილნი არიან წყალში და, მამასადამე, შეუძლიათ მკენარის დრუში მოხვედრა. მილის ძაბრისებერ ნაწილში ვასხამთ მწვავე ტუტის ხსნარს და წკირს ფრთხილად ვწვეთ ისე, რომ ტუტე გადავიდეს ქვემო დანაყოფებთან ნაწილში. როგორც უკვე ვითტ შეთანტქავს ნახშირორგანვს** თუ თადაპირველად მილში მავალთად გაზი 50 დანაყოფზე იყო, მაშინ ნახშირორგანვის შეთანტქმის შემდეგ დარჩება ვთქვათ 48 დანაყოფზე, მაშინ ძაბრში ვასხამთ სხვა ნიეთიერებას, ე. წ. პიროკალიუმის მეთავს ხსნარს, რომელსაც უნარი აქვს ენაგბადის შეთანტქმისა და ამასთანავე მუქქითელ ფერს იღებს. ამოვწყვთ წკირს და როგორც კი ამ ნიეთიერებების პირველი წყუთებში მოხვედება მილში და შეეხება მასში მოთავსებულ გაზს, შედგებას სითხეს, ხოლო გაზის მოკულობა სწრაფად იწყებს შემცირებას. დაბოლოს 48 დანაყოფის ნიცვლად რჩება რაღაც 15 დანაყოფი. ეს დარჩენილი გაზი — აზოტი. მამ ენაგბადის რაოდენობა სულ უდრიადა 33. მაგრამ აზოტის 15 ნაწილთან ერთად ატომოფერულ პაერის სახით შეიძლებოდა შიგ შეკრილიყო ენაგბადის არა უმეტეს 5 ნაწილს, იყო რომ 28 დანაყოფი მოდის მკენარის მიერ ნახშირორგანვის დაშლის შედეგად გამოყოფილ ენაგბადზე.

ელექტრონის სინათლის არსებობისას, აღწერილი ხელსაწყოსი და ელექტრონის შუქის დაძაბრებით ჩვენ პირველად გვეძლევა საშუალება, რომ ეს მოვლენა, რომელიც ბუნებაში მხოლოდ დღისით და წლის თბილ დროში მიმდინარეობს, ვაგრეთოთ მივლ აუდიტორიას ზამთრის ბნელ დამეში, ისევე ადვილად, როგორც ეკრანზე ვაჩვენებთ რაიმე სურათს. თაისთავად ვასაგებებთ, რომ უფარნოთაც შესაძლებელია ამ ხელსაწყოთი როგორც კვლევითის მარტივი ხერხით სარგებლობა.

აკამდე ჩვენ ვაწარმოებდით წყალში ჩაძირულ მკენარის მიერ ნახშირორგანვის დაშლის შესწავლას; ცდის ასეთი ფორმა უფრო მეტად მოსახერხებელია ამ მოვლენის პირველად ვასცობად, რადგან მკენარის მიერ ვაზების გამოყოფას საესებით თვალსაჩინოდ ხვის; ჩვენთვის ახლა აუცილებელია მისი შემოწმება, სწარმოებს თუ არა მსგავსი დაშლა, ნახშირორგანვის შემკველ პაერთან ფოთლის შეხების დროს.

აი ამგვარი ცდის უფრო მეტად მარტივი და უხეში ფორმა, სწორედ ის, რომელშიც ეს მოვლენა ასი წლის წინათ პირველად იქნა აღმოჩენილი ცნობილი პრისტლის მიერ, ვიღებთ მინის ქილას (როგორც ეს სურ. 34-ზეა ნაჩვენები), ვასხამთ ფსკერზე ცოტა წყალს და ვვდებთ შიგ პატარა ანთებულ ნამწვს (თაისთავად ცხადია იმოდენას, რომ იგი ამოშვერილი იყოს წყლის ზედაპირზე), ამ ნამწვს ვაუხრავთ ისეთსავე მინის ზარს, როგორც სურ. 34, ისე, რომ კილით ის იყოს მოთავსებული წყალში ქილის ფსკერზე. ამგვარად, ზარის ქვეშ პაერი დახმული და ვანცალკეებული იქნება ვარეთა ატმოსფეროდან წყლის ფენის საშუალებით. ნამწვი ერთხანს ვანაგრძობს წყალს და შემდეგ ვაჩქარებ. მამასადამე, ზარის ქვეშ წყისათვის ენაგბადი უკვე აღარ არის, იგი შეცვალა წყის შედგად წარსოქმნილმა ნახშირორგანვმა. ახლა ჩვენ რომ ზარს ქვეშ (ყელიდან) შევიტანოთ ანთებული კვარი, იგი ალბათ ნამწვის მსგავსად ვაჩქარებ, მაგრამ თუ ჩვენ ფრთხილად ზარს ქვეშ წყლიდან მწვანე ტოტს ან რამდენიმე ფოთოლს ვაეიყვანთ და მთელ ხელსაწყოს ხანგრძლივად ვავდებთ სინთლზე, დავრწმუნდებით, რომ ამის შედეგად ანთებული კვარი ზარის ქვეშაც ვანაგრძობს წყალს — მამასადამე, მასში ხელახლა ვაჩნდა ენაგბადი, რომელიც წინათ არ იყო. როგორც ჩანს, მკენარებში სინთლის წყის შედგად ვაჩენილი ნახშირორგანვი ვადააქცია ენაგბადად. იგივე ცდის ჩატარება შეიძლება სხვა ფორმითაც: სანთლის ნაცვლად ჩვენ შეგვეძლო ზარის ქვეშ მოგვეთავსებინა თაგვი; როდესაც იგი დაიხუთებოდა, ჩვენ გვეძლევადა საბუთი, რომ ზარის ქვეშ სუნთქვითისათვის ენაგბადი აღარ არის. მის ქვეშ მწვანე

* სურ. 38. წრები წარმოადგენენ ნათელ არეს, რომელსაც იძლევა ვადოფარანი. უფრო მნიშვნელოვანად ვადიდებთისათვის მთელ ხელსაწყოს ჩვენ ორგანზე ვაგვინჯათ.

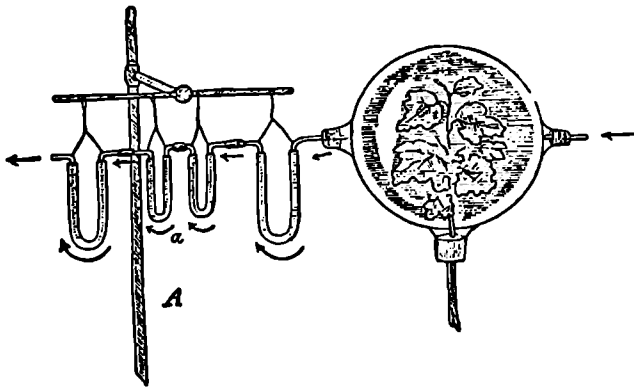
** იხილეთ ლექცია III, თესდის სუნთქვის შესახებ.

ტოტის შეტანის და მის მზეზე გადგმის შემდეგ ამ ჰაერს ეანგზადი დაუბრუნდება და სუნთქვისათვის გამოსადეგი ვახდება.

ყველა აქამდე აღწერილ ცდებში ჩვენ ვცაყოფილდებით მცენარის საშუალებით ნახშირორ-ენანგის ეანგზადად გადაქცევის მოვლენის მხოლოდ თვისობრივი შესწავლით, ან გამჭრალი ნახშირორ-ენანგის და წარმოქმნილი ეანგზაღის შორის შეფარდების დაახლოებით შეფასებით. ამ მოვლენის შესასწავლად მეცნიერებს გააჩნია ვაცი-ლებით უფრო ზუსტი რაოდენობითი მეთოდები, მაგრამ მათი აღწერა აქ უადგილო იქნება, რად-გან ამისათვის საჭირო ვახდება ტექნიკური მხარის ზედმიწევნით აღწერა. მხოლოდ ვიტყვი, რომ ამის-ათვის ჩვენ ვსარგებლობთ ნახშირორ-ენანგის ცნო-ბილ თვისებით, შთანთქმის მწვავე ტუტეების მიერ. დავეუფავთ, რომ მინის დახშულ კურკულში—დანა-

ამ გზით შესაძლებელი ვახდა მრავალი საინტე-რესო საკითხის გადაწყვეტა, როგორც მაგალი-თად, ჰაერში ნახშირორ-ენანგის როგორც რაოდენ-ობა უფრო ზუსტად შეიძლება მცენარისათვის, აღ-მოჩნდა, რომ საჭიროა დაახლოებით 8%; ამ რაოდენობაზე მეტი ნახშირორ-ენანგი როგორც ჩანს, მცენარეზე უკვე მავნებლად მოქმედებს.

ჩვენს უურაღლებას კიდევ ერთი ამასთან და-კავშირებული საკითხი იპყრობს. ჩვენ ცდის სა-შუალებით დაერწმუნდით, რომ მცენარეინ შლიან ნახშირორ-ენანგს, რომელსაც ვაწვდით ჩვენს ხელ-საწყოებში, მაგრამ იბადება კიბხვა, გვაქვს თუ არა უფლება ამ ცდებიდან გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ მცენარეს ბუნებრივ პირობებშიაც აქვს ჰაერის ნახშირორ-ენანგის დაშლის უნარი. მოვიგო-ნოთ, რომ ჩვენი ცდების დროს მცენარეს ვაწვდით ნახშირორ-ენანგის საკმაო დიდ რაოდენობას, ჩვეუ-



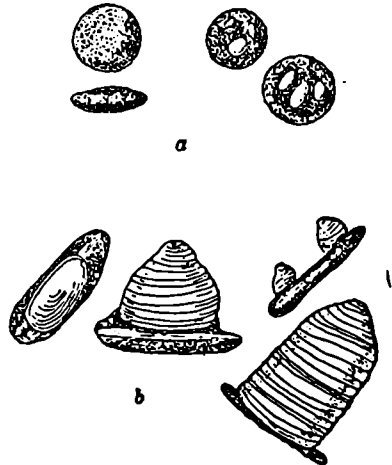
სურ. 39.

ყოფებიან მინის მილში მოთავსებულ მცენარეს ან ცალკეულ ფოთოლს ვაწვდით ნახშირორ-ენანგის გარკვეულ რაოდენობას და ვათავსებთ მას სინათ-ლეზე. ცდის შემდეგ მწვავე ტუტის საშუალებით გამოვარკვევთ მილში დარჩენილ ნახშირორ-ენანგის რაოდენობას. ვიცით რამდენი ნახშირორ-ენანგი იყო აღებული და რამდენი დარჩა, აქედან ცხადია, რამდენი ნახშირორ-ენანგი გაქრა, ე. ი. დაიშალა და შეიცვალა ეანგზადად.

ლებრივ რამდენიმე პროცენტს, ხოლო ჰაერში იგი მხოლოდ მეათათასედ ი რაოდენობით მოი-პოვება, შესაძლებელია საეკვოლ მივიჩნიოთ ის ვარემოება, რომ მცენარეს შეუძლია მოძებნოს და შეითვისოს ჰაერში მეტად ძუნწად გაფანტული ნახშირორ-ენანგის ნაწილაკები. ამ საკითხის გადა-საწყვეტად ცნობილმა ფრაიგმა მეცნიერმა ბუსენ-გომ შემდეგი ცდა ჩაატარა: ვიღებთ მინის დიდ სფეროს, რომელსაც სამი ზერელი აქვს (სურ. 39)

ქვემო ხერცილიდან მასში შეყვანილია ვაზის ფოთლებიანი ტრუტი, რომელსაც ვაზთან კავშირი არ დაუკარგავს, და მამასადაამე სრულიად ნორმალურ პირობებში იმყოფება. რომელიმე შემწოვი ხელსაწყოს (ე. წ. ასპირატორის, რომლის აღწერა აქ საჭირო არ არის) საშუალებით ზინის სფეროში და მასთან შეერთებულ ხელსაწყოში, რომელსაც ზთლიანად ჯერ ასო A-თი აღნიშნავთ ისრების მიმართულებით ვარჯიდან მუდმივად ნელა შედის ჰაერის დენი. ჰაერის შემწოვ ხელსაწყოში ჩვენ ეზომავთ სფეროში მთელი ცდის განმავლობაში გველით ჰაერის რაოდენობას; ცდის ჩატარების ადგილას ჰაერის ანალიზის გაკეთების შემდეგ ვიგებთ მასში არსებულ ნახშირორგანგის რაოდენობას. თუ ვიცით მცენარესთან ერთად სფეროში შეყვანილი ჰაერის რაოდენობა, და ამ ჰაერში არსებული ნახშირორგანგის რაოდენობა, ამით გავიგებთ სფეროში შესული ნახშირორგანგის რაოდენობას. დაგვჩა გასარკვევად სფეროდან გამოსული ნახშირორგანგის რაოდენობა, იმისათვის, რომ გავიგოთ რამდენი ვაჟა, ე. ი. დაიშალა ფოთლების მიერ, სწორედ ამოქანასკნელ მიზანს ემსახურება ხელსაწყო A. მის მნიშვნელობას ავწერთ შოკლედ, ცხაღია, გამოვტოვებ ტექნიკურ მხარეს, რადგანაც ჩემი მიზანია მხოლოდ ცდის ძირითადი აზრის და არა კვლევის ბერბების ახსნა. ამ ხელსაწყოს მთავარ ნაწილს შეადგენს ორი მუხლიანი მილი (ა), რომლებშიაც გადის შეწოვილი ჰაერის ნაკალი, და რომელთა დანიშნულებას შეადგენს ნახშირორგანგის შთანთქმა. ამისათვის ერთერთ მათგანში წერილი ნაკრების სახით მოთავსებულია მწვავე ტუტე. თუ ტუტე შთანთქავს ნახშირორგანგს, იგი წონაში მოიმატებს. მამასადაამე, საკმარისია ცდის ჩატარების წინ და შემდეგ ხელსაწყოს მოვხსნათ და ავწონოთ ასო B-თი აღნიშნული ხაწილი. წონის ნამატი გვიჩვენებს სფეროდან გამოსულ ჰაერში დარჩენილი ნახშირორგანგის რაოდენობას. აღმოჩნდა, რომ კარგი ვანათების დროს სფეროდან გამოდიოდა ნახშირორგანგს თითქმის სრულიად მოკლებული ჰაერი. მამასადაამე, ჰაერი მცენარის განათებულ მწვანე ზედაპირზე გავლის დროს მასში სტოვებდა თითქმის მთელ თავის ნახშირორგანგს, მიუხედავად იმისა, რომ მისი ნაწილაკები ატმოსფეროში ისე იშვითად არიან, რომ შესაძ-

ლებელია ითქვას, მისი სხვა შემადგენელი ნაწილების მასაში ისინი იკარგებიანო. ეს შედეგი უფრო გასაგები გახდება, თუ მოვიგონებთ ჩვენს ხელოვნურ უჯრედში ნახშირორგანგის დიდუხიას*. მაშინ ნახშირორგანგი უჯრედში თვით შედიოდა მხოლოდ იმტომ, რომ მასში იგი არ იყო, მაგრამ ფოთოლშიაც ხომ მუდმივ დაშლას განიცდის, თითქოს უკვალად ქრება და ამის გამო დიდუხიის კანონების საფუძველზე სულ ახალ-ახალი რაოდენობით უნდა შედიოდეს ატმოსფეროდან. ბუსენგოს კლასიკური ცდა დაახლოებით ნახევარი საუკუნის წინათ იყო ჩატარებული და შემდეგ თითქმის არ გამეორებულა მისი სიძნელის გამო. უკანასკნელ წლებში დიდად ნიჭიერმა ინგლისელმა მეცნიერმა გორას ბროუნმა ასეთი ცდების მთელი რიგი უფრო სრულყოფილად



სურ. 40.

მაოწყო და ამიტომაც შესძლო ყველა საექსპერიმენტების თავიდან აცილება. ასე მაგალითად, ჯერ კიდევ ვაუგებარი იყო თუ მცენარე თავისი ბაგეების მიკროსკოპული ხერხელების საერთო ჰაერის მოდენის სიმართლის მიუხედავად, როგორ, ასწრობს ჰაერიდან ამოსუფოვის მასში ასე ძუნწად გაფანტული ნახშირორგანგი, აღმოჩნდა, რომ გა-

* იხილეთ მთავრე ლექცია.

ზების დიფუზიის თავისებურებათა გამო (პირველად ბროუნის ამ ცდებში იქნა აღმოჩენილი) ნახშირორგანვნი ამ ხერხელებში შედის თითქმის ისეთ სიჩქარეში, როგორც ამ შემთხვევაში თუ შთანთქმავს ფთოლის მთელი ზედაპირი მიიღებდა მონაწილეობას. ამან ბროუნს მისცა საბაზი მახვილი ხუმრობის სათავეს, რომ მცენარეს როგორც ჩანს ფიზიკის საკითხებში უფრო ფართო ცნობები მიუძღვის, ვიდრე ჩვენ მიგვაჩინა დასაშვებად. აგრეთვე აღმოჩნდა, რომ ნახშირორგანვის შემადგენლობის გადიდების დროს ჩვეულებრივ რაოდენობიდან 2/10000-დან 1/1000-მდე მცენარის მიერ დაშლილი რაოდენობა თითქმის ხუთჯერ გადიდა, საიდანაც წარსულთან შედარებით, უფრო დარწმუნებით შეგვიძლია გამოვიტანოთ დასკვნა მცენარეს არამდენად სრულად შეუძლია გამოიყენოს ატმოსფერული ნახშირორგანვი, რომელიც მისთვის თითქმის მიუწვდომელ რაოდენობით არსებობს.

ცხება რა შვის სხივებით განათებულ მცენარის მწვანე ზედაპირს, ნახშირორგანვი ვანიცდის დაშლას, მისი ენგებალი თავისუფლდება, ხოლო ნახშირბადი რჩება მცენარეში. ახლა შევეცადოთ გავადგინოთ თვლი შემდგომ რა ბედი ეწევა მცენარეში ამ ნახშირბადს. ამისათვის ისევ მიკროსკოპს მივმართოთ. ამ მოვლენაზე არსებულ დაკვირვებებს და ცდებს უკლებლივ ერთდარიგედ დასკვნამდე მივყავართ, რომ ეს პროცესი მიმდინარეობს მცენარის მხოლოდ მწვანე ნაწილებში. თუ ორგანო მწვანე არ არის, მაშინ ჩვენ შეგვიძლია უშეცდომოდ ვთქვათ, რომ იგი ნახშირორგანვის დაშლას არ აწარმოებს, თუ იგი მას შლის, მაშინ ალბათ მწვანე ნივთიერებათა დაფარულ, სხვა შემდგომ ნივთიერებებით შენიღბული სახით შეიკავს. ეს მწვანე მარცვლები, რომელნიც ჩვენ ფოთლის შესახებ საუბრის დროს გავიხსენიეთ, ეს ეგრეთწოდებული ქლოროფილი ავარმოადგენს იმ ორგანოს, რომელშიაც სწარმოებს ნახშირორგანვის დაშლის პროცესს, მის გარეშე მცენარეში ნახშირბადის შეთვისება არ მიმდინარეობს.

ახლა ვნახოთ, რა ვეცით ჩვენ ამ ქლოროფილის შესახებ. როგორც უკვე დავინახეთ უჯრედებში იგი მარცვლების და აგრეთვე ჩხირების (სურ. 40*) ლენტების (სურ. 58 მარჯვნივ) და სხვა სახით გვხვდება.

თუ ჩვენ რომელიმე მცენარეს ერთხანს სიბნელეში ვამოყვებთ და შემდეგ ამ მარცვლებს მიკროსკოპის ქვეშ დავაკვირდებით, მათი აგებულება სრულად ერთგვარონად წარმოგვიდგება*, შიგნით არაეითარი ნივთიერება არ ექნება გადადებულად (სურ. 40-ა მარცხნივ), მაგრამ შემდგომ მცენარეს თუ დავდებთ სინათლეზე, ჩვეულებრივ პაჩრზე ან წყალში, მაშინ დავინახავთ, რომ გარკვეული დროის ზოგჯერ რამდენიმე წუთის გავლის შემდეგ მათში განჩნდება წყრილი მარცვლები (სურ. 40-ბ მარჯვნივ). ზოგიერთ მცენარეს ეს მარცვლები დროთა განმავლობაში ეზრდება, გამოიწვევიან გაჩეთ და განავარძობენ ზრდას ქლოროფილის მხარეს მიქცულნი ნაწილით (სურ. 40-ბ). ასეთ შემთხვევაში მათ სახამებლის მარცვლებისათვის დამახასიათებელი შერეობრივი აგებულება აქვთ; ჩვენ ვცნობილობთ მათში სახამებელს, მაგრამ ამისათვის არც ესაჭიროებთ მათ გაზრდას; სახამებლს ჩვენ ვიცნობთ წერტილის მსგავსად გაჩენილ მარცვლებშიც, თუ მებარათვე ჩვენთვის ცნობილ მიკროსკოპიულ რეაქტივს, და მას იოლით ლურჯად შევლებავთ.

მაშასადამე, ქლოროფილის მარცვალში წარმოიქმნება სახამებელი, რომელიც ზრდას განავარძობს ქლოროფილითან შეხების წერტილებში. ჩვენ აღვივალად დავამტკიცებთ, რომ სახამებლის ეს გაჩენა დავამოიბრებთა ნახშირორგანვის დაშლასთან, რომ იგი მის შედეგს წარმოადგენს. ჯერ ერთს, როდესაც ატმოსფერო ან წყალი ნახშირორგანვს არ შეიკავს, ქლოროფილში სახამებელი არ ჩნდება; მეორე ის, რომ სიბნელეში იგი არ წარმოიქმნება—მაშასადამე, მის წარმოსაქმნელად ქლოროფილში აუცილებლად უნდა იყოს ნახშირორგანვი და ჰქონდეს მისი დაშლის პირობა, ე. ი. სინათლე.

* სურ. 40: ა—ქლოროფილის მარცვლები; მარცხნივ უსახამებლოდ, მარჯვნივ სახამებლით; ბ—ქლოროფილის ჩხირები სახამებლის წარმოქმნის თანმიმდევრით სტადიებით.

** ქლოროფილის მარცვლები (ხოლოდ ქლოროფილის კი არ შეიკავს. მის შემადგენლობაში ქლოროფილის ნივთიერება მხოლოდ 6%-მდეა, ხოლო ყოველი მარცვლის დანარჩენი ნაწილი უფრო ნივთიერებას წარმოადგენს, რომელიც მივსგავება ზღაპრის და დეკორის უნარი აქვს. იგი სპირტში არ იხსნება, და ამიტომ ქლოროფილის გასისის შემდეგ მარცვლ კი არ გრძობს, ანაღ, ხოლოდ უფროდღება. ამიტომ ანაღად გაუფერების თვისება აქვს. იქნებოდა, რომ უფროდღება მის ქლოროფილის მარცვლის მატიერად ქლოროფალსატი ვუწოდოთ. (1949 წ. რუსული გამოცემის რედაქციისაგან).

ჩვენ უფრო მეტად ვრწმუნდებით იმაში, რომ სახამებელი არის სწორედ ის საპოვნელი ნივთიერება, რომელიც წარმოიქმნება ნახშირორთქანგის ნახშირბადისაგან, როდესაც გავისხნებთ მის შემადგენლობას. იგი შეიძლება ვაღიაროთ ნახშირწყლების ტიპურ წარმომადგენლად, ხოლო თუ ეს ასეა, ჩვენ მისი წარმოქმნა შეგვიძლია შემდეგნაირად ავხსნათ. უჯრედებში მუდამ არსებობს წყალი; მაგრამ თუ წყალს და ნახშირორთქანგს ვავართმევთ ამ უქანასქნელის მთელ ეანგბადს, ნაშთში მივიღებთ ნახშირწყალს, ე. ი. თითქოს ნახშირბადის შენარების წყალთან, ასეთია ჩვენთვის ცნობილი ფაქტები; მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ ამ საგნის შესახებ ჩვენი ცნობები ჯერ კიდევ საეჭვოა სრულყოფილი არ არის. ჩვენ ვიცით, რომ უჯრედი ითვბს ნახშირორთქანგს და წყალს, გაიშავებს ეანგბადს, ჰქნის ნახშირწყალს; ვიცით, რომ ეს პროცესები აუცილებელ მიზეზობრივ კავშირში იმყოფებიან, მიმდინარეობენ იმავე ქლოროფილის მარცვალში და ერთიმეორეს საცხადი სისწრაფით მიხდებიან. მაგრამ აღინიშნება ეს: საიდან მიიღება ეანგბადი, მთლიანად ნახშირორთქანგებიდან თუ ნაწილობრივ წყლიდანაც, რაც შესაძლებელია, და ხომ არ უსწრებს წინ სახამებლის წარმოქმნას, სხვა უფრო მარტივ ან იქნებ უფრო რთულ ნივთიერებათა წარმოქმნა — არცერთი ამ საკითხთაგან ჩვენ ჯერ ზუსტად არ ვიცით, ცხადია, აქ უნდა გივლით იმ მოვლენათა შესახებ მსჯელობა, რომელიც მეცნიერებას ჯერჯერობით ან გაურკვევია.

როგორც არ უნდა იყოს, ნახშირორთქანგის დროის და სახამებლის წარმოქმნის პროცესებზე დაკვირვების დროს, ჩვენ არ უნდა დავივიწყოთ, რომ საქმე გვაქვს არა მარტო ფოთლის ან მცენარის, არამედ მთელი ორგანული სამყაროს სიცოცხლის ერთერთ მნიშვნელოვან მოვლენასთან. ეს არის მარტივ არორგანულ ნივთიერებათა, წყლისა და ნახშირორთქანგის გარდაქმნა ორგანული ნივთიერებად — სახამებლად. ეს არის ჩვენს პლანეტაზე არსებული ორგანულ ნივთიერებათა წარმოქმნის ერთადერთი ბუნებრივი პროცესი. ყველა ორგანულ ნივთიერებას, რა გინდ სხვადასხვაგვარნი არ იყვნენ ისინი, სადაც არ უნდა გვხვდებოდნენ მცენარეში, ცხოველში თუ ადამიანში, გავილით აქეთ ფოთლით, წარმოქმნილი არიან ფოთლის მიერ გამოშუშავებული ნივთიერებებიდან. ფოთლის გარეშე, ან უფრო სწორად, ქლოროფილის მარცვლის გარეშე, ბუნებაში არ არსებობს ორგანულ ნივთიერებების

წარმოქმნელი ლაბორატორია. ყველა სხვა ორგანოებში და ორგანიზმებში იგი გარდაიქმნება, იცვლება, მხოლოდ აქ, იგი ახლად წარმოიქმნება არორგანულ ნივთიერებებიდან.

ამ სახამებლიდან, მაგალითად წარმოიქმნება ხსნადი შაქარი, რომელიც ერთი უჯრედიდან მეორეში გადადის და აღწევს მცენარის უშირეს ნაწილებამდე; ამ შაქრიდან წარმოიქმნება უჯრედი, რომელიც მცენარის მკვირვ საყრდენს წარმოადგენს, და მხოლოს იმავე შაქრიდან და არორგანულ ნივთიერება ამონიკიდან, შესაძლებელია წარმოიქმნენ ყველაზე რთული ორგანული ნივთიერებანი — ცილები.

მაშასადამე, ფოთოლში ხდება ნახშირბადის შეთვისება, სწარმოებს ნახშირბადოვან ორგანულ ნივთიერებათა წარმოქმნა, რომლითაც მარაგდება არა მარტო მცენარე, არამედ ცხოველთა მიერლი სამყარო. მაშასადამე, ჩვენ ვიპოვეთ მცენარეში ნახშირბადის წყარო და გაეარკვეეთ, როგორ შეიქმნება იგი მასში. ამით აიხსნება კვების მოვლენის პირველი მხარე; ახლა ჩვენთვის ცნობილია საიდან, რა გზით მიიღება მცენარის შემადგენლობაში არსებული ყველა ელემენტები; უქანასქნელი მათგანი იყო ნახშირბადი.

* * *

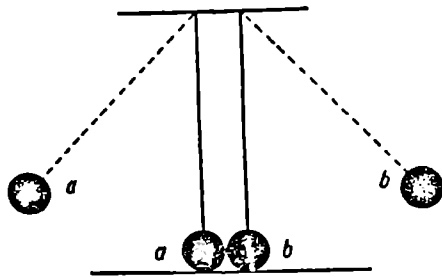
აქამდე ჩვენ ვიხილავდით ფოთოლს და საერთოდ მცენარის ცხოველმყოფელობას მხოლოდ და მხოლოდ ქიმიური თვალსაზრისით — ნივთიერებათა გარდაქმნის თვალსაზრისით. ქიმიის ძირითადი კანონის თანახმად, ნივთიერება არ იქმნება და არც იკარგება. ამ კანონის საფუძველზე ჩვენ ვცდილობდით ვეპოვა ამ ნივთიერების წყაროები, გზები, რომლებითაც ის შედის მცენარეში, და გარდაქმნანი, რომელსაც განიცდის იქ.

მაგრამ მცენარეული სხეული წარმოადგენს არა მხოლოდ ნივთიერებას, არამედ ამავე დროს მარაგსაც, ასე ეთქვით ძალის, მაგალითად სითბოს საწყობს. არცის ხის ერთი თესლის დაწვით ჩვენ ერთი წუთითაც ვერ გავითბობდით ცივ ხელებს; ასწლოვანი არცის ხით კი ვახუტებთ ლუმესის რამდენიმე დღის განმავლობაში. მაშასადამე, არცის ხეში მისი სიცოცხლის განმავლობაში დაგროვდა სითბოს მარაგი, რომელსაც ჩვენ ვიყენებთ ან როგორც სითბოს, ან როგორც მექანიკურ ძალის წყაროს.

იბადება კითხვა: საიდან არის მიღებული ეს სითბო, ეს ძალა. ეს იგივე საკითხია, რომელიც

ჩვენ აღრე ნივთიერების მიმართ დავაყენეთ. მაშინაც იგი გულისხმობდა რწმენას, რომ ნივთიერება არ ჰქრება და არც იქმნება, და ახლაც ჩვენ წინასწარ ღარწმუნებულნი უნდა ვიყოთ, რომ ძალაც არ იქმნება და არც ჰქრება. და მართლაც, როგორც წარსულ საუკუნეში ქიმიკოსები ღარწმუნდნენ ნივთიერების მუდმივობაში, ასევე ახლა ფიზიკოსები ღარწმუნდნენ ძალის შენახვაში. ბუნების ძალები შესაძლოა უსასრულოდ განიცდოდნენ სახეცვლილებას, ერთი გარდაიქმნეს მეორეში ან გადავიდეს ფარულ ფორმაში დამაბულობის სახით, მაგრამ იგი არასოდეს არ ჰქრება და ხელახლა არ წარმოიქმნება. ძალის ამ ორი მდგომარეობის აღსანიშნავად — აშკარა ძალის, რომელიც მელანდება მოძრაობის მოვლენებში, და ფარული, რომელიც იფარება დამაბულობის სახით — ჩვენ ვხმარობთ უფრო ზოგად გამოთქმას — ენერჯიას.

ისმის საკითხი ენერჯიის. ე. ი. სითბოს რომელი ფარული მდგომარეობაა ჩვენს შემოში და საიდანაა მიღებული ეს სითბო, რადგანაც იგი თავისთავად არ შეიძლება, რომ შექმნილიყო ამის გამოსარკვევად ხელახლა უნდა მივმართოთ ფოტოლში მიმდინარე ჩვენთვის ნაცნობ ქიმიურ მოვლენებს, მაგრამ უნდა განვიხილოთ ის წმინდა ფიზიკური თვალსაზრისით — მასში წარმოებულ ენერჯიის გარდაქმნის თვალსაზრისით.



სურ. 41.

ყველა ქიმიური მოვლენება შეიძლება ორ კატეგორიად დაიყოს: ისეთები როდესაც ჩნდება, თავისუფლდება სითბო, სინათლე, ელექტრობა — ერთი სიტყვით ენერჯია, როდესაც, პირიქით, ხდება ენერჯიის შთანთქმვა, დაფარვა.

პირველი მოვლენანი თავისთავად სწარმოებენ ანდა მათ ამისათვის ესაკირობათ უმნიშვნელო

ბიძგი, შევარენი პირიქით, საკიროებენ გარეშე ენერჯიის წყაროს, რომელიც ამ დროს იხარჯება, შთაინთქმება.

პირველთა რიცხვს ეკუთვნის ქიმიური შეერთების მოვლენების უდიდესი ნაწილი, უკახასკნელთა რიცხვს — ქიმიურად დაშლის მოვლენების უდიდესი ნაწილი.

ქიმიური შეერთების უმარტივეს მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ ეანგბადთან შეერთება, ე. ი. წყავ; ქიმიურად დაშლის უმარტივეს მაგალითად კი — წვის შემბრლებული მოვლენა. ე. ი. სხეულისათვის ეანგბადის წართმევა, ეგრეთწოდებული აღდგენა.

ის, რააც აღვლი აქვს ქიმიურად შეერთების და დაშლის, წყავსა და აღდგენის დროს, შეგვიძლია თვალსაჩინოდ ავხსნათ მარტივი მოვლენის საშუალებით, რომელიც შესდგება ძაფებზე ჩამოკიდებული ტუკიის ორი ბურთულისაგან (სურ. 41).

ყოველი ქიმიური შეერთების (სურ. 41) მიზნს წარმოადგენს ის, რომ სხვადასხვაგვარი სხეულები ერთმანეთისაკენ მიისწრაფიან. ამ მიწრაფებას ჩვენ ქიმიურ ნათესაობას ვეწოდებთ. ნახშირბადის და ეანგბადის ნაწილაკები ერთმანეთისაკენ მიისწრაფიან ისე, როგორც ეს ა და ბ ბურთულები, თუ მათ დავაშორებთ და ისე დავტოვებთ. მაგრამ ჩვენ ვიცით, რომ სხეულების დაჯახების დროს ვითარდება სითბო, ზოგჯერ სინათლეც. დაჯახების გამო წარმოშობილი სითბო და სინათლე, ნახშირბადის და ეანგბადის უხილავ ნაწილაკების ურთიერთ დაჯახებით განვითარებული წარმოადგენს იმ სითბოს და სინათლეს, რომელიც აღინიშნება წვის დროს არსებულ ალში.

ჩვენ ამგვარად ვიგებთ იმის მიზნს რატომ ხდება, რომ ქიმიური შეერთება თავისთავად მიმდინარეობს და რატომ გამოიყოფა ამ დროს სითბო. ქიმიური ელემენტები შეერთების დროს, როგორც ჩვენ ვარდნილი სფეროები, ემორჩილებიან მხოლოდ ურთიერთმიმზიდველობას, ხოლო ურთიერთთან შეჯახებისას თმბიანი და ანთავისუფლებენ სითბოს.

სულ სხვაა დაშლის მოვლენა. იმისათვის, რომ დავშალოთ ქიმიური შენართი — ჩვენ ვანსადარებელ მაგალითში, იმისათვის, რომ განვაშროთ სფეროები — უნდა დავხარჯოთ ძალა, უნდა დავხარჯოთ ენერჯიის გარკვეული რაოდენობა, იმდენი, რამდენიც თავს იჩენს შემდეგ თავისუფლად მიშვებულ სხეულთა ურთიერთ დაჯახების

დროს. ჩვენ შესაძარბებელ მექანიკურ მაგალითზე ადვილი დასამტკიცებელია დაშლაზე დახარჯული და შეერთების დროს გამოძვლავებული ენერჯის თანასწორობა. მართლაც, იმისათვის, რომ ერთი სფერო მეორეს დაეცილოთ უნდა ავსწიო, და დაესძლიოს სიამიძის ძალა; ამ დროს დახარჯული ენერჯის წესებზე მე ვმსჯელობ ჩემს მიერ წარმებული მუშაობით, ეს მუშაობა იზომება სფეროს წონისა და აწვეის სიმაღლის ნამრავლით. მაგრამ მეორე სფეროსთან დაჯახების მომენტში, ვადრინლ სფეროს მოვლევება ენერჯის ისეთი რაოდენობა, რომელიც საკმარისია იმავე სიმაღლეზე ასეთივე სიამიძის სფეროს ასაწევად. ეს დასკვნა ჩვენ გავზრდევქვს იქიდან, რომ თუ იგი მეორე სფეროს არ შეხედებოდა, მაშინ კანქარას ვეგავსად მეორე მხარეს ასეთსავე სიმაღლეზე გაქანდებოდა, ე. ი. თავის საკუთარ წონას ასწევდა ისეთ სიმაღლეზე, რა სიმაღლიდანაც იგი ჩამოვარდა. მაშასადამე, იმისათვის, რომ განეცალკეოთ, გაწვევებოთ კავშირი, რომ ვიმოქმედოთ ორი კიბიურ სხეულის ნათესაობის წინააღმდეგ, საჭიროა დახარჯოთ ენერჯის ისეთივე რაოდენობა, რომელიც თავი სწიფდებდა მათი შეერთების დროს. განებადში წყლის დროს ნახშირბადის ვაკუუული რაოდენობა თუ ანთავისუფლებს, დაეუშვათ 1000 ერთეულ სითბოს, მაშინ წარმოქმნილ ნახშირორგანებად ამ ნახშირბადის ხელახლად ვასაყოფად, ე. ი. ენებადლან მისი კავშირის დასაწყვეტად აუცილებელია იმავე 1000 ერთეული სითბოს დახარჯვა და მართლაც ვეხდავთ, რომ ნახშირბადევის დაშლა, მისგან ნახშირბადის გამოყოფა ჩვენ შეეძლებათ მხოლოდ მასზე მაგნიუმის წვით მიღებული მაღალი ტემპერატურის მოქმედებით. თუმცა ნახშირბადევის მაგნიუმით დაშლის ეს მაგალითი არ შეიძლება მართევი დაშლის მაგალითად ჩათვალოს, რადგან ამ დროს ერთდროულად სწარმოებს მაგნიუმის შეერთება ენებადლან. კიმიკოსები მართლაც დიდი ხნის განკავლობაში ფიქრობდნენ, რომ ისეთი მტკიცე შენჯერთების დაშლა, როგორსაც ნახშირბადევი ამ წყალი წარმოადგენენ არ შეიძლება მესამე სხეულის დახმარების ვარგე სწარმოებდეს; რომელიც უფრო მეტად ანთავისუფლებს ენებადლან, მაგრამ შედარებით დიდი ხანი არ არის რაც დარწმუნდნენ, რომ მართლ სითბოს მოქმედებაც საკმარისია ნახშირბადევისა და წყლის დაშლის, ან როგორც ამბობენ დისოციაციის გამოწვევისათვის. როგორც თანამედ-

როვე ფიზიკა გეასწავლის, სითბო — არის სწრაფი, უხილავი, მაგრამ შესაძარბობი, სხულის ნაწილაკების მოძრაობა. მეტად მაღალ ტემპერატურამდე რომელიმე რთული ნივთიერების ვათბობისას, ჩვენ მისი ნაწილაკები მოგვეყვას ისეთ მდგომარეობაში, რომ ბოლოს და ბოლოს მათ შორის წყდებულნი იქნებიან — გამოიწვევიან დაშლა, ასე მაგალითად; მეტად მაღალ ტემპერატურის დროს ჩვენ უკვე აღარ ვვაქვს წყლის ორთქლი ან ვაზი, არამედ ვვაქვს წყალბადის და ენებადლის ნარევი. დაშლის დროს წარმოებს ენერჯის შთანქმე, დახარჯვა. მაგრამ სად მიდის დაშლაზე დახარჯული ენერჯია? მისი ვაქრობა შეუძლებელია, — ეს ენერჯის შენახვის კანონის წინააღმდეგო იქნებოდა. იგი ამ დროს ვადრინს ფარულ მდგომარეობაში დაძაბვის ან მარაგის სახით. მექანიკური მოვლენების სფეროში ენერჯის მარაგის მაგალითები ვუვლასათვის ცნობილია: თუჯის ურო, რომელიც ვუვლდ არის დავესს მიწაში ჩასარქობ მარჯობს, დავიშული მშვილდი, რომელიც ვუვლდ არის ისრის სატყორცნად — ყოველივე ეს დაძაბულობის სახით არსებულ ენერჯის საესებით ვასაგები შემთხვევებია. მაგრამ იგივე ვამოთქმა სინათლისა და სითბოს მიმართ ერთი შეხედვით უხეზულად გვეჩვენება. ვანა შესაძლებელია ისეთ ენერჯის მომარაგება, როგორსაც სითბო და სინათლე წარმოადგენს? მაგალითად შევძლებდით თუ არა დამეჭირა და შეემნახა ხვალისათვის ის სითბო და სინათლის ნაწილი, რომელნიც ვანთავისუფლდენ მაგნიუმის მავთულის წვის დროს? არამც თუ შევძლო, არამედ ასეც მოიქცევი. როდესაც ანთებული მავთული შევირანე ნახშირორგანევიან კურქელში ამით ამ ენერჯის ნაწილი დავხარჯე ნახშირორგანევის დაშლაზე და ნახშირბადის გამოყოფაზე. ეს ნახშირბადი მე შევძლო დამეწვა ხვალ ამ დამეტოვებინა შორეული შთამომავლობისათვის, და იგი მის დაწვის დროს ჩვენს მიერ დღეს მომარაგებულ სინათლეს და სითბოს ვამოიყენებდა ნახშირორგანევის დასაშლელად.

მაშასადამე. ნახშირბადი და საერთოდ ყოველი წვიდი სხეული (შეშა ლუმელში, საქმელში ჩვენს სხეულში), ვანეცალკეებულა, მაგრამ მისიწრავის ენებადლან შეერთებისათვის, წარმოადგენს ენერჯის მარაგს. მაშასადამე, ყოველვარი კიბიური პროცესში, რომელშიაც ნივთიერებას არ შეუძლია წვა, იქცევა წვის უნარის მქონე ნივთიერებად — ენერჯის მარაგად.

საბოლოოდ ჩვენ მივდივართ იმ - დასკვნამდე, რომ ჯერ ერთი, ნახშირორგანგის დაშლა, მისგან ნახშირბადის გამოყოფა შესაძლებელია სწარმოებდეს მხოლოდ გარეშე ძალის დახარჯვის შემთხვევაში, და, მეორე მის, რომ ამ დროს დახარჯული ძალა გადადის მარაგად.

ამ ორი დებულებით აღქურვილნი, დაეუბრუნელთ ჩვენს ფოთოლს.

მასწავ სწორედ მსვავის პროცესი მიმდინარეობს. წვის უნარს მოკლებულ ნახშირორგანგიდან წარმოიქმნება წვის უნარის მქონე სახამებელი, მერქანი და სხვა. ცხადია, ეს პროცესი არ შეიძლება ძალის გარეგან წყაროს დახმარების გარეშე სწარმოებდეს და მართლაც, არა ერთხელ გამოიმეორებია, რომ ნახშირორგანგის დაშლა მხოლოდ სინათლის დროს წარმოებს, რომ ფოთოლში ეს პროცესი იწყება მხოლოდ მასზე მზის სხივის მოხვედრის შემდეგ.

სწორედ ეს სხივი წარმოადგენს იმ ძალას, რომელიც იწყებს ნახშირორგანგის დაშლას, ამ დროს ხდება მისი შთანთქმა და მარაგად გადაღება რომ ეს უცნაურად არ მოგვეჩვენოს შევადაროთ სინათლით მოვლენებით სითბურ მოვლენებს. ჩვენ ვხედავთ, რომ სითბო წარმოადგენს მოძრაობას, რომელიც აამოძრავებს რა სხეულიც აწვიაკებს, იწყებს მის დაშლას. მაგრამ სინათლეც აგრეთვე სწორი ტალღისებრი მოძრაობაა. შემდეგი, რასაც ირეველია უხეში შედარება დავეხმარება სინათლის დამშლელ მოქმედების გამოარკვევაში. წარმოვიდგინოთ, რომ წყლის სწორ ზედაპირზე ერთიმეორის გვერდით ორი მსუბუქი სხეული — ხის ორი სფერო ეკურავს. ახლოს წყალში ჩავაგდოთ ქვა; მის ირგვლივ შეიქმნა წრეები და ყოველთვის, როდესაც მოცურავე სფეროების ქვეშ გაივლის ახალი ტალღა და ერთ მათგანს აიტანს თავის ქორობზე, ხოლო მეორეს დაუშვებს დარტყმაში, იგი მათ დააშორებს, გასწყვეტს მათ შორის კავშირს. წრეების წარმოშობი ქვა — შუბა, რომლისგანაც სამყაროში თანდათანობით რგოლურად ვრცელდება სინათლის ტალღები, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ ეს ტალღები წუთში გადის 290.000 ეტრს, და იმდენად წვრილია, რომ ერთი დუმიის მანძილზე საშუალოდ 50.000 ტალღა თავსდება.

ეს თითქმის წარმოუდგენელი სისწრაფით ერთიმეორის შეცვლელი ტალღები ფოთოლში ნახშირორგანგად ქცეული ნახშირბადისა და ენგაბადის

უფრო მცირე ზომის ატომებთან დაჯახების დროს სწყვეტენ მათ შორის კავშირს, ენგაბადი თავისუფლდება, ხოლო ნახშირბადი მანინეე ძღლეა სხვა შენაერთის. ამ შენაერთებიდან პირველი, რომლის არსებობას ჩვენ ვივებთ მიკროსკოპის საშუალებით — სახამებელია.

ჩვენ ეს არის ახლა ენახეთ თუ როგორ შეიძლება ანთებული მაგნიუის სითბოს და სინათლის სასარგებლოდ შენახვა. იგივე ითქმის მზის სხივის მიმართაც. სინათლის სხივის უბრალოდ აღება და შენახვა არ შეევიძლება, მაგრამ სამაგიეროდ ამ მიზნისათვის ეზრდით მცენარეებს, რომელიც თავიანთი ფოთლებით არამც თუ იღებენ ჰაერიდან ნახშირბადს, არამედ ამ ნახშირბადთან ერთად შთანთქავენ და ამარაგებენ ამ ნახშირბადში შენახულ მზის სხივს. შუშაში ჩვენ გვათბობს ზაფხულის მზის სხივი; იგივე ანათებს ზამთრის გრძელ დამებებში გლეხის ქვარს ან ჩვენ სათეთლს, რადგან ფოთლის დანიშნულებას უმთავრესად მზის სხივის დაქერა წარმოადგენს, ჩვენთვის გასაკებები ხდება მისი უფრო მეტად სიბრტყეში განვითარების ფიზიოლოგიური მიშენელობა; მისთვის უფრო ხელსაყრელია მწონდეს ბრტყელი, ვიდრე სხვაგვარი ფორმა, ზოგიერთ მცენარეებში ფოთლების ამ მშთანთქმელი ზედაპირის სიდიდე ოთხმოცჯერ აღემატება მის მიერ დაკავებულ მიწის ზედაპირს.

მხოლოდ ახლა შეგვიძლია საესებით შევაფასოთ ფოთოლში მიმდინარე პროცესების მნიშვნელობა. ერთის მხრივ იგი წარმოადგენს მცენარის ერთერთ დიდმნიშვნელოვან შემადგენელ ელემენტს — ნახშირბადის შეთვისების პროცესს და ამავე დროს არაორგანულ ნივთიერებების ორგანულად გარდაქმნის პროცესს. როგორც ვთქვით, ყველა ორგანული ნივთიერებანი, რომელსაც გვხვდებით მცენარეებში და ცხოველებში, პირდაპირ, ან არაპირდაპირ წარმოშობილნი არიან ფოთლიდან; მეორეს მხრივ ფოთოლში მიმდინარეობს ის პროცესი, რომელიც მთელი ორგანული საყვაროს არსებობას აკავშირებს მზესთან. ფოთოლი, ასე ვთქვათ, წარმოადგენს შუამაილს ორგანულ სამყაროში ენერჯის ყოველგვარ გამოყენებასა და მზის შორის, რომელიც ენერჯის საერთო წყაროა წარმოადგენს. მცენარის მიერ შთანთქმული მზის ენერჯის მარჯობით სარგებლობას არა მარტო თვით მცენარე, არამედ ცხოველთა მთელი სამყარო და ადამიანი. ჩვენ ენახეთ, რომ გაცივების პროცესში მყოფი თესლი თბება; მაგრამ სიი-

დან გაჩნდა ეს სიტბო? იგი გაჩნდა სუნთქვის შედეგად, იმ ორგანული ნივთიერების ნაწილის წყის შედეგად, რომელიც თესლმა დედამცენარეიდან მიიღო. მაგრამ ამ ორგანულ ნივთიერების შექმნისათვის ხომ დაინახა მზის სხივის ენერგია, — მაშასადამე, მიწაში გალივების პროცესში მყოფი თესლი სარგებლობს მოზრდილი მცენარის მიერ შთანთქმული მზის სხივის სითბოთი. სწორედ ასევე ჩვენც, ვიღებთ რა საკვებად ორგანულ ნივთიერებებს, ეშთანთქავთ მასში შენახულ მზის სხივის და გამოიყენებთ მას ჩვენი სხეულის გასათბობად ან მოძრაობაში მოსაყვანად.

მაშასადამე, ფოთოლი, რომელიც ჩვენ უკვე ვეღარიტო ერთად ერთ ბუნებრივ ლაბორატორიად, სადაც ბუნების ორივე სამყაროსათვის შხადლდება ორგანული ნივთიერება, იგივე ფოთოლი, ნახშირბადის შეთვისების იმვე პროცესის დროს მათთვის იმარაგებს მზის სხივის ენერგიას და ამგვარად ის ხდება ძალის წყაროდ, მთელი ორგანული სამყაროსათვის სითბოსა და სინათლის გამტარებლად.

აქამდე ჩვენ ვლაპარაკობდით ზოგადად: ფოთოლში სწარმოებს ნახშირორგანვის დაშლა; ფოთოლი შთანთქამს მზის სინათლეს და სხე, მაგრამ ჩვენ უფლება გვაქვს გავთვლით უფრო გარკვეულად ვილაპარაკოთ: სხვა საკვებ ნივთიერებათა შეთვისებისაგან განსხვავებით. ნახშირბადის მიმართ ჩვენ საესებით გარკვეულად შეგვიძლია იმეუთითოთ იმ მიკროსკოპიულ კერაზე, რომელშიაც მიმდინარეობს ეს პროცესი. ეს — ქლოროფილის მწვანე მარცვალაა. ჩვენ მთელი სასურველი სიზუსტით შეგვიძლია დავიწვუნებთ იმაში, რომ ქლოროფილის მარცვლის მიერ მართლაც სწარმოებს მზის სხივების შთანთქმა და რომ, სწორედ ეს შთანთქმული სხივები იწვევენ ნახშირორგანვის დაშლას, როგორც ნახშირბადის შეთვისების პირველ ფაზას და სახამებლის წარმოქმნას, როგორც

უქანასქნელ ფაზას. ამგვარად მწვანე ფერი, რომელიც დამოკიდებულია ქლოროფილის მარცვლების მიერ სინათლის თავისებურ შთანთქმავზე. მცენარის შემთხვევით თვისებას კი არ წარმოადგენს, არამედ მჭიდროდ არის დაკავშირებული მის კვებაში ყველაზე არსებით პროცესთან. არა ფოთოლი როგორც ერთეული, არამედ სწორედ მისთვის მწვანე ფერის მიმცემი ქლოროფილის მარცვლი, როგორც წარსულში ვთქვით წარმოადგენს შუამავლის დედიმიწაზე მთელი სიცოცხლისა და მზის შორის*.

ჩვენ ვავეცანით მწვანე ფოთლის ფუნქციას. ყველა იმ მცენარეებს, რომელთაც არ გააჩნიათ მწვანე ნაწილები, მოკლებულნი არიან ამ უნარს, მოკლებულნი არიან ნახშირორგანვიდან თავისთვის ორგანულ ნივთიერების თვითდამომუშავების უნარს და იძულებულნი არიან იცხოვრონ სხვა მცენარის მიერ გამოშვებული ორგანული ნივთიერებებით. ასეთები არიან, მაგალითად, სოკოები, როგორც ისინი, რომელთაც ჩვენ ასე ვუწოდებთ, აგრეთვე ის მიკროსკოპიული სოკოებიც, რომელთაც ჩვენ ჩვეულებრივ, ობს ვუწოდებთ. მათ არსებობა შეუძლიათ მხოლოდ ორგანულ ნივთიერების შემცველ ნიადაგზე; ორგანულ ნივთიერებების არ შემცველ ნიადაგზე მათი გაზრდის ყოველგვარი ცდა, როგორც მწვანე მცენარის მიმართ ვიქცეოდით, უნაყოფო იქნება** და ამათვე ეკუთვნის ე. წ. პარაზიტული მცენარეებიც, რომელნიც მიეკრობიან რა სხვა მცენარეების ღეროებს და ფესვებს, იკვებებიან მათ ხარჯზე; მაგალითად ასეთები არიან კვლევტარა, რომელიც ჩნდება კანაფის ფესვებზე; ასეთია აბრეშუმა (Cuscuta), რომელიც გარს ეხვევა სვისის, სელის, სამყურის ღეროებს, უშვებს მათში საჭურვლებს და მუროს, სრულად გამოიყვანს მათ. ყველა ამ მცენარეებს ფოთლები მაგვირბა აქვთ

* აუტოლელები პირობა — კურსის ყველა ნაწილების თანაბრობების დაცა — ნებას არ ზადებს მცენარეთა ფიზიოლოგიის ეს ყველაზე მეტად საინტერესო თემა ისე განავითარო, როგორც მას შეუფერის. ვისაც მცენარის სიცოცხლის ამ მხარის უფრო კარგად გაცნობის სურვილი აქვს, საწინის უფრო დაწერილობით გადმოცემას ნახავს კვებით მოთავსებულ თანადრთულ ლექციაში: „მცენარე, როგორც ენერჯის წყარო“, რომელიც თავის მხრივ წარმოადგენს ჩემი სატყეალური შრომის: „მცენარის მიერ სინათლის შეთვისების შესახებ“ მთავარ შედეგების და ამ მიმართულებით შემდგომი კვლევების (ამჟამად უკვე გადმოცემის) ეს თემატიკა უფრო დაწერილობით გადმოცემულ ლექციაში „Растение и солнечная энергия“ (ჩემი „სხეულები „Анжамისის რევიუ“, მოსკოვი, 1938 წ. და აგრეთვე ცალკე ბროშურის სახით). ავტორის მწვანე ნ. ი. აგრეთვე კ. ა. ტომირიახევის „Солнечная жизнь и хлорофилл“, селаженова. მოსკოვი, 1948 წ. (რუს. გამოც. რედ).

** უფრო დაწერილობით წყალმცენარეებთან თანამცხოვრებ სოკოების შესახებ იხილეთ კვებით დამატებაში კ. ა. ტომირიახევის სტატია მლიე ზეის შესახებ „მცენარე—სტინქსი“—ს სათაურით. (რუს. გამოცემის რედ).

ან ულაშაშო არამწვანე ქერქლები ან სრულიად არ გაანიათ ფოთლები. ამ მცენარეებს დამოუკიდებელი არსებობა არ შეუძლიათ, ხლო მათ, ვინც სხვა მცენარის წვეთით იკვებება ჩვენ საერთოდ პარაზიტებს ვეწოდებთ. ყველა ისინი და განსაკუთრებით წერილი პარაზიტული სოკოები, რომელიც მცენარეებს სხვადასხვაგვარად აავადლებს, სოფლის მეურნეებისათვის საბუღალწერონი არიან და ხშირად ხელიდან აკლიან მას მთელ მოსავალს.

* * *

ასეთია ფოთლის მნიშვნელობა. მისი ცხოველყოფილობა მთელ ორგანულ სამყაროს აღამიანის ჩათვლით, ამბარაგებს აუცილებელ ნვითიერებებში და აუცილებელ ძალთ, ამისდამაინებდავად, როგორც ზემოთ იყო ნათქვამი, მთელი საუკუნეების განმავლობაში აღამიანი მის როგორც აუცილებელ, და სასარგებლო ორგანოს როლს უარყოფდა.

ეს საუკუნოებრივი უსამართლობა, ეს გაუმართლებელი უმადურობა, პოეზიაშიც კი ვგვხვდებით. ყოველმა ჩვენგანმა ცხადია, ჯერ კიდევ ბავშვობიდან იცის კრილოვის იგავი „ფოთლები და ფესვები“, მაგრამ ეს იგავი ფოთლის ბუნებრივი მნიშვნელობის საყვანით შემცდარ გაგებაზე დაწყებული. კრილოვმა მასში ცილი დასწამა ფოთლებს და ამიტომ, მე, ბოტანიკოსის, მამასილამე მცენარის ვეჭილის სახით, ვიკისრებ მათ დაცვას და შევიცდები კრილოვის იგავის მაგიერ მოგაწოდით მეორე იგავი, რომელიც ცხადია, ნაკლებ პოეტურია, მაგრამ სამაგიეროდ უფრო მეტად ეთანხმება ბუნებას და შეიცავს უფრო მკაცრ მორალს. კრილოვის იგავის არსი ყველასათვის ცნობილია. ფესვები — ეს ისინი არიან:

Чьи работают грубые руки,
Продостания почтительно шам
Погружаться в искусства, в науки
Предаваться страстям и мечтам

ფესვები ეს ის „ბნელი“ ხალხია:

Кто бредет по житейской дороге
В бешавсвотной тлэбской ноци

ფოთლები ეს ჩვენა ვართ, ჩვენ ვეწავებით „ხელოვნებას და მეცნიერებას“, ჩვენ ვართ, რომელნიც ვსარგებლობთ პაერთითა და სინათლით და თავისუფალ დროს „ოცნებას და ნეტარ ენე-

ბას“ მივეცემით, კრილოვი აწერს რა მხოლოდ ფესვებს შრომით, ნაყოფიერ მოქმედებას, ფოთლებში ხელდას მხოლოდ ბრწყინვალე, მაგრამ უსარგებლო მორთულობას. და მრუთი თებ მათ თავიანთ უსარგებლო არსებობაზე, მოითხოვს მათგან, რომ ისინი უმადლოდენ თავიანთ ფესვებს.

მაგრამ ვანა სამართლიანია ასეთი შეხედულება? ვანა ნამდვილი მიწვანე ფოთლები არსებობს მისთვის, რომ იჩურჩულონ ზეფირთან, რომ მისცენ თავშესაფარი მხოლოდ და მხოლოდ მწყემს გოგონებს, და მორბედებს? ნუ თუ ფოთლებს მხოლოდ მადლობით შეუძლიათ ფესვების სასმასურის გადახდა?

ჩვენ ვიცით, რომ ეს სიმართლეს არ შეეფერება. ჩვენ ახლა ვიცით, რომ ფოთლოვანი ფესვებ არანაკლებად აწვდის მცენარეს საკვებს. წარსულ საუბარში ჩვენ ვნახეთ, რა მოუკლდა ფოთლებს და მთელ მცენარეს, რომელთაც ფესვებმა არ მიაწოდეს ის რჩინა, რომელსაც მიწიდან დიდი სიმწელი იღებენ ისინი. შემიძევ საუბარში დავიხანახათ, რა მოუვიდოდა ფესვსაც, თუ ფოთლოვანი მოაკლბდა მას იმ პაერთიან საკვებს, რომელსაც ისინი იღებენ სინათლის დახმარებით.

მამასილამე, კრილოვის ფოთლები სრულიად არ წააგავს ნამდვილ ფოთლებს; თუ მის უსარგებლო ფოთლებთან შედარება მხოლოდ სამარცხენო და შეუწყნარებელი, შედარება ნამდვილ ფოთლებთან საყვანით სისიკილოდა.

მაგრამ თუ იცვლება იგავის შინაარსი, აგრეთვე იცვლება მისი მორალიც. მამ ჩვენ იგავიდან როგორი მორალის გამოტანა შეგვიძლია? აქ შეიძლება მხოლოდ ერთი მორალის არსებობდეს, თუ გვირდა ჩვენზე მივიღოთ ფოთლოვანი შედარება, მაშინ იგი უნდა მივიღოთ ყველა თავისი შედეგებით, როგორც ფოთლები, ჩვენ უნდა წარმოვადგინდეთ ჩვენ ფესვებისათვის, ძალის წყაროს — ცოდნის ძალას, იმ ძალას, რომლის გარეშეც ყველაზე ძლიერი მკლავებიც კი უმწოდო ეშვებიან როგორც ფოთლები, ჩვენ ჩვენ ფესვებს უნდა ვემსახურებოდეთ, უნდა ეტაროთ შუქი — მეცნიერების შუქი, ის შუქი, რომლის გარეშე არა იშვიათად წყვილიაღში იღუპება მეტად თავდადებული შრომაცი.

ხოლო თუ ჩვენ თავიდან ავიშორებთ ამ დანიშნულებებს, თუ ჩვენი შუქი წყვილი იქნება ან თუ იგავის ავტორის მიერ გამოკონილი ფოთლების მსიკაისად, ჩვენ, ჩვენს ფესვებს არ გადაა-

ვეხდით სამსახურისათვის სამსახურივით, თუ მი-
 ეღობთ და სამაგიეროდ არას გავსცემთ, მაშინ
 ჩვენ არ ეიქნებით ფოთლები, მაშინ არ გვექნება
 უფლება ჩვენს თავს ფოთლები ვუწოდოთ, მაშინ
 ბუნების ლექსიკონში ჩვენთვის სხვა, ნაკლებად
 სასიამოვნო შედარება მოინახება. სოკო, ობი,
 პარაზიტი — აი ის შედარებები, რომელნიც ასეთ
 შემთხვევაში მოგველის ამ ლექსიკონიდან.

ასეთია მორალი, რომელიც შეგვიძლია გამოვი-
 ტანოთ ფოთლებთან გაცნობიდან, არა იმ ფოთ-
 ლებთან, რომელნიც შეჰქმნა პოეტის წარმოდგე-
 ნამ, არაბედ ნამდვილ, ცოცხალ ფოთლებთან —
 შესაძლებელია უფრო მკაცრი მორალი, მაგრამ
 სამაგიეროდ ისეთი, რომელიც ეთანხმება ბუნების
 კანონებს.

ლ ე რ ი

ღეროს მეორეხარისხოვანი მნიშვნელობა, როგორც შუამავლსა ფოთოლსა და ფესეს შორის.—ღეროს ფორმები.— შინაგანი ავებულება.—ფურადი, ბოკო და კურკელი.—ქსოვილების სამი ტიპი: მკევაევი, მქანოკური და გამტარი.— შემაერთებელი ქსოვილი და კონები.—ღეროს ავებულება ერთლებნიან და ორლებნიან მცენარეებში.—მერქანი და ქერქი.—წყლის აღმაველი ნაკადი.—მისი გზა და აწვეის მიხეზი.—ფესეის მონაწილეობა.— მისი წყალმქანავი უნარი — ფოთლების მონაწილეობა.—წყლის აორთქლება.—ბაგეების როლი.—კუთულების როლი—გარემოვლებული ფორების მნიშვნელობა.—წვენი მობრახობის სისწრაფე.—კობრის ქსოვილის მნიშვნელობა.—ფოთლისმიერ გამოშუშავებული საცვე ნივთიერებების მობრახობა.—ამ მობრახობის გზა.—საერისებრი დასარტყე მილების მნიშვნელობა.—ამ მობრახობის მიხეზი.— საცვე ნივთიერებების მარაგის შექმნა.

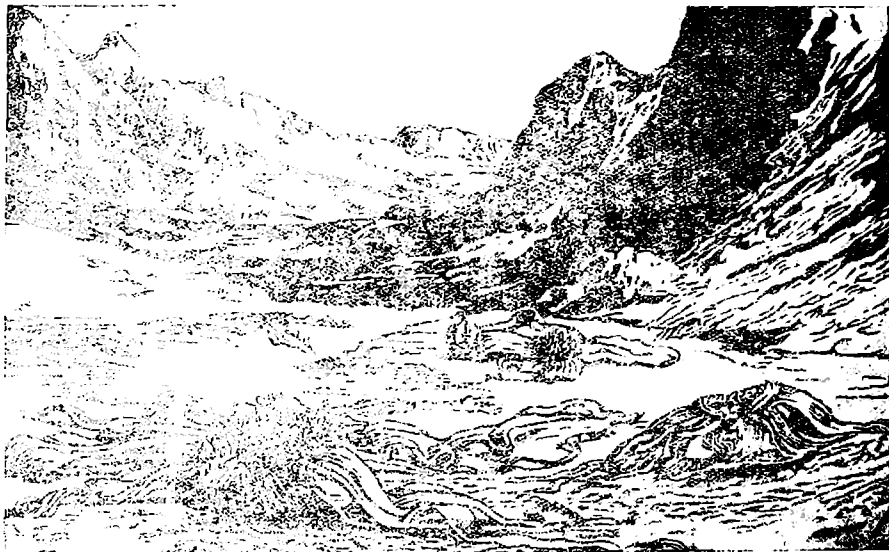
როდესაც მცენარეს მხოლოდ და მხოლოდ კვების თვალსაზრისით ვიხილავთ, როგორც უკვე ვთქვით, შეგვიძლია მასში ავლენიშნოთ მხოლოდ ორი მეტად განვითარებული ზედაპირი, შეგუებული იმ ორგვარ გარემოსთან რომელშიაც მას უხდება სიცოცხლე. ეს არის ფესეის და ფოთლის ზედაპირები: პირველი შეგუებულია მაგარ გარემოსთან, ნიაღვრთან, განსაკუთრებით განვითარებულია სივრცეში, რადგან იგი უნდა ეხებოდეს ნიადაგის რაც შეიძლება მეტ ნაწილაკებს; მეორე შთანთქავს ჰაერის ნაწილაკებს, რაც მთავარია — შთანთქამს მცენარეზე მოხვედრილ სინათლეს და განვითარებულია უმთავრესად სიბრტყეში. ამგვარი მოწყობილობის შემწყობით, ხელსაყრელი პირობების დროს ფესეს თითქმის ნიადაგის არცერთი ნაწილაკი არ ასცდება, მისი არცერთი სხივი მცენარისათვის უსარგებლოდ არ დაიკარგება.

* *

ფესეის და ფოთლის მიერ მიღებული ნივთიერებანი სრულიად სხვადსხვაგვარი და იმავე დროს მცენარისათვის ერთნაირად აუცილებელი არიან: როგორც ჩანს ყოველი ამ ორგანოს არსებობისათვის, მთელი მცენარის საერთო არსებობისათვის აუცილებელია, რომ ორივე ორგანოს შორის არსებობდეს ნივთიერებათა გაცხოველებული ცვლა. ამ ორი ზედაპირის შემაერთებელი ორგანო, რო-

მელსაც ასხია ფოთლები და, რომელიც ფოთლებსა და ფესეს შორის შუამავალ ორგანოს წარმოადგენს არის ღერო. ის, როგორც შუამავალი არ წარმოადგენს ისეთ არსებით აუცილებელ ორგანოს, როგორც ფესეი და ფოთლები და ამის გამო ზოგჯერ მეტად სუსტად არის განვითარებული; პირიქით, იმ შემთხვევებში, როდესაც იგი კაოვად არის განვითარებული, ერთი შეხედვით თითქოს უფრო მნიშვნელოვანი როლი მიეკუთვნება, აძლევს მცენარეს საერთო გარკვეულ გარემობას, რაც დამახასიათებელია მოცემული ადგილმდებარეობის მცენარეულობის ფიზიონომიისათვის, მაგალითად ყველასათვის ცნობილი მცენარე მ რ ა ე ა ლ ძ ა რ ჯ ე, რომელიც შესდგება როზეტად შეკრულ ფოთლების კონისაგან და თითქმის მთლიანად გარბმულია მიწაზე, აქ ღერო თითქმის არ არის განვითარებული, და ამის გამო ფოთლები ერთმანეთთან ასე ძალიან არიან დაახლოვებულნი. ამის მსგავს, მაგრამ უფრო დიდი მასშტაბით, მოვლენას ადგილი აქვს ამერიკულ ავაგეში, რომელიც საშრებთ ევროპაში არიან გავრცელებული და საბუნებრივად იზრდებიან; მთელი მცენარე შესდგება ძალიან დიდ, თითქმის საყენის სივრცის მქონე ხორციან ფოთოლთა კონისაგან, რომელზედაც ათ წლიწინამდე ერთხელ * ვითარდება ოთხის საყენის სივრცის მქონე საყვავილე ყლორევი, რომელიც მოგვაგონებს ვეებერთელა კანდელიაბრს. ღერო აგრეთვე მეტად სუსტად

* ხილი ჩვენს საბუნებრივ გაცილებით იზრითად, საიდანაც წარმოდგება მისი სახელწოდება ასწლიანი ალდე. ეს მცენარე ამ სახელით არის გავრცელებული ჩვენ მებაღეთა შორის. (შენიშვნა კ. ა. ტომიარისთვის მე-4-ე გამოცემისათვის რედ.)



welwitschia mirabilis—ვილჯიხია.

აქვს განვითარებული ერთ მეტად საინტერესო აფრიკულ მცენარეს. წარმოიღვინეთ თითქმის უნაყოფო ველი, სადაც ალაგ-ალაგ ზედაპირზე უმნიშვნელოდ გამოიჩინება და აწეულია რაღაც, ძირკვების მსგავსად, რამდენადმე ძაბრისებრი ფორმის, და განვიღვინებთ მქონე მცენარე. ძირკვის კიდებიდან ამ ღაროს ორივე მხარეს ორი არშინის, ზოგჯერ საყენის სიგრძეზე გადაქიმული ორი რაღაც ნაფლეთი, რომელიც დასაწყისში მგაბრი მომწვანო, ტყავისებრია, ხოლო ბოლოებში რუხი, გახუნებული, უფრო ვიწრო თასმებდ დახეული, ერთი სიტყვით, სრულიად დაძენილი შეხედულება აქვთ: ძაბრისებრ ძირკვის კიდებზე ალაგ-ალაგ ამოზრდილია წიწვინათა გიჩების მსგავსი, წვრილი გიჩებიანი ყლორტები. ეს — Welwitschia-ა, რომელსაც ყველა თავისებურებათა გამო mirabilis — საოცარი ეწოდება. აღწერილ ნაწილთა მნიშვნელობა შემდგენიანია: მიწაში თითქმის ჩაფლული ძირკვი, რომ ლიც

თანდათანობით ფესვში გადადის — ამ მცენარის ღეროა, მისი სიგრძე იშვიათად აღემატება ორ ფუტს, მიუხედავად იმისა, რომ მცენარე ას წლამდე ცოცხლობს; ორი აღწერილი ნაფლეთი ფოთლებს წარმოადგენენ, რომელთაც მცენარე მთელი სიცოცხლის განმავლობაში ინარჩუნებს; ისინი კვლომას იწყებენ ბოლოებიდან, თანდათან იზრდებიან ფუძიდან და ამრიგად ცოცხლობენ ასე ხანგრძლივად.

მიწაზე გაართმულ თითქმის უღეროო მცენარეებიდან გადავიდეთ ტანწერწეტა, მაღალ პალმებზე, რომელთაც ენლიზებრმა Princines-ი, უწოდა: მათი ღერო ზევითკენ სწორი სვეტივითა არის ამართული, რომლის წვერზე როგორც სვერზე, მოთავსებულია ფოთლების გვირგვინი; ამზობენ, რომ პალმები გამოყენებული იყო სვეტების ნიმუშად, მაგრამ პალმის ღეროები მაგალითთა ცალმხრივ განვითარებისა — მხოლოდ სიგრძეში; ისინი მაღალი და ტანწერწეტნი არიან, ჩვეულებრივ არ ტოტიანდებიან და არც სისქეში იზრდე-

ბიან. სულ სხვა გარეგნობის არიან და ამასთანავე ღეროს ფორმა უმაღლეს განვითარებას აღწევს ჩვენს წიწვიან და ფოთლოვან მცენარეებში. ისინი მთელი თავისი სიცოცხლის განმავლობაში იზრდებიან სისქეზე, ტოტიანდებიან და ამგვარად შეიძლება გვეტყებოდეს ზომებს მიაღწიონ. ასე მაგალითად, კალიფორნიული სექვიოის (ნახ. გვ. 86) რგოლურად მოშორებულ ქერქში შეიძლება საცეკვაო ადგილის მოწყობა, ეთნაზე უზარმაზარ წაბლის ფულტროში მოთავსებული იყო პატარა სამლოცველო, ხოლო ბაობაბების მწვანე თანატურის ქვეშ მოგზაურების გადმოცემით ქარავენები იფარავენდნენ თავს. თუმცა ჩვენს ტყეებში არ გვხვდება ასეთი უზარმაზარი ხეები, მაგრამ აქაც გვხვდება კუნცევის მუხის მსგავსი საუკუნეებით მცხოვრებნი, რომელიც ჩვენს სურათზეა მოცემული. მისი მძლავრი ღერო, რომელსაც ირგვლივ შემოსაწვლამდ თითქმის ოთხი კაცი დასკირდება, იზრდება ღრმა ხრამის ძირში, ხოლო მწვერვალზე გადაშლილია ხრამის ნაპირზე ვერხვების და ცაცხვების წვეროვებთან ერთად*.

ასეთია ზომები, რომელსაც შესაძლებელია მიღწიოს ღერო თავისი დანიშნულების შესრულების დროს—მას უჭირავს ფოთლების კარავი—ეს ევებერთელა მწვანე ზედაპირი, რომლის დანიშნულებას მზის სხივების დაქვეა შეადგენს და არ შეიძლება არ აღენიშნოს, რომ ამ მიზნისათვის იგი მეტად მიზანშეწონილია. საგმარისია მოვიგონოთ მზიან დღეშიაც კი როგორ დაბურულია წიწვიანი ტყე, რომ დავრწმუნდეთ, რამდენად ხელსაყრელად უნდა იყოს წიწვიები განლაგებული ღეროზე, რომ მათ მცირე ზედაპირზე მოხვედრილი სხივების მნიშვნელოვანი ნაწილი შთაინთქას. მართლაც, ერთი შეხედვით თუ ფოთოლთა განწყობა გვეჩვენება შემთხვევითად, ამ მხრივ უფრო დაკვირვებული შესწავლა შესანიშნავ სიზუსტეს დაგვანახებს.

გვინებ ამ მოვლენამ პირველად გამოჩინილი ლეონარდო და ვინჩი ს უსრადლებს მიიპერო მაგარმა ბოტანიკოსების მიერ, ის მხოლოდ ჩვენ, საუკუნეში იქნა დაწვრილებით შესწავლილი. გან-



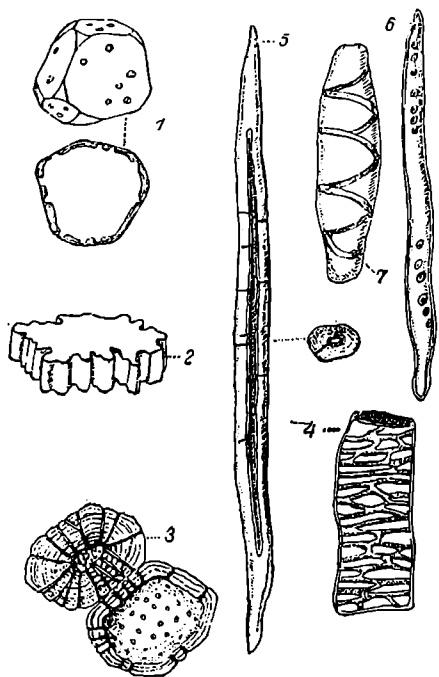
სექვიოა—წიწვიანი, რომელიც კალიფორნიაში აღწევს 150 მეტრის სიმაღლეს და 4000 წლის ასაკს.

* უკანასკნელ ხანებში ეტოლოებმა „ბუნების ძეგლების“ შენარჩუნებას, ამისათვის ჩამოყალიბებულია მთელი „ბრტო კარგი ხელდასათა და სხვა. უკვე 40 წელზე მეტია მე უზრუნველს კუნცევის მუხის და აღმინდა მხოლოდ ერთი ახალგაზრდა ბოტანიკოსი (ქურ. „Естественные и теоретические“), რომელმაც გამოთქვა აზრი, რომ „იგი ირამე ვანსა კუთხე ულს არ წარმოადგენსო“. იმ მწვენიერი აკვარელის მიხედვით. რომელიც მე 1913 წელს ა. ნ. სტროგოვოვმა მართა მისათვის ამ უძველეს მცხოვრებულს შემოიკლიო აქვს ქერქის მნიშვნელოვანი ნაწილი, ისე, რომ მისი შემდგომი არსებობა საერთოზედა. მიკერის მუ თუ ჩვენს სკოლებში ასწავლიან მხოლოდ „ხეების ჩარგას“ და არ ასწავლიან იმას, რომ ქერქის ჩამოვლეჯით ისაბა მწვენიერი „ბუნების ძეგლები“?

წყობის ეს სისწორე უმთავრესად გამოხატულია იმაში, რომ ფოთლები ღეროზე მოთავსებულნი არიან ისეთნაირად, რომ შეძლებისდაგვარად არ დაჩრდილონ ერთმანეთს და ამავე დროს არ დარჩეს ისეთი ცარიელი ადგილები, სადაც შესაძლებელი იქნება მზის სხივმა უსარგებლოდ გაიაროს. ამის მართებულებაში ყველა ავჯილად დარწმუნდება მრავალძარღვას ფოთლებზე ერთი შეხედვით: ისინი ურთიერთშორის მორიგეობენ, მხოლოდ მეცხრე ფოთლი ფარავს პირველს, ე. ი. ყველაზე დაბლა მოთავსებულს. (ცხადია, ფოთლები რაც უფრო დამორბეულნი არიან ერთმანეთს, უფრო ნაკლებად ჩრდილავენ; მაგრამ ფოთლების სისტემის მნიშვნელოვანი განვითარება შესაძლებელია მხოლოდ მაშინ. თუ ღერო გარკვეული ზომის იქნება. უმეტეს შემთხვევაში ამის მიღწევა შესა-

ძლებელია მხოლოდ მნიშვნელოვანი რაოდენობით საშენი მასალის დახარჯვით, რადგან ღეროზე რომ დიდძალი ფოთლები მოთავსდეს, ის უნდა იყოს მკვიდრი და გამძლე. მაგრამ არის ისეთი მცენარეები, რომელნიც აღწევენ იმავე მიზანს — აქეთ ბევრი ფოთლები და იზრდებიან მაღალნი და ამავე დროს ეკონომიურად ხარჯევენ საშენ მასალას: ესენი არიან ევრეთწოდებული მხვიარა მცენარეები, რომელთა ნაწი და წერტილ ღეროები დასაყრდენად იყენებენ სხვა მცენარეებს ან უსულო საგნებს; მათ ისინი ეხვევიან ან ჩაეკიდებიან, აღწევენ მნიშვნელოვან სიმაღლეს და წარმოქმნიან ილენ ფოთლებს, რომ მათ დამავარებას ისინი ვერ შესძლებდნენ. მაგალითად ასეთია სვია, სურო, მინდვრის აბრეშუმა და სხვ. ტროპიკული ტყეების მრავალი მცენარეები, რომელთაც ერთი საერთო სახელი — ლიანები ეწოდებათ.

* *



სურ. 42.

ამგვარად ღეროს ორგანიზაციის დანიშნულება აქვს: მას ასხია ფოთლები და საკვებ ნივთიერებებს ატარებს ფესვიდან ფოთოლში და პირიქით. ამისათვის, როგორც ჩანს, მას უნდა ჰქონდეს გარკვეული მოწყობილობანი, რაც მას მისცემს მისთვის აუცილებელ გამძლეობას, სიმბარეს, დრეკადობას და სხვა მექანიკურ თვისებებს, ხოლო ამავე დროს იგი უნდა შეიცავდეს წინების ვასატარებლად არზების ან სხვაგვარი გზების სისტემას. იმისათვის, რომ ვასკელები გახდეს რა გზით ასრულებს ღერო ამ რ დანიშნულებას, აუცილებელია გავეცნოთ მის აგებულებას და უპირველესად გავეცნოთ თვით იმ უჯრედების აგებულებას, რომელთაც პირველ ლექციაში ჩვენ ეწოდებოდა მცენარის შენობის აგულები, რომლებითაც აგებულია მცენარის შენობა.

საკმარისია ამოვკრათ ხის მეტად თხელი განივი ნაჭერი, მაშინვე შევამჩნევთ, რომ იგი დაჩრტილია უწერტილესი ხერხელებით; ეს ღრუები არის უჯრედების სანათობები. ის, როსგანაც შესდგება უჯრედი, მისი ქიმიური შენაარსი, ჩვენ უკვე გავიცანით; ამჟამად გვინტერესებს იგი უმთავრესად მექანიკური თვალსაზრისით, როგორც სააღმშენებლო მასალა და აქ მთავარი მნიშვნელობა მის მაგარ ჩონჩხს კედელს მთიეუთენება, რომელზედაც დამოკიდებულია მისი ფორმა.

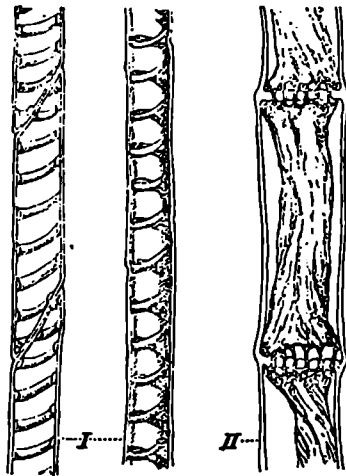
თავისუფალ მდგომარეობაში უჯრედი მეტწილად სფერული ფორმისაა. სხვებთან შეერთებული

კი, მაგალითად ქსოვილებში, ეს სფერული ფორმა გადაღის წარავლწახნავოვანში (როგორც სურ. 42 — 1). მაგრამ ასეთი მრავალწახნავოვანი ფორმა მაინც მოწმობს იმას, რომ უჯრედი თეთლი თავისი სიციოცხლის განმავლობაში თითქმის ყველა მიმართულებით თანაბრად ვითარდებოდა; თუ იგი უპიარატესად ორი ლერძის მიმართულებით განვითარდებდა, მაშინ მივიღებთ ფირფიტისებრ ბრტყელ ფორმას. ასეთი ფირფიტისებრი უჯრედები უპიარატესად ორგანოების ზედაპირზე ვითარდებიან, მათგან შესდგება მცენარის მფარავი კანი (სურ. 42 — 2). დაბოლოება შესაძლოა უჯრედი მხოლოდ ერთი ლერძის მიმართულებით განვითარდეს, მაშინ შეიქმნება არა მრავალწახნავოვანი, არა ბრტყელი ფირფიტისებრი, არამედ მეტად წაგრძელებული ფორმა მიიღება ბოქკო. (როგორც სურ. 42 — 5 და 6-ზე ნაჩვენები). ჩვენი ხეების მერქნის დიდი ნაწილი ამგვარად წაგრძელებული ბოქკოებისაგან შესდგება, მაგრამ ესენი კიდევ არ არიან ყველაზე გრძელი ბოქკოები, ბოქკოვანი უჯრედები, მაგალითად სელის, რომელთაც ჩვენ საქსოვად ვიყენებთ, ზოგჯერ თავის განივზე თითქმის ათასჯერ უფრო გრძელები არიან, ისე რომ ამ ჩვენ მათ გამოხატვის შესაფერისი მასუბანით ვერც შევძლებთ — მოვიხილდებოდა უბრალო ხაზის გასმა. უჯრედების ფორმათა სხვადასხვაგვარობა არ ამოიწურება მათი საერთო მოხაზულობით, მათი ვარიეტეტებით; თეთი კედელიც შესაძლებელია მეტად სხვაგვარი აგებულებისა იყოს: ხან სრულიად თანაბრი და თხელია (როგორც სურ. 42 — 1 და 2), ხან თანაბრად გასქელებულია, ამასთან ეტყობა, იგი შესდგება კონცენტრიულ ფენებისაგან (სურ. 42 — 3 და 5), ან ზოგჯერ ეს შინაგანი შრეები სქელდებიან არა მთლიანად, არამედ ალაგალაგ და წარმოქმნიან მეტად უსწაურ სახეებს. თუ მაგალითად გარსის მხოლოდ პატარა-პატარა ადგილები არ გასქელებდა, მაშინ მთელი უჯრედი (გამპერივალე, როგორც ყოველთვის) თითქოს ლაქებიანად გველეინება, ხოლო მის განივ განაყოფზე შევამჩნევთ რომ ამ ლაქებს შეესაბამებიათ მთელი გარსის სისქეში მიმავალი ხერხელები (სურ. 42 — 1 და 3). ამასთანავე საინტერესოა, რომ მოსაძვრე უჯრედების ხერხელები ყოველთვის ერთმანეთს შეესაბამებიან ისე, რომ ეს ლაქები, ან როგორც მათ უწოდებენ, ფორები წარმოადგენენ უჯრედთა შეხების ადგილებს, რომელნიც განცალკე-

ვებულნი არიან მხოლოდ მეტად თხელი პირველად გარსით, რომელშიაც ადვილად სწარმოებს მათი წინების დიფუზია. ზოგ შემთხვევებში ეს თხელი გარსიც ჰქრება და მაშინ მოსაძვრე უჯრედთა ღრუები ერთდებიან. პირიქით, თუ გაუსქელებელად დარჩება გარსის მეტი ნაწილი, მაშინ შეივინა მხრიდან გაჩენილმა გასქელებამ შესაძლოა შექმნას ბადეებისა, როგლების, ხრანისებრ დახვეული ლენტებისა (სურ. 42 — 4 — 7) და სხვა მეტად სხვადასხვაგვარი სახეები. მიკროსკოპით მომუშავეები ჩვეულებრივ განსაკუთრებული სიაზოვნებით ჩამოთვლიდნენ და აღწერდნენ ხოლმე ფორების და გასქელებათა სხვადასხვაგვარ ფორმებს, მაგრამ ფიზიოლოგისათვის ფორმა თავისი თავად, როგორი საყურადღებოც არ უნდა იყოს იგი, ინტერესს მოკლებულია, ვიდრე ცნობილი არ იქნება მისი აზრი, მისი მნიშვნელობა მცენარის სიცოცხლისათვის; სწორედ ასეთი იყო საქმის ვითარება გასქელებათა სხვადასხვაგვარი ფორმების საკითხში და, მხოლოდ შედარებით ცოტა ხნის წინათ სცადეს აეხსნათ ამ წარმოქმნების ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა, რაზედაც ჩვენ ქვემოთ გვიქნება ლაპარაკი.

აღნიშნული ორი გარემოებით — უჯრედის საერთო მოხაზულობით და მისი კედლების აგებულებით — ჯერ კიდევ არ ამოიწურება უჯრედოვან წარმოქმნების მთელი მრავალფეროვნება. უჯრედები შეიძლება გავითარდნენ უფრო რთულ ორგანოებად ე. წ. კურკულემა და კურკულები ჩვეულებრივ იქმნებიან უჯრედთა ვერტიკალურ რიგებში განივი ძგიდების ან გახვრეტის, ან შეწოვის გზით გაქრობის საშუალებით. ასე მაგალითად, თუ სპირალური გასქელების მქონე უჯრედთა რიგი დაკარგავს ურთიერთგანმსაზღვრელ ვახივ ძვიდღებს (სურ. 43 — 1 მარცხნივ), მაშინ აქედან შეიქმნება მთლიანი მილი, ე. წ. სპირალური ქურკული (სურ. 43 — 1, მარჯვნივ). მაგრამ ზოგიერთ შემთხვევებში, როგორც ვთქვით, უჯრედთა ვერტიკალური რიგები ქურკულემადა გადაქცევის დროს მთლიანად კი არ კარგავენ განივ ძგიდებს, არამედ ერთდებიან მეტნაკლებად დიდი ფორების საშუალებით. საინტერესოა ამგვარი ქურკულების ერთი ფორმა, რომელშიაც უწეროლესი ფორები შეგროვდებიან არაან საცრის, ბალის ან ცხრილის მსგავსად, საიდანაც უჯრედებმაც მიიღეს საცრის სერი ან ცხრილისებრი მილების სახელწოდება, სურ. 43 II-ზე გამოხატულია ერთი ასეთი მთლიანი

უჯრედი, რომელიც ორ სხვა უჯრედთან შეერთებით ჰქმნის ჭურჭელს; მათი განივი კედლები საცრის მსგავსად დაჩრვტილია უწვრილესი ფორებით. ამ ფორების ზვით უჯრედთა შიგთავსებს შეუძლია ერთმანეთს დაუკავშირდნენ, ფორებში ჩამჯდარი სახამებლის უწვრილესი მარცვლების შემზინეველად მოხერხდა და ჩვენ მალე დავინახეთ რა დიდი ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა აქვთ ამ ჭურჭლებს. გარდა სწორი, გრძელი მილების წარმოქმნელი ჭურჭლებისა, გვხვდებიან ისეთებიც, რომელნიც ტოტიანდებიან და ურთიერთში გადახლართვით იძლევიან ერთმანეთთან დაკავშირებულ არხების რთულ ქსელს. ასეთი ჭურჭლები ჩვეულებრივ შეიკავებენ თეთრ, უფრო იშვიათად — ყვითელ წვესს, საიდანაც წარმოსდგება მათი სახელი — რძე-წვეინის მილები. რძის შემცველ მცენარეთა მავალი-თები ყველასათვის მეტნაკლებად ცნობილია; ასეთებია ბაბუნაწვერა და ყაყაო, რომელნიც მცირე დაზიანებისთანვე გამოყოფენ თეთრ წვეს, ასეთია ყველასათვის ბავშვობიდანვე ცნობილი Chlidoniam majus-ი, რომლის ღეროსა და ფოთლების ძარღვებიდან, დაზიანების შემთხვევაში გამოდის ყვითელი წვენი, ბოლოს, ასეთია ოთახის კულტურებიდან მტკად ჩვეულებრივი Ficus-ი, რომელიც სხვა ტროპიკულ მცენარეებსავე იძლევა რძე-წვეინის დიდ რაოდენობას, და რომელიც გამხმარი სახით კაუჩუკის სახელოდებით არის ცნობილი. ყველა ამგვარი რძე-წვეინები მოთავსებულია რთულ, დაქსელილ და დატოტიანებულ ჭურჭელთა მილებში, რომელნიც გაფართული არიან ფოთლ მცენარეში, უპირატესად კი მის ქერქში და მთელ მცენარეში.



სურ. 43.

მიეკუთვნება მათ წაგრძელებულ ფორმას და კედელს, რომელიც იმდენად არის გასქელებული, რომ ღრუები მთლიანად ისიპობა (როგორც მაგ. სურ. 42 — 5). უახლესმა გამოკვლევებმა დაგვანახეს როგორც მასალის, რომლისგანაც შესდგებიან ეს მექანიკური ელემენტები, ისე მათი აგებულებითა და განსაკუთრებით, ღეროში განლაგების თავისებურების მიხედვით, ისინი გასაოცარი სრულყოფილებით ასრულებენ თავის ფუნქციას, ე. ი. საღმშენებლო მასალის ეკონომიურად დახარჯვით ამოღვენ მცენარის ნაწილებს აუცილებელ სიმტკიცეს, მოქნილობას და სხვ. ასე მავალითად, მიღებული იყო საკვირველი შედეგი, რომ მასალა, რომლისგანაც შესდგება ეს ბოჭკოები გარკვეული მხრივ თითქმის არ ჩამორჩება რკინას, ხოლო ისინი განლაგებული არიან საინჟინრო ხელოვნების ყველა წესების დაცვით. მესამე კატეგორია — ჭურჭლები, უმთავრესად წვეინების გატარებას ემსახურება.

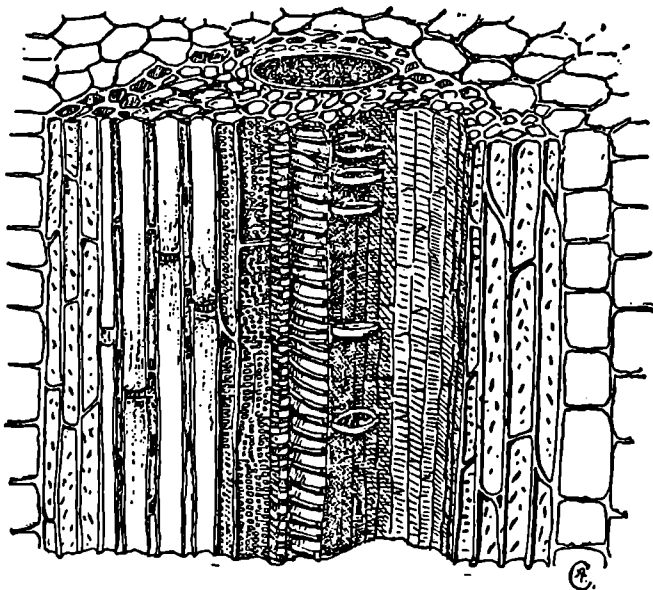
ახლა ვნახოთ როგორ არიან განაწილებულნი მცენარეში ეს თავის აგებულების და ფუნქციის მიხედვით მეტად განსხვავებული ელემენტები.

საკუთრივ უჯრედები ჰქმნიან ე. წ. შემადგენელ ან ძირითად ქსოვილს, ე. ი. ყოველი ორგანოს კავშირს და საფუძველს, ბოჭკოები

მცენარის აღწერილი ელემენტარული ორგანოები საერთოდ შესაძლებელია სამ ჯგუფად დავიყოს, რომელთაც თუ მთლიანად არა, უპირატესად მაინც სამი სხვადასხვა ფუნქცია ახასიათებთ. ეს სამი ჯგუფი ან კატეგორია შემდეგია: საკუთრივ უჯრედები, ბოჭკოები და ჭურჭლები. პირველგვარში სწარმოებს კვების პროცესები, ე. ი. საკვები ნივთიერების შექმნა და გარდაქმნა; ისინი შეიცავენ ქლოროფილს, მათშივე ხდება ცილოვანი ნივთიერებათა, სახამებლის, შაქრის, მინერალური მარილებისა და სხვ., მარაგად გადაღება. ისინი წარმოადგენენ მცენარის ლაბორატორიებს და საკუქნაობებს. ბოჭკოებს უმთავრესად მექანიკური დანიშნულება აქვთ, რადგან მათ შემცველ ნივთიერებებს მნიშვნელობა არა აქვთ: მთავარი როლი

კი ჭურჭლებთან ერთად ქმნიან ამ ძირითად ქსოვილში მოთავსებულ კონებს. ყველაზე უკეთ ჩვენ ამას ვამჩნევთ ფოთლებში. როგორც უკვე ვიცით, ფოთლის შუა ნაწილი, მანძილი მის ორ კანს შორის დაკავებულია ფოთლის სირბილით, ე. ი. ძირითადი ქსოვილით, ხოლო მასში კი გადიან ძარღვები ანუ ნერვები. სწორედ ესენი წარმოადგენენ კონებს; ისინი ან სიგრძე რიგებად არიან განლაგებულნი, ან ქმნიან რთულ წნულებს, მთელ ქსელს, რომლის შესახებ ფოთლის ერთი დანახვით ჩვენ მხოლოდ სუსტი წარმოდგენა გვექნება. იმისათვის, რომ დაერწმუნდეთ რა ნაზი და წმინდაა ეს ქსელი, საკმარისია ფოთლები რამდენიმე ხანს დაეტოვოთ წყალში დასალპობად — მაშინ სულ ადვილად შეიძლება რბილი ჯაგრულით მოვაცილოთ ორივე ეპითელიუმი და სირბილე, და ეს ნერვების ქსელი მივიღოთ ცალკე, რომელსაც

არც ერთი არაშეიძლება არ შეედრება *. სახელწოდება ნერვები შესაფერისად არ არის შერჩეული, რადგან ამ ორგანოებს ცხოველების ნერვებთან თითქმის არაფერი საერთო არა აქვთ. თუ კი გავატარებთ ამგვარ პარალელს, მაშინ მისი შედარება უფრო შესაძლებელი იქნება ერთდროულად ჩონჩხთან და სისხლძარღვთა სისტემასთან, რადგან ისინი წარმოადგენენ ფოთლის მაგარ საყრდენსა და საკვებ ნივთიერებათა მოძრაობისათვის არხთა სისტემასაც. თუმცა უნდა ითქვას, რომ მე სიფრთხილით ვამოვთქვი აზრი, მათ თითქმის არაფერი საერთო არა აქვთ ცხოველთა ნერვებთან. იმიტომ რომ, როგორც დაინახავთ, გამოთქმული იყო აზრი, რომ ისინი წარმოადგენენ გზებს, რომელთაც მცენარეში გადააქვთ გალიზინება. თუ ეს შეხედულება გამართლდება, მაშინ ცხადია, ჩვენ მათში უნდა მივიჩნიოთ



სურ. 44.

* ასევე შესაძლებელია დაბრუნდეთ იქნას მცენარის სხვა ნაწილებიც და შევადგინოთ მისგან ნახევრად გამკვირვალ, თითქოსა მკვირვანი თიხები (ფანტომები, როგორც მათ უწოდებენ ინგლისელები).

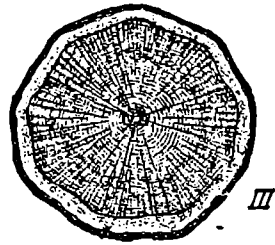
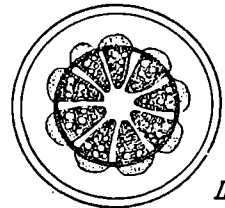
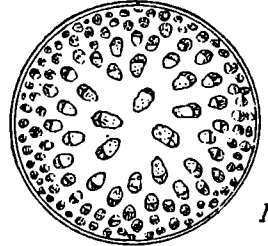
რამდენადმე, თუმც შორეული მსგავსება ცხოველის ნერვებთან.

იგივე ნერვები ან ძარღვები, რომელნიც ისე ნათლად ჩანან ფოთლებში, გაღიან ღეროშიაც, მაგრამ იქ ვაკილებით ნაკლებად არიან გამოხატულნი, და ისე თვალსაჩინონი არ არიან, თუმცა უნდა ითქვას, რომ სხვადასხვა მცენარეები ამ მსარივ სრულიად სხვადასხვაგვარი აგებულებისანი არიან; ავწეროთ ორი შედარებით უფრო ზოგადი შემთხვევა. ზოგიერთებს, მაგალითად, ერთლებიან* მცენარეებში, რომელთაც მიეკუთვნებიან ჩვენი მარკელვანები და სატაკური, ხოლო მერქნიანი მცენარეებიდან — პალმები, ეს კონები ძირითად ქსოვილშია გაფანტული, როგორც ეს ნაჩვენებია (სურ. 45-I) განივ განაკვეთზე. ძირითადი ქსოვილით შემოვლებული ერთი ასეთი კონა სიმინდის ღეროდან გამოხატულია მეტად გადიდებული სახით სივრძივ და განივ განაკვეთებში სურ. 44-ზე.** აქ ნათლად ჩანს, რომ კონა სხვადასხვაგვარ კურკულენისაგან შესდგება: სპირალისებრის, საცრისებრი. რგოლისებრისა და სხვ., და აგრეთვე ბოქვებისაგან იმ დროს, როდესაც გარემომცველი ქსოვილი შესდგება უჯრედებისაგან. ერთლებიანთა ღეროს ამგვარი აგებულება უფრო თვალსაჩინო შეგვიძლია გავხადოთ, თუ ღეროს მონაკვეთს ფოთლებით რამდენიმე ხნით რომელიმე შეფერილ სითხეში, მაგალითად ფუქსინის ხსნარში ჩაედებთ, — მაშინ (სურ. 45—I-ზე, გამობატული ფიგურის მსგავს განივ განაკვეთში, გადაკეთილი კონები, ძირითადი ქსოვილის უფერულ ფონზე ლაქების სახით გამოჩნდებიან.

სულ სხვაგვარი აგებულებერს მქონეა წიწვიანთა და ორლებიანთა*** ღეროები, რომელთაც მიეკუთვნებიან ყველა ჩვენი მერქნიანი ჯიშები: მუხა, ცაცხვი, ნეკერჩხალი და სხვა. იმისათვის, რომ გავერკვიოთ ამ ღეროების აგებულებაში, აუცილებელია მივმართოთ ზოგიერთ ანატომიურ დეტალებს, რომელთა გარეშე შემდგომი გადმოცემა გაუგებარი იქნება.

მოტანიკოსები და არამოტანიკოსებიც ხის გადანაპერზე არჩევენ სამ ნაწილს: ქერკეს, მერქანს,

რომელიც წარმოადგენს კონცენტრიულ რგოლების რიგს და გულს (სურ. 45—II), მაგრამ მოტანიკოსებით უფრო შორს მიდიან და აქაც აღნიშნავენ ძირითად ქსოვილსა და კურკულენოვან კონებს შორის იგივე სხვაობას, რომელიც ასე ნათლად იყო გამოხატული ერთლებიან მცენარეთა ღეროში.



სურ. 45.

* ასე ეწოდებათ იმითომ, რომ მათ აქვთ ერთი ლებანი.

** სივრძივი და განივი განაკვეთები სიმინდის ღეროში, იგი წარმოადგენს ერთ კურკულენოვან კონას, რომელსაც გარს-არტყია ძირითადი ქსოვილი. წერილთა შორის დიდი ზერო — მეტად სხილი კურკულის სანათურს წარმოადგენს, ნაკლებად სხილი კურკულის წყება ვაკეთილია სივრძივზე.

*** ე. ი. ორი ლებნის მქონე მცენარეები.

შევეცადოთ ამ გარემოების გარკვევას. ერთ-
 ლენიან მცენარის ღეროში ჩვენ ვხედავთ, რომ
 ძირითადი ქსოვილი ქარბობს. კონები მასში
 ვუწროვოდ არიან გაფანტულნი, და ყოველი ბოქ-
 კო ყოველმხრივ გარშემორტყმულია ძირითადი ქსო-
 ვილით; მაგრამ წარმოვიდგინოთ, რომ ეს კონები
 განლაგებულია წესიერად, ერთ რგოლად, და ამს-
 თანავე ისე ძლიერ არიან განვითარებული, რომ მათ
 შორის დარჩენილია ძირითადი ქსოვილის შედარე-
 ბით ვიწრო შრეები — მასში ჩვენ მივიღებთ სურ.
 45-II გამობატულ ღეროს*. ასეთია ჩვენი რომე-
 ლი მეტყველებანი მცენარის ერთწლიანი ახალგაზრ-
 და ღეროს ნამდვილი აგებულება. მასში ჩვენ
 ვხედავთ კურკულ-ბოქკოვან კონების რგოლს შუა
 ძირითად ქსოვილს — ეს გულ გულია, მას ჩვენ
 ვხედავთ გულიდან გამომავალი ვიწრო სხივების
 სახით, რომელნიც მოთავსებული არიან კონათა
 შორის, ეს არის ეგზოფორებიანი გულ გული ს
 ხ ი ე ბ ი, მას კიდევ ვხედავთ ამ რგოლის გარეთაც
 ეს — ეგზოფორებიანი პირ ელ და ი ქ რ ქ ი ა,
 რომელიც წვნიანი, ჩვეულებრივ მწვანე და შეს-
 დგება უჯრედებისაგან. ამგვარად გულგულის
 ორ სხივ შორის მოთავსებულ განევ გამოკეთებ
 ყოველ კურკულ-ბოქკოვან კონას აქვს სამკუთხე-
 დის ან სოლის ფორმა, რომლის მწვერვალი მი-
 ქეულია ცენტრისაკენ. კონების ეს სოლისებრი
 ფორმა შენარჩუნებულია მრავალწლიან ღეროშიც.
 სურ. 45-III აღნიშნული მუქი სხივისებრი მიმავალი
 ხაზები წარმოადგენენ გულგულის სხივებს, მხოლ-
 ლდ მათ შორის უფრო ბაცი სოლები — კურკულ-
 ბოქკოვან კონებს. მაშასადამე, მრავალწლიან მერ-
 ქნიან ღეროში კონები ღეროს უმეტეს ნაწილს
 წარმოადგენენ; ძირითადი ქსოვილი კი წარმოადგე-
 ნილია მათ შორის ვიწრო, ზოგჯერ ძნელად შესა-
 მჩევ გულგულის სხივების სახით. აქედან ვსაგე-
 ბია, რომ აქ კონებსა და ძირითად ქსოვილს შო-
 რის სხვაობა ისე მკვეთრად არ არის მოქმედი
 როგორც ერთლენიან მცენარეებში იყო, და
 მისი აღნიშვნა შეიძლება მხოლოდ მიტიროსკოპი-
 ულად გამოკვლევის დრო**ს. მაშასადამე, ჩვენი
 მერქნიანი ჯგუფების ღეროს მთავარი ნაწილი შე-
 სდგება კურკულ-ბოქკოვან კონებისაგან, მაგრამ
 მათი ყველაზე მნიშვნელოვანი თავისებურება მხო-

ლოდ ამაში როდი მდგომარეობს; ისინი ერთლენ-
 ნიან მცენარეებთან, მაგალითად პალმებთან
 განსხვავდებიან მით, რომ, მათ მთელი თავისი
 სიცოცხლის განმავლობაში აქვთ სისქეში ზრდის
 უნარი, რასაც უკანასკნელნი მოკლებულნი არიან
 ეს დამოკიდებულია შემდეგ ანატომიურ აგებულ-
 ებაზე. როგორც ყველასათვის ცნობილია, ყველა
 მერქნიან მცენარეებში ქერკი მკვეთრად არის გა-
 მოყოფილი მერქნიდან; გაზაფხულზე, როდესაც
 მცენარე საესეა წვნიანით, იგი უკანასკნელს აღვილა-
 დაკი შრეებდა. არაბოტანიკოსები ფიქრობენ, და
 წარსულში დამატონიკოსებსაც ეგონათ, რომ ქერ-
 ქსა და მერქანს შუა არსებობს არე, რომელიც
 განსაკუთრებით გაზაფხულზე, ამოვსებულია ისეთი
 სითხით, რომლისგანაც შესაძლებელია წარმოიქმ-
 ნან მცენარის ახალი ნაწილები. ზუსტმა მიკროს-
 კოპიულმა გამოკვლევებმა კი დაგვიანაბა, რომ
 ღეროს ამ ნაწილში რგოლურად მოთავსებულია
 მეტად ნაზი, წვნიანი, მუდმივად ახალი უჯრედ-
 დების წარმოქმნის უნარიანი გონივრად, და
 ამიტომაც მას უწოდებენ წარმოშობა ქსო-
 ვილის ანუ კამბიუმს. სურ. 45-II-ზე იგი გამოხატუ-
 ლია მუქი ფერის რგოლის სახით. როგორც ჩანს
 ეს რგოლი განივად ჰქვეით კურკულ-ბოქკოვან
 კონებს და გულგულის სხივებსაც, ამიტომ მთელი
 ღერო იყოფა ორ ნაწილად — მერქნად, რომელიც
 მოთავსებულია რგოლის შიგნით და მის გარეთ
 მოთავსებულ ქერქად. რგოლისებრი, მთლიანი
 წარმოშობის შრის არსებობის შემწეობით, რაც
 არ გააჩნიათ ერთლენიანებს, იმიტომ რომ მათი
 კურკულ-ბოქკოვანი კონები არ არიან წესიერად
 რგოლურად განლაგებულნი, არამედ გაფანტულნი
 არიან, ორლენიანების და წიწვიანების ღეროს
 აქვს სისქეში ხანგრძლივად ზრდის უნარი. ეს წარ-
 მოშობი ქსოვილი ყოველწლიურად ქმნის ელენ-
 მენტების რაოდენობა ახალ რგოს, როგორც მერ-
 ქნის, ისე ქერქის მხარეზე, მაგრამ მერქანი უფრო
 დიდი რაოდენობით წარმოიშობა (სურ. 45 — III).
 და მისი უჯრედების რიგები გაცილებით უფრო
 თანაბრად გადაიდობიან და სწორედ ამიტომაც
 იქმნება წლიური რგოლების წესიერი მორიგეობა,
 რომელსაც ჩვენ ვამჩნევთ ხის ყოველ განივ განა-
 კვთზე.

* სურ. 45-I. პალმის ან სატაქურის ღერო; II ერთწლიან ორლენიან მცენარის ღეროს სტემა; III ორლენიან მცენარის
 მერქნიანი ტრის ღერო. სამედი მოცემულია განივ ჰორიზონტში.

** იხ. კვლევა სურ. 62, რომელიც გამოხატავს გულგულის სივით გადაკვეთილ მერქნის პატარა ნაწილს.

ვნახოთ ახლა როგორი ანატომიური აგებულება აქვს წარმოშობი ქსოვილით გაყოფილ ჭურჭლებოქკოვან კონების ამ ორ ნაწილს, ე. ი. მერქნისა და ქერქის ნაწილებს. მერქნის ნაწილში ჩვენ ვხვდებით თითქმის მხოლოდ ბოქკოვებს, რომელნიც გამზობაბული არიან სურ, 42—6 და, რომელთაც მერქანი ეწოდებათ, სხვადასხვაგვარ ჭურჭლებს: ფორანებს, ბადისებრთ, სპირალურებს და სხვა, მაგრამ არასოდეს არ გვხვდება საცრისებრი მილები. ქერქის ნაწილში ვხვდებით მეტად სქელკედლიან წაგრძელებულ ბოქკოვებს (სურ, 42—5), რომელნიც მიემსავლებიან სართავ მცენარეთა ზემოაღწერილ ბოქკოვებს, ქურჭლებიდან კი ვხვდებით მხოლოდ ზემოაღწერილ საცრისებრ მილებს (სურ, 43—11) ბოქკოვები ქმნიან ქერქის იმ ნაწილს, რომელსაც ლაფანს უწოდებენ, იგი მაგალითად ცახვებში ძლიერ არის განვითარებული და იძლევა ყველასათვის ცნობილ პროდუქტებს — ლაფანს, ხალას. ამ ლაფანის გამო აღწერილი აგებულების მქონე ბოქკოვები, სადაც არ უნდა შეგვეხედინ ისინი, ლაფანის ბოქკოვებად არიან ცნობილი. ამგვარად, მრავალწლიან ხის განივიკრიბზე ჩვენ გვაქვს შემდეგი ნაწილები: გარედან არის ის, რასაც ჩვენ პირველად ქე რკის ეწოდებთ; როგორც ქვემოთ დავინახავთ, ამ ნაწილში უფრო ხშიერ მცენარეში წარმოიქმნება მცენარის დამცველი განსაკუთრებული ქსოვილი; პირველადი ქერქის ქვეშ მოთავსებულია ქურჭელი-ბოქკოვანი კონების ქერქის ნაწილი, რომელიც უმთავრესად შესდგება ლაფანისაგან, და შეიცავს საცრისებრ მილებს, ამ ნაწილს პირველადი ქერქისაგან განსხვავებით მეორად ქე რკის ეწოდებთ. შემდგომ მოსდევს წარმოშობი ქსოვილის რგოლი, უფრო მოშორებით ცენტრისაკენ — მერქანი, დაბოლოს შუაგულ ცენტრში — გულგული. ჩვენ შეგვიძლია ვიკმაროთ ეს ანატომიური დეტალები, თუ:ცა ისინი ცოტაოდენ მოსაწყენი არიან, მით უფრო ამგვარად შექუშულ ფორმაში, მაგრამ უამისოდ გაუგებარი იქნებოდა ღეროს ფიზიოლოგიური დანიშნულება. ამ ცოდნის მიღების შემდეგ შეგვიძლია შევეუდგეთ შემდეგი საკითხის გამოკვლევას: რა გზებით სწარმოებს მცენარეული წყლების მოძრაობა, ე. ი. ურთიერთცვლა ფესვის მიერ შეწოვილ ნივთიერებებისა და ფოთლის მიერ გამოიშუვებულ ნივთიერებათა შორის.

* * *

დავიწყოთ პირველი, უფრო მარტივი შემთხვევით, ნივთიერებათა იმ მოძრაობით, რომელიც

მიმართულია ფესვიდან ჰაერში მოთავსებულ მცენარის ნაწილებისაკენ, ე. წ. აღმავალი ნაკადიდან. ეს ნაკადი მცენარის ყველა ნაწილებს აწვდის დეცილებელ წყალს და მასში გახსნილ ნაწილებს. ამ წყლის მოძრაობის გზის გაგება მეტად ადვილია იმის გამო, რომ მცენარეში საჭირო რაოდენობით წყლის არარსებობა მაშინვე იწყებს მის ტენობას. მაშასადამე, თუ ცოხხლ მცენარეზე ღეროს სხვადასხვა ნაწილში გვაკეთებთ განივ კრისტებს, და დავაკვირდებით რომელ ადგილზე დაიწყებს იგი ტენობას, ამით ჩვენ ადვილად გავიგებთ გადაევირით თუ არა წყლის აღმავალი ნაკადის გზა. ცდამ დავანახვა, რომ ჩვენ შეგვიძლია მთელი ქერქი ირგვლივ გადავიკრათ, მოვაცილოთ კიდევაც იგი რგოლურად და ამის გამო მცენარე არ დატენება, ე. ი. მის ჰაერში მოთავსებულ ნაწილებს წყალი ნიდაგიდან ისევ მიუვა. ასევე შეგვიძლია გადავიკრათ გულგული, თუმცა ხნიერ მცენარეებში იგი არაიშვითად თავისთავად განიცდის კვლავის, ჩნდება ფულერი, ამისთანავე ასაკთან ერთად დაშლა ვრცელდება მერქნის შიგნითა ხნიერ შრეებზე, ხოლო მცენარეს ამის გამო კარგა ხანს არაფერი ემჩნევა. როგორც ჩანს, წყლის აღმავალი ნაკადი უნდა მიმდინარეობდეს ახალგაზრდა მერქანში. ეს დასკვნა გარდა ამისა, დასტურდება უკვე ხსენებული ცდით — ქურჭლებოქკოვანი კონების ფერადი სითხით შეღების საშუალებით. ეს ცდა მეტად თვალსაჩინოა, თუ ავიღებთ თეთრ ზოლებიან ფოთლებს ან თეთრ ყვავილებს, მაშინ მეტიერ ხნის შემდეგ ძარღვების მთელი ქსელი თეთრ ფერზე შეფერადებული გამოჩნდება. მიკროსკოპული გამოკვლევაინ გვიჩვენებენ, რომ ყველაზე პირველად იფერებიან ქურჭლები. მაშასადამე, მერქანი უნდა წარმოადგენდეს იმ გზას, რომლითაც ღეროში მიდის წყლის აღმავალი ნაკადი.

მაგრამ როგორ ავხსნათ ჩვენ წყლის აწვეის მიზეზი ზოგჯერ ძალიან მალა, 300 ფუტის სიმაღლეზე? ამ მოძრაობის მიზეზი უნდა იყოს ღეროშიაღ და ფესვშიც: ღეროში იმიტომ, რომ გადაჭრილი ღეროები და ტოტები შეიწოვენ წყალს და გაატარებენ მას ფოთლებისაკენ; ფესვში — იმიტომ, რომ, თუ ღეროს გადავიკრათ ფესვის ყელთან, ან უფრო მეტი, თუ ფესვს ზემა ნაწილიანად გადავიკრათ, მაშინ მიწაში დარჩენილი მისი ნაწილის განივ განაკეთიდან წყალი დაიწყებს ეონვას. ჯერ გავეცნოთ ფესვის ზემოთა მხრის

განაპირიდან წყლის გამოყოფის მოვლენას, როგორც, როგორც ჩანს, წყლის ღეროში გადასვლის განმარტება მიზეზს უნდა წარმოადგენდეს. დიდი ხანია შემჩნეული იყო, რომ ზოგიერთ შემთხვევებში, დაზიანებულ და განივად გადაკრილ ღეროდან წვენი დიდი რაოდენობით გამოდის; ამ მოვლენას მცენარის ტერილიკი უწოდებს, მაგრამ ფიქრობდნენ, რომ იგი ახასიათებს მხოლოდ გარკვეულ მცენარეების ტოტებს და ისიც წელიწადის გარკვეულ დროს; ეს ტირილი განსაკუთრებით მკვეთრად მკლავდებდა გაზაფხულზე ვაზში. შედარებით უახლესმა გამოკვლევებმა დაგვანახეს, რომ ეს მოვლენა ყველა როგორც მერქნიან ისე ბალახა მცენარეებისათვის საერთოა, წარმოებს მთელი წლის განმავლობაში, მაგრამ, რა თქმა უნდა, მეტად სხვადასხვა სიძლიერით. იმისათვის, რომ აღმოაჩინონ ეს ღენა და გაზომონ მისი ძალა, შემდეგნაირად იქცევან: ქრიან ღეროს, მიწიდან ოდნავ ზემოთ და კაუჩუკის მილით უკეთებენ მას მინის მუხლად მილს, ეს იმ შემთხვევაში, თუ სურთ მხოლოდ გამოსული სითხის შეგროვება და გაზომვა; თუ წვენი გამოსვლის ძალის გაზომვა სურთ, იმ შემთხვევაში უკეთებენ სურ. 46-ზე მარცხენა ნაწილებს ფორმის მილს. ეს არის ორჯერ მოღუნული მილი, რომელიც მანომეტრის მსგავსად ამოვსებულია ნაწილობრივ სინდიკის, ნაწილობრივ წყლით და, რომელიც იხმარება მცენარეიდან გამომავალი წვენის წვევის გასაზომად. მილში გადმოსული წვენი დენის სინდიკს, დი მუხლში სინდიკის სვეტის აწვევა გვიჩვენებს წვევის ძალას. ცდამ დაგვანახვა, რომ ამ წვენად შესაძლებელია მიაღწიოს წყლის სვეტის 36 ფუტამდე, ე. ი. რომიდან წყალი გამოდევნება ისეთი ძალით, რომ მას შეუძლია გამოსვლა იმ შემთხვევაშიც, განაკრიოს ფართობზე ზემოდან კიდევ რომ აწვევბოდეს 36 ფუტის სიმაღლის წყლის სვეტი. როგორ ავხსნათ ჩვენ ფესვის წყლის ასეთ სიმაღლეზე აწვევის ეს უნარი? ამაზე პასუხს იძლევა შემდეგი ცდა. ავიღოთ მინის კატარა ზარი (სურ. 46 მარჯვნივ, b), მის ქვედა განიერ ბოლოზე გადავიკომოთ ბუტი, ხოლო ყელში დავეუთოთ საცობი გრძელი მინის მილით (ა) და ყველაფერი ეს, როგორც ნაჩვენებია, მოვითავსოთ წყლიან ქურქულში. ზარშია ცოცხალი აყოს წყალი, მაშინ გარეთა ქურქულის წყალსა და შიგნით ქურქულის წყალს შორის არავითარი შორაობას არ ექნებოდა ადგილი, რა თქმა უნდა, ამ შემთხვევაში, თუ გარეთა და შიგნითა ქურქულზე უდონე ერთნაირ-

ად $n - n$ -ზე იქნებოდა, იმის გამო, რომ სხვაგვარად წყალი საკუთარი წნევის გავლენით გავიდოდა ბუშტში მალაღი დონის მქონე ქურქულიდან უფრო დაბალი დონის მქონე ქურქულში. მაგრამ, წარმოვიდგინოთ, რომ შიგნითა ქურქულში ასხია არა წყალი, არამედ რომელიმე ნივთიერების ხსნარი, რომელიც გვხვდება მცენარის უჯრედებში, მაგალითად შაქრის, რომელიც, როგორც ვიცით, დიდი რაოდენობით მოიპოვება, მაგალითად შაქრის ქარხლის ფესვებში. მაშინ თავს იჩენს ერთი შეხედვით დამაფიქრებელი მოვლენა, რომელიც თითქოს ეწინააღმდეგება ნათქვამს იმის შესახებ, რომ წყალი აქით შეერთებულორ ქურქულში მიისწრაფის საერთო დონისაკენ. შაქრის ხსნარი, რომელიც თვალსაჩინოვებასთვის შეგვიძლია შევლეთოთ, დაიწყებს მინის მილში სწრაფად აწვეას და მაღალწვე მნიშვნელოვან სიმაღლეს (f) ეს მოვლენა შემდეგნაირად აიხსნება: წყალი და შაქრის ხსნარი დიფუზიის კანონების მიხედვით ერთმანეთისაკენ ეწინააღმდეგება. ერთი მიზანმიმართულად, მეორე პირიქით, ვარდეთენ. მაგრამ წყლის ნაწილაკები, შაქრის ნაწილაკებთან შედარებით უფრო სწრაფად მოძრაობენ. მაშასადამე, წყალი უფრო სწრაფად შეიჭრება შაქარში, ვიდრე შაქალი წყალში; უფრო მეტი, წყალი გაცილებით ადვილად გადის ბუშტში, ვიდრე შაქარი. მაშასადამე, ამ ორი ერთდროულად მომქმედი მიზეზის საფუძველზე წყლის ნაკადი შიგნითა ქურქულში იქნება გაცილებით სწრაფი, ვიდრე შაქრის ნაკადი და სწორედ აქედან გამომდინარეობს ეს ერთი შეხედვით გაუგებარი, თითქოს ჰიდროსტატიკის საწინააღმდეგო, მილში ხსნარის აწვევის მოვლენა. ისეთსავე შედეგს, თუმცა არა ასე მკვეთრად გამოხატულს, მივიღებდით, თუ შაქრის მაგივრად ავიღებთ ცილას, გუმფისს და სხვა რომელიმე ნივთიერებას, რომელიც მცენარეულ უჯრედებში გვხვდება. მაშასადამე, აქაც მოვლენა აიხსნება დიფუზიით, ოღონდ აქის არსებობით იგი გარეთულებულია. ამგვარმა მოვლენებმა ოს მ ო ს ი უ რ ი მოვლენების სახელწოდება მიიღეს. ამ მოვლენის სისწრაფე სხვა თანაბარ პირობების დროს, დამოკიდებული იქნება ორ ურთიერთშეხებულ სითხეების ფართობზედაც, ჩვენს ხელსაწყოსში — ბუშტით გადაკეტილ ზეგონის სიდიდეს. დავეუთოთ ჩვენი ხელსაწყო მსგავსი ფესვის ბუშტის უჯრედისა, მოვიგონოთ რაზომ დიდი ზედაპირი, რომლითაც ფესვები ეხება ნიადაგის წყალს, და ადვილად

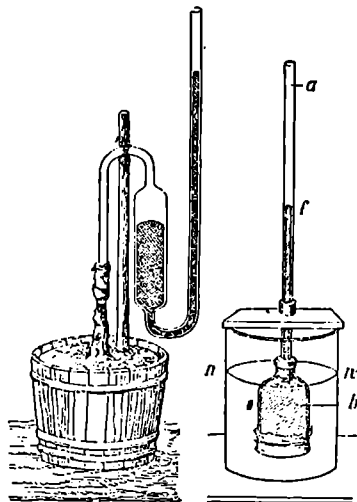
გავივებთ, როგორც უნდა იყოს ერთობლივი შედეგი ამგვარი მილიონი, თუნდაც მიკროსკოპიული სიდიდის ხელსაწყოებისა. ყოველი უჯრედი ხარბად შეიწოვს წყალს და უთუოდ თავის უფრო თხელი შიგნითა კედლით ღენის მას ქურკლებში, რომელთაც r ზემო ფესვით ღეროსაქვე მიყავთ.

ასე შეგვიძლია აეხსნათ ფესვის წყალ აწვევის ეს უნარი. რასაკვირველია მხოლოდ ეს უნარი არ არის საკმარისი ძალიან მაღალი ხეების კენწეროში წყლის აწვევის ასახსნელად; ამასთანავე ჩვენ ვიცით, რომ გადაჭრილ და წყალში ჩადებულ ღეროებს აქეთ წყლის შეწოვის უნარი. მაგრამ იმისათვის, რომ გავიგოთ ღეროს მიერ წყლის ამ შეწოვის მიზეზი, წინასწარ უნდა გავუცნოთ ამ მოვლენაში ფოთლების მონაწილეობას. ამაში ყველაზე ადვილად და თვალსაჩინოდ ვაჩვენებდებით შემდეგი ცდის საშუალებით. ეკრით ფოთლებით დაფარულ პატარა ტოტს, მაგალითად არყის ხისას, და მის მოკრილ ბოლოს ვასველებთ წყლით. წყლიდან ამოღებულ შემდეგ გადასაქრზე შევამჩნევთ დაკიდებულ წყლის წვეთს, მაგრამ არ ვაივლის ნახევარი, მეოთხედი წუთიც, რომ ეს წვეთიც შეიწოვება; ხელახლა დავასველებთ და ხელახლა შევამჩნევთ წვეთის გაქრობას, რომელიც გვიჩვენებს რა სიხარბით სვამს ჩვენი ტოტი მიწოდებულ წყალს.

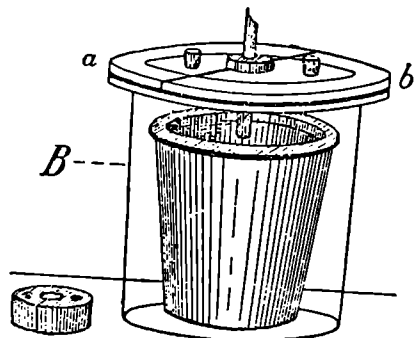
ფესვი ღენის წყალს ღეროში, ღერო ხარბად შეიწოვს ამ წყალს, და გაატარებს მას; სად წავა ეს წყალი მაშინ, როდესაც მცენარის ყველა ნაწილები წყლით მაძიარნი იქნებიან? როგორც ჩანს თუ იგი ერთი ბოლოდან გამოუმდებოთ შედის, უნდა კლებულობდეს მეორე ბოლოში. ზოგიერთ გამონაკლის შემთხვევებში ეს მოვლენა მეტად თვალსაჩინოდ მიმდინარეობს. თუ მაისის ან ივნისის თბილ ნესტიან საღამოს, მზის ჩასვლის შემდეგ, დაეხიბებით და დაეხედავთ მარცხოვნიების სავაზაფხულო ნათესს, დაეხიზავეთ, რომ მათ წვეროებზე სხედან მრგვალი წვეთები. თუ ერთ ფოთოლს რაღდენიმე ხანს მოთმინებით ვადევნებთ თვალს, შევამჩნევთ რომ წვეთი თანდათან გაიზარდება და ბოლოს ჩამოვარდება. მის ადგილას ისევ ფოთლის წვეროზე გაჩნდება ახალი წვეთი და ასე შემდეგ. იგივე მოვლენა შეიძლება შევამჩნიოთ, თუ დაეთესავთ შვრიას, მინის სარკველით დაფარულ ქურკულში, ფოთლების ბოლოებში ყოველთვის გაჩნდება წყლის წვეთები, რომელნიც გაქრებიან თუ სარკველს აგზდით. ზოგიერთ მკვნი-

რებში ეს მოვლენა უფრო მკვეთრად არის გამოხატული და წყალიც უფრო დიდი რაოდენობით გამოიყოფა. ანატომიურმა გამოკვლევებმა დაგვანახეს, რომ ამ ფოთლებში წყლის გამოყოფის ადგილებში განსაკუთრებული ხერხებიც არ სხებობენ. მაგრამ წყლის ამგვარი, წვეთის სახით გამოყოფა შედარებით იშვიათია; მას უპირატესად ადგილი აქვს აღწერილ პირობებში, ე. ი. როდესაც გარემომცველი ჰაერი მაძიარია წყლის ორთქლით, მცენარეთა მეტი ნაწილი კი, მუდმივად წყალს გამოყოფს თვალისათვის უხილავი ორთქლის სახით. იმის შესახებ თუ რა დიდი მცენარის მიერ ორთქლებული წყლის რაოდენობა, შესაძლებელია ვიმსჯელოთ შემდეგი, რა თქმა უნდა, მხოლოდ დაახლოებით რიცხვებით: შვრიის ყანის ერთი დსექტინა მთელი ზაფხულის განმავლობაში აორთქლებს 100,000-დან 200,000-მდე ფუთ წყალს, შერეული მდგლოს ბალახის ერთი დსექტინა — 500,000 ფუთამდე.

ამ ანაორთქლი წყლის რაოდენობის განსაზღვრა ჩვენ სხვადასხვა ხერხით შეგვიძლია; აი ერთი ყველაზე მარტივი და ყველაზე ზუსტი ხერხთაგანი. მცენარეს იმ კილით, რომელ-



სურ. 46.



სურ. 47.

შიაც ის არის ჩარგული, ათავსებენ მინის ან თუნუქის კურკელში და ახურავენ მინის ან თუნუქისავე ფირფიტას, რომელშიაც ამოჭრილია ხერხელი ლეროსათვის (სურ. 47). ამგვარად გამოირიცხულია აორთქლება ნიადაგის და ქილის, ზედაპირიდან. მთელი ხელსაწყოს დროგამოშვებით აწონვით ჩვენ გვეცოდინება, რომ წონაში დაკლება დამოკიდებულია მცენარის მიერ წყლის აორთქლებაზე. ანდა შეგვიძლია ავიღოთ ორი ერთნაირი მინის ზარი, იმ ფოთოლზე ცოტათი უფრო პატარა ზომისა, რომლის აორთქლების შესწავლაც გვსურს. და მათ შორის ამ ფოთლის მოთავსებთ (რა თქმა უნდა, ისე ფრთხილად, რომ იგი არ გაიქუტიტოს, მაგრამ, მაინც ისე, რომ ქონწასული ზარის ნაპირები მას მკვიდრად ეხებოდეს), ჩავატაროთ შემდეგი ცდა. ყოველი ზარის ქვეშ პატარა კურკულით მოვათავსებთ წყლის ორთქლის ხარბი შთანთქმის უნარის მქონე რომელიმე ნივთიერებას, როგორც მაგალითად გოგირდის მჟავა, რომელსაც სწორედ ამ მიზნით მიღების დარბთქლის თაიდან ასაცილებლად ვათავსებთ საზმთარო ორმაგ ჩარჩოვებს შორის. ეს გოგირდის მჟავა შთანთქავს ფოთლის მიერ აორთქლ წყალს. გოგირდის მჟავიან კურკულების დრო და დრო აწონვით ჩვენ გავიგებთ მის მიერ შთანთქმულ წყლის რაოდენობას, ამგვარად ჩვენ შეგვი-

ძლია გადავწყვიტოთ მრავალი საინტერესო საკითხი, მაგალითად ჩვენ გავიგებთ, რომ აორთქლება უფრო ძლიერია ფოთლის ქვემო ზედაპირიდან, ე. ი. იქიდან სადა, როგორც ვნახეთ მოთავსებული იყო ბაგეები *. როგორც ჩანს ბაგეები უნდა წარმოადგენდნენ აორთქლების რეგულატორებს, როდესაც მცენარე წყლით მაძლარია, ბაგეების ხერხელი ფართოდ იხსნება (სურ. 48 — b); აორთქლება ძლიერდება, მაგრამ, როგორც კი ძლიერი აორთქლების შედეგად თუ წყლის არასაკმარისი მიღების შედეგად, ფოთლები იწყებენ კენობას, ბაგეების ხერხელები შევიწროვდებიან (სურ. 48—ა), თითქმის მთლიანად იხერებიან, აორთქლება კლებულს და მცენარე ხელახლა იწყებს გამოცოცხლებას. ამგვარივე ცდებით ჩვენ ვიგებთ, რომ პრიალა ტყავისებრი ზედაპირი მქონე ფოთლები გაცილებით ნაკლებს აორთქლებენ, ვიდრე ბალახისებრი ფოთლები; ეს გვიხსნის რატომ არის, რომ ტყავისებრი ფოთლების მქონე მცენარეები ცხელ, მშრალ ჰაერს უფრო ადვილად იტანენ, და ბოლოს ამგვარივე ცდები გვასწავლიან, რომ ერთი-დაიგივე მცენარის ახალგაზრდა ფოთლები ხნიერ ფოთლებთან შედარებით უფრო მეტად აორთქლებენ წყალს და ეს ფაქტი ნათელსაყოფს იმ ვარაუდობას, თუ რატომ ხდება საყვები წებების მოზღვაება სწორედ ამ ახალ მოზარდ ორგანიზმისაკენ **.

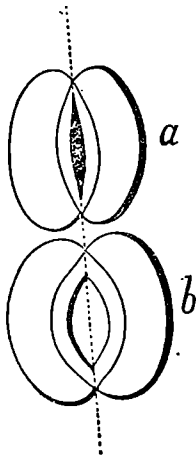
როდესაც დავრწმუნდით იმაში, თუ რა დიდი ფოთლის მიერ აორთქლებული წყლის დანახარჯი, შეგვიძლია დავუბრუნდეთ ღეროში წყლის მოძრაობის მექანიზმის განხილვას. ამ საკითხმა უკანასკნელ ხანებში განსაკუთრებული ყურადღება მიიქცია. მაგრამ არ შეიძლება ითქვას, რომ სავსებით დამაკმაყოფილებელი გადაწყვეტა ჰყოვა. მართალია მრავალი განმარტებანი არსებობენ, და სწორედ განმარტებათა ეს სიმრავლე ამტკიცებს, რომ არც ერთი მათგანი არ არის სავსებით დამაკმაყოფილებელი. გავჩერდეთ მხოლოდ იმ ფაქტებზე, რომელთა შემოწმება ცდით ადვილად შეიძლება. უპირველეს ყოვლისა აუცილებელი იყო გადაწყვეტილიყო რა გზით მოძრაობს წყლის ნაკადი: კურკულების და კურკულისებრი უჯრედების ღრუებში თუ კედლებში. პირველი შეხედულების, ე. ი. რომ წვენი მოძრაობს ღრუების საშუალებით,

* იხ. ლექცია V.

** უფრო დაწერილობით იხილეთ დამატება კ. ა. ტიმირიაზევი სტატია „მცენარის ბრძოლა გვალვის წინააღმდეგ“ (რუს. გამ. რედ.).

რომელიც, როგორც ჩანს, წარმოადგენს უმარტოეს გზას, რადგან ისინი ქვნიან მთლიან არხს. ამ ყველაზე ბუნებრივ შესაძლებლობის წინააღმდეგ ამბობდნენ, რომ ქურკლები ჩვეულებრივ არ არიან სითხით სავსენი, არამედ სვეტების სივრცე სითხის გარდა ალგ-ალგა ჰაერის ბუშტუკებითაა არის დაკავებული. და სწორედ, სვეტებში ჰაერის არსებობა, რაც ძველი შეხედულებით უარყოფდა მთელ ქურკელში წყლის მოძრაობის შესაძლებლობას, ამჟამად ამ მოვლენის ასახსნელ გასაღებს წარმოადგენს. აღმოჩნდა, რომ ეს ჰაერი ჩვეულებრივ მცტად გაიშვითებულ მდგომარეობაშია და ამის გამო ყოველი ქურკელი ტუმბოს მსგავსად მოქმედებს. ამ ფაქტში დარწმუნება შემდეგი მარტივი ცდით შეიძლება. რაიმე ლერაკს დახრიან სინდიყიან ქურკელში იმგვარად, რომ ლერაკის ნაწილი მოთავსებული იყოს სინდიყში, და სინდიყშივე გადაკეთენ მას. შენდეგ ამისა ყლორტს თუ სიგრძეზე გაკვეთავთ, მაშინ დავარწმუნდებით, რომ სინდიყი უწყრილესა ძაფების სახით შესულა ქურკლების ღრუში. ყველაზე ლამაზად ეს მოვლენა ჩანს პრეპარატის გასინჯვისას არა გამოვლენიან ქურკელში ჩვეულებრივ ვისინჯავთ, არამედ მაშინ, როდესაც სინათლე ეცემა მას — მაშინ ქურკელში ნათლად ჩანს ვერცხლის წყლის მბრქუენივი სვეტები, იმის მსგავსად, როგორც ჩვენ ვხედავთ მათ თერმომეტრის კაპილარულ მილში (სურ. 49-1*) მოყოლონოთ, რომ კაპილარულ მილში სინდიყი წყლის მსგავსად თავის თავად არ აღის მალა და, რომ პირიქით, მისი შეყვანა ასეთ მილში შეიძ-

ება მხოლოდ წნევის საშუალებით, მით უფრო მეტი წნევა საჭირო, რაც უფრო ვიწროა მილი. მაგრამ ქურკლის განივიკონი გაცილებით უფრო პატარა შედარებით იმ კაპილარულ მილების განივიკონიდან, რომლებშიც სწარმოებს ფიზიკური ცდები. აქედან ვაპოვდნარე, ჩვენ შეგვიძლია გამოვიტანოთ და სკენა და დაახლოებით გავზომოთ რას უდრის ქურკელში ჰაერის გაიშვითება, რომელიც იწვევს სინდიყის ამ შეწოვას. უნებურად იზადება ორი საკითხი; რატომ არ ხდება ქურკელში არსებული გაიშვითებული ჰაერის გაწონასწორება გარეშე ატმოსფეროსთან და რა არის ამ გაიშვითების მიზეზი? პირველი საკითხი მეტად მარტივად წყდება: ქურკლების შიგნითა ატმოსფერო ჩვეულებრივი ატმოსფერულა წნევის ღროს ჰაერის შემცველ მცენარის გარეთა ნაწილებიდან გამოყოფილია არა გამოვლენად ქსოვილის ფენით, ისე, რომ სრულიად განცალკევებულია გარე ატმოსფეროდან. მაგრამ საკმარისია განვივი ვანაქერის საშუალებით ორგანოს შუაში მოთავსებული ნაწილები შევხონ ატმოსფეროს, რომ გარეგან და შინაგან ატმოსფეროების შორის მაშინვე დამყარდება წონასწორობა. სწორედ ამისათვის არის აუცილებელი ვანაქერის გაცელება სინდიყის ქვეშ, რა გინდ სწრაფად არ უნდა გადაეიტანოთ გადაქრილი ყლორტი სინდიყში, შედეგს მაინც ვერ მივიღებთ. მაგრამ თუ ჯერ მოკრილი და შემდეგ სინდიყში ჩადებული ყლორტი ასეთ მდგომარეობაში რამდენიმე ხანს დავტოვებთ, შევამჩნევთ, რომ სინდიყი დაიწყებს ქურკელში ასვლას. ზემოთ დაყენებული საკითხებიდან ეს ცდა მეორე საკითხზე გვაძლევს პასუხს, როგორ ახსნათ გაიშვითებული ატმოსფეროს წარმოშობა? ახსნა შემდეგნაირია. ფოთლები აორთქლებენ წყალს, რის შედეგადაც მათ უჯრედებში ჩნდება მათში არსებული ნივთიერებების უფრო კონცენტრირებული ხსნარები. როგორც ზემოთ დავიხსენებთ (სურ. 46 — მარჯვნივ) ეს ხსნარები მოსახლერე უჯრედებიდან მიიზიდავენ წყლის ახალ რაოდენობას და, ამგვარად ქურკელში არსებული მარაგიდან, წყალი უჯრედიდან უჯრედში გადადის. მაგრამ, როდესაც წყალი გამოდის ქურკლებიდან, ქურკელში არსებული ჰაერის ბუშტუკები იჭერენ



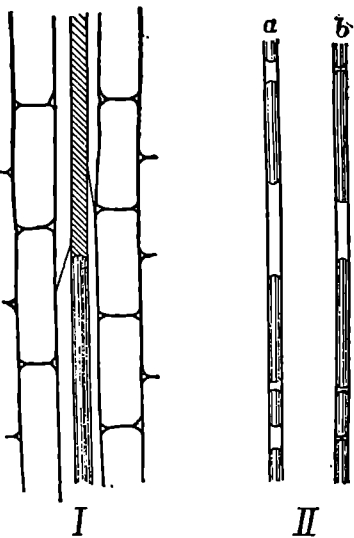
სურ. 48.

* ამ მიზნისათვის ვანაქურტები მოსახერხებელია უკანასკნელ მეტად გავრცელებული ხელის მიეროსკოპები რაც გამოიყენება ლექციის დროს მასწავლებლის მიერ. ამ მიეროსკოპზე უკანასკნელის ჩანებელი სარკული, რომელიც წყლის მეტად ნათლად გამოხატულებას იძლევიან, მაშინ როდესაც სინათლე ეცემა საფენს.

მის ადგილს, იზრდება ჰაერის მოცულობა, ე. ი. სხვანაირად რომ ვთქვათ, ხდება მისი გაიშვითება. ამ გაიშვითების შედეგად ფესვების უჯრედებიდან ქურქლების მიერ შეიწოვება წყლის ახალი რაოდენობა. ამ დასკვნის მართებულება შესაძლებელია დამტკიცებულ იქნას შემდეგი პირდაპირი ცდებით. ფოთლებიანი ღერაკის ბოლო ავაკრათ სოლისებრ, ისე, რომ იგი საკმაოდ გამჟღავნებელი იყოს მიკროსკოპის ქვეშ წყლის წვეთში მოსათავსებლად, და მით ჩვენ შემდეგ ფაქტებში უშუალოდ დავაწმუნდებით, თუ წყლის წვეთში შეწონილია ფხვნილისებრი ნივთიერების წვრილი ნაწილაკები, მაშინ შევამჩნევთ როგორ წაივლენ ისინი ქურქლების ხერხელებისაკენ და როგორ იმოძრაებენ მისი სივრცის მიმართულებით ქურქლებში შემჩნეული ბუზუტუები მოცულობაში. ან შემცირდებიან, როდესაც ფოთლების აორთი.

ქლება დასუსტდება, ან გაიზრდებიან (ე. ი. მოხდება ჰაერის გაიშვითება), როდესაც ფოთლების აორთქლება გაძლიერდება (სურ. 49—II; ა და ბ) *. ამგვარად, მრავალი წლების განმავლობაში არსებული ექვისად მიუხედავად, ამჟამად ქურქლების, როგორც მცენარეებისათვის წყლის გამტარების როლი, სადავო აიარა არის.

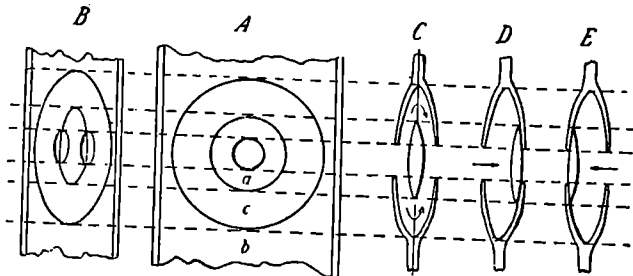
ქურქლების როლთან დაკავშირებით ამ ბოლო დროს გამოიკვია მისი აგებულების ერთი ანატომიური დეტალის აზრი, რომელიც დიდი ხანია იპყრობდა ცნობილი ანატომების უურადლებას. ეს არის ე. წ. გარემოვლებული ფორები, რომლებიც გვხვდება ქურქლებზე და ქურქლების ბოქოებზე (ტრაქეიდებზე). ისინი აღვივალ შესამჩნევია ჩვენი წვიფიანების მერქანში, ე. ი. ასანთის ღერის მიკროსკოპულ ანაქერზე. თუ ვავაკრებთ ღერძივ განაკვეთს ისე, რომ იგი მდებარეობდეს ღეროზე გამავალ და ულორტის გაივ განაკვეთის სიბრტყეში (რადიალური განაკვეთი). მაშინ ქურქლების ბოქოების კედელზე შევამჩნევთ მრავალრიცხოვან ორმოხაზულების რგოლებს (სურ. 50 A: ა, ბ). უფრო დაკვირვებით გასინჯვისას შევამჩნევთ მესამე უფრო ნაკლებ მკვეთრად გამოხატულ რგოლს (ც), რომელიც ა და ბ შორის მდებარეობს. თუ სივრცითი განაკვეთი არ იქნება ღეროს განივი კრილის სიბრტყეში მოთავსებული, არამედ გადაკვეთს მას მეტაკლებად მახვილი კუთხით, მაშინ სურათი შეიცვლება. ფორის „წინაშრიდან“ გამოხატულების ნაცვლად ჩვენ დავინახავთ მას „სამ შეოთხედში“ (B) და დავაწმუნდებით, რომ შინაგანი (პატარა) წრები მუდამ ორია. იმისათვის, რომ ჩვენთვის ნათელი გახდეს ფორის აგებულება, დავერჩა კიდევ გასაკეთებელი მესამე კრილი A კრილისადმი მართი კუთხით, იგი მოგვცემს ფორის გამოხატულებას პარაფილში, ე. ი მის კრილს (C, D, E). ეს კრილი ყველაფერს გვისჩნის როგორც ჩანს, ორი მოსაზრებო უჯრედის საერთო კედლები ამ ადგილს ჰქმნიან ოსპისებრ ღრუს, რომლის კიდე შესაბამება ფორის გარეთა რგოლს (ბ) **. ეს ღრუ თითქოს შექმნილია საათის ორი მინით, რომლებიც შუაში მრგვლად არიან გახერტილი



სურ. 49.

* სურ. 49—II (ა და ბ) გამოხატულია მიკროსკოპის ქვეშ ერთიდაიგივე ქურქლის ორი თანმიმდევარი მდგომარეობა, ფოთლების მიერ წყლის ძლიერი აორთქლების დროს. მათ ურთიერთ შეხებების დროს ვამჩნევთ, რომ ბ ხეშთხვევაში წყლის წვეთები დაატარებდნენ, ხალხა ჰაერის ბუზუტები შესაბამისად გაიხარდნენ.

** კველი ფიფურების შესაბამისი ნაწილების სახეგნებლად გატარებულია წინწკლოვანი ხაზები.



სურ. 50.

(a). სურ. A-ზე ეს ხვრელები მოთავსებულია ერთი-მეორის ქვემოთ ისე, რომ მათი გამოსახულება ემთხვევა ერთ შინაგან რგოლს (a); სურ. B-ზე იმის გამო, რომ ჩვენ ირიბად ვუძკვებით, ჩანს ორივე რგოლი. ოპსის მარცვლისებრი ღრუ c და x შორის, განივად გადაჭიმული უწერილესი აპკით (f) ორად იყოფა, რომლის შუა ნაწილი დისკოსებრ (C) ვასქელებულია.

ამ დისკოს კიდეები მოსჩანან რა უჯრედის მუდამ მინასავით გამჭვირვალე კედლებში, იძლევიან შუა რგოლის გამოსახულებას (ე-სა A-ში და B-ში). გავეცანით, რა ამ ფორების მოწყობილობას, ვიცით რომ ელემენტები, რომლებზედაც არსებობენ ასეთი ფორები ტუმბოების როლს ასრულებენ, ადგილი გასააგებ ხდება მათი მნიშვნელობა: ესენი სარქველებია, უარესად სრულყოფილი სარქველები. როდესაც ქურჭლებში წნევა მაღალი არ არის, წყალი თხელ აპკში გადის (როგორც ეს ნაჩვენებია ისრებით C შემთხვევაში). ამ აპკების წინააღმდეგობა წყლის მოძრაობის მიმართ უმნიშვნელოა. გრძელი ტოტის ზემო მონაქერზე მოხვედრილი წყლის წვეთი თითქმის მაშინვე იჭვევს ქვემო მონაქერზე ასეთივე წვეთის გამოყოფას. მაგრამ ამ თხელ აპკებს ადვილად შეეძლოთ გასკდომა ისეთი წნევების დროს, რომელთაც, როგორც ვხედავთ, ადგილი აქვთ ქურჭლებში. მაშინ თხელი აპკი მრულდება და დისკო დაედება ამათუიმ ხვრელს, წვეთის მიმართულების მიხედვით (როგორც ეს ნაჩვენებია ისრით D და E შემთხვევაში). ამგვარად გარემოვლებული ფორა წარმოადგენს მეტად მიზანშეწონილად მოწყობილ ორმხრივ სარქველს, რომელიც შეგუებულია

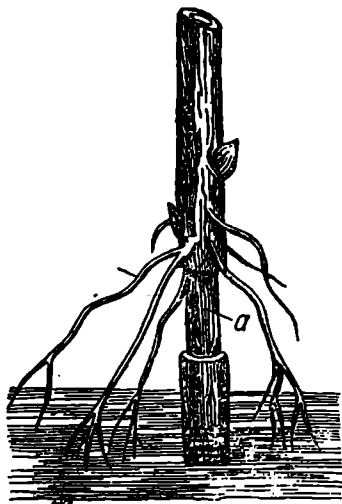
ქურჭლებში სხვადასხვაგვარ წნევასთან. ეს სარქველები უზრუნველყოფენ მცენარეში წყლის თანაბრად განაწილებას.

გაიგეთ, რა, რომ წყალი მოძრაობს ქურჭლების გზით და ამასთანავე გავიგეთ ამ მოძრაობის მიზეზიც, შევიძლია შევეცადოთ ამ წყლის მოძრაობის სისწრაფის გაგებას. ამისათვის შემდეგნაირად ვიქცევით. საკვლე მცენარის ტოტს ვათავსებთ წყალში, რომელიც შეიცავს მცენარეში აღვილად აღმოსაჩენ ნივთიერებას (ციცერა რაიფიერობას, და, რამდენიმე ხნის შემდეგ ვანივ ნაწილებად ღეროს დაქრით ვიგებთ რა სიმალეზე მოასწრო ასეულ მან ცდის განმავლობაში. ყველაზე სწრაფი მოძრაობა, რომელიც ამგვარად იყო ნახული, საათში დაახლოებით ერთ საუცნს აღწევდა.

მაშასადამე, ფოთლების მიერ აორთქლება, რომელიც მცენარის ჰაერში მოთავსებულ ორგანოებს მუდმივად ათმევს წყალს, მცენარეში ღეროდან და ფესვიდან წყლის ახალი რაოდენობების შესვლის მთავარ მიზეზს წარმოადგენს. მაგრამ იბათება კითხვა, რატომ ვაჭრით ამ მოვლენას უსათუოდ ფოთლებს და არა ღეროებს? ამაზე პასუხს მოგვცემს ღეროს ანატომიური აგებულება. მხოლოდ მეტად ახალგაზრდა ღეროა დაფარული ისეთი კანით, რომელიც მიემსება ფოთლების კანს, შემდეგ იგი კვდება, სკდება და სცილდება, ხოლო მის ქვეშ, ღეროს იმ ნაწილში, რომელსაც ჩვენ პირველადი ქერქი ვუწოდებთ, ჩნდება ეგრედწოდებული კორპის ქსოვილი. კორპი ეწოდება იმიტომ, რომ მუხის ერთ სახეობას იგი მეტად განვითარებული აქვს და ქნის იმ ნივთიერებას, რომლისგანაც აკეთებენ საცობებს. ამ ქსოვილის აგებულება და გარეგანი შეხედულება შეიძლება

მეტად სხვადასხვაგვარი იყოს: ასე მაგალითად, კორპის მუხაში იგი კმნის რამდენიმე თითის სისქის მქონე მთლიან შრეს, არყის ხეში კი იგი წარმოადგენილია თხელ ფენად და დატეხულ ქერქის სახით. მაგრამ ყველა შემთხვევაში მას აქვს ერთი საერთო თვისება — იგი წყალგაუმჟღავნებელია. ამ თვისების გამო ღეროზე თითქოს კმნის წყლის გაუვალსამოსი, რომელიც იცავს მას უნაყოფო ან მავნე აორთქლებისაგან. საინტერესოა, რომ ეს კორპის ქსოვილი თავისთავად ჩნდება სწორედ ისეთ პირობებში, როდესაც მცენარეული ორგანო ძალდატანებით გაშიშვლებულია, განიცდის არანორმალურ აორთქლებას, და ამგვარად იგი სპობს ამ ავადმყოფურ გამოვლინებას. ასე მაგალითად, სავარისია დავაზიანოთ რომელიმე მცენარეული ორგანო, გავაზიანოთ და დაეტოვოთ მისი შინაგანი ქსოვილები დაეცის გარეზე, რომ რამდენიმე ხნის შემდეგ კვილობას თავის თავად გადაეკრება კორპის ქსოვილი.

მაშასადამე, ფესვი წყალს დენის ღეროში, ღეროს მიჰყავს იგი ფოთლებამდე, ფოთლები აორთქლებენ მას ჰაერში. მიიღობ ამ ფუნქციების თანხარ და ერთობლივ შესრულების დროს მცე-



სურ. 51.

ნარის ცხოველყოფილობა სრულიად ნორმალურია. წონასწორობა ირღვევა, თუ მცენარე აორთქლებს მიღებულ რაოდენობაზე მეტს — მაშინ იგი კენება; წონასწორობა ირღვევა მაშინაც, როდესაც მცენარე ვერ ასწრებს მთელი მიღებული წყლის აორთქლებას — მაშინ იგი იწყებს მის გამოყოფას წვეულების სახით, რასაც ჩვენ ვამჩნევთ კიდევაც, ნესტიან და თბილ საღამოებში, როდესაც წყლის ორთქლით ატმოსფეროს გაძლიერების შედეგად ფოთლი აორთქლებს თითქმის სწყვეტს.

ახლა გადავიდეთ საკვებ ნივთიერებებზე მერვე მოძრაობაზე, რომელიც მიიწარება არა ფოთლისაკენ, არამედ ფოთლიდან მცენარის ყოველ ნაწილსაკენ, მათ შორის ფესვისაკენც. რომ ასეთი მოძრაობა უნდა არსებობდეს, ჩანას ა priori, რადგან ფოთლოში მუშავდება ორგანული ნივთიერება, რომლისგანაც აგებულია მცენარის ყველა ნაწილები; რომ ის ნაძვლივად არსებობს, თვალსაჩინოდ მტკიცდება შემდეგი საინტერესო ცდით. მოკვით ტირითის ტოტი და მოვათავსოთ იგი წყალში. ჩანდნენივე დღის ან კვირის გავლის შემდეგ ტოტის ქვემო მონაკერის ირგვლივ ჩნდება გამონახარდი და ამ გამონახარდიდან იწყებენ გამოსვლას ფესვაკები. ალბათ ეს ფესვაკები უნდა გაჩენილიყვნენ ფოთლიდან მიღებულ ნივთიერებათა ხარჯზე. ანდა იმ ნივთიერებათა ხარჯზე, რომელნიც იმყოფებოდნენ მისგან ღეროსაკენ მიმავალ გზაზე. შევეცადოთ გავარკვიოთ რა გზით მოხდა მათი ჩამოსვლა ახლად წარმოქმნილ ფესვებამდე. ამისათვის მიემართოთ იმავე ხერხს, რომელსაც მიემართეთ აღმავალი ნაკადის გზის გამორკვევის დროს. ერთ ტოტზე გავაკეთოთ რგოლური ამონაჭერი კამბიუმამდე, როგორც ეს ნაჩვენებია სურ. 51 (ა) ზე და ჩვენი ტოტი რამდენიმე კვირით მოვათავსოთ წყალში. შევამჩნევთ, რომ ამ შემთხვევაში ფესვები გაჩნდება არა ყლორტის ქვედა ნაწილში, არამედ რგოლური ამონაჭერის ზემო ყიდეზე; როგორც ჩანს ქერქის გადაჭრით ჩვენ გადაუჭერით გზა ღეროში ქვევით მიმავალ საკვებ ნივთიერებას. მაშასადამე, რგოლური ამონაჭერი ქერქში, რომელიც სრულებით არ ენებს ფესვიდან მომავალ წვენივს ასვლას, ხელს უშლის საწინააღმდეგო მიმართულებით მიმავალ წვენივს. მაშასადამე ფესვიდან მომავალი წვენი მიემართება ზერქის გზით, ფოთლებიდან მიმავალი კი — ქერქის გზით. ამ დასკვნის მართებულებაში გვარწმუნებს მერვე

ცდაც. ავარჩიოთ რომელიმე ისეთი მცენარის ტოტი, რომელზედაც ეს არის ახლა გამოინასკვა ნაყოფები, ამოვჯათ ქერქი რგოლურად და ყლორტის იმ ადგილას, რომელნიც ნაყოფებს დააცილებს უახლოეს ფოთლებს — ნაყოფები აღარ განვითაზღვებთ. მაშასადამე ქეოქის რგოლური ამონაქერი, რომელიც ორგანოს — ფესვს ან ნაყოფს ანცალკეებს მისი მასაზღოვებელი ფოთლებიდან, წინასწარ უპაობს მას განვითარების შესაძლებლობას. მაშასადამე ექვს გარეშეა, რომ ორგანოების ასაშენებლად საჭირო საკვები ნივთიერებანი მოძრაობენ ქერქის გზით.

მაგრამ, როგორც ვნახეთ ქერქს რთული აგებულება აქვს, რასში ჩვენ ვარჩევთ პირველად და მეორედ ქერქს; ამ ორი სისტემიდან, რომელში ხდება საკვები წყნის მოძრაობა? ვაკეთებთ კიდევ ცდას რგოლური ამონაქერით, მაგრამ ამ ჯერზე ფრთხილად ვჭრით მხოლოდ გარეთა ნაწილს, პირველად ქერქს, მეორადის, ე. ი. ქურქელ-ბოქოვანი კონების, ლაფნის ნაწილის დაუზიანებლად. მიიღება შედეგი, როგორც მიღებული იყო პირველ ცდაში, ე. ი. ფესვები წარმოიშებიან ტოტის ბოლოსთან. მაშასადამე, მოძრაობა მეორად ქერქში სწარმოებს. შევეცადოთ კიდევ ერთი ნაბიჯის გადადგმა — განესაზღვროთ, ეს წვენი მეორადი ქერქის რომელ ელემენტების საშუალებით მოძრაობს. ჩვენ ვიცით, რომ უმთავრესად არსებობს ორი ელემენტი: ლაფნის ბოქოები და საცრისებრი მილები. ამ ორგვარი ელემენტების მხოლოდ ფორმის შედარება დასაშვებად ხდის, რომ ეს ფუნქცია უკანასკნელებს მიეკუთვნება, ვინაიდან ბოქოს აქვს მეტად სქელი კედლები და თითქმის მოკლებულია ღრუს, მაშინ როდესაც საცრისებრი მილები წარმოადგენენ განიერ, ღია ფორების საშუალებით შეერთებულ არხებს, რომლებშიაც შეუძლია გასვლა არა მხოლოდ თხიერ და ნახევრად თხიერ ნივთიერებას, არამედ სახამებლის წერილ მარცვლებსაც კი, ეს სრულიად სარწმუნო ხდება შემდეგი ცდის შემწობით: ავიღოთ ოლვანდრას ტოტი და მასზე ჩაეატაროთ იგივე, რაც ჩაეატარეთ მეორე ცდაში ტირიფის ტოტზე, ე. ი. ქერქზე მოკრათ სრული რგოლი კამბიუმამდე. მიიღება სრულიად მოულოდნელი შედეგი: ფესვები წარმოიქმნება არა მარტო ამონაქერის ნაპიჯებზე, არამედ ტოტის ბოლოზედაც —



მუხა კუნეკოში.

მაშასადამე, საკვები ნივთიერებანი იქ ქერქის გარდა რალც სხვა გზით მიდიან. ეს მოჩვენებითი წინააღმდეგობა საესეებით გამოირკვევა, როდესაც გაევიგებთ, რომ ოლვანდრას ღეროს აგებულება აღწერილი ტიპური აგებულებისაგან განსხვავდება. მას საცრისებრი მილები ქერქის გარდა გულგულშიაც აქვს. და რგოლური ამონაქერისა მიუხედავად ატარებენ წვენებს ღეროს ქვემო ნაწილში. მაშასადამე, აღწერილი ოთხი მარტივი ცდის საშუ-

ალბით, რომელიც ჩატარდა ტირიფისა და ოლქ-ანდრის ტოტებზე, თანდათანობით სისტემატურად შეიზღუდა შესაძლებელ მოსაზრებათა რიცხვი, დაბოლოს სარწმუნო ვახდა, რომ სადარსებო მიწები არიან ის გზები, რომელთა საშუალებით ვრცელდება ე. წ. პლასტიური, ე. ი. ახალი ნაწილები საშენი მცენარის საკვები ნივთიერება.

სარტე—წვენი მიწების ფოთლებში განაწილების შესახებ უახლესი გამოკვლევები დასაშვებად ხდიან, რომ ისინიც წარმოადგენენ საკვები წვენიების მოძრაობის მეთად მოხერხებულ გზებს. ამაზე მიგვი-თითებს ის ფაქტი, რომ ისინი მუდამ იმყოფებიან ფოთლის მწვანე ქსოვილის მახლობლად, სადაც ხდება საკვები ნივთიერების გამომუშავება; ეს მოსაზრება მტკიცდება დაკვირვებებით, რომ ზოგიერთ მცენარეებს ასუსტებს რძე-წვენი და კარგავს.

მას შემდეგ, რაც აღნიშნეთ ფოთლიდან მიმავალი წვენი მოძრაობის გზა, დავრჩა გასარკვევი ის მიზეზები, რომლებიც იწვევენ ამ მოძრაობას. აქ მივხვდებით და უკანასკნელად ასახსნელად გამოვადგება დიფუზია—სიტყვა, რომლის გამეორება მუდამ გვიხიბობდა, როდესაც საკითხი იდგა გარემოდან მცენარეში ან მისი ერთი ნაწილიდან მეორეში ნივთიერებათა შესვლის და გადაღვრების შესახებ. გახსნილი ნივთიერება, დიფუზიის კანონების მიხედვით, როგორც ჩანს, მიედინება სწორედ იქ, სადაც იგი იღებს უხსნად ფორმას, ან დალაგდება მომავლისათვის მარაგის სახით ანდა იხმარება მცენარის მაგარი ნაწილების ასაგებად*. საკვებ ნივთიერებათა მარაგად გადაღება კურკელბოკოვან კონდენსი მთელ გზაზე სწარმოებს; კონდენსირებული მუდამარე უჯრედები ჩვეულებრივ, ძალიან მდიდარნი არიან სახამებელით, ზოგჯერ კრისტალებით და სხვა ნივთიერებებითაც. საკვებ ნივთიერებათა მარაგად გადაღება ჩვენ ვნახეთ თვისის ცილაში; ასეთივე მარა-

გები მხოლოდ უფრო დიდი რაოდენობით, გვხვდება მცენარის სხვა ნაწილებშიაც. ასე, მაგალითად ისინი გადაიდებიან გულგულში, გულგულის სხივებში და საერთოდ ღეროს უჯრედოვან ქსოვილში ე. წ. სოკოს პალმების გულგულის სხივებში სახამებლის მარაგი ფუთობით გადაიგდება; კარტოფილის ტუბერებშიაც აგრეთვე გადაიდება სახამებელი; შაქრის ქარხლის ფესვებში ხდება შაქრის დიდი რაოდენობით გადაღება; კომპოსტოს თავებში ან თაღამის ფესვებში გადაიდება სხვადასხვაგვარი საკვები ნივთიერებები; და ბოლოს ზემოაღწერილი ავადების ხორციან ფოთლებში რამდენიმე წლის განმავლობაში გადაიდება შაქრის მარაგი. ერთი სიტყვით, თითქმის არასებობს ისეთი მცენარეული ორგანო, რომელსაც არ შეეძლოს საკვებ ნივთიერებათა საკუწნაოდ გადაქცევა. ეს მარაგი იხარჯება ან მათი გადადებიდან ერთი წლის შემდეგ, როგორც ამას ადვილი აქვს ქარხლის ან კომპოსტოს შემთხვევაში, რომელიც მარაგი იხარჯება შექმნის წერს ღეროს და ყვავილის ორგანოების შექმნის დროს, ან გროვდება ათეული წლების განმავლობაში, როგორც მაგალითად შაქარი ავადის ფოთლებში და შემდეგ ამისა იხარჯება ვეგეტრატელა ყვავილედის განვითარებაზე, რომელიც ისხანს ყვავილებს და ნაყოფებს. როგორც არ უნდა იყოს, მარაგის შექმნა არის საკვებ ნივთიერებათა მხოლოდ დროებითი გარდამავალი დანიშნულება; თავის საბოლოო დანიშნულებას ისინი პოვებენ მხოლოდ მაშინ, როდესაც დაიხარჯება მცენარის ახალი ნაწილების ახალი ორგანოების, ახალი უჯრედების წარმოქმნაზე, ე. ი. მაშინ, როდესაც მოხმარდება ან ზრდას. ამგვარად გავეცანით რა კვების მოვლენას, როგორც საკვების მიღებას, გადაამუშავებასა და მოძრაობას, შემდეგ საუბარში ჩვენ უკვე შეგვიძლია გადავიდეთ ზრდის მოვლენის შესწავლაზე.

* იხ. II და III ლექცია.

ზ რ ლ ა

კება და ზრდა. — ფესვის და ღეროს ზრდის მიმართულება. — დედამიწის მიწოდვადობის გავლენა. — ქსოვილთა დაძაბულობა. დედამიწის მიწოდვადობის მოქმედების ხასიათი. — სინათლის გავლენა. — ჰელოტროპიზმი. — ზრდის გაზომვის საშუალებანი. — ტემპერატურის გავლენა. — თერმობიოპიზმი. — უჯრედების ზრდა და გამრავლება. — ბირთვის დაყოფა. — სინათლის უახლოესი მოქმედება უჯრედის კედლების ზრდაზე. — წვევის გავლენა უჯრედების ფორმაზე. — უჯრედის ზრდის შექანიზმი. — შეიძლება თუ არა მოვისმინოთ მცენარის ზრდა. — ექსპერიმენტული ბელონების მნიშვნელობა.

ჩრდილოეთის ზოგიერთ ხალხთა პოეტურ თქმულებებში ღმერთებსა და გრძელად ადამიანებს საწერენ ისეთ თვისებას, რომ მათ შეუძლიათ „ბალახის აღმოკენების“ ანუ მარტო დანახვა, არამედ მახვილი ყურით მოამენაც კი. ამ ლექციისა ჩვენ შევდგებით სახელდობრ, იმ საკითხის განხილვას, შეიძლება თუ არა ჩვეულებრივი მოკვდავის თვალმა და ყურმა მიიღწიოს ისეთ განვითარებას, რომ დაინახოს და გაიგონოს როგორ იზრდება მცენარე? წინასწარ შევთანხმდეთ როგორი მნიშვნელობით ვიხმართ ამ სიტყვას. ვიწრო გაგებით, ზრდაში ჩვენ ვგულისხმობთ მცენარის ზომების გადიდებას, რაც წარმოადგენს, მის მიერ შეთვისებულ და გადაშეშავებულ საკვებ ნივთიერებათა მის მკერვი საფუძვლად — მას ჩონჩხად გარდაქმნის შედეგს, რომელიც უმთავრესად მისი უჯრედების კედლებისაგან შეესდგება. ამგვარად თქმე ზრდა აუცილებლობა ფესლისმობს კვებას, მაგრამ ეს ორივე პროცესი შესაძლებელია ერთდროულად არ მიმდინარეობდეს, ზრდა შესაძლოა სწარმოებდეს ისეთ პირობებშიაც, როდესაც კვება, შეუძლებელია, მაგალითად სიმწიფეში; ჩვეულებრივ ეს ორი ფუნქცია განცალკევებულიც კია, როგორც დროში ისე სივრცეში. მეტად ენერგიული ზრდა ჩვეულებრივ ყველაზე ახალგაზრდა ორგანიზმში სწარმოებს, რომელიც ვითარდებიან უკვე. საესებით განვითარებული მკვეთავი ორგანიზმის მოქმედების ხარჯზე. მცენარეთა სიცოცხლეში ამ ორი არსებითი ფუნქციის — კვებისა და ზრდის განცალკევება დროში განსაკუთრებით მკვეთრად მდლანდება, წარსული ლეიკიის ბოლოში ჩვენს მიერ ჩამოთვლილ შემთხვევებში, სადაც ზრდა

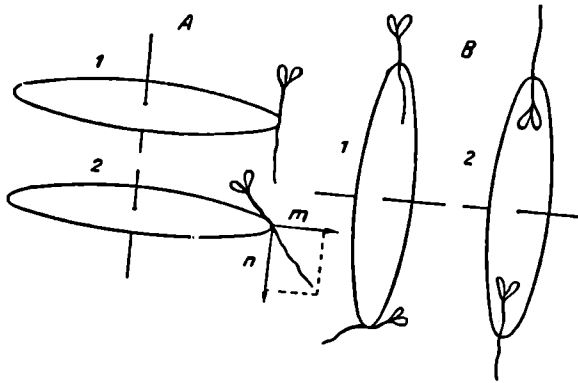
სწარმოებდა დიდ, ზოგჯერ წლობით დაგროვილი საკვების მარაგის ხარჯზე. ჩვენ ავრეთვე ვნახეთ, რომ გალივების დროს ღვივის ზომების გადიდება არამცთუ არაა წონაში შესაბამისი მომატებით პირობადებული, არამედ სუნთქვის შედეგად მას თან სდევს ნივთიერების გამუდმებული და მნიშვნელოვანი ხარჯვა.

ზრდის მოვლენის ჩვენ მიმობილვა დავიწყეთ იმ მომენტიდან, როდესაც გალივების პროცესში მყოფი თესლიდან გამოიღის ფესვაკი და ღვივი, მაშინ როდესაც, ერთი თითქოს ებალება სინათლეს — ჩადის მიწაში, მეორე მისწრაფის ჰაერში, თითქოს მიიწვეს სინათლისაკენ. პირველი კითხვაა, რომელიც ამ მოვლენაზე დაკვირვების დროს ბუნებრივად უნდა წამოიჭრას, მაგრამ ალბათ იგი იშვიათად თუ ვისმეს ავანდებდა, რადგან ამ მოვლენისა ჩვენ მტისმეტლად შეჩვეულნი ვართ — ეს არის კითხვა: რატომ ხდება ფესვის და ღეროს ზრდა მოწინააღმდეგე მიმართულებით, ერთი მიდის — მიწაში, მეორე — ჰაერისაკენ, ერთი ქვემოთკენ, მეორე ზემოთკენ მიმართება?

ამ საკითხის ირგვლივ მრავალი გამოკვლევება იყო ჩატარებული, მაგრამ ამჟამადაც ყველა თავის დეტალებში არ შეიძლება საესებით გადარწვევტილად ჩაითვალოს. ამ მოვლენის მიზეზების ძებნის დროს მეცნიერთა ურალდება ბუნებრივად შეჩერება სინათლეზე და ნიადაგის სინოტივზე. ფიქრობდნენ, რომ ღეროები მისწრაფიან სინათლისაკენ, ხოლო ფესვები გაუბნებან მას, და, მაშასადამე, სინათლეში უნდა ეხედავდეთ იმ გარეგან ძალას, რომლითაც გაპირობებულია ზრდის მიმართულება. მაგრამ ამ შეხედულების უძლურება ადვილი დასა-

მტკიცებელია. სრულ სიბნელეშიაც ნაწილების მიმართულება იგივე იქნება. უფრო მეტი, თუ ჩვენ თესლებს დაეთესავთ ცხრილში და ჩამოვიცდებთ ფანჯარაზე ისე, რომ იგი განათებული იყოს ქვევლან, მაშინ ფესვები გაივლიან მიწის ფენას, გამოვლენ ცხრილის ბაღიდან გარეთ და გაზავდნენ ზრდას სინათლისაკენ, იმ დროს, როდესაც ღეროები გაიზრდება ზევითკენ, მაშასადამე სინათლის საწინააღმდეგ მიმართულებით. მეორე მოსაზრება, რომ ფესვის მიმართულება გამოწვეულია ნიადაგის ნესტით, უარყოფილია ისეთი ცდით, რომლის დროსაც გალივებულ თესლებს ყოველმხრივ გარს ატყუია ნესტიანი ნიადაგი ანდა ისინი მოთავსებულნი არიან სველ ღრუბულში, ამ დროს სინესტის ხარისხს ყოველი მხრიდან თანაბარია, ამისდამიუხედავად ფესვის და ღეროს მიმართულება, როგორც ყოველთვის, შეუღლი იქნება. მაშასადამე, ღეროსა და ფოთლისა ანა აქვთ სინათლისა და სინესტის მიმართ არაერთი მუდმივი მდგომარეობა; მუდმივია მხოლოდ მათი მდგომარეობა ჰორიზონტის მიმართ: ფესვი ყოველთვის იზრდება ქვევითკენ, ღერო — ზემოთკენ, ან უფრო ზუსტი გამოთქმით, რადგან ეს საერთო მოვლენა არის დედამიწის ყოველ წერტილზე, როგორც ჩვენთან, ისე ჩვენს ანტიპოდებთან, ფესვი მიიმართება დედამიწის ცენტრისაკენ, ღერო — საწინააღმდეგ მიმართულებით, უკვე მიმართულების ეს მუდმივობა გვიჩვენებს, რომ ამ მოვლენის გამოწვევები ძალა უნდა იყო სიმძიმე, ე. ი. ჩვენი პლანეტის მიზიდულობის ძალა, მაგრამ ამის დამტკიცება ჩვენ ზუსტი ექსპერიმენტის გზით შეგვიძლია. თუ ნერვლების ეს მიმართულება დამოკიდებულია სიმძიმის ძალაზე მაშინ ამ ძალის გამორიცხვის შემთხვევაში ჩვენ გამოვიცხადებთ ამ მოვლენასაც; ძალის შესუსტებით უნდა შევასუსტოთ მოვლენა; და ბოლოს თუ ამ ძალის შევცვლით მეორე ახალი მიმართულებით მოქმედი ძალით, შესაბამისად შევცვლით თვით მოვლენასაც. მაგრამ როგორ მოვახერხოთ, რომ დედამიწის ზურგზე, რომელიმე სხუელი გავანთავისუფლოთ დედამიწის მიმზიდველობის ძალის გავლენიდან? როგორ მოვახერხოთ, რომ მცენარისათვის არ არსებობდეს ზემო და ქვემო მიმართულებანი? როგორც ჩანს ამის მოხერხებას პირდაპირი გავებით ჩვენ ვერ შევძლებთ. მაგრამ შეგვიძლია ეს ძალა დროის მცირე მონაკვეთებში, გამოქმედოთ საწინააღმდეგო მიმართულებით და ამ-

გვირად ურთიერთ გავათანაბრებთ, გამოვიცხადებთ მის მოქმედებას უფრო ხანგრძლივი დროის განმავლობაში. ამისათვის გალივების პროცეში მყოფი თესლები მივამაგროთ მპრუნავ ბორბალს (მაგალითად ბორბალს, რომელიც მოძრაობაში მოდის პატარა ელექტრომაგნიტური ძრავით), თუ ბორბალი იტრიალებს ჰორიზონტალურ სივრცეში, (როგორც ეს ნაჩვენებია სურ. 52 — A, 1), მაშინ, როგორც ჩანს ეს ფესვს არ შეუშლის ხელს გაიზაროს ქვევითკენ და ღერო ზევითკენ. მაგრამ თუ ბორბალი იტრიალებს ვერტიკალურ სიბრტეეში (სურ. 52 — B, 1), ან რაც სულ ერთია, თუ გალივებულ თესლს მივამაგრებთ კედლის საათის წუთის მაჩვენებელ ისარზე, მაშინ, როგორც ჩანს, ყოველ ნახევარ კრალის გავლის დროს ფესვის და ღეროს მდგომარეობა შეიცვლება: საბოლოოდ მცენარისათვის არ იარსებებს არც ქვემო და ზემო, არც მარჯვენა და მარცხენა მხარეები. სიმძიმის ძალის შედეგად ერთმნიშვნელო მოქმედება მოსპობილი იქნება. ასეთ პირობებში ჩატარებულმა ცდამ დაგვანახა, რომ ფესვი და ღერო მართლაც ყოველგვარ მდგომარეობას დებულობს, ჩვეულებრივ კი არება იმ მდგომარეობაში, რომელშიც ივსენ მიმავრებულნი (სურ. 52 — B 1). აქამდე ჩვენ ვგულისხმობდით, რომ ბორბალი ბრუნავდა ნელა, მხოლოდ იმდენად, რომ თესლი ჰორიზონტის მიმართ დიდხანს არ დარჩენილიყო ერთ მდგომარეობაში. ახლა ბორბალი ვაბრუნოთ უფრო სწრაფად. მაშინ თავს იჩენს ცენტრის დანული ძალის მოქმედება, ე. ი. გამოქმედებდება მოვლენა, რომელსაც ვამჩნევთ თვის ბოლოზე მიმზული რომელიმე მძიმე სხეულის პერში ბრუნვის დროს. ეს ძალა მოქმედებს ცენტრიდან წრის მიმართულებით, რისი დანახავაც აღვილია შემდეგი ცდით. ჰორიზონტალურად ბრუნავ ბორბლის სადა ხილზე ამ ბორბლის რკინის ზრუნასთან ახლოს ჩამოქსული აქვს რგოლი; როგორც კი ბორბალი საკმარის სისწრაფით იწყებს ბრუნვას, რგოლი ჩამოცურდება ხილზე, სანამ არ მოხვდება ბორბლის სალტეს, მაშასადამე ეს ცენტრიდანინ ძალა მოქმედებს საჯანზე და აიძულებს მას იმოძრაოს ცენტრიდანინ მიმართულებით. ცხადია, იგი არ შეიძლება არ მოქმედებდეს გალივების პროცესში მყოფ თესლზე. მართლაც, თუ ჩვენ B ბორბალს გარკვეული სისწრაფით ვაბრუნებთ, მაშინ დავინახავთ, რომ ღეროები და ფესვაკები ერთ გარკვეულ მიმართულებას მიიღე-



სურ. 57.

ბენ: ფესვაკები მიიღებენ ძალის მოქმედების მიმართულებას, ე. ი. ცენტრიდან მიმართულებას, ხოლო ღეროები, პირიქით მიმართებიან ცენტრისაკენ (სურ. 52 — B. 2). ახლა ენახოთ, როგორ შედეგს მივიღებთ ჰორიზონტალურ სივრცეში სწრაფად მბრუნავ ბორბლის შემთხვევაში. აქ ცხადია, იგივე პირობები არ არის, როგორც იყო ვერტიკალურ სიბრტყეში ბრუნვის დროს, იქ სიმძიმის ძალა სრულიად არ მოქმედებს, მიმართულების მიმცემ ძალას ცენტრიდანია ძალა წარმოადგენს; ბორბლის ჰორიზონტალური მდგომარეობის დროს კი, მოქმედებს ორივე ძალა; მართო სიმძიმის ძალის ზეგავლენით ფესვი უნდა მიმართულიყო n ისრის მიმართულებით (სურ. 52 — A, 2); მართო ცენტრიდანია ძალის გავლენით იგი წარიმართებოდა m ისრის მიმართულებით; ერთდროულად მოქმედების დროს მან, როგორც ჩანს, უნდა მიიღოს გარკვეული საშუალო მდგომარეობა, როგორც ეს ნახაზზეა ნაჩვენები, — მდგომარეობა, რომელიც მით უფრო ნიუახლოვდება ჰორიზონტალურს, რაც უფრო ენერგიული იქნება ცენტრიდანია ძალის მოქმედება, ე. ი. რაც უფრო დიდი იქნება ბორბალი და რაც უფრო სწრაფად იტრიალებს იგი. ცდა ამ მოსაზრებას სასებით ამტკიცებს. მაშასადამე, მუცნარის ნაწილებს მიმართულება და მოქმედებებიცაა დედამიწის ცენტრის მიმართულებით მომქმედ ძალაზე. ამ ძალის გავლენის მოსაპოვებ (როგორც ეს გვაქვს ნელა

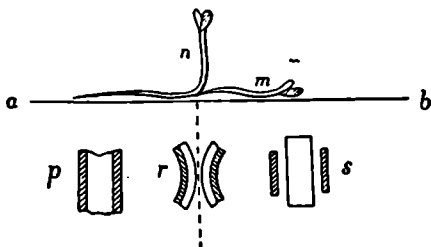
მბრუნავ ვერტიკალური ბორბლის შემთხვევაში), ჩვენ ესაზოთ გავლენასაც; ამ ძალის გავლენასხვა ძალის მოქმედების შეცვლით (როგორც ცდაში სწრაფად მოძრავ ჰორიზონტალური ბორბლით). ჩვენ შესაფერისად ვცვლით გავლენასაც. მაგრამ ჩვენთვის ცნობილია მხოლოდ ერთი ამგვარი ძალა — სიმძიმის ძალა, ე. ი. ჩვენი პლანეტის მიმზიდველობის ძალა. დაბოლოს, ჩვენ ამგვარივე მოვლენა შესაძლებელია გამოვიწყოთ თუ სიმძიმის ძალას შევცვლით ცენტრიდანია ძალით (როგორც ამას ადგილი აქვს ვერტიკალურ სიბრტყეში სწრაფად მოძრავ ბორბლის დროს), და მაშინ შევამჩნევთ, რომ ორგანიზმი ისეთსავე მიმართულებას მიიღებენ, ე. ი. ფესვი მიმართება ძალის მოქმედების მიმართულებით, ღერო — ძალის მოქმედების საწინააღმდეგო მიმართულებით.

მაშასადამე, დედამიწის მიმზიდველობა ის ძალაა, რომელიც განსაზღვრავს ფესვის და ღეროს მუდმივ მიმართულებას. მაგრამ ერთია — გარკვეულ მოვლენაში მომქმედ, რომ ორგანიზმი ისეთსავე სხვა — ჩვენება და ახსნა იმისა თუ რატომ მოქმედებს ეს ძალა სწორედ ამგვარად.

მართლაც, იმას თუ ვიტყვით, რომ ფესვი სიმძიმის ძალის გავლენით მიმართება დედამიწის ცენტრისაკენ, ეს თავისთავად გასაგები ვახდენს; მაგრამ როგორ გავიგოთ, რომ ღერო იმავე სიმძიმის ძალის გავლენით პირიქით, შორდება

დედამიწის ცენტრს? ფაქტია, რომ არა მარტო ვერტიკალურად დაყენებული ღერო აგრძელებს ზრდას ამ მიმართულებით, არამედ ჰორიზონტალურად დაიდებულ ღეროც კი წამოდგება, იხრება და იღებს ისეთსავე მიმართულებას. აი წიწმის პატარა ღერი, რომელიც რამდენიმე საათის წინ მე გარახმულად დავდე მინის ფირფიტაზე (სურ. 53, აბ); ოვგორც ხედავთ მის ღერო მიბრუნდა ზევითკენ და III მდგომარეობიდან მიიღო II მდგომარეობა. აი კიდევ ქეჩის ნაქერზე გაზრდილი წიწმის მთელი კონა. ქეჩა ჯერ მოათავსებული იყო ჰორიზონტალურად, შემდეგ იგი მე დავაყენე გვერდზე, შემდეგ ზემო მხარით ქვემოთ, შემდეგ მეორე გვერდზე, დაბოლოს ისევე ჰორიზონტალურად დავდე; ამგვარად, ღერაქებმა ოთხჯერ შეიცვალეს თავისი მიმართულება ჰორიზონტის მიმართ და ამობრუნებულ მარყუევების მთელი წრის შექმნის შემდეგ ისევე აგრძელებენ ზრდას ზევითკენ. როგორც ჩანს ღერო სიმძიმის ძალის გავლენით იღებს სიმძიმის მოქმედების საწინააღმდეგ მიმართულებას. როგორ ავხსნათ ეს მოვლენა? ამ ახსნის დროს გასაგებია მხედველობაში უნდა ვიკონიოთ არა მხოლოდ ღერო, არამედ ფესვიც. დამაკმაყოფილებლად შესაძლებელია ჩავთვალოთ მხოლოდ ისეთი ახსნა, რომელიც ახსნის არა მხოლოდ იმას, თუ რატომ დგება ღერო, არამედ ამავე დროს ახსნის თუ რატომ ფესვი ამ უკანასკნელს არ ვამჩნევთ, ახსნა იქითკენ უნდა იყოს მიმართული, რომ განმარტოს ღეროსა და ფესვის არსებული რაიმე სხვაობა, რადგან ჩვენ ხომ არ შეგვიძლია დაეუშვათ, რომ ერთი და იგივე ძალა მსგავს სხეულზე სხვადასხვაგვარად მოქმედებს.

ვნახოთ როგორ შეიძლება ავხსნათ ღეროს ზემოთკენ გადარბის მოვლენა. ამისათვის აუცილებელია გავეცნოთ მცენარეული ორგანიზმის ერთ სიინტერესო თვისებას. ე. წ. ქსოვილთა დამაბულომის თვისებას. მოზარდ, ახალგაზრდა, ღერის შუაგულიდან ამოეჭრათ სიგრძივი ნაჭერი, ისე, როგორც ეს გამოხატულია სურ. 53 — ა. ხე, სადაც ვაშაყველი ნაწილი კანსა და ქერქს წარმოადგენს. დავსველოთ ეს ნაჭერი წყლით, რომ არ გახსნეს და მჭერილი დანით გავჭრათ შუაზე სიგრძივი მიმართულებით. ორივე ნახევრები მაშინვე მოიხრებიან ისე, როგორც სურ. 53 — ბ. ზეა ნაჩვენებია. ეს გამრცლება შესაძლოა მოხდეს მხოლოდ იმის შედეგად, თუ ყოველი ნახევრის გარეთა ნაწილი დამოკლდება ან ზგენითა დაგარეთა ნაწილი, ანდა ორივე ამ მოვლენის ერთდროულად მოქმედების დროს. ყოველ შემთხვევაში ჩვენ მივდივართ იმ დასკვნამდე, რომ მთელ, შუაზე გაუჭრელ ნაჭერში შიგნითა და გარეთა ნაწილებში ურთიერთის მიმართ დაძაბულ მდგომარეობაში იმყოფებიან: ერთი სქიშავს მეორეს და, პირიქით, მეორე ზღუდავს პირველის სიგრძეში გაქიშვის მიდრეკილებას. ამ დასკვნის მართებულებაში ჩვენ ვრწმუნდებით მაშინვე, როდესაც ერთი ვანაკეკის მიყვანად გავაქეთებთ ორს და, ამგვარად ორივე გარეთა ნაწილებიდან გავანთავისუფლებთ შუაგულს (სურ. 54 — S), მაშინ მართლაც შევაშრნევთ, რომ შუა ნაწილი გაიჭიმება და დაგრძელდება უთან შედარებით, ხოლო გარეთა მონაკევეთები უთან შედარებით დამოკლდებიან. როგორც ჩანს ღეროს შინაგანი ნაწილები ცდილობენ გაქიშვას და, ამ მიწერათებაში ხელდებიან რა წინააღმდეგობას გარეთა ნაწილების მხრივ, სქიშავს მათ. მცენარეთა სიცოცხლეში ქსოვილთა ამ ურთიერთდაძაბულობას დიდი მნიშვნელობა აქვს, სწორედ ამის გამო წვინანი, ნახე ღეროები დრეკადნი არიან. თავისთავად ქსოვილებს, რომელნიც შესდგებიან უჯრედთა თხელი კედლებისაგან და სითხეებისაგან, არ ექნებოდა ასეთი თვისებები. მხოლოდ მაშინ, როდესაც უჯრედები საკმარისი არიან სითხით და ამის გამო მათი კედლები დამაბულ მდგომარეობაში იმყოფებიან, მხოლოდ მაშინ, როდესაც ორგანოა შინაგან ქსოვილებს დაძაბულობაში მოჰყავთ გარეთა ქსოვილები და თვით ეკუმუებიან მათ მიერ, — მხოლოდ მაშინ არის ორგანო დრეკადი, აღვიღოდ არ იღუნება და თავისთავად არ იხრება, როგორც ეს დამკვანარ ღეროებში გვაქვს, რომელთაც წყლის ნაკლებ



სურ. 53.

ბობის გამო შესუსტებული აქვთ ცალკეული უჯრედების გარსების დაძაბულობა და ქსოვილთა ურთიერთდაძაბულობა.

მიემართოთ რამდენადმე უხემ შედარებას, რომელიც მარტივ ფორმაში გასაგებად ხდის რა ხდენა ზოგადად მცენარეში ზრდის დროს. მე ხელში მაქვს ხელთათმანი, მისი ცარიელი თითები ქვევით აიხსნა ჩამოქადებული. მაგრამ, აი, მე ერთერთში ჩაუბერავ ჰაერს და მოუუქერ ძირში ხელს — ახლა მას უკვე შეუძლია ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში ყოფნა. ეს ჰაერით გაბერილი თითი რამდენადმე მიემსგავსება წვენებით სავსე უჯრედს, ან ღეროს. რომლის გარეთა ნაწილები განიცილიან შიგნითა უფრო სწრაფად მოხარლი ნაწილების გავლენას.

ახლა ვნახოთ ჩვენს მიერ აძრული საკითხის მიზართ, რა მნიშვნელობა აქვს ყველა აქამდე გამოთქმულ აზრებს: რატომ ბრუნდება ზევითკენ ჰორიზონტალურად მოთავსებული ღერო?

ვიღებ ღერო ვერტიკალურ მდგომარეობაშია, სიმძიმის ძალა ყველა მის ნაწილზე თანაბრად მოქმედებს; მაგრამ, როგორც კი მას ჩვენ მიუცემთ ჰორიზონტალურ მდგომარეობას, პირობები შეიცვლება. ქვემო ნაწილი, საკვებ ნივთიერებების უფრო უხვად მოდენის თუ სხვა მიზეზების გამო, ზემო ნაწილთან შედარებით, უფრო ძლიერად გაიზარდება. ჩვენ უკვე ვიცით, რომ ღეროს შიგნითა ნაწილის ზრდას მუდამ აბრკოლებს გარეთა კანის დრეკადობა, მაგრამ ჰორიზონტალურ ღეროში ამ შიგნითა ნაწილის ქვემოთა ნახევარი უფრო სწრაფად იზრდება და ამ დროს იგი კანს არათანაბრად გასკივავს — ქვემო, მასთან უფრო ახლო მდებარე ნაწილს, უფრო ძლიერად, ვიდრე უფრო მოშორებით მდებარე ნაწილს *. უფრო მეტი, თვით ქვემო კანი გაიზარდება ზევითაზე უფრო სწრაფად, და ამგვარად თვით უფრო ადვილად დაწყდება გაქიმვას. ამ დასკვნის მართებულება მტკიცდება იმ ფაქტითაც, რომ დაწვენილი ღერო ზევითკენ იხრება, მხოლოდ უფრო სწრაფად მოხარლი ნაწილში. იმ ნაწილებში, რომლებმაც უკვე დაამთავრეს ზრდა, ამგვარი მოვლენის არსებობა შეუძლებელია. მაშასადამე, ღეროს ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში მოყვებით, ჩვენ მასში ვიწვევთ არაწესიერ, არასიმეტრიულ ზრდას; ქვემო ნა-

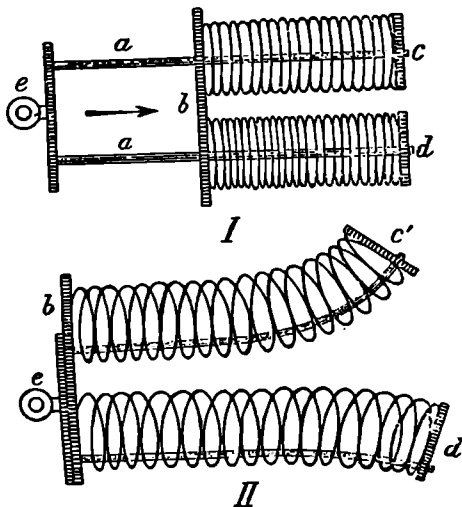
წილი ზრდაში ასწრებს ზევითა, ღერო თავის-თავად იღუნება და წამოიწვეს. მაგრამ შეიძლება ეს მოსაზრებანი საკმარისად დამაჯერებელი არ გვეჩვენოს. ასეთ შემთხვევაში ჩვენ მათი დამტკიცება პირდაპირი ცდით შეგვიძლია, ავიღოთ ორი ერთნაირი ღერო: ერთი დაეტოვოთ, რომ ვერტიკალურად გაიზარდოს, მეორე კი ვაიძულოთ გაიზარდოს ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში, ამისათვის ის მოვათავსოთ მინის ვიწრო მილში, რომელშიაც იგი ვერ შესძლებს ზემოთკენ გადახრას. გარკვეული დროის შემდეგ ვაკვირდებით ეს უკანასკნელი ღერო შუაზე, ზემო და ქვემო ნაწილებად. როგორც კი გაქვრით, ზემო ნაწილი დამოკლება, ქვემო კი დაგრძელდება, ხოლო თუ შევადარებთ ვერტიკალურ ღეროს სიგრძეს, დავინახავთ, რომ ჰორიზონტალურ ღეროს ზემო ნახევარი უფრო მოკლეა, ხოლო ქვემო, შედარებით ვერტიკალურთან, უფრო გრძელია, რაც უპირატესობადაა მოსალოდნელი იყო, რაც დადასტურდა მწოლიარე ღეროს მიმართ, მართებულია დახრის იმართაქ: როგორც კი ღერო გადაიხრება, ვერტიკალურ ხაზიდან სიმძიმის ძალა, რომელიც იწვევს ღეროს ქვემო ნაწილის გაძლიერებულ ზრდას, ასწრებს მას და უბრუნებს ვერტიკალურ მდგომარეობას.

ახლა ჩვენთვის სასურველი გასაგებაა, რატომ ხდება, რომ სიმძიმის ძალის გავლენით ღერო იხრება ამ ძალის მოქმედების საწინააღმდეგო მიმართულებით. მაგრამ იმალება კითხვა, რატომ არა აქვს ავივე მოვლენის ადგილი ფესვში. როგორც ხედავთ, მოვლენის უფრო უყრადღებო შესწავლის დროს საკითხმა სავსებით შეიცვალა ხასიათი. თადაპირველად ჩვენ სრულიად ბუნებრივად მივაჩნდა, რომ ფესვი იხრდება სიმძიმის ძალის მიმართულებით, გაუგებრად ვეჩვენებოდა ღეროს ზრდის საწინააღმდეგო მიმართულება; მაგრამ ახლა ჩვენ გვესმის, რათ იზრდება ღერო სწორედ ისე, ხოლო გვიჭირს ფესვის სხვაგვარი ზრდის გაგება. დავიწყეთ ამ მოჩვენებითი წინააღმდეგობის გარკვევა და ამისათვის მიემართოთ შემდეგ მოვლეს: წარმოვიდგინოთ ხის ორი რგოლი (სურ. 54 — I ც და II), რომელნიც შეერთებული არიან სპირალითა შიგნით და განივი ხ — ძელაკით. ამ ძელაკში ხერხელების გზით გატარებულია კაუჩუკის ორი

* თავისთავად ცხადია, რომ კანის ზედა ნაწილის მიერ გაქიმვის წინააღმდეგობა უფრო ძლიერი იქნება იმის გამო, რომ იგი მოქმედებს ბრკეტის გრძელ მხარეზე, იმ დროს როდესაც ქვემოთა მოქმედებს მოკლეზე (სურ. 54 II ც).

დრეკადი ჩხირი (ა, ბ), რომელნიც შეერთებულნი არიან განივი სახელურით (ე). თავისი ბოლოებით ისინი ებჯინებიან რგოლების შუა ნაწილს ც და ძ. ამ წვირებს გამოძრავებთ ისრით ნაჩვენები მიმართულებით, მით გავწევთ სპირალების ხვეულებს და ზამბარას მოეიყვანთ დაძაბულ მდგომარეობაში. ჩვენს მოდელის კაუჩუკის წვირები უნდა გამოხატავდნენ ორგანოების სწრაფად მზარდ ლერძულ ნაწილებს, ხოლო დაძაბული ზამბარები — ამ ორგანოების გარეგან ქსოვილებს, რომელნიც უფრო ნელა იზრდებიან და განიცდიან შინაგანი ნაწილების ზრდით გამოწვეულ გაჭიმვას. ამგვარი მოძრაობით ჩვენ გამოვხატავთ სიმეტრიულ ზრდას და მისგან წარმოშობილ ქსოვილთა დაძაბულობას. შევეცადოთ იმავე მოდელის დაზმარებით გამოვხატოთ ასიმეტრიული ზრდა, მაგალითად სიმძიმის ძალის მოქმედებით გამოწვეული ზრდა, როდესაც უფრო სწრაფად იზრდება ორგანოს ქვემო ნაწილი. ეს მიღწეულია მით, რომ დრეკადი წვირების მიყენების წერტილი ამ ჯერზე მოთავსებული იქნება არა რგოლების ცენტრში, არამედ ქვემო კიდესთან ახლოს (სურ. 54.—II). ისე, როგორც წინათ ვიქცეოდით, თუ შევწევთ

სახელურს, სულ სხვა შედეგს შევაძინებთ, იმ დროს, როდესაც ქვემო სპირალი გარკვეულდება პირდაპირი მიმართულებით ანდა თავისივე სიმძიმის ძალის გავლენით დაიწვეს ქვემოთ (ძ'), ზემო გადისრება ზევითენ მეტნაკლებად მოხრილი რკალის სახით (ე'). მოდელის მოწყობილებით ეს შედეგი მეტად მარტივად აიხსნება. აღებულება საგანგებოდ სხვადასხვანაირი დრეკადობის მქონე ზამბარები: ზემოთა გაკეთებულია უფრო სქელი მავთულენისაგან და წვირის მოძრაობას უფრო მეტ წინააღმდეგობას უწევს, ვიდრე ქვემო, უფრო წვირილი მავთულენისაგან გაკეთებული ზამბარა. აქედან გამოგვეყვას დასკვნა, რომ არასწორი, არასიმეტრიული დაწოლა მქლავდნება შესამჩნევი გამრუდებით მხოლოდ მაშინ, როდესაც ნაწილების ურთიერთდაძაბულობა მარკვეულ დონეს აღწევს. ცხადია, იგივე ითქმის ზრდის შესახებაც; არათანაბარ, არასიმეტრიულ ზრდას მხოლოდ მაშინ მოჰყვება ორგანოს მკვეთრი შესამჩნევი გამრუდება, როდესაც ეს ორგანო ქსოვილთა ურთიერთდაძაბულობის შედეგად გარკვეულ დრეკადობას მიიღწევს, მაგრამ ახალგაზრდა მოზარდ ფესვს ახასიათებს თუ არა ქსოვილთა იმგვარი



სურ. 54.

დამბეზობა, როგორც ადგილი ჰქონდა ლერო-ში? ასეთი ფესვის ერთი დანახვა უკვე გვარწმუნებს, რომ მასში ასეთ დამბეზობას ადგილი არა აქვს. თუ ჩვენ ლეროს დავიჭვრთ ჰორიზონტალურად, იგი არ მოიხრება, ფესვი კი ასეთ შემთხვევაში ხშირად დაიკიდება დამკნარი ლეროს მსგავსად. თუ ჩვენ უკრადლებას მივაქცევთ ლეროსა და ფესვის კანის აგებულებას, აქაც შევინიშნავთ სხვაობას, რომელმაც დიდი ხანია ანატომების ყურადღება მიიქცია. ლეროების კანი შესდგება შედარებით სქელკედლიან უჯრედებისაგან და გარდა ამისა დაეარულია განსაკუთრებული. ევრდწოდებული აქვით, რომელიც წყლით ძნელად სველდება და მეტად დრეკადია; პირაქით, ფესვის კანი შესდგება უფრო თხელგარსიან უჯრედებისაგან, რომელნიც ადვილად შეიწოვენ წყალს და ამის გამო მას უფრო მეტად აქვს ვაქიმიის უნარი და ლეროს კანთან შედარებით ნაკლებად დრეკადია, დაბოლოს თუ ჩვენ ჩავტარებთ პირდაპირ კლასს, ისევე როგორც ჩავატარებთ ლეროს მიმართ მშინ დავრწმუნდებით, რომ ფესვი არა აქვს ადგილი ლეროებში არსებულის მსგავს დამბეზობას. თუ ჩვენ ფესვის სიგრძივ ნაჭრის გვეჭრით შუაზე (როგორც ეს ნაჩვენებია სურ. 53—r), მაშინ ნახევრების მოხრას იერ შევინიშნავთ; თუ მას სამ ნაწილად გაჭრით (53—s), მაშინ ვერ შევამჩნევთ შუა ნაწილის დაგრძელებას და გარეთა ნაწილის დამოკლებას. ერთი სიტყვით ფესვში ადგილი არა აქვს ქსოვილთა ისეთ დამბეზობას, რომელიც დამახასიათებელია ლეროსათვის; მისი გართვა ნაწილები ისეთივე სისწრაფით იზრდებან, როგორც შეინათა ნაწილები. ეს მელანდენდება ფესვის კიდევ ერთ თვისებაში: ახალგაზრდა ფესვი საერთოდ ლეროზე უფრო სწრაფად გრძელდება, ამიტომ მასში არ არის დამბეზობა რაც სხვა არათურია თუ არა შეკავებულ ზრდა. ამგვარად, თუ სიმძიმის მოქმედება არ იწვევს ფესვის მოზარდ დამბეზობების ზეეითყენ გადახრას, ეს ნაწილობრივ უკვე აიხსნება მასში ამ მოვლენისათვის აუცილებელი მექანიკური პირო-

ბის არ არსებობით: მასში ადგილი არა აქვს ქსოვილთა შესაბამის დამბეზობას. ჩვენი მოდელი ნათელიყოფს, რომ სიმძიმის ძალის ერთნაირი მოქმედების დროს მხოლოდ ორგანოების სხვადასხვა აგებულების შემთხვევაში, სავსებით საწინააღმდეგო შედეგს მივიღებთ. ეს მოსაზრება, ფიზიოლოგიურ ფაქტებზე მსჯელობის დროს ყოველთვის უნდა გვექონდეს მხედველობაში. თუ ერთი და იგივე გარეგანი ფაქტორი სხვადასხვა ორგანოებში სხვადასხვა მოქმედებას იწვევს, მაშინ ორიდან ერთერთს ჩავთვლით დასაშვებად: ან არსებობს განსხვავება ორგანოთა თვისებებში, ან თვით ფაქტორია რთული. მიმზიდველობის ძალის მიმართ ამ მეორე მოსაზრების გამოყენება შეუძლებელია, მაგრამ განსხვავება ქსოვილთა დამბეზობის შორის, რასაც მიიჩნევილია, ფესვის და ლეროს განმასხვავებელ ერთადერთ ნიშანს არ წარმოადგენს.

ჩვენი ახსნა სავსებით დამაკმაყოფილებელი იქნებოდა, თუ შემდეგ შევძლებდით იმის დამტკიცებას, რომ ჰორიზონტალურად მდებარე ფესვი თავის ქვემო ნაწილში ლეროს მსგავსად, ზვეითა ნაწილზე უფრო სწრაფად იზრდება და ამის დამიხე ედ ავად თავისი წონის გამო პ ა ს ი უ რ ა დ იხრება დაბლა, იმგვარად როგორც ჩვენი ი' ზამბარა (სურ. 54—II). ჩატარებული იყო კლემბი, რომლებიც, როგორც ჩანს, ამას ამტკიცებდნენ, მაგრამ ისინი საეჭვოდ მიიჩნიეს, რადგან მას შემდეგ მკვლევარებმა სრულიად საწინააღმდეგო შედეგები მიიღეს, და ამგვარად საკითხი თუ ფესვზე სიმძიმის ძალა რა სახით მოქმედებს უჯრედობით ღიად უნდა ჩაითვალოს*. ქვემოთ ჩვენ მართლაც დავინახავთ, რომ ეს საკითხი მნიშვნელოვნად რთულდება და მოვლენის ახსნისათვის საჭირო ხდება ანგარიში გეგმურია არა მარტო მთელ ორგანოებს ან მასში შემავალ ქსოვილების აგებულებას, არამედ ამ ქსოვილების შემადგენელი უჯრედების აგებულების დეტალებსაც. ახლა ვნახოთ კიდევ რა გარეგანი პირობები ახლენენ გავლენას ზრდის მოვლენაზე. იმ მიზეზზე-

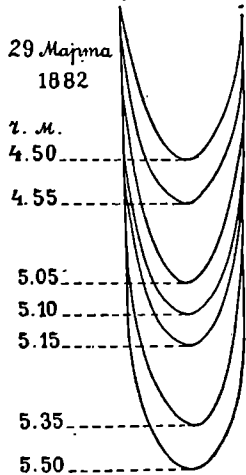
* აღნიშნავ მხოლოდ, რომ ბოტანიკოსების მიერ მოყვანილი მოსაზრებანი ფესვის ბოლოს სინდიკში ჩაზრდისა და მის მიერ გამოწვეული წვევის შესახებ არაფერს არ ამტკიცებდნენ, რადგან ამ კდების დროს მოხდა ორი მოვლენის არე: ზრდა (მთელი ორგანოსი სიგრძივ) და გაძრვება (რომელიც დამოუკიდებელია მხოლოდ განრთვეული ნაწილის ხეობა და კლემბ მხარეებს შორის ზრდის სხვაობაზე), ფესვი აწარმოებს დაწვალას ჭიკრეტის ყელის იმის გამო, რომ იზრდება, და რომ ზრდით გამოწვეულ წვევის ზრდას წინასთან არავითარი დამოკიდებულება არა აქვს. ცველისთვის ცხადია, სწრაფად ისევე, როგორც ი, წყარით სურ. (54—II) შემძლია დავარა ადგილიდან სავანი, რომლის წონას არავითარია კავშირი არა აქვს წყარის წონასთან. და ეს სრულიად არ უზღის წყარის პასიურად გადინაროს გეგმოტენ.

ბის ძებნის დროს, რომელნიც იწვევენ ღეროსა და ფესვის ბუნებრივ ვერტიკალურ მიმართულებით ზრდას ჩვენ დავრწმუნდით, რომ იგი არ არის დამოკიდებული სინათლეზე. შემდეგ ჩვენ ვრწმუნდებით, რომ ზრდა შესაძლებელია სრულ სიზნელოშიაც: კარტოფილი და თალგამი სარდაფების სრულ სიზნელოში იძლევიან წაგრძელებულ რიფებს; ამაში დარწმუნება ჩვენ შეგვიძლია ყოველ თესვლა და ყლორტზე: ისინი სიზნელოშიაც გაიზრდებიან.

გვაქვს თუ არა აქედან ამგვარი დასკვნის გამოტანის უფლება, რომ სინათლე არ ახდენს გავლენას ზრდაზე? სრულებითაც არა: უმარტივეს ცდა ჩვენ გვიჩვენებს და დიდია ეს ზეგავლენა. თუ აღმოსავლენებლად დავდგამთ წიწმარის თესვებს ორ ქილაში სრულიად ერთნაირი ნიადაგით, მაგრამ ერთს მოვათავსებთ სიზნელოში, ხოლო მეორეს დავტოვებთ ნათელ ადგილას, მაშინვე იხნის თავს განსხვავება. სიზნელოში გაზრდილი წიწმარტი სოფავერ სინათლეში გაზრდილებს საგრძობით ათჯერ აღემატება, მაგრამ სამაგიეროდ ეს ღეროები იქნებიან წვრილი, სუსტი და ბევრი მათგანი ჩაწყება. სინათლეში გაღვივებული თესვები მოგვცემენ მოკლე, მაგრამ უფრო საღ

მსხილ და ღრეკად ღეროებს: მაშასადამე, სინათლე ახდენს გავლენას ზრდაზე, უფრო სწორედ, — ღეროების წაგრძელებაზე. მაგრამ ეს გავლენა, როგორც ჩანს, არ არის დამაჩქარებელი ან ხელშემწყობი, არამედ პირიქით, შეეკავებელია. სიგრძეში ღეროების ზრდის ეს შენელება ჯერ კიდევ არ განსაზღვრავს სინათლის გავლენას. თუ რაიმე მცენარეს დავტოვებთ ოთახში ისეთ მდგომარეობაში, რომ მას სინათლე მხოლოდ ერთი მხრიდან ხედებოდეს, მაშინ შევამჩნევთ, რომ მისი ახალგაზრდა, სწრაფად მოზარდი ღეროები გადაიხრებიან და, როგორც ჩვეულებრივ გამოჩვენ, გაიწვევენ სინათლისაკენ. როგორც ჩანს ჩვენ არა გვაქვს უფლება მზის სხივებს დავაწეროთ რაიმე მიზიდვლობის ძალა, და არც არის საჭირო ამგვარი ზედმეტი ჰიპოტეზებისათვის მიმართვა; ახლახან აღწერილი ორი ცდის დაპირისპირებიდან ჩვენ შეგვიძლია ამ მოკლენის — ღეროების სინათლისაკენ გადახრის ასხსნა. სინათლე აკავებს ღეროების ზრდას; მაგრამ ერთმხრივ გაშუქების დროს, როგორც ჩანს მისი მოქმედება ღეროს ორივე ნახევარზე - წინა მხარეზე, რომელიც სრულად არის განათებული და უქანაზე, რომელიც მუდმივ ჩრდილში იმყოფება — თანაბარი ძალისა არ იქნება. ამის გამო წინა ნაწილი უქანასთან შედარებით რამდენადმე უფრო ნელა იზრდება და ამის შედეგად მივიღებთ სინათლისაკენ გადახრას*. ერთი სიტყვით, ჩვენ აქ ვხედავთ სიმძიმის ძალის მოქმედების საწინააღმდეგე შემთხვევას. სიმძიმის ძალა აჩქარებს იმ მხრის ზრდას, რომელიც მოქმედულია დედამიწის ცენტრისაკენ — ღერო ზორდება მას. სინათლე ანელებს სინათლის წყაროსაკენ მიმართულ მხარის ზრდას — ღერო მისკენ იხრება, ეს მოვლენა კელიოტროპიზმის სახელით არის ცნობილი.

თუ სინათლემ ღეროების ზრდას ანელებს, აქედან ხომ არ უნდა გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ მცენარეები უპირატესად ღამე უნდა იზრდებოდნენ? ეს საკითხი მრავალჯერ ყოფილა დაყენებული და სულ სხვადასხვაგვარად გადაწყვეტილა. ამ წინააღმდეგობებმა ჩვენ არ უნდა გავაკვიროვოს, რადგან საკითხი თავისთავად რთულია, ხოლო ზრდაზე დაკვირვება ასეთი მცირე დროის განმავლობაში მოითხოვს გამოკვლევის ისეთ ზუსტ ხერხებს, რომელნიც მცენიერებაში დიდი ხანი არ არის რაც დაშვებულა. მართლაც, ზოგიერთი



სურ. 55.

* იხ. შენიშვნა გვ. 114.

ინფიათი შემთხვევების* ვარდა, 10 — 12 საათის განმავლობაში სიგრძეზე ზრდის ნაშატი არც ისე დილია, რომ მოსახერხებელი იყოს მისზე დაკვირვების წარმოება, რომ ექსპერიმენტი არ გვეხმარებოდეს ისეთ შემთხვევებში, სადაც ჩვენი გრძნობის ორგანოები საკმარისი არ არიან. ახლა ენახეთ ან ხერხები გააჩნა შეცნობების სიგრძეზე ზრდის იმ ნაშატიან დახარისხებაზე, რომელიც თავისი სიმცირობის გამო უშუალო დაკვირვებით შეუძნეველია. ამისათვის ჩვენ შეგვიძლია მივმართოთ მიკროსკოპს, ე. ი. გავადიდოთ დაკვირვების საგანი, ანდა მივმართოთ ისეთ მეორე ხერხს, რომელიც გადიდებული სახით გამოამტკიცებს არა თვით მცენარეს, არამედ იმ მოძარაობას, რომელსაც ჩვენ ზრდას ვუწოდებთ. ამ მიზნისათვის ყველაზე უფრო მოსახერხებელია ეგრედწოდებული მხის მიკროსკოპის ხმარება, ე. ი. ისეთის, რომლის საშუალებით მხის ან სხვა საკმაოდ ძლიერი სინათლის მქონე ხელოვნური წყაროს დახმარებით შესაძლებელი იქნება მეორე საგნის მნიშვნელოვნად გადიდებული გამოხატულების გადატანა, ისე, როგორც ამას ჩვენ ახლა ჩავატარებთ გადიდების პროცესში ყოფიერ წიწმბის ფეხის ბოლოზე. ექვანზე ამ ბოლოს გამოხატულების მიღების შემდეგ, ჩვენ მის კონტურებს შემოვხაზავთ ფანქრით და ფეხს დავეტოვებთ ზრდის გააგრძელებლად (წყალში) იმისათვის, რომ დაეთურუნდეთ მის ლექციის დასასრულს და დაეწმუნდეთ, რომ ამ ხნის განმავლობაში მან მოასწრო მნიშვნელოვნად გაზრდა. მანამდე კი (სურ. 55) ვაჩვენებთ ხორბლის ფეხის თანმიმდევრად ვამოხატულებებს, რომელსაც დაკვირვება სწარმოებდა ერთი საათის განმავლობაში, თითქმის ყოველ ხუთ, ათ წუთში**. ამ ხერხის გარდასვლაზე, როგორც კი მოყვანილი მავალი იქნა ჩანს, მეტად დამატყოფილებულია, მაგრამ იგი ნაკლებად მოახერხებული იქნებოდა, თუ ჩვენ მოვიინტერესდით მის გამოყენებას უფრო მსხვილი ნაწილების, მაგალითად, მთელი მცენარების, ზრდის შესასწავლად; ასეთ შემთხვევაში ჩვენ მივმართავთ აღნიშნული ხერხებიდან მეორეს, ე. ი. გავადიდებთ არა თვით მოზარდ ორგანოს,

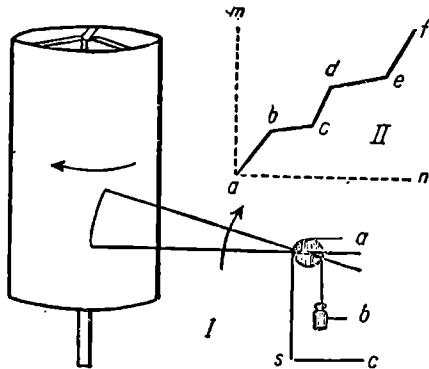
* ასეთებია მაგალითად ბამბკის ყლორტები და ბოლო დღეობაში რამდენიმე დღეში იზრდებიან; ასევე ბოლო ოთახის სპირალური დაბეჭდული ვეჯის ფეხები (იხ. VIII ლექცია).

** სურ. 55 გამოხატულებების ხორბლის ფეხის თანმიმდევრობით გამოხატულებას. ვადადებულია უდაოდგანათანა შეერთებული მიკროსკოპის საშუალებით.

არამედ მხოლოდ ზრდით გამოწვეულ მოძარაობას. ამისათვის ავიღოთ ხელსაწყო, რომლის ძირითადი ნაწილი შესდგება პატარა კოქონაქის ღერძზე მიმაგრებული ისრისაგან (სურ. 56 — 1-8), კოქონაქზე გადადის აბრეშუმის ძაფი, რომლის ერთ ბოლოზე მიმაგრებულია აბრა (b), ხოლო მეორეზე — წერილი მავთლისაგან გაკეთებული პატარა კაეი (c). ეს კაეი რომელიც ღერძის წვერს მოვექროთ და (ამ ნახევლებით მიყენებული პატარა ქრილობა მას არ დაახინებს), აბრა თავისუფლად ჩამოვდებით კოქონაქის მეორე მხარეს და აბრეშუმის ძაფი ვისვამთ. ახლა წარმოვიდგინოთ, რომ ჩვენი ღერო ოდნავ-გაიზარდა; რა შედეგები მოყვება ამას? ღეროს გაზრდის გამო აბრეშუმის ძაფი უკრთობს მოეშვა, და აბრა დაიწია იმდენზე, რამდენადაც გაიზარდა მცენარე; ამ ღეროს აბრეშუმის ძაფი, რომელიც მკიდროდ ეკვრის კოქონაქს, ხახუნით გამოიწვევს მის მოზრუნებას, იმდენადვე უზნიშნელო სიდიდით. კოქონაქთან ერთად მოზრუნებული ვისვამთ, მაგრამ მისი წვერი ცხელია, გაცილებით უფრო დიდ გზას შემოხაზავს. ამგვარად, მოზარდი ღეროს წვერის ადგილიდან უზნიშნელოდ დაძვრა, გამოიწვევს ისრის ბოლოს უფრო მნიშვნელოვნად გადაადგილებას. ეს გადაადგილება პირველზე იმდენჯერ დიდი იქნება, რამდენჯერაც ისრის სიგრძე მეტია კოქონაქის განივკრილის ნახევარზე. ჩვენ ხელსაწყოში კოქონაქის განივკრილის ნახევარი უდრის 2 მილიმეტრს, ისრის სიგრძე — 20 სანტიმეტრია, ე. ი. ასჯერ მეტია, მაშასადამე, ღეროს ზრდის ყოველი ნაშატი გამოიხატება ისრის წვერის გადაადგილებით ასჯერ უფრო მეტ სიგრძეზე. გასაგებია ამ ხელსაწყოთ გამოყენებითი სარგებლიანობა. საკმარისია ისართან დავედგათ დანაყოფებიანი რკალი, როგორც საათზეა მოწყობილი, რომ პირდაპირ ამოვიკითხოთ მისი მოწყობანი. მაგრამ ჩვენ შეგვიძლია უფრო გავაყვით: ჩვენ ეს ხელსაწყო შეგვიძლია გადავაყვითოთ ე. წ. თვითმწეურად, შეგვიძლია თვით მცენარეს ჩავაწერიოთ თავისი ზრდა დღის სხვადასხვა საათებში. ამისათვის ისრის ბოლოსთან დავედგათ სპილენძის ცილინდრი, რომლის ღერძი საათის მექანიზმს მოჰყავს მოძარაობაში,

ლექციაში ნახსენები აგავის საყვავილე ყლორტები. რომელიც აკვარუბების მოყვარულთათვის ცნობილი — ვალინტინის

ისე, რომ დღელამეშვი იგი ერთჯერ აკეთებს ისრით ნაჩვენები მიმართულებით სრულ შემობრუნებას. იმისათვის, რომ ხელსაწყო ისარმა დატოვოს კვალი, კველაზე მოსახერხებელია ცილინდრის ზედაპირი დაეფაროს კვარტლის სქელი ფენით. გასაგებია, რომ თუ ცილინდრი მეტად სწრაფად ბრუნავს ისრის მოძრაობასთან შედარებით, მაშინ ხაზი, რომელსაც იგი მასზე დატოვებს, თითქმის პორიზონტალური იქნება (როგორც ეს ნაჩვენებია სურ. 56 აა — II-ზე). პირიქით, თუ ისარი შედარებით ცილინდრის ბრუნვასთან მეტად სწრაფად მოძრაობს, მაშინ იგი მასზე თითქმის ვერტიკალურ ხაზს (აბ) დასტოვებს. ისრის ზომიერად მოძრაობის დროს ხაზი დახრილი იქნება, და მით უფრო მეტად იქნება იგი დახრილი, რაც სწრაფად იმოძრაავებს ისარი. რაც უფრო ნელი იქნება ისრის მოძრაობა — მით უფრო დამრეცი იქნება ხაზი. მაგ. ხაზი ახცნდფ-ის ერთი შეგნდვით შეგვიძლია გამოვიტანოთ ასეთი დასკვნა, რომ ა და ხ-ს შორის ღებრა სწრაფად იზრდებოდა, ხ და ც შორის ნელა და ასე შემდეგ. ვიცით რა ცილინდრის ბრუნვის დრო, ჩვენ გვეცოდინება დღის რომელ საათს შეესაბამება სწრაფი და რომელს — ნელი ზრდა, და შეგვიძლია აღვნიშნოთ ამ აჩქარება ან შენელებაზე რა ახდენს გავლენას. მცენარე, ასე ვთქვათ, ჩაწერს თავის შთაბეჭდილებებს. ამ ხელსაწყოს ჩვენების მგარძნობიარობა, როგორც ნათქვამია, დამოკიდებულია ისრის სიგრძეზე. მეტად გრძელი ისრის ხმაირება მრავალმხრივ მოუხერხებელია და ამიტომ, როდესაც გვინდა მეტად მგარძნობიარე ხელსაწყოს მიღება, ისეთი, რომლის საშუალებითაც შევძლებთ ზრდაზე დაკვირვების წარმოებას, დროის მეტად მცირე მონაკვეთებში, მაგალითად ერთ წუთში ან, როგორც რა ჩვენ შემთხვევაშია, ზრდის მთელ აუტორტის ვუჩვენებთ, რამდენადმე სხვა ხერხის მიგმართავთ. ისრის ნაცვლად ვხმარობთ სინათლის სხივს, რომელსაც, ტექნიკური დაბრკოლებების გარეშე, შეგვიძლია ყოველგვარი სიგრძე მივცეთ. ამისათვის ჰოკონაქის ლენს ისრის ნაცვლად ვამაგრებთ პატარა სარკის (სურ. 57 — III). თუ ამ სარკის პირდაპირ დავუვამთ ნათურას ან სათელს, მაშინ სარკეში არეკლილი სინათლის სხივი კედელზე მოგვცემს ნათელ ლაქას. აბრეშუმის მათვის ბოლოზე არსებული კაკვი სწორედ იმგვარადვეა შეერთებული მცენარესთან და გასაგებია, რომ ზრდაში მცირეოდენი ნამატი და



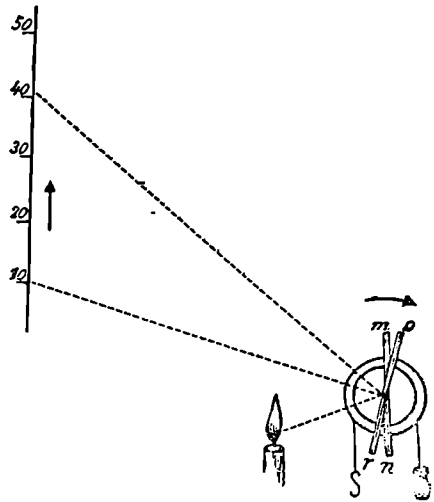
სურ. 56.

მასთან დაკავშირებული ჰოკონაქის მცირე ბრუნვა მასზე მიმაგრებული სარკით გამოიწვევს არეკლილი სინათლის ლაქის მნიშვნელოვან გადაადგილებას. თუ ისარი იძლეოდა გადიდების ასჯერ, ეს სარკიანი ხელსაწყო მოგვცემს გადიდებას რამდენიმე ათასჯერ ან და საერთოდ რამდენჯერაც გვინდა, რადგან იგი დამოკიდებულია მხოლოდ სარკისა და კედლის შორის არსებულ მანძილზე. იმისათვის, რომ შეიძლებოდეს სინათლის ლაქის კედელზე გადაადგილების შესახებ უფრო მოხერხებულად და ზუსტად მსჯელობა, კედელზე დახატულია მსხვილი დანაყოფები. დავისინათოთ რომელ დანაყოფზეა იგი ახლა მოთავსებული — იგი ემთხვევა სწორედ 10 რიცხვს და მცენარე, ამ შემთხვევაში სატატურის ულორტი, დაეტოვოთ გასაზრდელად იმისათვის, რომ საუბრის ბოლოს ისევე დაეუბრუნდეს მას.

ზრდის შესასწავლად გააჩნდათ რა ასეთი სრულყოფილი საშუალებანი, ბოტანიკოსებმა შესძლეს ამ მოკვლევების ირგვლივ თელი რივი საკითხების გარკვევა: ასე მაგალითად, გამოირკვა ის წინააღმდეგობანი, რომელნიც არსებობდა საკითხში — რა დროს სწარმოებს ზრდა — დამით თუ დღისით. ამ საკითხის გადასაწყვეტად საჭირო იყო მხედველობაში მივებლო, რომ სინათლე — ზრდაზე მომქმედ ერთადერთ პირობას კი არ წარმოადგენს, არამედ მასზე გავლენას ახდენს კიდევ სინესტე და განსაკუთრებით სითბო.

თუ მცენარეს გავზრდით სინთეზური, მუდმივ სინესტისა და ცვალებადი ტემპერატურის პირობებში, დავინახავთ, რომ იგი უფრო მაღალი ტემპერატურის დროს სწრაფად გაიზრდება, ხოლო დაბალის დროს უფრო ნელა; მორიგეობით ტემპერატურის მომატება-დაცლებით ჩვენ დავინახავთ, რომ აღწერილი ხელსაწყოთა ისარი ცილინდრის ზედაპირზე ჩასწერს abcdef-ის მსგავს ხაზს, სადაც ყოველ დაქანებულ მონაკვეთს შეფუარდება დროის უფრო თბილი შუალედი, ყოველ ნაკლებად დაქანებულ მონაკვეთს — შედარებით ცივი. მაშასადამე, სითბოს მოქმედება სინათლის მოქმედების საწინააღმდეგოა: თუ სინათლე ანელებს, სითბო პირიქით, აჩქარებს ზრდას, რაც ღიდი ხანია მებალეთათვის ცნობილია, რადგან ამ მოვლენის საფუძველზე შეიძლება მცენარეთა ნაადრევად აღმოცენება მათი ზრდის დაჩქარება ან შეწყვეტა, რომ ისინი განვითარდნენ საჭირო ვადებში. გასაგებია ამის შემდეგ, რომ საკითხი იმის შესახებ, თუ უმთავრესად როდის იზრდება მცენარე, კარგადაა თავის მოჩვენებით სიმართლეს. ღამე ბნელა, მაგრამ ჩვეულებრივ უფრო ცივა, დღე სინათლეა, მაგრამ უფრო თბილა, წინასწარ ძნელია იმის თქმა, მოცემულ შემთხვევაში ორი ფაქტორიდან რომელი დასძლევს. ნათელია მხოლოდ, რომ ზრდა ყველაზე უფრო ენერგიული იქნება ბნელ და თბილ ღამის და ყველაზე ნაკლებად ენერგიული ნათელ და ცივ დღის განმავლობაში.

ჩვენ მოვიყვანეთ ჰელიოტროპიზმის მოვლენის, ე. ი. ღეროების სინათლის წყაროსაკენ დახრის მარტივი ახსნა, მაგრამ ბევრს ეს ახსნა არ აკმაყოფილებს, რადგან სინათლისაკენ დახრის საერთო მოვლენების გვერდით იშვიათად, მაგრამ არსებობენ სინათლისაკენ გადახრის მოვლენები ანდა, როგორც ამბობენ, დაღებებითი ჰელიოტროპიზმის მოვლენის გვერდით, უფრო იშვიათად, მაგრამ მაინც გვხვდება უარყოფითი ჰელიოტროპიზმის შემთხვევები. ეს წინააღმდეგობა, რომელიც ბევრ ბოტანიკს აიძულებს უარყოფს ზემოთმოყვანილ ახსნა, შესაძლებელია მეტად უბრალოდ იქნეს თავიდან აცილებული, უფრო მოგვიანებით მიღებული აღმოჩენის შემოწმებით. ცნობილია, რომ ცალმხრივმა გაათბობამ შესაძლებელია ჰელიოტროპიზმის მსგავსი მოვლენა მოგვეცეს. ამ მოვლენამ ტერმოტროპიზმის სახელწოდება მიიღო. თავისთავად ცხადია, რომ ტერმოტროპიზმ. კ. ა. ტრიმირაზვი



სურ. 57.

მის შედეგი სრულიად საწინააღმდეგო იქნება. სითბო აჩქარებს ზრდას, მაშასადამე, გამთბარი ნაწილი უფრო ჩქარა გაიზრდება, და ორგანო დაშორდება სითბოს წყაროს. მაგრამ მზის სხივი მოქმედებს, როგორც სინათლე და როგორც სითბო, საიდანაც გასაგებია, რომ ყოველ მოცემულ შემთხვევაში ან ერთი გავლენა დასძლევს — და ორგანო დაიხრება სინათლისკენ, ან მეორე — და ორგანო დაშორდება სინათლეს. ზემოთ ჩვენ აღვნიშნეთ, რომ რომელიმე ფაქტორის მოქმედების შორის სხვაობა შესაძლებელია დამოკიდებული იყოს ან ორგანოების თვისებათა განსხვავებებზე ან ფაქტორის სირთულეზე, რომელსაც მართვად სთვლიდნენ: როგორც ჩანს აქ მეორე შემთხვევასთან გვაქვს საქმე.

ბოტანიკოსების წარმოდგენა ორგანოების ზრდის გაერმოს ზემოქმედებაზე დამოკიდებულების შესახებ მნიშვნელოვანდ უნდა გავთვლებულიყო დაივიწყის, როგორც უოველთის, ბრწყინვალე და ორიგინალური აღმოჩენების შემდეგ. მან დაგვანახა, რომ გარკვეულ ფაქტორის მოქმედების ადგილი და ამ მოქმედების გამოშვლანების ადგილი შესაძლებელია ზოგიერთ შემთხვევაში თანხედენილი არ იყოს. ასე მაგალითად, სიმძიმის ძალა, როგორც

ჩანს, უმათიერესად მოქმედებს ფესვის ბოლოზე. ჩის მოქმედება კი მიღებულა გეოტროპიული მოხრით ყველაზე უფრო ძლიერად მოზარდ სარტყელში, წვეროდან ოდნავ დაშორებით. ამ დასკვნაზე მიღიან ამ საფუძველზე, რომ ფესვები, რომელთაც წვერი გადაჭრილი აქვთ, თითქმის არასოდეს არ მრულდებიან, სანამ მათ არ გაეზრდებათ ახალი წვერი. ღეროებში ამ მოვლენას არა აქვს ადგილი, მაგრამ სამაგიეროდ ზოგიერთი იეობი ამდღებენ მის სინათლის მიმართ, რაც ფესვებში, პირიქით, არ გვხვდება. ასე მაგალითად გლივიების პროტესში მყოფი შერის და განსაკუთრებით ჩირიფეტვას პირველი ფოთლები მეტად მგრძობიარეა სინათლის მიმართ თავის ყველაზე ზემოთა ნაწილებში. თუ ამ ნაწილებს დაეზურავთ კალის ფურცლების სარტყელით, მაშინ ქვემო ნაწილებში მუდამ შესაძენივი ჰელოტროპიული ვადახრა მნიშვნელოვანდ შესუსტდება*.)

ზოგიერთი ბოტანიკოსებისათვის ეს ფაქტები საკმარისი აღმოჩნდა იმისათვის, რომ დაეშვათ ფესვის ბოლოზე და მარტველელთა პირველი ფოთლების ბოლოზე გრძობის განსაკუთრებული ორგანოების არსებობა, რომელნიც რალაც უცნობი გზით გადასცემენ თავიანთ შთაბეჭდილებებს მოზარდ ნაწილებს და იწვევენ მათ გამრუდებას. თავის ადგილას ჩვენ დაივინახეთ, რომ მეტეარეში გრძობების ასეთი ორგანოების და ნერვების არსებობის დაშვება საერთოდ საფუძველს მოკლებულია; აქ კი მხოლოდ აღენიშნავთ, რომ ახლახან აღმოცენებული ფაქტების ამგვარად ასახსნელად არავითარი საფუძველი არ არსებობს, ვიდრე ამოწურული არ არის სხვა, შედარებით უფრო მარტივი ახსნები, ხოლო, როგორც დავინახავთ, ჩვენს მიერ ახლა შესწავლის პროტესში მყოფი სფეროს მიმართ ყოველი მეცნიერული ახსნისათვის აუცილებელი — ეს პირობა უკრ კიდევ შეუსრულებელია. მთავარ გარეგან ფაქტორების: სინათლის, სითბოს და დედამიწის მიზიდულობის გავლენის ზოგადად გაცნობის შემდეგ, შევეცადეთ მიმდინარე მოვლენების არსი უფრო

ღრმად ჩაწვდომას. აქამდე ჩვენ მცენარეს განვიხილავდით, როგორც მთლიანს: მაგრამ მცენარის სიციცხლე ხომ უამრავ უჯრედების სიციცხლეთა ჯამს წარმოადგენს, მას ვნახათ ზრდის ზოგად მოვლენებთან რა ურთიერთობა აქვს უჯრედის განვითარებას. ჩვენ ვიცით, რომ ყოველი უჯრედი მთელი თავისი სიციცხლის განმავლობაში ზომავი მატულობს, იცვლის თავის გარეგნობას და კედლის აგებულებას, ერთი სიტყვით — იზრდება; აგრეთვე ვიცით, რომ რა გინდ დიდი არ იყოს მცენარე, იგი იწყებს ერთი უჯრედიდან, ხოლო შემდეგ კი შეიცავს მილიონ უჯრედებს. როგორც ჩანს, მთელი მცენარის ზრდა ორ მოვლენაზე არის დამოკიდებული: ცალკეულ უჯრედების ზრდასა და მათ გამრავლებაზე.

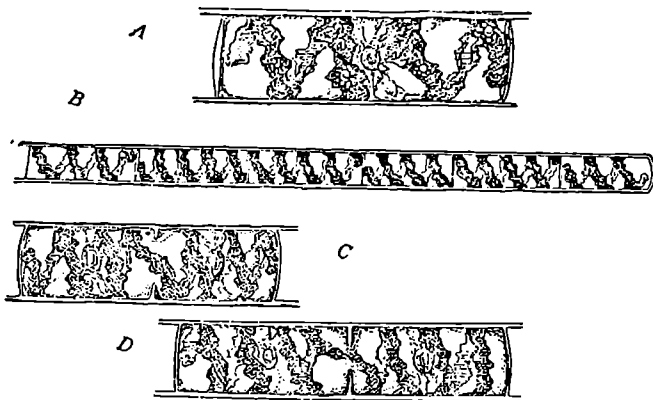
ხომარ შეგვიძლია თვალყურს ვადევნოთ უჯრედთა ზრდასა და გამრავლების მოვლენებს, რომელნიც განაპირობებენ მცენარის სავით ზრდას? ამისათვის აუცილებელია ისეთი მასალის შერჩევა, ე. ი. ისეთი ორგანოსი ან ორგანიზმისა, რომელშიაც შეეძლებოთ ცოცხალ უჯრედზე იმგვარად დაკვირვებას, რომ მისზე სრულად არ მოვახდინოთ გველენა. ასეთ ულარესად შესაფერის მასალას წარმოადგენენ ძაფნაირი წყალმცენარეები, რომელთაგანაც შესდგება მთავარი მასა ე. წ. საფლობისა. თუ მიკროსკოპის ქვეშ მოვათავსებთ ამგვარ მწვანე ძაფს, დავგრძელებდით, რომ იგი შესდგება სიგრძეზე ერთობად გაწყობილ უჯრედებისაგან. სურ. 58 ზემო სურათზე გამოხატულია წყალმცენარის ერთ-ერთი ასეთი უჯრედი, მასში მოცემულია იმ მწვანე ნივთიერების მეტად დამახასისებელი ფორმა, რომელსაც ჩვენ ქლოროფილი ვუწოდებთ და, რომელზედაც დამოკიდებულია მცენარის მწვანე ფერი. იგი აქ წარმოქმნის დაკბილულნაპირებიან მწვანე ლენტებს, რომელიც უჯრედის კედლის შიგნითა ზედაპირს სპირალურად ეხვევა. აქედან წარმოიშვა მისი ლათინური სახელწოდება Spirogyra. ამ თავისებურების გარდა, სპიროგირას უჯრედები არაფრით არ განსხვავდებიან ჩვენთვის ნაცნობი ტიპის უჯრედ-

* ეს მოვლენა ამჟამად აისახება იმით, რომ ზრდის ნივთიერება წარმოიშვება და გროვდება ღეროს წვერში. აქედან იგი მიმართება ქვემოთ და იწყებს წვერს ქვემოთ მოთავსებულ უჯრედების ზრდას. სინათლის მიერ მისი დაშლა წვერის ერთ მხარეს იწყებს ამ მხარის ქვემოთ მოთავსებულ ნაწილებს ზრდის შეჩერებას იმ შემთხვევაშიც კი, თუ იგი დაფარული იქნება სინათლისგან. ერთ მხარეს ზრდის შეჩერება იმ დროს, როდესაც მეორე მხარე იზრდება, რასაც იწვევს, გამოიწვევს ღეროს მოხრას სინათლისაკენ. (რუს. ვამ. რედ.).

თავან; ჩვენ მათში ვხვდებით უჯრედისისგან შე-
მდგარ კედელს, ღრუში—პროტოპლაზმას და წვესს,
ხოლო მის შუა თითქოს ქსელში გამბულ ობობა-
სებზე, მოთავსებულია ბირთვი, რომელიც პროტო-
პლაზმის უწყრილესი ძაფებით შეერთებულია
კედელთან. თუ ასეთ ძაფენიარ წყალმცენარეს მო-
ვთავსებთ მიკროსკოპის ქვეშ, წყლის წვეთში
სხვადასხვა ტემპერატურისა და განათების პირო-
ბებში, შეგვიძლია თვალყურით ვივლინოთ მას
საათების და დღეების განმავლობაში. ამგეა-
რად, ვერწმუნდებით მავალითად იმაში, რომ
სინათლის გარეშე უჯრედები იზრდებიან ან
უფრო სწორედ, უფრო სწრაფად ვრძელ-
დებიან, ვიდრე სინათლეში. როგორც ჩანს, სინა-

სტალიებზე დაკვირვება. ახლა იგივე შედეგს უფრო
მარტივად აღწევენ: საკმარისია, რომ წყალმცე-
ნარებიანი კურკელი ღამე დავგვით ციე
აღვლიას, სარდაფში, რომ გამარელების პრო-
ცესი შეკავდეს. ისე, რომ ჩვენ შეგვიძლია
დაკვირვებისათვის უხერხული ღამის საათებიდან
იგი უფრო მოსახერხებელ, დღის საათებში გადა-
ვიტანოთ. ეს პროცესი მეტად მარტივია: იგი
მდგომარეობს ერთი უჯრედის შიგთავისის ორად
დაყოფაში.

იგი შემდეგნაირად სწარმოებს: ერთერთ
უჯრედში, რომელმაც მიაღწია განვითარების ისეთ
ხარისხს, რომელზედაც თავს იჩენს დაყოფა, მისი
სიგრძის შუაში მოპირდაპირე კედლებზე ჩნდება
ორი გამონაზარდი, რომელნიც ჩაზნექილნი არიან



სურ. 58

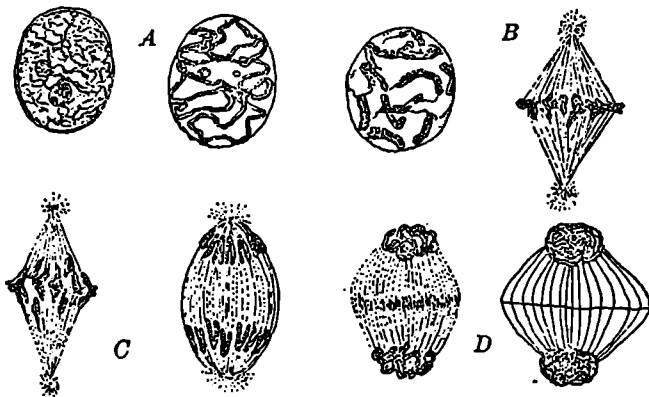
თლე უჯრედების გამრავლებაზედაც ასეთსავე
შემკავებელ გავლენას ახდენს. ყოველ შემთხვე-
ვაში, ეს პროცესი ბუნებრივ პირობებში, უპირა-
ტესად ღამით სწარმოებს და შეიძლება მხოლოდ
და მხოლოდ ღამე სწარმოებდეს, ისე რომ ერთსა
და იგივე უჯრედში ამ პროცესზე დაკვირვებისათვის
პირველი მკვლევარები მოთმინებით აღტყვილ-
ნი ღამითაც აწარმოებდნენ კვლევას ანდა ყოველ
საათში ისინი ძაფების თითო-თითო ეგზემპლარს
სპირტში ათავსებდნენ და შემდეგ შექმლოთ სხვა-
დასხვა უჯრედებში* პროცესის თანმიმდევარ

უჯრედის ღრუში (სურ. 58 —, C, D). უჯრედებს,
რომლებზედაც ვაწარმოებთ დაკვირვებას, ცილინ-
დრული ფორმა აქვთ; მიკროსკოპის ქვეშ მათი
სიგრძივი ღერძის ირგვლივ ბრუნვით, ფრთხილად
წინა და უკანა მიმართულებით მოძრაობით,
ჩვენ ვერწმუნდებით იმაში, რომ როგორც არ
უნდა მდებარეობდნენ უჯრედები, აღწერილი
გამონაზარდები თავიანთ სახეს ინარჩუნებენ. მა-
შასადავთ, ეს ორი უბრალო გამონაზარდი კი არ
არის, რაც ერთი შეხედვით შეიძლება მოგვეჩვენ-
ოს, არამედ მთელი რგოლია უჯრედის შიგთავ-

* ვანუწყვეტივ ზელონური გაშუქების დროს დაყოფა სინათლის დროსაც სწარმოებს ისე, რომ სინათლე, ალბათ, პირ-
დაპირ კი არ აბრკოლებს გამრავლებას, არამედ უნდა ვიფიქროთ, რომ იწყებს უჯრედის მხოლოდ სხვა მიმართულებით
მოქმედებას.

სის ირგვლივ. თუ ჩვენ ერთსა და იმავე უჯრედს ვადვენებთ თვალუფრს, შევიამჩნევთ, რომ ეს ბეჭედისებრი ირგვლივი რგოლი სულ უფრო და უფრო ღრმად შეიჭრება უჯრედში და მის შიგთავსს შუაზე დაყოფს. ამ დროისათვის უჯრედში შუა ერთი ბირთვის ნაცვლად ემჩნევა ორი. ბოლოს, ბეჭედისებრი ირგვლივი რგოლი შუაში სავსებით იკეტება და უჯრედში ჰქმნის მთლიან განივ ძვიდეს. ერთი უჯრედისაგან უკვე შეიქმნა ორი; ყოველ მათგანს თავისი ბირთვი, პროტოპლაზმა და ქლოროფილის ლენტი აქვს. ისინი ერთმანეთისაგან განცალკევებულნი არიან ისეთივე უჯრედისისაგან შემდგარი ძვიდით, რომლისაგანაც შესდგებიან გარეთა კედლები. ყოველ ახლადწარმოქმნილ უჯრედში, მის სრულ ასაკის მიღწევასთან ერთად

მაშინ, როდესაც უჯრედი უკრავს უკრავს მიაქციეს უჯრედის იმ ნაწილს, რომელიც ჩვენ არაერთხელ ვახსენეთ და, რომელზედაც ახლა შევეჩრდებით. ეს ნაწილი — უჯრედის ბირთვი, რის შესახებაც უკანასკნელ ხანებში გამოკვლევითა მთელი ტომები დაიწერა. სპიროვირუსიაც ვხედავთ, რომ უჯრედის დაყოფას წინ უსწრებს ბირთვის დაყოფა, მაგრამ უმეტეს შემთხვევაში ეს კავშირი უფრო მკიდროა. უჯრედთა დაყოფას წინ უსწრებს ბირთვში მიმდინარე მთელი რიგი პროცესები, რომელნიც ყველა შემთხვევაში ერთგვარად მიმდინარეობს; რაც ყველაზე უფრო საინტერესოა, ცხოველებში და მცენარეებში უჯრედთა დაყოფის დროს ეს პროცესი თითქმის ერთგვარია. ბირთვის მიკროსკოპის ქვეშ გასინჯვისას აღვილია



სურ. 59

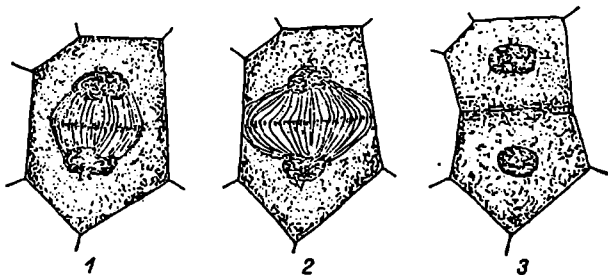
ასეთსავე დაყოფის პროცესებს აქვს ადგილი და ასე შემდეგ; შედეგად ერთი უჯრედიდან წარმოიქმნება მთელი რიგი, მთელი ძაფი.

ამგვარია უმარტივეს შემთხვევებში დაყოფის პროცესი, მაგრამ მეტწილად იგი რამდენადმე სხვანაირად სწარმოებს. მკვლევარებს დიდი ხანია აკვირვებდა ის ფაქტი, რომ უმაღლესი მცენარეების ქსოვილთა ზრდის დროს არასოდეს არ ხერხდებოდა უჯრედის შიგნით ძვიდის თანდათან გაჩენის ზემოაღწერილი შემთხვევის აღნიშვნა. ძვიდე თითქოს უუცრად ჩნდება, მაგრამ უფრო დაკვირვებით შესწავლის დროს დარწმუნდნენ, რომ თანდათანობით ჩნდება, მაგრამ სხვაგვარად. ეს აღმოჩნდა

შემჩნევა, რომ იგი შესდგება ორგვარი ნივთიერებისაგან: ერთი სხვადასხვა საღებავებით ადვილად იღებება, მეორე არ იღებება. დაყოფამდე კოტა აღრე, ნივთიერებას, რომელიც იღებება — ქრომატინს (ან ნუკლეინს) აწეწილი ძვიდის გორგლის სახე აქვს (სურ. 59 A). შემდგომ ეს ძვიდის პატარა ნაწილებად იშლება, რომელიც ჯგუფდებიან ბირთვის ეკვატორიალურ სიბრტყეში იმგვარად, როგორც ეს სურ. 59 — B-ზეა (მარჯვნივ) ნაჩვენები. შემდეგ ეს ნაჭრები, რომელნიც ჩვეულებრივ გარკვეული რიცხვით ჩნდებიან, იყოფიან ორად და მიდიან ბირთვის პოლუსებისაკენ, რომელსაც ამ დროისათვის თით-

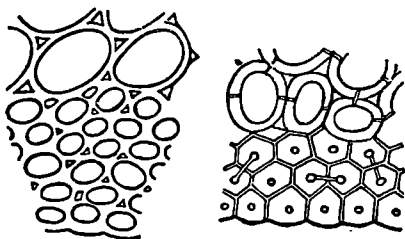
სტრასენბრეი მოყვანილობა და ზოლიანი შეხედულება აქვს (ეს ზოლიები არ იღებება და ამიტომაც მის შემქმნელ ნივთიერებას აქრომატინული ეწოდება (სურ. 59—C). როდესაც ქრომატინი მოგროდება პოლიუსებთან, იგი ხელახლა იღებს გორგლებს ფორმას და ჩვენ უკვე ვაკვებთ ორი ბირთვი (სურ. 59 D), ამით მთავრდება ბირთვის დაყოფის სტადია და იწყება საკუთრივ უჯრედის დაყოფა. თითოსტრასის ეკვატორიალურ სიბრტყეში ხელახლა ჩნდება რალაც წვრილი მარცვლები (სურ. 60—1), რომელნიც შემდეგ ერთდებიან და ჰქმნიან აქსის ფირფიტას, უკანასკნელი შესდგება უჯრედის კედლის ნივთიერებისაგან, ე. ი. უჯრედისისაგან (სურ. 60—2). ეს ფირფიტა იზრდება, ეზარინება უჯრედის კედლებს და ვიღებთ ძგიდეს, რომელიც უჯრედს ორად ჰყოფს (სურ. 60—3). ყოველ ახალშექმნილ უჯრედს თავისი ბირთვი აქვს და იწყებს დამოუკიდებელ არსებობას, ე. ი. იზრდება და გარკვეული ზომის მიღწევის შემდეგ თავის მირიფ იყოფა. ჩვენ უკვე მივიღეთ ზოგადი განხარტება იმისა, თუ ბნელში მოთავსებული მცენარე რატომ მატულობს უფრო სწრაფად სიგრძეში; ეს დამოკიდებულია იმაზე, რომ, როგორც უჯრედების წაგრძელება, ისე მათი დაყოფაც—ეს ორი მოვლენა, რაც განსაზღვრავს ორგანიზმის ზრდას—უფრო ენერჯიულად მიმდინარეობს სიბნელეში. მაგრამ ხომ არ შეგვიძლია ვიპოვოთ სინათლის მოქმედებით გამოწვეული დაკნინების უახლოვნი მიზეზი? არსებობენ გამოკვლევები, რომლებიც მნიშვნელოვნად არაკვეთენ ამ მოვლენას და ამასთანავე მკიდრო კავშირში არიან ერთ საკითხთან, რომელსაც კლიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. დიდი ხანია ცნობილია, რომ სიბნელეში გაზრ-

დილი ღეროები უფრო წყლიანები არიან, მათი ქსოვილების დაძაბულობა ნაკლებია, საერთოდ ნაკლებად გამძლენი არიან, რასაც ადვილად ვიმჩნევთ სიბნელეში და სინათლეში გაზრდილი წიწმბატის ღეროების შედარების დროს. მაგრამ იგივე სხვაობას, რაც აღინიშნება ამ ორ უჯრედურეს შემთხვევებში (ე. ი. სინათლეში და სრულ სიბნელეში გაზრდილ ღეროებს შორის), უფრო ნაკლებ ხარისხით ადგილი უნდა ჰქონდეს ჩრდილში და სრული განათების პირობებში გაზრდილ მცენარეთა შორის. წარმოიშვა მოსაზრება, რომ ამ გზით შესაძლებელია გახდება პურის ნათესის ჩაწოლის მოვლენის ახსნა, რომლის ახსნასაც, როგორც ვნახეთ, უშედეგოდ ცდილობდნენ სოლიციუმის ნაკლებობით (იხ. ლექცია 1V). ასეთი მოსაზრების წარმოშობის მიზეზად შესაძლოა ის ფაქტი ყოფილიყო, რომ წვება უმთავრესად ხშირად დათესილი პურის ნათესი, ხოლო განცალკევებულად მდგარი ღეროები თითქმის არასოდეს არ გზობიან. ღეროების ხელოვნურად დასაჩრდელად იქცეოდნენ შემდეგნაირად: ერთ ან რამდენიმე მცენარეს გასწვრივ ვიღებდნენ თიხის, ეგრეთ წოდებულ საღრწაყო მილს; როდესაც ღერო პირველად მილიდან ამოიწვედა, ზემოდან მეორეს გაუკლიბდნენ და ასე შედგებოდა. გასაგებია, რომ ასეთ პირობებში მცენარე სინათლეს მხოლოდ ზემოდან იღებს, გვერდებიდან კი დაჩრდილული არის. როგორც მოსალოდნელი იყო, ასეთ პირობებში მუდამ ვიღებდით მეტად წაგრძელებულ, მაგრამ სუსტღეროებს. ამგვარი დასწავლით გაზრდილი ჯანსაღი ღეროების მიკროსკოპული შედარებით გამოკვლევის შემდეგ მოხერხდა შემდეგი სხვაობის აღნიშვნა: პირველებში



სურ 60

შესამჩნევად გრძელი უჯრედები იყო, სამაგიეროდ კედლებში გაცილებით უფრო თხელი იყო, ვიდრე მეორეში, რომელთაც უჯრედები უფრო მოკლე და სქელკედლიანები ჰქონდათ. მაშასადამე, სინათლე ზრდას კი არ აკავებს, არამედ, როგორც ჩანს, მხოლოდ სცვლის მის მიმართულებას; უჯრედთა კედლები ნაცვარდ იმისა, რომ ყოველი მიმართულებით გაიზარდონ, სქელდება. იგივე სხვაობა აღმოჩნდა ჩაწოლილი და ჯანსაღი მცენარის ლეროების მიკროსკოპიულად გამოკვლევის დროს, როგორც ამას ხედავთ ორი ასეთი ლეროს — ნორმალურის (სურ. 61 მარჯვნივ) და ჩაწოლილის (მარცხნივ) განივი განაკვეთის შედარებით. პირველს ყველა უჯრედის კედლები უფრო სქელი აქვს, ხოლო ქვემოთა რიგებში (ლეროს გარეთა მხრისაკენ) კედლები იმდენად აქვს გასქელებული, რომ ღრუ თითქმის წერტილისავე მოჩანს (განივი ზოლები, რომელნიც



სურ. 61

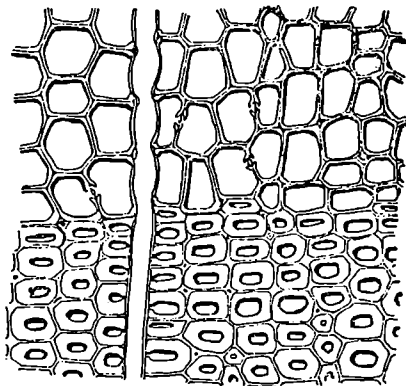
აერთებენ ზოგიერთ მოსაზღვრე ღრუებს — ფორების ხერხელებია, როგორც ეს გვაქვს სურ. 42—3), ნორმალური ლეროს სიგრძივი განაკვეთის უჯრედის კედლები, ამ გასქელების შესაბამისად, გაცილებით უფრო მოკლეა. მაშასადამე, ლეროების მეტად სწრაფად წაგრძელებაში, რასაც თან სდევს კედლების არასაკმარისი გასქელება, და ნათესის სინშირის გამო ურთიერთდაჩრდილებაში, უნდა ვხედავდეთ ბურუნის ნათესების ჩაწოლის ნამდვილ მიზეზს. ხოლო ამ მუხე გავლენის თავიდან ასაცილებელი საშუალება მდგომარეობს უფრო თხელი ან მწყრივად დათესვაში, სადაც ყოველი ლერო განვითარებისათვის საკმარის სინათლეს მიიღებს. მოყვანილი ფაქტები გვიძლევენ მცენა-

რის ზრდაზე გავრცელებული აზრების ირგვლივ კიდევ ერთი შენიშვნის გაკეთებას. ჩვენ უკვე ვნახეთ, რომ ზრდა ყოველთვის არ ნიშნავს მასის მომატებას, ვალიების დროს მოცულობის ვარდნებს თან სდევს წონაში დაკლება. ახლა ვერწმუნდებით, რომ ზრდა ყოველთვის არ ნიშნავს ორგანოს წაგრძელებას და გასქელებას, რადგან ზოგიერთ შემთხვევებში ზრდა შეიძლება სწარმოებდეს სხვაგვარად — უჯრედთა კედლების გასქელებით. უფრო სწორედ, ჩვენ მხოლოდ მაშინ ვერწმუნდებით მცენარის ზრდაში, როდესაც ვაგვიგებთ, რომ მისი უჯრედების კედლები იზრდებიან, სულ ერთია — სიგრძეზე, სიგანეზე თუ სისქეზე.

მაგრამ უჯრედების ფორმის, ახლა აღწეროთ მსგავს ცვლილებების გამოწვევა მარტო სინათლეს კი არ შეუძლია; როგორც ჩანს, ეს წმინდა მექანიკური მიზეზების ზეგავლენითაც შეიძლება. წინა საუბრის დროს ჩვენ ვნახეთ, რომ ყოველ მერქნის განივიკრიბზე შეგვიძლია გავარჩიოთ, ე. წ. წლიური რგოლები (სურ. 45, 111). ყველაზე ნათლად ეს წლიური რგოლები ეტყობათ წწივიანებს, მაგალითად ფიქსს. ამ რგოლების არსებობის მიზეზი, როგორც ჩანს, მდგომარეობს ზამთრობით მცენარეული პროცესების პერიოდულად შეჩერებაში, მაგრამ ამისდა მიუხედავად, ზამთრის მოსვენების შემდეგ, გაზაფხულზე, წინა შემოდგომით გადაღებულ უჯრედების გვერდით რომ ჩნდებოდნენ სრულიად ისეთივე უჯრედები, მაშინ მეზობელ შრეებს შორის არ იქნებოდა არაერთი განსხვავება, მათ შორის სახლგარე არ იქნებოდა შესამჩნევი, მხოლოდ შექმნიდნენ ერთ მთლიან მასას. შრეები სხილოდ იმიტომ არიან ურთიერთ შორის მკვეთრად განსაზღვრული, რომ გაზაფხულზე წარმოშობილი მერქანი მკვეთრად განსხვავდება წინა შემოდგომაზე წარმოშობილი მერქნისაგან; უბრალო თვითონ ჩვენ უკვე ვხედავთ, რომ ყოველ წლიურ რგოლში შეიძლება ორი ნაწილის გარჩევა: გაზაფხულის, ე. ი. რომელიც გულგულთან უფრო ახლოა მოთავსებული, და შემოდგომის, რომელიც ქვემოთ უფრო ახლო არის მოთავსებული; პირველი შედარებით ფაშარია და ამიტომ უფრო ბაცი ფერისაა. მეორე უფრო მკვრივია და მუქია. ამ მუქი და ბაცი შრეების მორიგეობას ჩვენ ყოველ ნაფორზე ვამჩნევთ, მაგალითად ასანთზე. მიკროსკოპით მკლავდება ამ სხვაობის ძირითადი მიზეზი. ამ სურათზე

(სურ. 62) გამოხატულია ფიჭვის მერქნის პატარა ნაკერები, ასანთის განივი მონაკვეთის ნაწილი; მასზე შუაში განივად გადის ორი წლიური შრის შორის საზღვარი.* ქვემო ნახევარში მოთავსებულია ზაფხულში წარმოშობილი უჯრედების ნაწილი და ვთქვით, წარსული წლის შემოდგომის ყველა უჯრედები, ზემო ნახევარში — ამ წლის გაზაფხულის უჯრედი. ადგილი შესამჩნევია, რა მკვეთრია შემოდგომის უჯრედებიდან გაზაფხულის უჯრედებზე გადასვლა: პირველებს შებრტყელებული ფორმა აქვთ, კედელი სქელი, ღრუს სანათური პატარა და ვიწრო, მეორეს თითქმის კვადრატული ფორმა აქვს, კედელი თხელი, სანათური დიდი. დიდი ხნის განმავლობაში ბოტანიკოსები ვერ ახერხებდნენ წლის დროთა მიხედვით უჯრედების ფორმის ცვლილებათა მიზეზის გამოკვევას, სანამ არ წააწყდნენ იმ მოსაზრებას, რომ იგი დამოკიდებული უნდა იყოს ურთიერთ წნევაზე, ქსოვილთა ურთიერთ დამახლეობაზე. ზემოთ ჩვენ გავეცანით ე. წ. სიგრძით დამახლეობის მოვლენას, ე. ი. მოვლენას, რომელიც დამოკიდებულია ღეროს ქსოვილების არათანაბარ წაგრძელებაზე, მაგრამ ასეთივე არათანაბარი ზრდა შესაძლებელია არსებობდეს და არსებობს კიდევაც სხვადასხვა ქსოვილებს შორის ღეროს განივი მიმართულებით; ქერქი მუდამ აკავებს მასზე სწრაფად მოზარდ მერქანს და, პირიქით, მუდამ იკიმება და იძაბება უკანასკნელის გველენით. ამის დამამტკიცებელ ფაქტებს წარმოადგენენ ის სიგრძივი ნაბზარები, რომელსაც ჩვეულებრივ ქერქში აქვს ადგილი მერქნის შინაგანი წნევის შედეგად. ძნელი არ არის დარწმუნება იმაში, რომ ყველაზე სადა ქერქიც კი დაკვირვებულ მდგომარეობაშია და მასასადამე, აწარმოებს მერქანზე ზედაწილს. გავაკეთოთ დანით მხოლოდ სიგრძივი განაკვეთი და დავინახავთ, რომ ქრილობა ღიად დარჩება, მისი ნაპირები ფართოდ გაიხსნებიან; ან უმჯობესია ამოვკერო ხეზე რგოლი და მაშინვე (მასასადამე, გახმობამდე) მოვითავსოთ იგი იმავე ადგილას. ჩვენ შევამჩნევთ, რომ კიდევით

უკვე მკიდრად აღარ შეეხებიან ერთმანეთს და ვერაკითხიარ ძალით მათ ერთმანეთს ვეღარ დავუახლოვებთ, მაშასადამე, ქერქი რკინის რგოლივით აწევა მოზარდ მერქანს, და რაც უფრო ძლიერად ვითარდება მერქანი, მით უფრო მეტად აწევა მას ქერქი. როგორც ჩანს, ეს დაწოლა მუდმივ იზრდება და შემოდგომაზე უდიდეს სიძლიერეს აღწევს. ამ თანდათან გაძლიერებული დაწოლის გავლენით მერქნის უჯრედები უფრო და უფრო გაბრტყელებულ სახეს იღებენ. ამ მოსაზრებათა მართებულობას საყვებით ამტკიცებს ცდა. თუ გაზაფხულიდან მერქანზე ხელოვნურად გავაძლიერეთ დაწოლა ხეზე ლიგატურის ან რკინის რგო-



სურ. 62

ლის გავკეთებით, მაშინ მთელი წლის განმავლობაში ამ ადგილებში მივიღებთ შემოდგომის უჯრედების მსგავს უჯრედებს; და თუ პირიქით, ზაფხულში და შემოდგომაზე დაწოლა ხელოვნურად შევამტკიცებთ და ამისათვის მასზე გავაკეთებთ ქრილები, ამ ადგილებში მივიღებთ გაზაფხულის უჯრედების მსგავს უჯრედებს. მასასადამე, ასეთია უჯრედთა ფორმის ცვლილებანი, რაც შესაძლებელია წმინდა მექანიკური მიზეზებით იყოს გამოწვეული**.

* სიგრძივი ზოლი, რომელიც განაკვეთს ორ მარჯვენა და მარცხენა ნაწილებად ჰყოფს — გულგულის სხევი (იხ. წინა მღეცია).

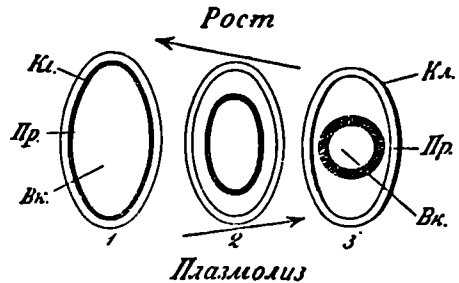
** აღმოჩენილია ქსოვილების ზრდაზე კიდევ ერთი საინტერესო წმინდა მექანიკური გავლენა. ქარის მიერ გამოწვეული მერქნის შტოების მოძრაობა (როგორც ეს XIX საუკუნის დასაწყისში ვაჩვენა ინგლისელმა მეცნიერმა ნატიბმა, რამდენადაც აღმოაჩინა აგრეთვე სიმბონის ძალის მოქმედება ბრუნავზე). და აგრეთვე მონაბო ნაწილების ხელოვნური გაკიმება (როგორც ეს ვაჩვენებდნენ თანამედროვე ზოგიერთმა ვეგეტანელმა ბოტანიკოსებმა) ხელს უწყობს მექანიკურ ქსოვილის განვითარებას. ამავე რაოდენ, ეს ქსოვილები განსაკუთრებით კარგად ვითარდებიან სწორედ მაშინ, როდესაც მათში საკმარება არსებობს.

ბომ არ შეგვიძლია შემდეგი ნაბიჯი გადავდგათ და ავხსნათ თვით ზრდის შექმნილობა. ავხსნათ, რატომ იღება საერთოდ უჯრედის ზრდა და რატომ იღებს იგი გარეშე ზემოქმედებათა გავლენით ამათუბი მიმართულებას. უჯრედთა ზრდის ძირითად მექანიზმს ბოტანიკოსები შემდეგნაირად ხსნიან: პროტოპლაზმის ცილოვან ნივთიერების ქიმიურ ცვლილების შედეგად მასში ჩნდება წყლის უფრო ხარბად შემწოვი ნივთიერებანი; უჯრედში ჩნდება წყლისებური სითხის წვეთები—*ე. წ. ვაკუოლი*. ეს ვაკუოლები ერთდებან, რის გამოც პროტოპლაზმა კედლებისკენ სწევენ (სურ. 63—1. Bk). მაშინ პროტოპლაზმა პარკის ფორმას იღებს—*ე. წ. პირველადი პარკი* (სურ. 63—1 IIp). ამ ვაკუოლოში (როგორც ჩვენ ხელსაწყოში, სურ. 46.) მასში გახსნილ ნივთიერებათა გავლენით, ოსმოტურად შვეა წყლის ახალ-ახალი რაოდენობა, რადგან უჯრედში ურულ დახურულ ზუჭში წარმოადგენს, ამიტომ ეს მომავლა უჯრედის წვეთის მოცულობაში აწარმოებს. კედლებზე წნევას და აიძულებს მას, გაიზარდოს. ამვე დროს პროტოპლაზმა თავის გარეთა კედლის შემებზე ზედაპირზე გამოაყოფს უჯრედისის ახალ რაოდენობებს, რომ უჯრედისი გამოიყოფა პროტოპლაზმის მიერ, შემდეგი მოხდენელი ცდით მტკიცდება. შესაძლებელია მიკროსკოპის ქვეშ გაეკრათ ცოცხალი უჯრედი და წყალში გამოეშუშათ პროტოპლაზმის ნაწილი; ეს პროტოპლაზმა, როგორც ყოველი სითხე თავისუფალ მდგომარეობაში, სფეროს ფორმას მიიღებს, ცოტა ხნის შემდეგ თავის ზედაპირზე გამოყოფს უჯრედისს და ახალ უჯრედად გადაიქცევა. მეტად საინტერესოა ის, რომ უჯრედისის წარმოქმნის უნარი გააჩნია მხოლოდ ბირთვის ქვემო ბლაზმის ნაწილს. ამგვარად მყარდება მტკიცე კავშირი უჯრედთა ზრდასა და ბირთვის შორის. უჯრედისის წარმოშობის ასეთივე კავშირი ბირთვსა და პროტოპლაზმისთან აღინიშნება უჯრედთა ნორმალური ზრდის დროსაც. ამასთანავე კედლების გასქელება შესაძლოა იყოს თანაბარი და არათანაბარი, *ე. ი. ან მთელ შიგნითა ზედაპირზე ან მის ნაწილზე, რაც დამოკიდებულია პროტოპლაზმის და ბირთვის მდებარეობაზე.*

ნათქვამის საფუძველზე ზრდის პროცესის ახსნა შემდეგნაირად შეიძლება. ნივთიერებათა ნარევი, რომელსაც ჩვენ პროტოპლაზმას ვუწოდებთ და, რომელიც უმთავრესად ცილებისგან შედგება, განიცდის ქიმიურ გარდაქმნას და დაშლას, რითაც ერთის მხრივ აძლევს საწყისს უჯრედის წვეთში გახსნილ ნივთიერებებს, რომელნიც ოსმოტურად იზიდავენ წყალს, — აქედან კი ვიღებთ ვაკუოლის გაზრდას და გარისს გაქიშვას. მეორეს მხრივ პროტოპლაზმის იგივე დაშლის შედეგად გამოიყოფა უჯრედისი, *ე. ი. ის საშინო მასალა, რომლისგანაც იქმნება მოზარდი უჯრედის კედლები.* თუ ჩვენ განმარტება სწორია, მაშინ, პირობათა შეზღუდვების შემთხვევაში, უნდა მივიღოთ ზრდის საწინააღმდეგო მოვლენა, *ე. ი. გაზრდის მაგივრად—უჯრედის ზომის შემცირება,* და უმთავრესად მისი ვაკუოლის და გაქიშული პირველადი პარკის ზომების შემცირება. ეს დასკვნა შემდეგი მარტივი ცდით მართლაც მართლდება: თუ უჯრედისს და, მასსადავე, მთელი ორგანიზმის მოცულობის გადიდება დამოკიდებულია წყლის შესვლაზე, ვაკუოლის ხსნარის მიერ მისი მიზიდვის შედეგად, მაშინ, პირიქით, თუ უჯრედს ან მთელ ორგანიზმს მოვათავსებთ ისეთ ხსნარში, რომელიც ვაკუოლს წაართმევს წყალს, ჩვენ მივიღებთ მის შემკუმშვას. და მართლაც, მიკროსკოპის ქვეშ ცოცხალი უჯრედი მოვათავსეთ შაქრის ან მარილის ხსნარში, რომლის კონცენტრაცია მეტი იქნება უჯრედის წვეთის კონცენტრაციაზე, დავიინახავთ, რომ უჯრედის მოცულობა შემცირდება (სურ. 63—1 და 2), ხოლო, როდესაც მაგარი ნივთიერებისგან შემდგარი კედელი ვერად შესძლებს შემცირებას, პირველადი პარკი მოცილებდა მას და თავის ელასტიკურობის გამო გაჰყვება ვაკუოლის შემცირებას (სურ. 63—2), ბოლოს სწორი ბირთვის სახეს მიიღებს (სურ. 63—3). პირველად პარკის ამ შემცირებას სიმოკლსათვის უწოდებენ — პ ლ ა მ ო ლ ი ზ ს. როგორც სჩანს, უფლება გვაქვს გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ ზრდის ძირითადი მექანიზმი — პლაზმოლიზმის საწინააღმდეგო მოვლენაა*. თუ მიკროსკოპი არა გვაქვს, მაშინ ნათქვამში უფრო მარტივად შეგვიძლია დავარწმუნდეთ, ავიღოთ რომელიმე ბალახის წვენიანი

* სურ. 63-ზე ეს ჩვენ სიმბოლოურად ისრებით აღინიშნეთ. როგორც უკვე ზემოთ არის ნათქვამი, კედლი, რადგან იგი მაგარი ნივთიერებისგან შედგება, ცხადია საწინააღმდეგო პროცესის ისეთი სისრულით ვერ წარმოვიდგენს, როგორც პირველადი პარკი. Kz ნიშნავს უჯრედისს, IIp — პირველად პარკს, Bk — ვაკუოლს.

ყლორტი ან საყვავილე ყლორტი, ზუსტად გაეზომით მისი სიგრძე და ჩაედოთ სუფრის მარილის 5% ხსნარში. რამდენიმე ხნის შემდეგ ხელახლა გაეზომოთ მისი სიგრძე და დაერწმუნდებით, რომ ის მნიშვნელოვნად დამოკლდა, მაშასადამე, ადგილი აქვს ზრდის საწინააღმდეგო მოვლენას. გადავიტანოთ იგი წყალში, ისინი დაუბრუნდებიან პირველად ზომას და განაგრძობენ სიცოცხლეს და ზრდას; მაშასადამე, მათზე ჩატარებულმა ცდამ, მათი დაზიანების გარეშე, მოგვცა ზრდის მექანიზმის ჩვენი განმარტების შემოწმების საშუალება.



სურ. 63

თუ უჯრედის კედელზე წვენი წნევის გაზრდა რაიმე მიზეზით შეაკვებული იქნება, თუ მაგალითად, უჯრედი წყლის შეწოვასთან ერთად მას აორთქლებს და ხსარჯავს, მაშინ პროტოპლაზმიდან წარმოშობილი უჯრედისი განაგრძობს ვალდების კედლის შეგინთა მხარეზე და გამოიწვევს მის გასქელებას. ეს გასქელებული კედელი თავის მხრივ უფრო ნაკლებად დაპყვება წვენის წნევისა და უფრო მეტად შეაკვებს უჯრედის ზრდას. ამგვარად აიხსნება ზემოაღნიშნული ფაქტი, რომ ღეროს ზრდის შეჩერება კედლის გასქელებასთან შეიძლება კავშირში იმყოფება. ამევე დროს, ჩვენ ვხედავთ, რომ ორგანიზმის ზრდის ეს შეჩერება და ერთდროულად მისი უჯრედების კედლების გასქელება უნდა მივიღოთ წყლის ნაკლებობის დროს. დასასაშვებია, რომ სინათლის მოქმედებით გამოწვეული ზრდის შეკლება, რასაც ჩვენ ზემოთ გავცემით, დამოკიდებულია იმაზე, რომ შევინარე სინათლის გავლენით უფრო ძლიერად აორთქლებს წყალს, რის გამოც ზრდის გამოწვევი დაწოლა წვენის კედელზე ვერ აღწევს ისეთ დაძაბულობას, როგორც ჩრდილის ან სიბნელის პირობებში წყლის სიკვარბის დროს.

მხრივი გაშუქების დროს ზრდაც არათანაბარი იქნება, რის შედეგადაც მოიღება სინათლისაკენ გადახრა.

აღრე ვნახეთ, რომ ქსოვილთა ზრდა შესაძლებელია უშუალოდ მექანიკური წნევით იქნას შეკვებული (მერკნის ზრდა); ახლა ვხედავთ, რომ იგი შესაძლებელია შეაკვებულ იქნას შინაგანი წნევის შემცირებითაც, რომელიც ორივე შემთხვევაში გარსების ძლიერი გასქელებით შელავნდება. გარეგანი ფაქტორების ცალმხრივი მოქმედების დროს მთელი ქსოვილების ზრდა არათანაბარი იქნება და გამოიწვევს მთელი ორგანიზმის გამარულდებას, მაგრამ ასეთივე არათანაბარი ზრდამ შესაძლებელია თავი იჩინოს ერთი და იგივე უჯრედის სხვადასხვა ნაწილებშიც, რაც, როგორც ზემოთ გვქონდა ლაპარაკი, წარმოადგენს პროტოპლაზმისა და ბირთვის განაწილების შედეგს. მათალაც შემწეულია, რომ როდესაც ცალკეული უჯრედები მრულდებიან, გამრულებულ მხარეს აღინიშნება პროტოპლაზმის დაგროვება. აღბათ ეს მხარე უფრო მეტად არის გასქელებული და მეტ წინააღმდეგობას უწყებს წვენის ოსმორტურ წნევს და ნაკლებად იბიშება. საჭიროა კიდევ დაეუმატოთ, რომ მარტო გარსების სისქე არ ახდენს გავლენას ზრდის მოვლენაზე; უჯრედის გარსის ქიმიური და ფიზიკური თვისებანი შესაძლებელია იცვლებიან და მას შერტ ან ნაკლებ დრეკადობას ანიჭებენ. დამტკიცებულია განსაკუთრებული ფერმენტის არსებობა, რომელიც არბილებს კედლის უჯრედის. ადგილობრივ ამგვარი ფერმენტის წარმოშობამ შესაძლოა გავლენა იქონიოს უჯრედის ზრდის მიმართულებაზეც, მის

თუ ამგვარად ჩვენ შეგვიძლია ჰელიოტროპიზმის მოვლენის დაცემობიდან წყლის აორთქლებასთან, მაშინ ამავე გზით იქნება შესაძლებელი გახდეს დარვინის ცდებში მარცვლოვანთა პირველ ფოთლებზე ჰელიოტროპულ მოქმედების გადაცემის კერძო შემთხვევის ახსნა. მოვიგონოთ, ეს ორგანიზმი რა ნერვულიად გამოყოფენ თავიანთ წვერზე წყლის წვეთებს. აქედან ჩვენ უფლება გვაქვს გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ ეს კენწეროებიც ასევე ენერგიულად აორთქლებენ წყალს. წყლის ეს დაკარგვა უნდა შევიტოს ქვემოთ მოთავსებული ზრდის ზონიდან და, მაშასადამე, ცალ-

გარეგან მოხაზულობაზე. ამ ფაქტებმა თავის მხრივ შესაძლოა ჩვენ მოგვეცეს გასაღები თვითმოცილობებზე ფესვებზე დარკინის ზემოთაღიწველ დაკვირვების ასახსნელად. ადელი შესაძლებელია, რომ უჯრედებში ჯერ კიდევ მერად ახალგაზრდა ასაკში, მაშასადამე, ფესვის თათთან ახლოს, თავს იჩენს პროტოპლაზმის და ბირთვის ის არათანბარი განაწილება და სხვა, რომელსაც შესაძლებელია შედეგად მოაქვს მცენარის შედარებით არათანბარი ზრდა და მთელი ორგანიზმის გამარულდება.

მხოლოდ ახლა შეგვიძლია საუბრით შევაფასოთ, რამდენად მრავალფეროვანი შეიძლება იყოს უჯრედები პირობების ზეგავლენა ორგანიზმის, ქსოვილის, უჯრედის ნაწილის ზრდაზე და ყველა ამ მოვლენებს ერთობლიობაში როგორი რთული კომბინაციების მოცემა შეუძლია. ვისაგები ხდება, როგორ განუსჯელად იქცეიან ისინი, ვინც ყველა ამ შესაძლებელ ახსნების გამოყენების ცდის ნაცვლად ზრდის მოვლენებში ხედავენ მცენარის რალს შეგნებულ ფსიქიურ მოქმედების შედეგს.

მაგვამ დროა ისევ დადუბრუნდეთ ჩვენს წიწმას და სატაკურს. ჩემი ლაბორატორიის დროს შევამჩნიეთ ანარქული სინათლის სხივები ციფლებზე როგორ იწვედა თანდათანობით ზევით — ახლა იგი, არა შეათე, არამედ თითქმის მეორმოცე განაყოფბა. ეს დამოკიდებულია იმაზედაც, რომ სარკე თანხის მდებარეობიდან მივიდა რასის მდებარეობაში; მაშასადამე, ჩვენ თვით ვნახავთ, როგორ იზრდება მცენარე. ამავე დროს წიწმას ფესვის ბოლო დიდი ხანია გამოიწვია მის ირგვლივ ფანქრით დანიშნულ რკალიდან და მნიშვნელოვნად წარმოქმნა. მაშასადამე, ჩვენ შეგვიძლია დავინახოთ არა მარტო ამ პროცესის შედეგი, არა მარტო მისი უახლოესი მიზეზი, ე. ი. უჯრედთა ზრდა და გამრავლება, არამედ შეგვიძლია თვით პროცესის, ე. ი. იმ მოძრაობის შემჩნევა, რომელსაც ზრდა ეწოდება*.

ამგვარად ჩვენს მიერ ლეციის დასაწყისში დაყენებული ამოცანის პირველი ნახევარი შესრულებულია. მაგვამ ხომ არ არის შესრულებული მეორეც? შეგვიძლია თუ არა მცენარის ზრდის მოსმენა? მაგალითად შეგვიძლია თუ არა მცენარე როგორმე ვაიძულოთ, რაიმე ბგერებით შევატყუო ბინოს, როდის ცხოვრობს იგი კარგად, ცუდად, როდის არის იგი მაძლარი, მშვიდი? შემდეგი ცდა ამაზე დადებით პასუხს მოგვეცემს. მინის ზარის ქვეშ, რომლის კიდე მქიდროდ არის მოთავსებული მინის მქრქალ ფირფიტაზე (სურ. 64—A) ხელოვნურ თეთრ ნიღაფში** იზრდება მცენარე. მაგვამ ჩვენ ვიცით, რომ მცენარის საცეხის ერთერთ მთავარ წყაროს —ჰაერის ნახშირორბანი წარმოადგენს. როგორ მოვახერხოთ, რომ ზარის ქვეშ მოთავსებული მცენარე უზურველყოთ ნახშირორბანით და რაც მთავარია —როგორ გავიგოთ, რომ იგი მართლაც გამოიყენებს მას?

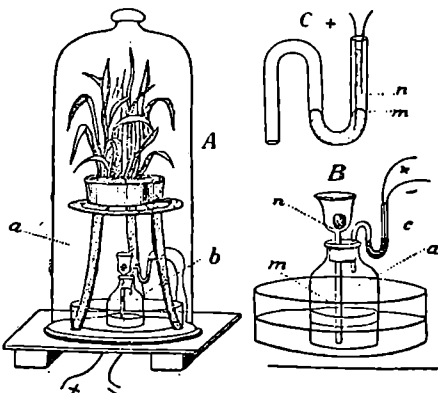
ჩვენ ვიცით, რომ ატმოსფერული გაზების შემართ მცენარისა და ცხოველის ცხოველყოფილობა დიამეტრალურად საწინააღმდეგოა. მცენარე შთანთქავს ნახშირორბანს, გამოჰყოფს ეთანგაზს; ცხოველი მშთანქავს ეთანგაზს, გამოჰყოფს ნახშირორბანს. მაშასადამე, თუ ჩვენ ზარის ქვეშ ჩავსვამთ ცხოველს, მაშინ ისაც და მცენარეც მშვენიერად იცოცხლებენ: ისინი ამგვარად შესაძლებენ სიცოცხლეს განუსაზღვრელი დროს განმავლობაში. მაგვამ ცხოველი ჩვენ შეგვიძლია შევეცადოთ ამ ხელსაწყოთ (სურ. 64—B), რომელიც გაზების ცვლის მხრივ სრულიად ისე იმოქმედებს, როგორც ცხოველი. გარკვეული გაგებით იგი ხელოვნური ცხოველი იქნება. აი როგორ არის მოწყობილი ეს ხელსაწყო. მინის ტურკელში (სურ. 64—B) ჩასხმულია სითხე, რომელიც ხარბად შთანთქავს ჰაერის ეთანგაზს. მის შუაში დგას მინის ქილა, რომლის საცობში ძირაღმე გაყვანილია მინის ძარბის მილი და კიდევ მეორე, ორჯერ მოღუნული მილი. ქილის ძირზე ასხია

* რომ ვაიგოთ მცენარე სინამდვილეში რამდენად გაიხარდა, საკმარისია გავხომოთ ტოტონაქსა და კედელს შორის მანძილი. ზრდის ნაწილი ნაბრტე, როგორც უკვე ნახველი იყო, იმდენჯერ ნაქლებია ანარქული სინათლის რაღწევაზე, რამდენჯერაც ეს მანძილი მერტა კლების განივ კოილზე. ნახვევია, რომ თუ ამ ხელსაწყოთ საშუალებით შესაძლებელი ხდება დიდი დარბახის ბოლოში მყოფ პირთ დავანახოთ დროს ზრდა ნაწევარი საათის ან საათის განმავლობაში, ახლო მყოფ დამკვირვებელს შესაძლებლობა ექნება სინათლის სტივის მოძრაობის აღნიშვნა ერთი წამის განმავლობაში. და მართლაც, ამ გზით ხერხდება ზრდის ნაბრტე დაკვირვება ყველ წუთის განმავლობაში ე. ი. წამის ისრის მოძრაობის მსგავსი მოძრაობის დანახვა.

** იხილეთ ლექცია IV.

სიმევე, ხოლო ძაბრში მოთავსებულია მარმარილოს ან ცარცის პატარა ბურთი. ახლა ენახოთ, რა მოვლენას ექნება ადგილი ამ ხელსაწყოში, როდესაც მას მოვითავსებთ ყურღ დასუფრულ ზარის (A) ქვეშ. ზარის ქვეშ მოთავსებულია ჰაერი და, მაშასადამე, ენგბადი. ეს ენგბადი ხელსაწყოში მოთავსებული სითხის მიერ იქნება შთანთქმული*. ამის შედეგად ჰაერის (a) მოცულობა ზარის ქვეშ შემცირდება, შემცირდება აგრეთვე ზარის ქვეშ ჰაერის წნევაც, ხოლო თუ იგი შემცირდა, მაშინ ჰაერის მიერ მოცულობა (b), რომელიც მოთავსებულია სიმევეიან ქილაში, გაფართოვდება, რაც გამოიწვევს მის წნევის სიმევეზე, აიძულებს მას აიწიოს მილში და შევიდეს ძაბრში (ე. ი. სიმევის ღონე, რომელიც იყო III-თან ახლა II-თან იქნება, სურ. 64—B). მაგრამ იგი აქ შეხვდება მარ. მარილოს ან ცარცის ბურთს და მისგან გამოჰყავს ნახშირორჟანგს**. ეს ნახშირორჟანგი შესცვლის შთანთქმულ ენგბადს და გამოიყოფა ექამდე, ვიდრე ზარის (A) ქვეშ არ დამყარდება წინანდელი წნევა; მაშინ ჰაერი ქილაში (b) შემცირდება წინანდელ მოცულობამდე. ხოლო ამისთან ერთად სიმევეც II ღონიდან ისევ დაუბრუნდება III ღონეს, და ყოველივე წონასწორობაში მოვა, ვიდრე ენგბადის მშთანთქმელი სითხე ხელახლა არ შთანთქავს ენგბადს და ხელახლა არ დაარღვევს წონასწორობას ზარის ქვეშ მოთავსებულ ჰაერსა (a) და ქილაში მოთავსებულ ჰაერს (b) შორის. ხომ შეიძლება უფლება ამ ხელსაწყოსათვის ხელოვნური ცხოველი მეწოდებინა? იგი სუნთქავს, შთანთქავს ენგბადს და დაახლოებით თანაბარი რაოდენობით ამოისუნთქავს ნახშირორჟანგს. ზარის ზემო ნაწილში საძევეზე მოთავსებულია მცენარე; იგი ისარგებლებს ხელსაწყოში მიერ განთავსებულ ნახშირორჟანგით და გამოჰყავს ენგბადს, რომელიც ხელახლა შთანთქმება B ხელსაწყოში მოთავსებულ ენგბადის მშთანთქმელი სითხით. ერთი სიტყვით, მცენარესა და B ხელსაწყოში შორის დამყარდება ნივთიერებათა ისეთივე ბრუნვა, როგორსაც ადგილი აქვს მცენარესა და ცხოველს შორის. მცენარე ზარის ქვეშ უხრუხრეყოფილი იქნება პერიოდულად

თვითმოქმედი ნახშირორჟანგის წყაროთი. ნახშირორჟანგით ეს უხრუხრეყოფა გავრცელდება ექამდე, ვიდრე გაისწნება შიგლი ჰარმარილო, ე. ი. ენგბადზე და ადგილი და კვირების განმეორებაში. ამგვარად მცენარე შესაძლოა მარმარილოს არ ენგბადს და იგი მთლიანად დაშლოს და მოიხმაროს მისი ნახშირორჟანგი***. მაგრამ იმის გასაგებად, რომ ზარის ქვეშ ყველაფერი წესრიგზეა, ე. ი. ნახშირორჟანგი გამოიყოფა და შთანთქმება მცენარის მიერ, ხელსაწყოში თანდათული აქვს კიდევ შემდეგი მოწყობილობა: ორმაგად მოხრილ მილში (სურ. 64—C გამოხატულია დაწვრილებით) ასხია სინდიის ერთი წვეთი. გასაგებია, რომ როდესაც ჰაერის (b) გაფართოების შედეგად (სურ. B) სიმევის ღონე ძაბრში III-დან აიწევს II-მდე, მაშინ მილშიაც სინდიის ღონე აიწევს II-დან I-მდე (სურ. C). ამ მილის ღია ბოლოში გაყვანილია ორი იზოლირებული გამტარი, რომელთაც უერთებენ ჩვეულებრივ ელექტრობას; ერთი გამტარი ჩაძირულია სინდიის, მეორე უფრო ზემოთ თავდება და ეხება სინდიის მხოლოდ მაშინ, როდესაც იგი II ღონემდე აიწევს. ამ მოწყობაში ელექტრობა გაჰყავს ჩაიქვებდა და ზარი დარეკავს. ძნელი არ არის ხელსაწყოში იმგვარად მოწყობა, რომ ნახ-



სურ. 64.

* ამ ხსნარმა არ უნდა შთანთქას ნახშირორჟანგი,—ქიზია შიგლი რიც ასეთ ნივთიერებებს გვაწვდის.

** იხ. III ლექცია.

*** ამ მარმარილოს დროგამომუშებით აწონიეთ, ჩვენ შევიძლია დაახლოებით განესაზღვროთ, რამდენი ნახშირორჟანგი მიიღო მცენარემ გარკვეული დღეების ან კვირის განმეორებაში.

შირორანგის გამოყოფა იწყებოდეს მხოლოდ მაშინ, როდესაც იგი ზარის ქვეშ მტერე რაოდენობით რჩება და, რომ ყოველ ჯერზე ნახშირორანგის გამოყოფასთან ერთდროულად ირეკებოდეს ზარი. სწორედ ისევე, როგორც ნახშირორანგის გამოყოფა თავისთავად წყდება, იმიტომ რომ სიმძავე უბრუნდება წინანდელ დონეს m-ს, ზარიც აღარ უტარებს, რადგან სინდიის წვეთი უბრუნდება პირვანდელ მდგომარეობას და ხდება ჯაქვის განრთვა. მაგრამ, თუ ხელსაწყოში რაიმე მოშლის მიზეზით ნახშირორანგი თავის დროზე არ გამოიყოფა, ზარი დაუსრულებლად განაგრძობს რეკას. სამწუხაროდ, ხელსაწყოს ამოქმედება მე არ შემძლია, რადგან არაერთხელ აღვცინიწინია, რომ მისი მოქმედება დამოკიდებულია მცენარის მიერ ეანგბადის გამოყოფაზე, ეს პროცესი კი მხოლოდ დღის სინათლეში სწარმოებს. მაგრამ მე შემძლია შევიმუშაო წარმოდგენა მისი მოქმედების შესახებ. თუ ზარის (ა) ქვეშ სწრაფად გავაეცივებთ ჰაერს, მაშინ ადგილი ექნება მისი მოცულობის ისეთსავე შემცირებას, რაც მოხდებოდა ეანგბადის შთანთქმის შედეგად, ხოლო ამ შემცირებას, თუ ხელსაწყო კარგად მუშაობს, ისეთივე შედეგი მოსუყვება ე. — მარმარილოს ნაჭრიდან ნახშირორანგის გამოყოფა და ზარის რეკა. ზარის ქვეშ ჰაერის ადვილად გასაცეხლად მე ზარს შევასხურებ ეთერს. ჰაერი გაცივდება, შემცირდება, სიმძავის სვეტი დასველებს მარმარილოს, იგი აქაფდება, ვინაიდან გაანთავისუფლებს ნახშირორანგს, და იმავე წუთში ზარი დაიწყებს რეკას; მაგრამ აი უეცრად ცაითების მოქმედება შეწყდა, ყველაფერი დაუბრუნდა პირვანდელ მდგომარეობას და ზარის რეკაც შეწყდა.

მაშასადამე, მთელი ხელსაწყოს მოქმედება შემდგენიანია: ყოველთვის, როდესაც მცენარეს შემოაკლდება ნახშირორანგი, იგი თვით გასცემს მას (B) ხელსაწყოდან, და ამ დროს ზარი რეკას. თუ ხელსაწყო მოიშალა და თუ ნახშირორანგი არ გამოიყოფა, მაშინ ზარი გაუჩერებლად რეკას.

მე რომ რამდენიმე წუთის წინ თქვენთვის მეკითხა: შეიძლება თუ არა ვაიძულოთ მცენარე, რომ ზარის რეკით გვაძენის როლის მოშვებდა, უფრო მეტად როდის არის მოსალოდნელი დამშვების შესაძლებლობა, რასაკვირველია, მას უდვილო ოხუნჯობად ჩათვლიდით. მაგრამ ჩვენი ხელსაწყოს პირდაპირი მნიშვნელობა სწორედ ეს

არის. მისი მოქმედების მიზნეს მცენარის ცხოველყოფილება, მის ნახშირწყლის დაშლისა და ეანგბადის გამოყოფის უნარი წარმოადგენს. ამ უნარით ჩვენ ვისარგებლეთ, და მცენარე იძულებული გახდა, კვების წარმოტენით მიმდინარეობა ეცნობებინა ზარის დროგამოშვებით ხანმოკლე დარეკვით და აეტება განაწილ, ეთხოვა შეეღა შიშვილის შესაძლებლობის შემთხვევაში. ერთი სიტყვით, ჩვენს მას ვაიძულებთ პირობითი ნიშნებით გვაცნობოს, როდის ცხოვრობს ის კარგად და როდის არ ავად.

მაშასადამე, ლექციის დასაწყისში ჩემს მიერ დასმულ კითხვაზე, უფლება გვაქვს გავცეთ დადებითი პასუხი; ჩვენ შეგვიძლია არამც თუ დავინახოთ, არამედ მოვისმინოთ კიდევ, როგორ აზრდება მცენარე. ელები, რომლებსაც ამ დროს გავეცანით, ამავე დროს მოგვცემს თვალსაჩინო წარმოდგენას იმ ხერხებზე, რომელთაც უნდა მივმართოთ ბუნების შესწავლის შემთხვევაში. ჩვენ არ ვკმაყოფილდებით დამკვირვებლის როლით, არამედ ვებრძვით მას, და ექსპერიმენტული ხელოვნება კი გვაწვდის ხელსაწყოებისა და ხერხების მთელ წყებას. მცენარე უტყვია, იგი არ იძლევა პასუხს, და ჩვენ ვაიძულებთ ვაისწეროს; მას არ შეუძლია ლაპარაკი—ვაიძულებთ დარეკოს, მაგრამ ასეა თუ ისე, ვღებულობთ დასმულ საკითხზე პასუხს. ზემოდარნი არიან ისინი, ვინც ექსპერიმენტულ ხელოვნებაში ხელავე განაწილებს აზროსათვის შეუფერებელ, თითქმის მექანიკურ მოქმედებას. შემედარი იყო თვით გენიალური პოეტი გოეთეც, რომელიც ქემმარტების კლდევის ორ გზის—გონებრივი ქვერტისა და ედის შორის ხელადა რაღაც შეუსაბამობას, რის გამოც ფუნსტს ბუნების შესახებ შემდეგი აზრი გამოათქმევინა:

Geheimnisvoll am lichten Tag
Lässt sich Natur des Schleiers nicht berauben,
Und was sie deinem Geist nicht offenbaren mag,
Das zwingst du ihr nicht ab mit Hebeln und
Mit Schrauben.

რასაკვირველია, ბერკეტს და მუხრუქს არასოდეს არ გამოუძალიათ ბუნებისათვის მისი საიდუმლოება—ამას ანხორციელებდა მათში ჩაქმნილი მკვლევარის გამკრინი აზრი და შეუდრეკელი ნებისყოფა. გამოკვების იარაღი შემოქმედებითი აზრის ისეთივე პროდუქტია, როგორც მით დადასტურებული მოძღვრება: იგი — თვითონ

აზრია დაკრისტალებული, ხელშესახებ ფორმანი-
ლებული. განა საკვირველი არ არის, რომ იმ
დროს, როდესაც თითქმის ევროპის ყოველ დიდ
ქალაქში დიდი ხანია შეიძლება ნახვა იმ სამარც-
ხენო იარაღების კრებულისა, რომლებითაც ადა-
მიანი ასე უშედეგოდ ცდილობდა გაეგო ქეშმარი-
ტება თავის მსგავსთაგან, მხოლოდ მიმდინარე
წელს წამოიჭრა აზრი ერთად დაგროვილი ყოფი-
ლიყო ის იარაღები, რომელსაც ადამიანი ხმარობ-
და ბუნებასთან ბრძოლაში, წამოიჭრა სურვილი
თვალსაჩინოდ შეჯამებული ყოფილიყო იმ სამი
საუკუნის მანძილზე მიმდინარე ბრძოლა, რომელ-
შიაც იგი ძღვეამოსილად იკვლევდა ბუნების საი-
ღუმლოებებს. განა უფრო საოცარი არ არის ის
გარემოება, რომ ჯერ კიდევ მოიპოვებთან პირო-
ვნებები, რომლებიც ხან გულუბრყვილო გაკვირ-
ვებას გამოსთქვამენ იმის გამო, რომ განვითარე-
ბული გონების მქონე ადამიანებს შეუძლიათ შეს-

წავლის საგნად რომელიმე ბაყაყის ან ბალახის
არჩევა, ხან კი აშკარა გულისწყრომით აცხადებენ,
რომ ბუნების შესწავლა იპყრობს ადამიანის გონე-
ბას მატერიალური საგნებისადმი, დააცილებს უფ-
რო მაღალ ამოცანებს, აიძულებს მას ჩაიკეტოს, და-
კნინდეს. ამასთანავე ხშირად სევდით გადახედავენ
წარსულს, როდესაც, თითქოს, ადამიანის გონება
მიპყრობილი იყო მხოლოდ მისთვის უფრო შესა-
ფერის საგნებისაკენ? სამართლიანია განა ასეთი
საუვედლო? მართლა ხომ არ ავიწროვებს აზრს
ბუნებისმეტყველება, ხომ არ აქუცმაცებს ადამი-
ანის გონებას? მართლა ხომ არ არის იგი სხვა
მეცნიერებებზე ნაკლებად შესაფერისი ადამიანი-
სათვის, მაშინ, როდესაც უკვე გეჰქონდა შემთხვე-
ვა დაგრწმუნებულიყავით, რომ იგი ზოგჯერ
მისთვის იმას ხდის ხელმისაწვდომად, რაც ძველ
დროში მხოლოდ უკვდავი ღმერთების ხვედრი
იყო?

ყვავილი და ნაყოფი

მცენარის წარმოქმნა უსქესო და სქესობრივი გზით. — ყვავილი. — ყვავილის არსებითი ნაწილები. — ჯვრცხურჯრედი და მტკერი. — განაყოფიერება. — განაყოფიერება უპარტიკეს მცენარეებში. — მოწყობილობები, რომელნიც უზრუნველყოფენ ყვავილეთი მცენარეების განაყოფიერებას. — ყვავილის ე. წ. არასრული ნაწილების მნიშვნელობა. — თვით-განაყოფიერება და ჯვარედინი განაყოფიერება. — ქარის და მწერების მნიშვნელობა. — ყვავილის ის ნაწილები, რომელნიც მწერების მოზიდვას ემსახურებიან. — ყვავილების განსაკუთრებული ფორმები, რომელნიც მოწყობილი არიან მწერების დაზიანებით ჯვარედინი განაყოფიერებისათვის. — ხელოვნების წვლილი კულტურულ ჯიშების შექმნაში. — შერჩევის მნიშვნელობა. — ფიზიოლოგიური ცოდნის არა სკამარისობა სქესობრივი პროცესის არსის შესახებ. — ნაყოფის სხვადასხვაგვარი ფორმები, მათი გაფანტვა ქარის, წყლის და ცხოველების საშუალებით. — ცოცხალმადი მცენარეები. — თესვების გაფანტვა: უძრახელა, უკადრისა და კიტრანა, ნაყოფების გაფანტვა ქარის საშუალებით: ქოთრი და საფრენი — გაფანტვა წყლის საშუალებით: კოკოსის კაკალი. — გაფანტვა ცხოველების საშუალებით: კაუჭიანი ნაყოფები. — ფითრი — მიწას ჩაახრია: ლინარია ციმბალარია. — გაახრია თუ არა მცენარეს გონება.

მცენარის მაგარი ნაწილების აგებაზე დახარჯული საკვები ნივთიერებანი თავის საბოლოო დანიშნულებას ზრდის პროცესში აღწევენ. ამგვარად მცენარეთა არსებობა კვებასა და ზრდაში მდგომარეობს. მცენარე იკვებება იმისათვის, რომ გაიზარდოს, იზრდება იმისათვის, რომ იკვებოს, ე. ი. გაადიდოს საკვების მიმღები ორგანოების ზედაპირი. ეს ორი პროცესი შესაძლოა ძალიან ღიად ხანს მიმდინარეობდეს, ზოგიერთ მცენარეებში ათას წლობითაც კი, მაგრამ მიანიღვალავი აქვს ერთგვარ ზღვარს, თუმც მართალია რი ვთქვამთ, ჩვენ არ შეგვიძლია ავხსნათ ამგვარი ზღვარის აუცილებლობა, ჩვენ არ შეგვიძლია გავივლოთ, რატომ არ შეიძლება ერთი და იგივე მცენარეული ორგანიზმი განუსაზღვრავად არსებობდეს. მართლაც წარმოვიდგინოთ მცენარე, რომელმაც შექმნა მარწყვის მსგავსად მიწისზედა კვავალები, ან კანგას მსგავსად მიწისქვეშა ღეროები ე. წ. ფესურები; ეს ახალი ნაწილები გაიფანტებიან და დიპტერენ სულ უფრო და უფრო მეტ ფართობს; ხნიერა ნაწილები კი თანდათანობით განიცდიან კვდომას; ამ დროს გაწყდება კავშირი ახალ ნაწილს შორის, ისინი განცალკევდებიან, მაგრამ მიანიღვ ერთი და იგივე მცენარის ნაწილებს წარმოადგენენ, რომელიც იშლება ერთი ბოლოდან, მაგრამ მისი მეორე ბოლო აგრძელებს ზრდას. ანდა ავიღოთ მეორე მაგალითი

მეტქიანი მცენარეებიდან: ცნობილ ინდურ ღვინვუნარი აქვს თავის ფართოდ გადართული შტოებიდან განავითარის დამატებითი ფესვები, რომელნიც აღწევენ მიწას, სქელდებათ და სეცტების მსგავსად იმაგრებენ ამ ტოტებს, ისინი ერთსა და იმავე დროს წარმოადგენენ საყრდენსაც და აუცილებელი საკვების მიწოდებელსაც. ამგვარად, ერთ ხეს შეუძლია მთელი დესტინების დაფარვა. აქაც შესაძლოა ძირითადი ღერო დიშვალოს, მაგრამ იგი ხელს არ შეუშლის ფესვების ქმნე ტოტებს არსებობის გაგრძელებაში, მაგრამ მცენარის გამარჯვების უნარი ჯერ კიდევ ასეთი გაზრდით არ განისაზღვრება; მას სხვა სახეც აქვს. მცენარის მთლიანმა ნაწილებმა, მაგალითად ფოთლიანმა ყლორტებმა შესაძლოა მიიღონ განსაკუთრებული ფორმა და ამგვარად სასებელი მოსიკლდნენ მათ წარმოქმნილ მცენარეს; ასეთია მაგალითად ბოლკვები, რომელნიც ჩნდებიან შროშანის ფოთლების კუთხეებში ან ტუბერები, კარტოფლის მიწისქვეშა ღეროებ, რომელნიც სახეცელი ღეროებად მიგვანინა. ამ ორგანოებიდან წარმოშობილი ყველა მცენარე შეგვიძლია განვიხილოთ, როგორც ერთი და იგივე მცენარედან გამოცალკევებული განსტობება, რაც წარმოადგენს მის სწრაფ და თვისებურ ზრდის შედეგს. მცენარეთა გამრავლების ასეთი და ამის მსგავსი ხერხები თითქოს სრულიად სკამარისი

უნდა ყოფილიყო ერთი არსების უსასრულოდ არსებობის უზრუნველსაყოფად. მაგრამ აღმოჩნდა, რომ მცენარეული სიცოცხლე არ შეიძლება გრძელდებოდეს განუწყვეტელი ერთი და იგივე მიმართულებით; დროგამოშვებით მან უნდა შეწყვიტოს თავისი განვითარება, ხელახლა მიღწეოს თავის საწყისებში, პირველ უჯრეტს, იმისათვის, რომ გაიაროს იგივე გზა ისეთივე თანმიმდევრობით. ერთი სიტყვით, მცენარეთა სიცოცხლეში, ისევე, როგორც ცხოველთა სიცოცხლეში იქვე გამოწვევით თაობათა აუცილებელ მორიგეობას, განვითარების სხვადასხვა საფეხურების აუცილებელ მორიგეობას, რომელსაც ხნოვანებას ვუწოდებთ. უფრო მეტიც, როგორც ჩანს, ამ პერიოდულად განახლების დროს ახალი ორგანიზმის შექმნაში მონაწილეობას უნდა იღებდეს არა ერთი, არამედ ორი არსება. ეს არის ქორწინების მოვლენა. ორგანული კიბის ყველა საფეხურზე ქორწინება, დაწყებული წყალმცენარეებიდან და გათავებული ადაპიანით, ერთსა და იგივე მოვლენას წარმოადგენს: ეს არის ორი ინდივიდის, ორი სიცოცხლის შეერთება, უახლოესი გაგებით, ეს არის ორი უჯრედის გაერთიანება.

ამ დასკვნაში, რომ მცენარეული სიცოცხლის განსამტკიცებლად აუცილებელია ქორწინების გზით მისი პერიოდულად განახლება, ვრწმუნდებით იმ ფაქტის საშუალებით, რომ მცენარეთა სამეფოს ყველაზე უმდაბლესი წარმომადგენლების გარდა, რომელნიც, ავთ ვთქვათ, ორგანიზაციის საზღვარზე დგანან, ჩვენთვის არ არის ცნობილი მცენარეთა არც ერთი ისეთი ჯგუფი, რომელიც არსებობას ინარჩუნებდეს მხოლოდ უსქესო გამრავლებით, რომელსაც ვერც არ იყოს წარმოდგენილი აქ პროცესის გვერდით მეორე — სქესობრივი გამრავლება ანუ ქორწინება.

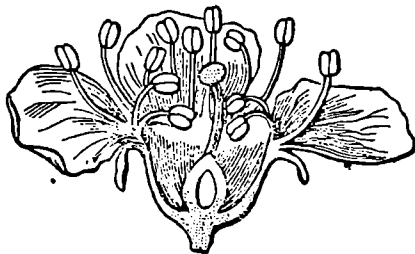
ახლა ვნახოთ რა ფორმით არის მოცემული ქორწინების მოვლენა მცენარეთა სამყაროში.

თავდაპირველად ორი სქესის არსებობა შემჩნეული იყო მხოლოდ ზოგიერთ მცენარეებში, სახელადობრ ყვავილოვან მცენარეებში, საიდანაც წარმოსდგა XVIII საუკუნეში ლინეის მიერ მოცემული სახელწოდება აშკარა მექორწინენი, დანარჩენებისაგან განახავებით, რომელნიც მის მიერ იღუმალ ნექორწინებდალ იყვნენ წოდებულნი. ამჟამად იღუმალ მექორწინე მცენარეების სახელწოდებამ დაკარგა აზრი, ვინაიდან განაყოფიერების მოვლენა აღმოჩენილია მცენარეთა ყველა კლასში, გარდა ყველაზე უმარ-

ტივეს ორგანიზმებისა, სადაც იგი შესაძლოა მარტლაც არ არსებობს.

აზრი, რომ ყვავილში უნდა მიმდინარეობდეს ის პროცესი, რომელსაც ჩვენ ვუწოდებთ ქორწინებას და, რომ ამ პროცესის შედეგს წარმოადგენს ნაყოფი და თესლები, ე. ი. ახალგაზრდა ჩანასახოები მცენარე — უნდა წარმოშობილიყო მეტად დიდი ხნის წინათ, მაგრამ, ჯერ ორი საუკუნე არც კი არის მას შემდეგ, რაც იგი არსებობს, როგორც გაჩვეული მცენიერული მოძღვრება.

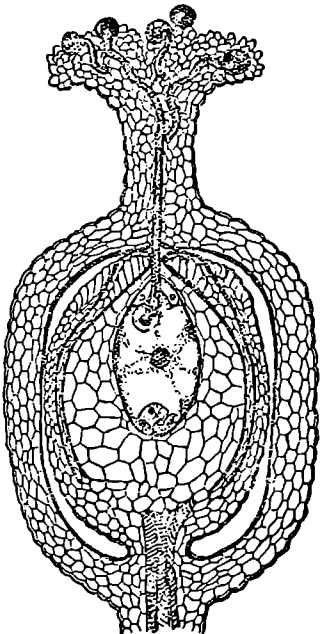
ამ აზრს ეუთუოდ წარმოშობდა ისეთ მცენარეებზე დაკვირვება, რომელთაც ცალ-ცალკე ინდივიდებზე მოთავსებული აქვთ ორგვარი ყვავილები. ასეთები არის მრავალი, მაგალითად ჩვენი ტირითი, ვერხვი, ღვია. ასეთია კანაფი, რომლის მამრობითმა მცენარემ განსაკუთრებული ხალხური სახელი — პოსკონიცი მიიღო. ყველა ამ მცენარეს აქვს ისეთი ყვავილები, რომელნიც იძლევიან ნაყოფსა და თესლს, და ისეთებიც, რომელნიც შეიცავენ მხოლოდ მტკრიანებს, თვით არ იქცევიან ნაყოფად, მაგრამ აუცილებელნი არიან სხვა ყვავილებში ნაყოფის შექმნისათვის. პირველი მცენარე, რომელმაც ამ მხრივ მიიქცია ადაპიანის ყურადღება, როგორც ჩანს, ფინიკის პალმა; იყო. როგორც გადმოგვცემენ, ჯერ კიდევ ბაბილონის ბაზრებზე და შემდგომ არაბეთში ყიდდნენ ამ პალმის მამრობით ყვავილედებს, რომელსაც მყიდველები ჰკიდებდნენ ღვდრობით ყვავილედებს შორის მათ დასამტკვირებლად, რადგან შემჩნეული იყო, რომ ეს ხელს უწყობდა უფრო მეტი ნაყოფის მიღებას. მაშასადამე, ღვდრობით ყვავილებს ჩვენ ვუწოდებთ ისეთებს, რო-



სურ. 65.

მელნიც შეიცავენ მხოლოდ ბუტკოს, რაც დაყვავილების შემდეგ გადაიქცევა ნაყოფად, მამრობითს — ეუწოდებთ ისეთ ყვავილებს, რომელნიც შეიცავენ მხოლოდ მტკრიანებს, რომელნიც იძლევიან ნაყოფიერ მტვერს, მტკრის მარცვალს და დაყვავილების შემდეგ ქნებიან. მაგრამ ყველა მცენარეში ერთ ინდივიდზე არ არის ღედრობითი და მამრობითი ყვავილები მოთავსებული, არამედ მოთავსებული არიან სხვადასხვა ინდივიდებზე. ზოგში ისინი თავმოყრილი არიან ერთსა და იგივე მცენარეებზე. უკანასკნელებს ეუწოვიან: არყის ხე, მუხა, ფიჭვი, სიმინდი; ბოლოს, მეტ ნაწილს მტკრიანები და ნასკეები მოთავსებულნი აქვთ ერთსა და იგივე ყვავილში, ე. ი. ყვავილები ორსქესიანებია. ასეთია სურ. 65 გამხატული ყვავილი.

ახლა ენახათ რაში გამოიხატება მტკრიანას მონაწილეობა ნაყოფის შექმნაში. მტკრიანა,



ნაზ. 66.

როგორც უკვე პირველ ლექციაში ენახეთ, თავის ყველაზე უფრო სრულყოფილ ფორმაში წარმოადგენს მეტნაკლებად განვითარებულ ძაფს, რომლის ბოლოშიც მოთავსებულია ორი მრგობო პარკი, რომელნიც სკლებიან სიგრძივ ნაპრალით და ფანტავენ ჩვეულებრივად ყვითელი ფერის მტვერს. ასეთი მტვერის ყოველი მარცვალი უფრო ხშირად წარმოადგენს სფეროვალ უჯრედს, რომელსაც ორი გარსი აქვს. გარეთა, სქელი და ჩვეულებრივ მეტად ლამაზია, შიგნითა კი უფრო თხელი და სადა. გარეთა გარსში ჩვეულებრივ არსებობენ ნაჩვრეტები ანდა თითქოს სარკველით დაფარული ადგილები, რომელნიც იხსნებიან.

მარტივი და წესიერი სახის ბუტკო (სურ. 65), პატარა ბოთლისებრია (სურ. 65 და 66). მისი გაფართოებული, ღრუს მქონე ნაწილი — ნასკვი — შეიცავს კვერცხებს: ერთს, რამდენიმეს, ზოგიერთ შემთხვევაში მრავალსაც, როგორც მაგალითად ეს აქვს ყაყაჩოს. წაგრძელებული ნაწილი სვეტი — შიგნით არხს იშვიათად შეიცავს, ჩვეულებრივ იგი მთლიანია, მაგრამ მისი ქსოვილი ფაშარი და ღრუბლისებრია; მისი უჯრედები ერთმანეთს მჭიდროდ არ ეხებიან, არამედ მათ შორის არის ადგილები. ეს სვეტი წვერზე უფრო გაფართოებულია და ჰქმნის დინგს, რომელსაც ბლაგვი დილის, ფარის, ბუმბულის, ერთი სიტყვით, მეტად სხვადასხვაგვარი ფორმა აქვს. დინგის ზედაპირი ჩვეულებრივ დაფარულია მოკლე ბუსუსით და გამოჰყოფს წვერგან სითხეს. ნასკვის ღრუში მოთავსებული კვერცხი სიგრძეზე რომ გაეკვეთათ, შემდეგნაირ აგებულებას შეგავჩნევთ: შუა ნაწილი, ეგრეთ წოდებული ბირთვი, გარშემორტყმულია ორი გარსით, რომლებშიაც ბირთვამდე გადის: არხი: ეს არხი შესაძლოა მიქცეული იყოს ზემოთ, როგორც ამას მოცემულ შემთხვევაში აქვს ადგილი, ან ქვემოთ. ბირთვის ზემო ნაწილში, ე. ი. არხთან უფრო ახლოს, ყურადღებას იქცევს ერთი მეტად დიდი უჯრედი, რომელსაც ჩანასახის პარკი ეწოდება (სურ. 66), რადგანაც მასში, როგორც ახლა დავინახავთ, ჩნდება და ვითარდება მცენარის ჩანასახი.

ასეთია ზოგადად ყვავილის ამ ორი ორგანოს — მტკრიანისა და ბუტკოს აგებულება. მათი ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანი ნაწილები არის — კვერცხი, რომელიც განიცდის განაყოფიერებას და მტვერის მარცვლის, რომელნიც განაყოფიერებას იწვევენ.

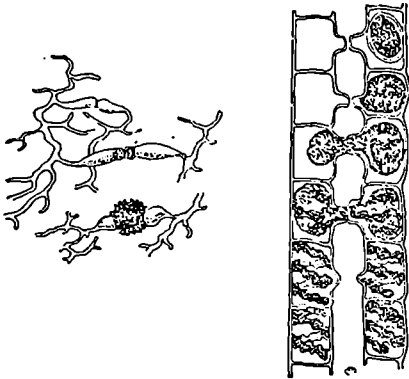
განაყოფიერებისათვის მტერის მარცვლი უპირველეს ყოვლისა უნდა მოხდეს დინგის ზედამირაზზე, რასაც უკანასკნელი ადვილად ინარჩუნებს თავისი ბუსუსებისა და წებოვანი სითხის საშუალებით. ბუნებაში თუ რა საშუალებით არის ეს მიღწეული, შემდგომ დაინახავთ, ხელოვნურ კულტურის დროს კი, მებღაღბაში, ზნირად კარგ შედეგს იძლევა მტერის დინგზე გადატანა პატარა ჯაგრულის საშუალებით. რა მოხდება შემდგომ? დინგის ზედამირადან კვერცხამდე ხომ დიდი მანძილია, როგორღა გადაეცემა იმ უკანასკნელს განაყოფიერების გავლენა? ეს საკითხი დიდი ხანია აინტერესებდათ ბოტანიკოსებს და თავდაპირველად მის გარშემო გამოთქვა მეტნაკლებად მცდარი მოსაზრებანი. ფიქრობდნენ, რომ მტერის მარცვლები ცვივიან ნასკვში; რომ ისინი სვლებიან დინგზე, რაზედაც სცილიან შიგთავსს, რომელიც აღწევს კვერცხუჯრედამდე; ფიქრობდნენ აგრეთვე, რომ ისინი — მოქედლებენ გარკვეულ მანძილზე აქროლდენ ანაოროტლებით ყველა ეს მოსაზრება უნაყოფო გამოდგა, სანამ საბოლოოდ არ გადაწყვიტა საკითხი ზუსტმა მიკროსკოპიულმა გამოკვლევამ.

როდესაც მტერის მარცვლი მოხვდება დინგზე ან რაიმე შესაფერის სითხეშია მოთავსებული, მაგალითად შაქრის ხსნარში (და არა წყალში, სადაც იგი ჩვეულებრივ სვდება), მაშინ იგი იწყებს ზრდას, ე. ი. ვარვთა გარკის ნაჩრეტში ატარებს მილის მსგავსად შიგნითა გარკს. ამ მილში გადაისი შიგთავსი, იგი წვერზე განაგრძობს ზრდას და ამგვარად აღწევს მნიშვნელოვან სიგრძეს. იზრდება რა წინა ბოლოდან, კვდომას ზნირად უკანა ბოლოდან განიციდის. ეს მგრეთ წოდებული სა მ ტ ვ რ ე მი ლ ბ მ ი ივლემენ გზას სვეტის ფაზა ქსოვილიში, ზოგჯერ საკმაოდ გრძელია, როგორც მაგალითად ქატუსში, რომლის სვეტის სიგრძე რამდენიმე დიუმიია. ნასკვის ღრუში შესვლისას მტერის მარცვლები კვერცხის შესავალ ხერცილიან არხით აღწევენ ბირთვამდე და ეკვრიან ჩანასახის პარკს. სამტვერე მილები კვერცხის არხში, რასაკვირველია, თი-

შქმის შემთხვევით ხვდებიან, მაგრამ ასეთი შემთხვევები მეტად ხშირია, რადგან ჩვეულებრივ მრავალი სამტვერე მილი აღწევს ნასკვის ღრუმდე, თუმცა არსებობს დაკვირვებები, ვითომც სამტვერე მილები, რომელნიც იზრდებიან მიკროსკოპის ქვეშ, მიემართებიან მათ მეზობლად მოთავსებულ დინგის ან სვეტის ნაკრებისაკენ. როგორც ჩანს, ეს ქსოვილი მოქედებს მაინც, როდესაც იგი წინასწარ არის მოკლული გამოხარაზვით. ახალი გამოკვლევები ვიჩვენებენ, რომ სამტვერე მილებს ასევე იზიდავს ზოგიერთი ნივთიერებები, როგორც მაგალითად დიასტაზი, ისე, რომ საფუძველად არა გვაქვს ამ მიზიდვაში რაიმე საიდუმლოება ვივლისხმობთ. ამასობაში ბირთვი შემდეგ ცეცხლელებს აქვს ადგილი. ჩანასახის პარკის ზემო ნაწილში მისი პროტოპლაზმიდან ჩვეულებრივ წარმოიქმნება სამი უჯრედი. ამ უჯრედებს არ გააჩნიათ უჯრედის გარსი და, მაშასადამე, წარმოადგენენ სფეროვარ ფორმის მქონე ბირთვიან სქულ პროტოპლაზმას; ერთ-ერთ მათგანს უწოდებენ ჩანასახის ბუშტის ანუ კვერცხუჯრედს, რადგან იგი მართლაც მცენარის მომავალი ჩანასახის პირველი საწყისია, მაშასადამე, იგი წარმოადგენს იმ პირველ უჯრედს, რომლისგანაც, როგორც ნათქვამი იყო, უსვდება თავდაპირველად ყოველი მცენარე, სპოროფანიც და თესლოვანიც*. ჩანასახის ბუშტი მოთავსებულია ჩანასახის პარკის ზემო ნაწილში ისე, რომ კვერცხის არხში გამავალი სამტვერე მილის ბოლო, რომელიც მის ბირთვამდე აღწევს, მჭიდროდ ეხება ბუშტს.

უკანასკნელი წლების გამოკვლევებმა ვიჩვენეს, რომ თვით განაყოფიერების აქტი შემდეგში მდგომარეობს: ბირთვი, რომელიც წარმოიქმნება სამტვერე მილის ბოლოში, მისი დარბაზბული ან განსვნი კედლის გზით გადაისი ჩანასახის პარკში (რომლის კედელი აგრეთვე რბილდება და იხსნება) და უერთდება ჩანასახის ბუშტის ბირთვს, ამასთანავე მეტად საინტერესოა, რომ როგორც მამრბირთვი, ისე დედბირთვი ბირთვების წარმოქმნაში მიდის ქრომატინული ნივთიერების ნახევარი, ე. ე. ჩხირების ნახევარი რიცხვი, ისე, რომ

* იხ. I დიუმი. ჩანასახის ბუშტის თანამგზავრი ორი უჯრედის მნიშვნელობა ჯერ კიდევ არ არის დამაკმაყოფილებლად გამორკვეული. ჩანასახის ბუშტს ახლა უფრო ხშირად კვერცხუჯრედს ან კვრცხის უწოდებენ. მაგრამ მაშინ ნათქვამი, რომ კვერცხი მოთავსებულია კვერცხში. ან უხუტე; ლობის თაიდან ასაკილებლად მე ვაუჯობინებ ძველი ტერმინის სხვაობას, რომელიც უფრო თანხმობა იმ მოსაზრებას, რომ ჩანასახი მოთავსებულია კვერცხში.



სურ. 67.

მათი შერთობის შედეგად წარმოქმნილი ჩანასახის პირველადი ბირთვი შესდგება ნახევრად მამრობითი უჯრედების ქრომატინისაგან, ნახევრად კი დედრობითი უჯრედის ქრომატინისაგან. უმარტივეს — არაყვავილოვან — მცენარეებში, როგორც ამას მალე დავინახავთ, ჩვენ უფრო ადვილად, უშუალოდ შეგვიძლია დავრწმუნდეთ მამრობითი და დედრობითი უჯრედების ნივთიერებათა ამ შერთებაში. მოვლენის არსებითი მხარე, პროცესის კომპლექსი, ჩვენთვის თითქმის უცნობია მტერის მარცვლების შიგთავსში აღმოჩენილია ფერმენტი, და გარდა ამისა ცნობილია, რომ დამტვერიანების დროს ყვავილებში ადგილი აქვს ქიმიური პროცესების გაცხოველებას. ისინი ხარბად შთანთქავენ ჟანგბადს, ამოისუნთქავენ ნახშირორჟანგს და ამ სუნთქვას თან სდევს მთელი ყვავილის და განსაკუთრებით მტერიაინების ტემპერატურის შესაძინეველ მომართება.

როგორც არ უნდა იყოს, ამ შერთების შედეგს წარმოადგენს ჩანასახის უჯრედის წარმოშობი მოქმედების გამოცოცხლება. იგი იფარება უჯრედისის გარსით, გადაიტიხრება და ერთი უჯრედიდან წარმოიქმნება ორი, პირველ გადატახვარს მოსდევს მეორე, მესამე და ა. შ. მიიღება მრავალუჯრედიანი სხეული, რომელიც იზრდება და გადაიქცევა ჩანასახოვან მცენარედ, ჩა-

ნასახად, რომელსაც ჩვენ უკვე გავეცანით პირველი საუბრის დროს, როდესაც ვლაპარაკობდით თვლის შესახებ. ზოგჯერ თვლში არის რამდენიმე ჩანასახი. უკანასკნელ შემთხვევას შედარებით იშვიათად აქვს ადგილი. რამდენიმე ჩანასახი მაგალითად არსებობს ფორთოხლის თესლებში, მაგრამ, როგორც ჩანს, მათი წარმოშობა სრულიად თავისებურია, რომლის აღწერაზე შეჩერება აქ სრულიად ზედმეტი იქნებოდა. ჩანასახის განვითარებასთან ერთად, კვერცხის სხვა ნაწილებში — ჩანასახის პარკში და ბირთვში გადაიღდება საკვებ ნივთიერებათა მარაგი; ეს იქნება თვლის ის ნაწილი, რომელსაც ჩვენ ცილა ვუწოდებთ*. ცილა, როგორც საკვების მარაგი, შესაძლოა შეწოვილი იქნას ჩანასახის მიერ ან ლედა მცენარეზე თვლის ყოფნის დროს და მაშინ მომწოდებელი თვლი უკვე აღარ შეიცავს ცილას, იგი იქნება უენდოსპერმო თვლი, როგორც არის ცერცვის, მუხუდოს თესლები, ანდა მომწოდებელ თვლში ცილის უმეტესი ნაწილი შეინახება, როგორც მაგალითად ეს არის ხორბლოვანების წიწიბურას ან ყაყაოს და სხვათა თესლებში.

ჩანასახის განვითარებით და კვერცხის თესლად გადაქცევით არ განისაზღვრება განვითარების გველენა — იგი ვრცელდება ბუტკოვებზეც, იგი ვითარდება, იზრდება და გარდაიქმნება ნაყოფად.

ასეთია ზოგადად განვითარების მოვლენის ერთადერთი დღემდე ცნობილი ფორმალური, მორფოლოგიური მხარე. სურათის შევსებისათვის ენახოთ როგორ მიმდინარეობს ეს პროცესი მცენარეთა სამყაროს მეორე პოლუსზე — ყველაზე მარტივ მარცვლებში — მაგალითად წყალმცენარეების ან ობის შემთხვევაში:

აი ჩვენთვის უკვე ცნობილი მიკროსკოპიული წყალმცენარე სპიროგირა, მისთვის დამახასიათებელი სპირალური ქლოროპლასტი (სურ. 67 მარჯვნივ). ამ ორგანიზმის განვითარების გარკვეულ მომენტში, მისი ძაგები თავსდებიან ურთიერთ პარალელურად, როგორც ამას სურათზე ვხედავთ. ზოგიერთ უჯრედებში შიგთავსი იღებს მრგვალ ან ოვალურ ფორმას, და ამავდროს ორ მოსაზღვრე უჯრედებში კედელი გამოიხელება. ეს ბორცვები იზრდებიან ერთიმეორის შეხვედრი მიმართულებით, ერთმანეთს ხვდებიან, გამოუფიქტედ შეიწოვება და მაშინ ორი უჯრედი შიგ-

* იხ. მესამე დღეკითა.

თავის ერთდებამ ერთ მასად, მაგრამ სრულიად არაეითარი მნიშვნელობა არა აქვს, შიგთავის მართცხენა ძაფიდან გადავა მარჯვენაში თუ პირ-მათ. ამგვარად წარმოქმნილი მრგვალი მასა იკეთებს გარსს და გადაიქცევა სპორად, რომელსაც განთავისუფლების შემდეგ შეუძლია აღმოცენდეს და მისცეს საწყისი ახალ ორგანიზმს, სპოროგონის ახალ ძაფს.

მაშასადამე ჩვენ აქ ვხვდებით განაყოფიერების პროცესს მეტად მარტივ ფორმაში. ორი უჯრედი ერთდებამ იმისათვის, რომ მისცეს საწყისი ერთს, რომელიც ორგანიზმის განმარტებელია. ამ მოვლენას უფრო მარტივ ფორმაში ვხვდებით მიკროსკოპიულ სოკოში — ობში. იგი შესდგება ერთ თხელ მეტად დატოტიანებულ მილისაგან (სურ. 67 მარცხნივ), რომელშიაც ვერსად ვერ ვამჩნევთ განივ ტიხრებს, — მაშასადამე, მთელი ორგანიზმი ერთი უჯრედისაგან შესდგება. ამ უჯრედის ზოგიერთ ადგილებში ჩნდება მოკლე ტოტები, რომელნიც იხრებდებიან ერთიმეორის შემხვედრი მიმართულებით: როდესაც ისინი ერთმანეთს შეეხებიან, მაშინ ყოველი მათგანის ბოლო გადაიტიხრება, ვაიბერება. მათ შორის არსებული კედელი ქრება, შიგთავის ერთდებამ და იქნება ერთი უჯრედი — სპორა.

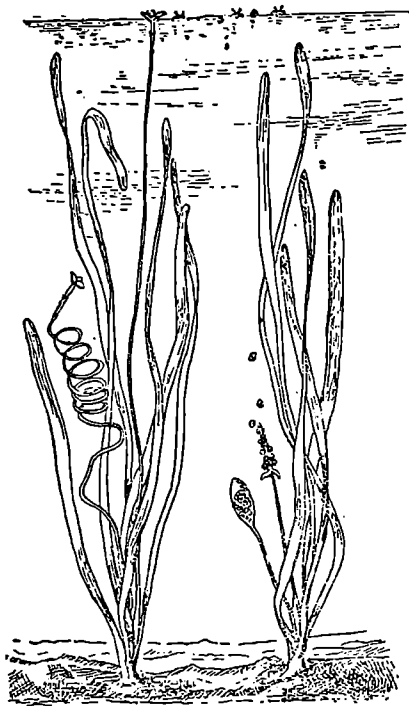
ამგვარად, უმარტივესი სპოროგონი მცენარე-ებში ისევე, როგორც ყვეაილოვანი ვეიჩენებში, რომ განაყოფიერების მოვლენა მდგომარეობს ორი უჯრედის შიგთავისი შეერთებაში, და ეს მოვლენა მეტად აშკარად ემჩნევათ სპოროგონ მცენარეებს, ვინაიდან ამ ორი უჯრედის შეერთებაში ვრწმუნდებით თუშალო დავიკრების გზით. აღნიშნულ უმარტივეს შემთხვევებში დედრობითი და მამრობითი უჯრედები ერთმანეთისაგან სრულებით არაფრით არ განირჩევიან, თუშეც მათი აგებულების მეტად გულმოდგინედ შესწავლის დროს, შესაძლებელი გახდა მათ შორის სხვაობის აღნიშვნა, მაგრამ სპოროგონ მცენარეებში სხვა უფრო რთულ შემთხვევებში მამრობითი უჯრედი შეხედულებითაც და თვისებითაც სრულად განირჩევა დედრობითისაგან. იმ დროს, როდესაც დედრობითი უძრავია, მამრობითი უჯრედი რაიმე მიკროსკოპული ცხოველის მსგავსად მოძრაობს, შეიქრება დედრობით უჯრედში და

ამასთან შეერთებით თითქოს იხსნება მასში და იწვევს მის განაყოფიერებას*.

ექსპერიმენტული გზით უფრო მეტად ვრწმუნდებით მტერის მარცელის კვერცხზე მოქმედებაში. ჯერ ერთი ჩვენ ვიცით, რომ თუ არ მოხდება დინგის დამტერება, მაშინ ყვეელი დაქნება და არ მოვედემს არც თესლს და არც ნაყოფს; შემდეგ, როდესაც მიკროსკოპის ქვეშ ნახავდანი ამოღებულ კვერცხზე სამტერე მილგის მოქმედებას დაეკვირდით, შესაძლებელი გახდა შეგვეჩინა, რომ მხოლოდ იმ შემთხვევაში ვიხვდებით განაყოფიერების შედეგებს, როდესაც პირველდით ეხებოდნენ უკანასკნელთ. ბოლოს მამრობითი ელემენტის მონაწილეობას ყველაზე უფრო დამაჯერებლად ამტკიცებს ხელოვნური ნარეგების მიღება. თუ რომელიმე ყვეელი დავამტერიანეთ არა იმავე ყვეელიმ, არამედ სხვა ყვეელიდან აღებული მტერით, რომელიც განსხვავდება მისგან მავალითად გვირგინის ფურცლების შეფერვით, მაშინ შესაძლოა კრელყველიანი მცენარე მივიღოთ, ე. ი. რომელშიაც მოცემული იქნება იმ ყვეელის ფურცლების ფერიც, რომლის ნასკვიც განაყოფიერებული იქნა და იმისიცი, რომლისგანაც აღებული იყო მტერი. როგორც ჩანს, მამრობითი უჯრედი გავლენამ თავი იჩინა განაყოფიერების შედეგად მიღებულ მცენარეში.

აუცილებელი დამტერიანების განსახორციელებლად მცენარეებს გააჩნიათ მრავალი საინტერესო მიწყობილობანი. შეეჩრდეთ რამდენიმე მაგალითზე. ან ერთი თავისი გარეგნობით უმნიშვნელო მცენარე (Pilea), რომელსაც ამრავლებდ ჩვენს ორანჟერეებში, შემდეგი საინტერესო თვისებურობის გამო. როდესაც იგი ყვეაილობს და დაფარულია მრავალ წყრილი უფაშაო ყვეაილებით, საკმარისია შევასუროთ წყალი, რომ შევამჩნიოთ უცნაური მოვლენა: მცენარის ზედაპირზე ალაგ-ალაგ, თითქოს პატარა აფეთქების შედეგად პატარა ღრუბლის მსგავსად თავს იჩენს მტერი. ეს მოვლენა შედეგანობად აიხსნება. ამ მცენარის მტერიანები, დახვეულნი ყვეაილის შიგნით, მეტად პიკროსკოპიულნი არიან, სწრაფად, ზამბარისებრ სწორდებიან და ფანტავენ მტერის თავის დახეთქილ მტერის პარკებიდან. ამგვარად

* 1897 წ. ასეთი მოძრავი უჯრედები ნაოენი იყო ყვეაილოვან მცენარეების სამტერე მილგებში.



სურ. 68...

ყოველმხრივ გაფანტული მტკვრი ადვილად ხედება დინგზე. კიდევ მოვიყვანოთ მავალითი, მაგრამ ამ ჯერზე შეეჩერდეთ სრულიად სხვა გარემოში მცხოვრებ მცენარეზე — ყველა იმათთვის, ვისაც ოთახში აკვარიუმები აქვს, ცნობილია მათი ყველაზე ჩვეულებრივი მცხოვრები — ვალისნერია; მას მტვრიანები და ბუტკოები სხვადასხვა ყვავილებში აქვს მოთავსებული, ხოლო ეს ყვავილებიც მოთავსებულნი არიან სხვადასხვა მცენარეზე (სურ. 68). როგორც მამრობითი, ისე დედრობითი ყვავილები ვითარდებიან წყლის ქვეშ. მაგრამ განაყოფიერება წყლის ქვეშ შეუძლებელია; მეზაღვრება იციან, რომ ყვავილობის დროს წვიმა ხელს უშლის განაყოფიერებას, ისე რომ ასეთ პირობებში არ ხდება ნაყოფის გამოწასკვა და ყვა-

ვილობა ფუჭად ჩაივლის. იმისათვის, რომ ვალისნერიის განაყოფიერება მოხდეს ჰაერზე, ამ მცენარეს შეეძლება უცნაური მოწყობილობა აქვს. დედრობითი ყვავილები (მარცხნივ) მოთავსებულნი არიან თითქმის ფსკერზე, მეტად გრძელ სივრცით დახვეულ ფეხებზე. ყვავილობის დროისათვის ეს ფეხები იშლება და იზრდება, რის გამოც დედრობითი ყვავილები წყლის ზედაპირზე ამოაურდებიან. ამავე დროისათვის მამრობითი ყვავილები (მარჯვნივ), რომლებიც ავრეთვე ფსკერზე ვითარდებიან, სცილდებიან თავის ტოტებს და ამოიჭრებიან წყლის ზედაპირზე. დედრობით ყვავილებს შორის ცურვის დროს ისინი ხსნიან სამტრე პარკებს და ქარი ფანტავს მტვრეს, ცხადია, ამ დროს მისი ნაწილი მოხედება დინგზედაც, როდესაც გაივლის ყვავილობის პერიოდი, დედრობითი ყვავილის ფეხი ისევ დაიხვევა და განაყოფიერებული ყვავილი ჩააქვს ქვევით, სადაც ხდება ნაყოფის შემდგომი განვითარება.

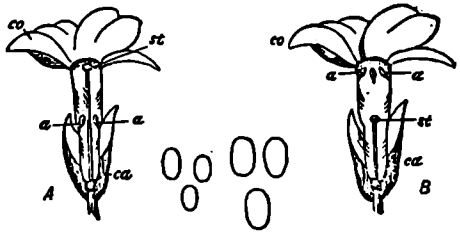
ახლა ჩვენთვის სასეგბით გასაგებია მცენარეთა სიციცხლეში ყვავილის მთავარი ნაწილების — მტვრის მარცვლებისა და კვერცხების მნიშვნელობა; გასაგებია ახლახან აღწერილი მოწყობილობანიც, რომელნიც მიმართულნი არიან ამ ორგანოების ურთიერთმოქმედების ხელის შესაწყობად. მაგრამ შემდეგ იბადება კითხვა, რა მნიშვნელობა აქვს ყვავილის დანარჩენ ნაწილებს? რა დანიშნულებიანნი არიან ჯამები? რა საჭიროა ბუტკო, რომელიც მხოლოდ ამნელებს მტვრის მარცვლის კვერცხთან მოხვედრას? რა საჭიროა მკვეთრად შეფერილი ზოგჯერ საოცარი ფორმის მქონე გვირგვინის ფურცლები? რა საჭიროა ეს არომატი, რომელსაც ავრცელებენ ყვავილები და ბოლოს რა მნიშვნელობა აქვს ამ თაფლსავით ტკბილ სითხეს, რომელსაც თავის გვირგვინის ძირზე გამოაყოფენ ჩვენთვის მავამობიდანვე ცნობილი ქიქრის დედა და სხვა ყვავილები. შევეცადოთ გავცეთ პასუხი ყველა ამ კითხვაზე. ყველაზე უფრო გასაგებია ჯამის და ნასკვის მნიშვნელობა. პირველი, საფორთე კვირტების გარეგან ქერქლების მსგავსად განვითარების დროს იცავს ყვავილის შიგნითა უფრო მნიშვნელოვან ორგანოებს; მეორეს ასეთივე მნიშვნელობა აქვს მისში მოთავსებულ კვერცხების მიმართ. ნასკვისაგან განსვთავსულ ფეხებზე კვერცხების განაყოფიერების ახლა ნახსენებ ცდებში მკვლევარი ხედებოდა მნიშვნე-

ლოვან სიძნელეებს წვრილ პარაზიტულ ორგანიზმებთან, იმ ბაქტერიებთან ბრძოლის დროს, რომელთა შესახებ ბევრი გვესმინა მათი მიზნით გამოწვეულ გადამდებ დაავადებთა გავრცელების გამო. მაგრამ რა საშუალებებს ეხმარობთ, როდესაც გვინდა დაეიცავთ ორგანული ნივთიერება ლაბინსაგან და ბაქტერიების დასწინაგებისაგან? ჩვენ მას ვინახავთ ჰერმეტიკულად დახურულ ჭურჭლებში, ან ყოველ შემთხვევაში პაპრში მყოფი ამ ორგანიზმების ჩანასახებიდან ჭურჭელს ვიკავთ ზამბის საცობით დახშვით, ნასკვის ღრუ წარმოადგენს სწორედ ყოველმხრივ ასე ყრულ დაცობილ ჭურჭელს, რომელშიაც კვერცხი და თესლი ვითარდებიან და სავსებით დატულნი არიან ჰაერში არსებული პარაზიტული სოკოების მოხვედრისაგან. ამის საწინააღმდეგოდ შესაძლებელია იქნება, რომ თუ მტერის მარცვლები დინგის ზედაპირზე მოხვედრით ჩიზრდებიან მის მიღში და აღწევენ კვერცხს, მაშინ რატომ არ შეიძლება ჰაერში არსებული ბაქტერიები განვითარდნენ იმგვარად, რომელთაც კვერცხამდე? იგივე მკვლე ვარმა, რომელსაც ეყუთვნის ახლა მოყვანილი ნასკვის მნიშვნელობის ახსნა, მოვეცა დინგის სპეციალური მნიშვნელობის ახსნაც. მტერის მარცვლები, რომელნიც ვითარდებიან ყვავილის გარეშე (მიკროსკოპის ქვეშ), ისევე როგორც კვერცხები, ზიანდებიან ბაქტერიებისაგან; იმისათვის, რომ თავიდან ავიცილოთ ისინი, მან სცადა იმ სითხის ოდნავ გამკვებება, რომელიც ხდებოდა მტერის მარცვლის განვითარება. აღმოჩნდა, რომ ეს სუსტი მკვებ რეაქცია, რომელიც უვნებელია მტერის მარცვლებისათვის, ხელს უშლიდა ბაქტერიების განვითარებას. დინგების რეაქციების გამოკლის შემდეგ მან ნახა, რომ რეაქცია მკვებია, ამგვარად დინგი ატარებს რა სამტერე მიღებს. როგორც ჩანს, ხელს უშლის ნასკვში ბაქტერიების მოხვედრას.

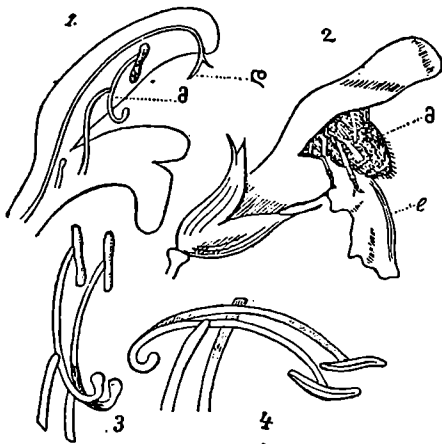
მაგრამ რა დანიშნულებას ასრულებენ მცენარეში მისი მკვეთრად შეფერილი გვირგვინის ფურცლები, სუნი და სანექტრე ჯირკვლები ერთი შეხედვით მათ მხოლოდ ესთეტური დანიშნულება აქვთ. ძველ დროში, როდესაც ადამიანი თავის თავს სთვლიდა სამყაროს ცენტრად, როდესაც მზეც კი, მისი აზრით, მის ირგვლივ მოძრაობდა, ცხადია, ძნელი არ იყო იმის დაშვება, რომ ყოველივე ეს არსებობდა ადამიანის თვალის, ყნოსვისა და გემოვნების დასატკობად, მაგრამ ბუ-

ნებისმეტყველების განვითარებასთან ერთად ამგვარი თვალსაზრისი სულ უფრო და უფრო ჰკარგავდა თავის მნიშვნელობას. მეორეს მხრივ ბოტანიკოსები, რომელნიც ვერ ხედავდნენ ამ ნაწილების უშუალო სარგებლიანობას, დიდი ხანია რაც მათ მეორეხარისხოვან მონაცემებს უწოდებდნენ და პოეტური გამოთქმით, მასში მხოლოდ მცენარის საქორწილო სამოსელს ხედავდნენ. აღმოჩნდა, რომ როგორც ერთი, ისე მეორე შეხედულება არ არის სწორი. ჯერ ერთი, აღმოჩნდა, რომ ყველა ეს ორგანო სრულიად არ არსებობს ადამიანისათვის, არამედ ისინი არსებობენ მწერებისათვის და ყველაზე პირველად თვით მცენარისათვის. მეორეც, რომ ისინი მნიშვნელოვანნი და ხშირად აუცილებელნიც არიან მცენარისათვის, რომ მათ გარეშე ე. წ. მნიშვნელოვანი ნაწილებიც ხშირად ვერ მიაღწევენ თავიანთ დანიშნულებას, და ბოლოს, რომ ისინი სასარგებლონი არიან იმდენად, რამდენადაც მკვეთრად იქნებიან შეფერილი, ექნებოდა კარგი სუნი და სიტკობა, ე. ი. იმდენად, რამდენადაც ისინი შესაძლებელნი მწერების მიზიდვას. ვაეარკვიით რაშია საქმე.

კაცობრიობის უმეტესი ნაწილი, გარდა განვითარების დაბალ საფეხურზე მდგომი ხალხებისა, როგორც საეკლესიო, ისე სამოქალაქო ჩვეებითა და კანონებით, ჰკიცხავს, კრძალავს და დევნის კიდევ ახლო ნათესავეების დაქორწინებას. ექიმები და ფიზიოლოგები ცდილობდნენ ამ გავრცელებულ შეხედულებების მართებულობის დატკიცებას, სტატისტიკური მონაცემებით, და მართლაც, მრავალი ფაქტი არსებობს, რომელიც ამტკიცებს, რომ მშობელთა შორის ახლო ნათესაობა უარყოფითად მოქმედებს შვილების ჯან-



სურ. 69.



სურ. 70.

მრთელობაზე. ამეამად ჩვენ თითქმის არ გვესაქირიობა ამგვარი დასაბუთება, ვინაიდან მკვლევართა მთელი რიგი ამტკიცებს, რომ ამ კანონს უფრო ფართო მნიშვნელობა აქვს; რომ იგი ეხება არა მარტო ადამიანებს, არა მარტო ცხოველთა სამყაროს, არამედ სრულიად ისევე მცენარეულსაც. რომ ეს კანონი საერთოა მთელი ორგანიზმის სამყაროსათვის, არსად ასე თვალსაჩინოდ არ ვერწმუნდებით, როგორც მცენარეზე დაკვირვების დროს.

ჩვენითვის ცნობილია დამაჯერებელი ფაქტები, რომელნიც მიგვიჩვენებენ, რომ ბუტკოს განაყოფიერება ამავე ყვავილიდან აღებული მტკრით ნაკლებად იძლევა კარგ შედეგებს, იძლევა ნაკლებად ჯანმრთელ შთამომავლობას, ვიდრე სხვა ყვავილის მტკრით განაყოფიერების დროს. უფრო მეტი, არსებობენ მცენარეები, რომლებშიაც თვითდამტკრება სრულიად უნაყოფოა; მაგალითად ასეთია კორიდალისი (*Corydalis*), ნაადრევი გაზაფხულის ერთ-ერთი მცენარე. არსებობენ ზოგიერთი მცენარეები, რომელთაც აქვთ ორგვარი ან სამგვარი ყვავილები, ასეთებია: ფურისულა, (სურ. 69), ცოცხმაგარა, სელის სხვადასხვა სახეობანი და სხვ. ამ ყვავილებში ბუტკოები და მტკრიანები სხვადასხვა სიდიდისანი არიან, ამას.

თანავე ერთ ყვავილში გვხვდება გრძელი მტკრიანები მოკლე ბუტკოსთან ერთად (სურ. 69—A) და პირიქით (B). აღმოჩნდა, რომ განაყოფიერების კარგად ჩატარებისათვის საჭიროა დიხვევა გადაარანილი იყოს შესაფერისი სიდიდის მტკრიანის მტკრით*. არსებობენ მცენარეები, რომლებშიაც სხვა ჯიშის მტკრით, სხვა სახეობის მტკრითაც კი, განაყოფიერება თვითდამტკრებაზე უფრო ნაყოფიერია. და ბოლოს, სრულიად სანდო მკვლევარები აღწერენ ისეთ შემთხვევებს, სადაც თვითდამტკრება მომხდამად მოქმედებს და აზიანებს ბუტკოს; დინე თითქოს დამწვრის შეხედულებას იღებს და ყვავილი უნაყოფოდ ქცემა იმ დროს, როდესაც სხვა ყვავილებიდან აღებული მტკრით დამტკრიანება იწყებს განაყოფიერებას. ამგვარად, მრავალრიცხოვანი ფაქტები მართალია, მხოლოდ ემპირიულად, მაგრამ მინც გვარწმუნებენ იმ საერთო კანონს არსებობაში, რომლის მიხედვით ორგანიზმისათვის ჯვარედინი განაყოფიერება სასარგებლოა და თვითდამტკრება შედარებით მანეშელია.

თუ დავუშვებთ ამ კანონის არსებობას, ნათელი გახდება ყვავილის აგებულებაში მრავალ თავისებურებათა არსებობა, რომელიც სხვაგვარად გაუგებარი არის. ბოტანიკურ ლიტერატურაში დიდძალი ფაქტებია დაგროვილი, რომელნიც ამტკიცებენ დებულებას, რომ ყვავილები აგებულიან თავისებურებაში შეფარდებულია ჯვარედინი განაყოფიერებასთან, განსაკუთრებით მწერების დახმარებით. აქ შეეჩრდეთ ამ მოძღვრების ყველაზე მეტად მნიშვნელოვან მხარეებზე.

იმ შეხედულების მართებულების დასამტკიცებლად, რომ მკვეთრი ფერის საფარველების, სუნის და სანექტურ ჯირკვლების მიზანს შეადგენს მწერების მიზიდვა, რომელნიც ყვავილიდან ყვავილზე გადაფრენის დროს ხელს უწყობენ ჯვარედინ დამტკრიანებას, შეგვიძლია მოვიყვანოთ შემდეგი მოსაზრებანი. ჯერ ერთი, ყველა ეს ნაწილები არსებობენ მხოლოდ დამტკრვის პერიოდში და შემდეგ ქვებიან, მეორე, ჩვენ ვარჩევთ ისეთ მცენარეებს, რომლებშიაც დამტკრვა სწარმოებს ქარის საშუალებით და ისეთებს, რომლებშიაც იგი სწარმოებს მწერების დახმარებით. პირველებს

* შუაში გამოხატულია A და B ფორმის მტკრის პარცლები. ისინი სხვადასხვა სიდიდისანი არიან.

ყვაილები მუდამ წერილი და ულამაზოები აქვთ, არ გაანიათ არც მკვეთრად შეფერილი საფერ-ვლები, არც სუნი, არც ნექტარი. ასეთია მერ-ქინაან მცენარეების მეტი ნაწილი: ფიჭვი, არჩი, ვერხვი და სხვა. სამაგიეროდ ისინი მტვერს წარ-მოშობენ ძალიან დიდი რაოდენობით; ამ ყვი-თელი მტერის ღრუბლებმა მიწაზე ან წყლის ზედაპირზე დაფენილი შექქნეს ცრურწმენა გავირდიანი წვიმების შესახებ. აგრეთვე აღსანი-შნავია, რომ ამგვარი მცენარეები ადრე გაზაფ-ხულზე ყვაილობენ, როდესაც ჯერ კიდევ განუ-ვითარებელ ფოთლებს არ შეუძლიათ ხელი შეუ-შალონ მტერის გავრცელებას.

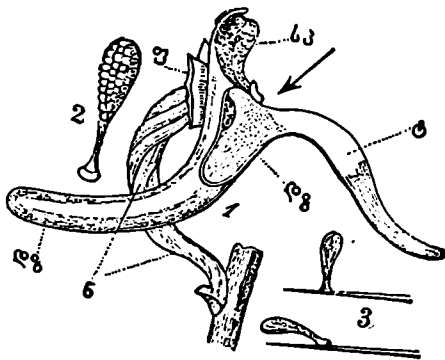
მაგრამ ვასაგებია, რომ მცენარისათვის ძვირფა-სი მასალის ასეთი დიდი ხარჯი, რაც აუცილე-ბელია ქართლ დამტვერის დროს, მისთვის მეტად არაბუნსაყურელი უნდა იყოს, როგორც ჩანს, მის-თვის უფრო ხელსაყრელია შექმნას ნაკლები მტერი და მისი გადატანა სხვა მცენარეების ღინგზე უფრო გარდა უზარუნველყოფს. ეს მიზან-ი, როგორც ჩანს, ხორციელდება მწერების და-ხმარებით. ყვაილებთან მისვლის გამოწვევე მი-ზნად მწერებისათვის არიან სანექტრე ჯირკლე-ბი; მისაზიდ საშუალებას წარმოადგენს მკვეთრი შეფერვა, ყვაილის სიღრმე და მისი სუნი. დამ-ტკიცებელია, რომ ფურტკრებს აქვთ ფერების გარჩევის უნარი და თუ სხვადასხვა ფერის ზედა-პირს წაფუძვამთ თათლს, შეიძლება ეს მწერები მიეჩვიონ ამ გარემოებას, რომ გარკვეული ფე-რის შთაბეჭდილების ასოციაციას თანსდევს თაფ-ლის არსებობა. ჯვარედინი განაყოფიერება ყვა-ილში სქესების განცალკევებით არის მიღწეული, ამასთანველ მუტაციებიანი და მტერიანებიანი ყვა-ილები შესაძლებელია განწყობილი იყვნენ ერთი და იგივე ან სხვადასხვა მცენარეებზე; ორსქესიან ყვაილებში კი ეს მიღწეულია მტერიანების და მუტაციის არა ერთდროულად მომწიფებით, რითაც თვითგანაყოფიერება შესაძლებელი ხდება. მაგრამ განსაკუთრებით დამაჯერებელია ის მრავალრი-ცხოვანი შემთხვევები, რომელშიაც ყვაილის ყვე-ლა ნაწილი აბეზოლებით და განწყობილი შეეფე-რება მისული მწერის ფორმას და დაჯდომის ხერხს ისე, რომ იგი ყვაილიდან ყვაილზე გადა-ფერენის დროს აუცილებლად ერთ მათგანში შეე-ხება მტერიანას, მეორეში კი იმავე ადგილთა შეიგება დინგს. მოკეყანით მხოლოდ რამდენიმე მაგალითი.

ზოგიერთ ყვაილებში მისი ნაწილების ჩვეუ-ლებრივ სწორ სხივისნურ განლაგების ნაცულად მოცემულია ე. წ. სიმეტრიული განლაგება, ე. ი. ისეთი, სადაც ვარჩევთ მარჯვენა და მარცხენა ნახევრებს, ზემო და ქვემო ხზარეს. ამის მაგა-ლითს შეიძლება წარმოადგენდეს ერთი წოდებუ-ლი ორტუჩა ყვაილები (სურ. 70—2). ეს ფორმა, როგორც ჩანს, მწერებისათვის მოსახერხებელია; ქვედა ტუჩი თითქოს ბაქანის ან აიენის როლს ასრულებს, რომელზედაც იგი მოხერხებულად ვიდება, მაშინ, როდესაც ხორთოების ჩაშვება სტრის კვირგინის მილში, რომლის ძირზე არის ტბილი სითხე. ამ დროს იგი ზურგიზე ეხება მტერიანებს (სურ. 70—1 და 2, მ). ხოლო მეორე ყვაილზე გადაფერენის ამ მტერიანებულთა ზურგით ეხება დინგს (დ). ამ შემთხვევაში თვითდამტვერვა შეუ-ძლებელია, იმიტომ, რომ დინგი მტერიანებზე უფრო გვიან ვითარდება. მაშასადამე, მტერის მი-ღება შეუძლია მხოლოდ სხვა ყვაილისაგან. ნათქვამი საეკოლოგიის არაა; ზურხანს ერთ-ერთ მცენარეში — ჩვეულებრივ სალაშში ჩვენ ვაქვს კიდევ შემდეგი უცნაური მოწყობილობა (მისი ყვაილი გამოხა-ტულია სურ. 70—1). მტერიანებს ახასიათებს ის თავისებურება, რომ სამეტრე პარკები მიმავრე-ბულია გრძელ განვი ნაწილის ბოლოზე, რომე-ლიც მოძრავად არის შეერთებული ძაფთან (სურ. 70—1) მოცემულია ყვაილი სიგრძივ ქრილში და შიგ ერთი მტერიანი, სურ. 70—3 ზე ორივე მტერიანი (ცალკეა). ამ განვი ნაწილების ქვემო ბოლოები ხურავენ გვირგვინის მილში შე-სავალს, რომლის ფსკერზე, როგორც უკვე ნა-თქვამი იყო, მოთავსებულია ტბილი სითხე. მწე-რი როგორც კი ჩაჭოფს მილში თავის ხორთოებს, შეარჩევს განვი ძვირების ქვემო ბოლოებს, რო-მელნიც ბერკეტის მსგავსად მდგომარეობა 3-დან (სურ. 70) გადავლენ მდგომარეობა 4-ში. ამ დროს სამეტრე პარკები მწერებს ზურგზე ხეღვებიან (სურ. 70—2, მ) და მას ზედ აფრქვევენ თავის მტერს. განაყოფიერება უფრო მეტად შესანიშნავია ე. წ. გუგულის კაბისებრთა ჯგუფში, მათში უშე-ტეს შემთხვევაში განაყოფიერება მწერის გარეშე შესაძლებელი იქნებოდა, და მათი ყვაილები მუდმივ უნაყოფოდ დარჩებოდნენ. ამ ოჯახის ყვაილები გამოირჩევიან უცნაური ფორმით და ამითვე არის, რომ მათი ეგზოტური წარმოშობა-გენლები დიდი წარმატებით ვრცელდებიან ჩვენს ორანერეებში. ჩვენებურ გარეულად მოზარდ

წარმომადგენლებიდან საკმარისია მოვიხსენოთ პლანტანტერა (*Plantantera*), თეთრი, ძლიერ სურნელოვანი ყვავილი, რომელსაც ივენისში ჩვენ ქუჩებში ჰყიდობენ. წარმომადგენლოთ ამგვარი ყვავილი, რომელსაც მოკლილი აქვს გვირგვინის ყველა ფურცელი (სურ. 71-2), გარდა ერთი ქვემო ფურცლისა, რომელსაც ტუჩის ფორმა აქვს და ფუძესთან ყრუ მილის მსგავსად არის გამოწეული, რასაც დეზი ეწოდება (სურ. 71-ღ)*, ამ ყვავილის ნასკვი და მჭერიანებიც აგრეთვე სრულიად თავისებურნი არიან. ბუტკო შესდგება გრძელ, დახვეულ ნასკვისაგან (6), რომლის ზემოთა მხარეზე უხვეტოდ პირდაპირ მოთავსებულია დინგი, მას აქვს წებოვანი ლაქის ფორმა, იქვე დეზის შესავალთან (ღ). მტერიანის არ გააჩნია ძაფი, არამედ შესდგება ერთი სამტერე პარკისაგან (სა), რომელიც უშუალოდ დინგთან არის მოთავსებული. ამ მცენარის თავისებურებანი ამით არ განისაზღვრება. მტერის მარცვლებს ფხვიერი მტერის სახე არა აქვთ, არამედ შეგროვილი არიან ცალ-ცალკე მტერის პარკის ორივე ნაწილში ფხვიებით ამოწეულ გუნდად, რომელსაც ბოლოში მეტად წებო-

ვანი ფოლაქი აქვს (სურ. 71-2). რადგან მტერი თავისთავად არ იფანტება, გასაგებია, რომ იგი მიუხედავად სიხლოვისა სხვისი დახმარების გარეშე, სხვა ყვავილებზე რომ არ ვილაპარაკოთ, იმავე ყვავილის დინგზედაც კი ვერ მოხვდება. ამ დახმარების მას უწევს მწერი. ტუჩზე (ტ) დაჯდომით იგი უშვებს ხორთუმს დეზის მიღში, რომლის ბოლოში ჩვეულებრივ, როგორც ეს განსაკუთრებით კარგად ჩანს პლანტანტერას შემთხვევაში, გამოყოფა ტუბილი სითხე; ამ დროს მწერი აუცილებლად ეხება მტერიანზე არსებულ წებოვან ფოლაქს და გაფერენის დროს თან მიჰქვს მტერის მთელი მასა. ყვავილის ეს მოწყობილობა იმდენად ზუსტია და ისე უშეცდომოდ მოქმედებს, რომ არ შეიძლება დეზში ჩაუშვებთ ნემსი ისრით ნაჩვენებ მიმართულებით, (სურ. 71-1), რომ მასთან ერთად არ ამოვიტანოთ მტერის მასა, როგორც ეს ნაჩვენებია სურ. 71-3. მტერის ეს მასა თავდაპირველად ვერტიკალურ შემდგომობაშია, მაგრამ რამდენიმე წუთის შემდეგ იხრება წინისაკენ (სურ. 71-3). აქვე უნდა ხდებოდეს მწერზე მიკრულ მტერის მასის მიკერის შემთხვევაში. მეორე ყვავილზე გადაფერენით იგივე მოქმედების განმეორებით იგი უნდა შეეხოს მტერის მასით დინგის წებოვან ზედაპირს (ღ) და იქ დატოვოს მტერის ნაწილი. რომ სინამდვილეში ყოველივე სწარმოებს აღწერილის თანახმად, ამტიკებს ყვავილთან მოფერილი მწერის დაქერა, რომლის ხორთუმზე ან თავზე აღმოჩნდება მიკრული მტერის მასა, ზოგჯერ დიდი რაოდენობითაც კი. მაშასადამე, ამგვარი ყვავილების განაყოფიერება მხოლოდ მწერების დახმარებით სწარმოებს და ჯვარდინი განაყოფიერება მცენარისათვის მუდამ უფრო ხელსაყრელი იქნება; გასაგებია, მცენარის სიცოცხლისათვის რა მნიშვნელობა აქვს მისი ყვავილების ყველა ნაწილის სწორედ ასეთ და არა სხვაგვარ ფორმას.

მოვიყვანოთ კიდევ ერთი საოცარი მაგალითი, რომელშიაც ყვავილის ყველა ნაწილი, როგორც ჩანს, ისე არის ნომარჯვებული, რომ ჯვარდინი განაყოფიერება მწერების დახმარებით სწარმოებდეს. ეს არის მცენარე ძირმწარა (*Aristolochia*). მისი ბაცი ყვითელი ყვავილები ლულისე-

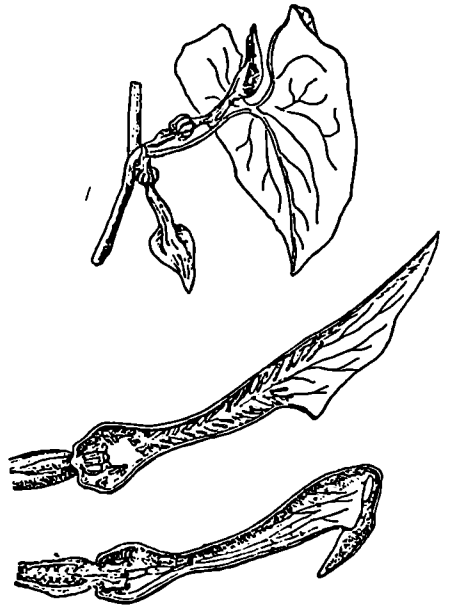


სურ. 71

* სურ. 71. წარმომადგენლ გუგულის კაბის ყვავილს, რომელსაც მოკლებული აქვს გვირგვინის ყველა ფურცელი გარდა ტუჩისა, რომელიც უხევა გამოწეული, რომ ნაჩვენებია იქნას დეზში შესავალი და დინგის მდგომარეობა.

ბურნი არიან, ძირთან სფერულად ამობერილი, ხოლო წვერზე გვირგვინი გაფართოებული და ირიბად მოჭრილია (სურ. 72). გრძელი მრავალი კვერცხების შემცველი ნასკვი (სურ. 72), უსვეტოდ ვადადის მჯდომარე ღინჯში. იქვე ღინჯის ქვემოთ მოთავსებულნი არიან ბუტკოსთან შეზრდილი აგრეთვე მჯდომარე მტკრიანები, ე. ი. ისეთები, რომელთაც ძაფები არ გააჩნიათ. გვირგვინის ვიწრო ლულა დაფარულია უხეში ბუსუსებით, რომელნიც, როგორც ნაჩვენებია, მწვერვალთ შიგნითაჲნ არიან მიმართული (სურ. 72 ზემოთა განაკვეთი) და სათაურის მოწყობილობას გვაგონებენ. ბუსუსების ამგვარი განწყობის შემწობით მწერი ადვილად ძვრება ყვავილში, მაგრამ იქიდან ამოსვლა მას უკვე აღარ შეუძლია — მისთვის ყვავილი ხაფანგს წარმოადგენს, იქ მას ხვდება უკვე განვითარებული გასანაყოფიერებლად მომზადებული ღინჯი და ჯერ კიდევ განუვითარებელი მტკრიანები. თუ მწერი მოფრინდა სხვა ყვავილიდან, მაშინ იგი ღინჯზე სტოკებს მტკერს, რამდენიმე ხნის შემდეგ უკვე მომწიფდება და სკდება მტკრიანები. მწერები თავის საპყრობილეში (სურ 72 ზემოთა განაკვეთი) მოუსვენრად მოძრაობის გამო იგუნგლებიან მტკერში, მაგრამ ღინჯზე მოხვედრის დროს ეს მტვერი არ იწვევს თვითგანაყოფიერებას, რადგან ღინჯი უკვე დამკვნიარია. მალე კვდება და ცვივა გვირგვინის ბუსუსებზე (72, ქვემოთა განაკვეთით), მისი საპყრობილის კარები იღება და მტვერში ამოგუნგებული მწერი ამოდის მისთვის, რომ შემდეგ ყვავილში მოხვდეს ასეთივე მახეში. შემდგომ გვირგვინის გარეთა მხარე კვდება, ხურავს ხერხელის შესავალს (72 ქვემოთა განაკვეთი) და აქამდე ვერტიკალური მდგომარეობის მქონე ყვავილი ძირს იხრება (72 ზემოთა სურათი). ამგვარად მწერები ვეღარ მიდიან უკვე განაყოფიერებულ ყვავილეთთან. ეს მოწყობილობაც ისევე კარგად მოქმედებს, როგორც გუფულის კაბისებრთა განანაყოფიერებელი მექანიზმი, ისე, რომ ყვავილის გარეგანი შეხედულებით შეიძლება შეუცდომლად ითქვას, შიგ იქნებიან თუ არა დატყვევებული მწერები. ერთ ყვავილში ამგვარად დროებით დატყვევებული მწერების რიცხვი ხანდახან საკმაოდ დიდია.

მაშასადამე, გვირგვინის მკვეთრ შეფერვაში, მის თავისებურ ფორმაში, სანქტრე ჯირკვლებში — ყვავილის ამ ე. წ. არაარსებით ნაწილებში — ჩვენ



სურ. 72.

აუცილებლად უნდა დაინახოთ ყვავილის მეტად სრულყოფილი მოწყობილობა, მცენარის აღნიშნული მოთხოვნილებების უზრუნველსაყოფად ალბათ ამავე მიზანს უნდა ემსახურებოდეს სუნიცი; ფერის მსგავსად ისიც ხელს უწყობს მწერების მიზიდვას. შემჩნეულია, რომ ისეთ მცენარეებთან, რომელნიც ძლიერ არომატს აერცელებენ ღამე, ღამის მწერებიც არ მიდიან. თუმცა აქროლად არომატულ ნივთიერებების გამოყოფას მცენარეებისათვის შესაძლოა სხვა დანიშნულებაც ჰქონდეს. ერთის მხრივ ცნობილია, რომ ყვავილობისათვის მცენარეს ესაკიროება მერტაკელებად მაღალი ტემპერატურა, რაც ნაწილობრივ მიღწეულია სუნთქვის შედეგად ტემპერატურის აწევით, მაგრამ მეორეს მხრივ, ცნობილია, რომ მოწმენდილ, წყნარ ღამეებში მცენარეები მნიშვნელოვან ცივდებთან ძლიერ სხივფენის გამო. ამგვარი გაციების თავიდან ასაცილებლად საკმარისია მცენარე დაუფაროთ მინის ზარით, რომელიც შეაჯავებს მცენა-

რიდან გამოსულ სხივებს და ხელს შეუშლის ზედმეტად გაცივებას. მაგრამ ყვედილის ანაორთქლების მსგავს ყველა აქროლად სხეულს სრულიად ისეთივე თვისება აქვს, როგორც მინას, ისინი ძლიერ ინარჩუნებენ სხივისნურ სითბოს. იმისათვის, რომ დავრწმუნდეთ რამდენად მნიშვნელოვანია ამ აქროლად ე. წ. ეთეროვან ზეთების ატმოსფერო, რომელიც გარშემორტყმული აქვს სურნელოვან მცენარეს, საკმარისია ზაფხულის წყნარ ღამეში მივტანოთ ანთებული ასანთი ძლიერი სურნელის მქონე *Dictamnus*-ის ყვავილთან და ჩვენ ვაგვაკვირებებს ის, რომ ჯერ ეს ყვავილი და მერე ყვავილებით დაფარული მთელი ბერძნური დაიფარება მოლურჯო ალით. აქ იწყის სურნელოვანი ეთეროვანი ზეთების ორთქლი, რომელსაც გამოყოფს ჯირკვლები და, რომლითაც დაფარულია ამ მცენარის ყვავილის ორგანოები. მასხასადმე, ზაფხულის წყნარ, მოწმენდილ ღამეებში, ე. ი. სახელოდორ მაშინ, როდესაც გამოსხივების შედეგად არსებობს გაცივების საშიშროება, ყვავილები დაფარულნი არიან ამ ანაორთქლების ატმოსფეროს გამჭვირვალე ღრუბლებით, რომელიც მცენარედან გამოსხივებულ სითბოს იჭერს, და მინის ზარის მსგავსად იცავს მცენარეს ზედმეტი გაცივებისაგან.*

ამრიგად, იმედგაცრუებათა იმ წყებას, რაც აღამიანის თავმოყვარეობის მოუტანა ბუნებათმეცნიერებას იმის დამტკიცების მომენტრიდან, რომ მზე ეს არ ბრუნავს მის ირგვლივ, არამედ იგი ბრუნავს ზვის ირგვლივ, დამებათა ეს გარემოებები: რომ ყვავილების ეს კრელი ხალისა, რომელიც ცოცხალს ყველა ფერით ბრწყინავს, რომელიც ავრცელებს უნაზეს სურნელებას, არსებობს არა მისთვის, ბუნების მეფისათვის, არამედ რაღაც ქინკლებისათვის, მუმლებისათვის და უპირველეს ყოვლისა, თვით მცენარისათვის.

მაგრამ აღამიანი ვანზორდა რა თავის გაუმართლებელ შეხედულებებს, მეცნიერების ყოველ ახალ წარმატებით სინამდვილეში მხოლოდ მოიგო. ასევე ამ შემთხვევაშიც: თუ მან უნდა აღიაროს, რომ არ ყვავილები მისთვის არ არიან გაჩენილი, მას სამართლიანად შეუძლია თავი ინუეგვოს იმ აზრით, რომ ისინი უმთავრესად მის მიერ არიან შექმნილი. საკმარისია შევადაროთ ჩვენი ბალე-

ბის, ბოსტნების და მინდვრების მცენარეები გარეულ მცენარეებს, რომ დვეთაზნით ამ დასკვნას. საკმარისია შეხედოთ რომელიმე კულტურულ მცენარეს, ბალის ყველივს, ბოსტნეულს, რომ მათში დავინახოთ მიმართულების მიმეკმი აღამიანის ხელი და აზრი. ბუნებრივი სხეულები მათთვის წაყენებულ მოთხოვნილებების გავლენით ზოგჯერ მხოლოდ წუთითი მოდის ახირების გავლენით ამ მოთხოვნილებების და ახირების შესაფერისად იცვლებიან. აღამიანს სურს, მაგალითად, რიას ბაიო სამფერი არასწორი ყვავილი გადაიქცეს მხოლოდ, ერთფეროვან, თითქმის შავი ფერის და მრგვალი ფორმის მქონე ყვავილად. და იი ჩვენ თვალწინ, თითქოს რაღაც ჯადოსნურად, ყოველ წელს იგი თანდათან მსხვილდება, მექდება, მრგვალდება. საკითხავია, რა გზით მიიღწია აღამიანმა ამ შედეგს, როგორ აიძულა მან ბუნება, ხელი შეეწყოს მისი მიზნებისათვის და დამორჩილებოდა მის მითითებებს.

ეს გზა მეტად მარტივია, და აღამიანი უნებელიც მის უკვე დიდი ხანია მისდევდა, ხოლო, შედარებით, დიდი ხანი არ არის მას შემდეგ, რაც მეცნიერებამ დაიპყრო ცოდნის ის საგანძური, რომელსაც საუკუნეების განმავლობაში აგროვებდა პრაქტიკა, კემშარიტი სხივით წარმოადგინა გამოყენებული ხერხის სიმარტივე და საყოველთაო ხასიათი. ეს გზა შემდეგია: ერთი მცენარითა და ერთი კოლონიდთან აღებული თესლიდან არასოდეს არ ვიღებთ ორ სახეობით მსგავს მცენარეს, აუცილებლად ადგილი აქვს სხვაობას. თუ ყველა ამ მცენარეს ერთად გავრდის და გამარავლებს საშუალებას მიეკეთონ, მაშინ შეჯარების შედეგად სხვაობა ადვილად იშლება და გამოშუავდება მუდმივი, საშუალო, ტიპური ფორმა. სულ სხვაგვარი შედეგი მიიღება, თუ დანარჩენებისაგან რითიმე განსხვავებულ ფორმას მოვაკლებთ, გავაცალკევებთ; მაშინ შემთხვევათა უმეტეს ნაწილში მისი თავისებურებანი გადაეცემა შთამომავლობას. ამ თაობაშიც იმ ეგზემპლარების გაცალკევება, რომლებშიც განსაკუთრებით მკვეთრი ფორმით არის გამოვლენებული ის ნიშანი, რომელმაც მიიპყრო ჩვენი ყურადღება, ჩვენ ყოველ თაობასთან ერთად გავა-

* ცნობილია, რომ შეიძლება ღამით გაცივებისაგან მცენარის დაცვა მის მახლობლად ცეცხლის დანთებით ისე, რომ მცენარე დაიფაროს ბოლის ღრუბლით, რომელიც დაიცავს მას გამოსხივების საშუალებით სითბოს ზედმეტად დატვირთვას.

ძლიერებთ და გავამტკიცებთ მის. ეს არის ე. წ. შერჩევის ხერხი.

მებაღეობაში შერჩევის ეს პროცესი, არაიშვიათად გამოიყენება ყველაზე უფრო მარტივ და ამავე დროს ნამდვილი ფორმით: იგი მდგომარეობს, ყოველ თაობაში არსებული მიზნებისათვის შეუფერებელი ყოველი მცენარის მოსპობაში. ყოველ შემდგომ თაობაში განმეორებით შერჩევის ჩატარებით და ორნავ შესაძენვე ნიშანდობლივი თვისებების შენახვით, ადამიანი თითქოს ძერწავს ახალი ფორმის დამახასიათებელ ხაზებს და ანხორციელებს წინასწარ 'ემულავებულ იდეალს. აღსანიშნავია, რომ ადამიანს ამ საშუალებით გამოჰყავდა რა ყველა თავისი მცენარის და ცხოველის გაუმჯობესებული ჯიშები, იგი შერჩევის ამ საწყისებს იყენებდა თავის თავის მიმართაც, სამწუხაროდ, მხოლოდ შებრუნებული მნიშვნელობით, ღიდი ხანია მას ჩვეულებად აქვს აარჩიოს ფიზიკური თვალსაზრისით თავისი საუკეთესო წარმომადგენლები, იმისათვის, რომ განვირის ისინი სასიკვდილოდ და ეპოკობრივად ეს გამოცდილება, თუცა უარყოფითად, ამტკიცებს შერჩევის ამ საწყისების გამოყენების წარმატებას. მაგალითად ასეთი იყო ნაპოლეონ პირველის მოქმედების ერთ-ერთი შედეგი, მისმა ვანო-წყვეტელმა ომებმა გამოიწვია საფრანგეთის მოსახლეობაში საშუალო სიმაღლის შემცირება.

მაშასადამე, შერჩევის საწყისების სახით ადამიანს ორგანიზმების გაუმჯობესების ძლიერი საშუალება მოიპოვება და ამ საწყისის უმარტივესი გამოყენება, მის მიზნებისათვის შეუფერებელ ორგანიზმების განადგურებაში მდგომარეობს, და განსხვავებით დასკვნა, რადგან შემდეგში იგი ჩვენ დაგვეცხმარება ბუნებაში წარმოებული მოვლენების ახსნაში.

შევაჯამოთ ყვავილის შესახებ შეძენილი ფაქტები. ორგანულ ბუნებას საფუძვლად უდევს კანონი, რომლის ძალითაც უჯრედს, რომელსაც უნარი აქვს მისცეს საწყისი ისეთ გიგანტებს, როგორებიცაა ველინქტონიები და ბოაბაბები და რომელიც ათასწლობით ცოცხლობენ, რო-

გორც ჩანს, არ შეუძლიათ დაუსრულებლად გარავლება ვეგეტატიური გზით. მცენარეული ფორმების შესანარჩუნებლად აუცილებელია დროგამოშვებით ხდებოდეს მათი განახლება ორი ცალკეული უჯრედის შეერთების საშუალებით. სქესის არსებობის კანონის მნიშვნელობა, აზრი და აუცილებლობა ჩვენთვის სრულიად გაუგებარია: ეს მხოლოდ ემპირიული კანონია, რომელიც ეყრდნობა ჩვენთვის ყველასათვის ცნობილი ფაქტები *.

იქნებ უფლება გვაქვს ამ კანონში დავიხაზოთ უფრო ზოგადი შრომის ფიზიოლოგიური განაწილების სარგებელიანობის კანონის მხოლოდ ერთი გამოვლენება, რომელიც გამოიხატება იმაში, რომ უმარტივეს ორგანიზმებში ერთი უჯრედის მიერ შესრულებული ფუნქცია ორგანიზაციის გართულებასთან ერთად ნაწილდება სხვადასხვა უჯრედებს შორის. შესაძლებელია უჯრედი არა აქვს უნარი თაობათა გრძელ რიგში თავისთავი ყველა ნაწილებით საესებით აღადგინოს და ის პროცესი ნაწილდება ორ უჯრედს შორის, რომელთაგან ყოველი მათგანი მომავალ ორგანიზმისათვის იმუშავებს გარკვეულ ნაწილს და ცალკე მას უკვე შემდგომი განვითარების უნარი არა აქვს. მაგრამ რაში მდგომარეობს ამ ორ უჯრედთა შორის სხვაობა. განვითარების რომელ ელემენტს იძლევა თითოეული მათგანი — ყოველივე ეს მომავლის საკითხებია. ფაქტებიდან კი მხოლოდ ერთი გამომდინარეობს, რომ ორგანიზაციის გართულებასთან ერთად სქესობრივ უჯრედებს შორის მატულობს გარეგანი განსხვავება და ნაფისაობის ხარისხი. ვიმეორებ, სქესთა მნიშვნელობა ჩვენთვის ჯერ კიდევ მეტად გაურკვეველია და უკეთესია თავი შევკავოთ ყოველგვარი ახსნა-განმარტებისაგან, ვიდრე ავუკეთ ფაქტიურ ნიადაგს მოკლებულ ბუნდოვან ჰიპოტეზებს.

ყვავილის ფუნქცია ძირითადი მდგომარეობს თესლის, ე. ი. ჩანასახის წარმოშობაში, რომელიც მოათავსებულია სახეცვლილ და გაზრდილ კვერცხში. მაგრამ ყვავილის ფუნქცია თესლის წარმოშობით განისაზღვრება თესლოვან მცენარეთა მხოლოდ მცირე ნაწილში, მაგალითად ჩვენ წინვითა-

* აღსანიშნავია, რომ ზღვის წყალმცენარეებს ახასიათებთ ერთი მეტად საინტერესო, დანარჩენ ორგანულ ბუნებაში არახალხი თვისება: სქესობრივი ექტი წარმოებს არა ორ, არამედ სამ უჯრედს შორის, ე. ი. რომ ერთი მათგანი ასრულებს განაყოფიერების გამოწვეულ ელემენტის როლს მეორის და გასანაყოფიერებელ მესამეს მისიარო. ამ ერთადერთობა, მაგრამ დამაკერებლმა ფაქტმა და აგრეთვე უმარტივეს ორგანიზმებში სქესთა არ არსებობამ თავი უნდა შეგვკავებობს მეტად ფართო განხილვადობისა და მტკაფიზიკურ თეორიებისაგან, რომელიც აღიარებს რაღაც ორგანულ პლიაირობის არსებობას და სხვ.



მანგროს რაყა, ხეებიდან ცვივა ვალიყვებული თესლები ღამში, რომელშიც იქვე ინივითარებენ დღსევას.

ნებში, ტროპიკულ საგოვანებში, რომელთა ფოთლებს პალმების სახელწოდებით ხშირად გვირგვინებთან ერთად აწეობენ საფლავებზე. თუ დავშლით ნაძვის ან ფიჭვის გირჩებს, მაშინ ყოველი კერქლის კუთხეში ვნახავთ თესლს, რომელსაც აქვს საფრენი; ეს კარგად იციან ციყვებმა, რომელნიც მათ ძალიან ადვილად პოულობენ კერქლების გადატების და გადაყრის საშუალებით და სტოვებენ გირჩის ხმელ ღერძს. ამ მცენარეებს ბოტანიკოსები სწორედ ამიტომ შიშველთესლი იანებს უწოდებენ და ყვავილოვან მცენარეთა შორის უმარტივესად სთვლიან, რადგან მათ არ გაიზნიათ არც ნასკვი და არც ყვავილსაფარი, რასაც ადასტურებს გეოლოგია, რომელიც გვიჩვენებს, რომ ეს შიშველთესლიანები უფრო უძველესი მცენარეები არიან, უფრო სრულყოფილი არ ულთესლიანებთან შედარებით. ის ორიგანო, რომელშიაც, როგორც ჩვენ ვიცით (ლექცია I), ჩვეულებრივ მოთავსებული არიან კვერცხები, არის ბუტკო, როდესაც განაყოფიერებუ-

ლი კვერცხები გადაიქცევიან თესლებად, ბუტკო გადაიქცევა ახალ ორგანოდ — ნაყოფად. როგორც ჩვენ ავრეთვე დავინახეთ (ლექცია I), ბუტკო შესდგება ერთ (როგორც ეს იორდასალამს აქვს) ან რამდენიმე ნაყოფის ფოთლისაგან. ეს ნაყოფის ფოთლები სხვა არაფერია თუ არა თავისებურად სახეცვლილი ფოთოლი, რომლის კედლებზე სხედან კვერცხები. ზოგჯერ ნაყოფის შემადგენლობაში შედის არა მხოლოდ ბუტკო, არამედ ყვავილში მისი მოსაზღვრე ნაწილებიც.

ნაყოფები შეიძლება ითქვას, რომ ყვავილებზე უფრო მეტი სხვადასხვაობით ხასიათდებიან. ისინი შეიძლება შეიცავდნენ ერთ ან მრავალ თესლს, შეიძლება იყვნენ მშრალი, ერთ ან მრავალ ნაყოფის ფოთლიდან შექმნილი, იხსნებოდნენ ზეტად სხვადასხვაგვარი საშუალებით იმისათვის, რომ გაფანტონ თესლები. შესაძლებელია იყვნენ წყნიანი და ზორციანებიც და მწიფდებოდნენ თესლებთან ერთად. შესაძლებელია ჰქონდეთ არა მარტო ჩამოყვინის, არამედ სხვადასხვა საშუალებით

გაფანტვის უნარიც. უფრო მეტი, მათ შესაძლებელია კქონდეთ არამართო გაფანტვის, არამედ კარგა მანძილზე გადატანის უნარიც. და მათი მამოძრავებელი გადატანაში იყოს ქარი, წყალი ან ცხოველები.

ყოველივე ეს აღინიშნება იმ შემთხვევებში, როდესაც მცენარე შიავლდება ისეთი თესვლებით, რომელნიც, გარკვეული გაგებით, შესაძლებელია მივამსავსოთ ცხოველთა კვერცხებს; მაგრამ მეტად იშვიათ შემთხვევაში, მცენარეები ცოცხალ-მშობელნი არიან ე. ი. მათი ჩანასახები ვითარდებათ დედა მცენარეს და მისგან მოშორების შემდეგ დაუყოვნებლივ აგრძელებენ დამოუკიდებელ არსებობას. ასეთ შემთხვევებში ნაყოფის მნიშვნელობა — მეტად უმნიშვნელოა. მაგალითისათვის შევვიძლია ავიღოთ მანგრიცხერი მცენარეები, რომელთა შესახებ უკვე სათქვამი იყო. მესამე ლექციაში. ეს მცენარეები საინტერესონი არიან თავიანთი მეტად თავისებური ცხოვრებით. ისინი გავრცელებულნი არიან ზღვის მოკცევის ზონაში თითქმის ყველა ტროპიკული სარტყლის კონტინენტსა და კუნძულებზე ნიადაგის მხრივ ხელსაყრელ სანაპიროზე. ასეთ პირობებში ყოველ ჩამოცევილ თესვს გაიტაცებდა ზღვის პირველივე უკუქცევა. ეს საშიშროება აცილებულია შემდეგნაირად. ნაყოფი და თესვა თითქმის არ ვითარდებათ, არამედ წარმოადგენენ თითქოს მოკლე ხნით საქირო შორისულ ორგანოს წარმომშობ მცენარესა და სწრაფად განვითარებულ ჩანასახს შორის. განსაკუთრებით სწრაფად იზრდება ის ნაწილი, რომელიც მოთავსებულია ლებნების ქვეშეთ; იგი ხერხტს ნაყოფის კედელს (ტაბულა I. სურ. 1) და იზრდება გრძელი მახვილი ბოლოს მქონე, მძიმე ორგანო, რომელიც ნაყოფში დარჩენილ ლებნებს ადვილად სცილდება და ჩამოვარდნის შემდეგ ჩაერქობა რბილ შლამში. რამდენიმე საათის შემდეგ იგი უკვე უშვებს ფესვებს და გაშლის პირველ ფოთლებს, რომელიც ლებნების შორის იყო ჩაქედილი. ამგვარად მისი შემდგომი არსებობა ასეთ თითქოს არახელსაყრელ პირობებში უზარუნველყოფილია და მისი სიცოცხლე ყოველგვარი შემერების გარეშე გრძელდება.

როგორც ყვადილის აღწერის დროს, ისე აქაც ჩვენ შეგვიძლია რამდენიმე მაგალითით დავკმაყოფილდეთ, ნაყოფების სხვადასხვაგვარი ფორმებით და მათი იმ მოწყობილობებით, რომელნიც უზარუნველყოფენ ჩანასახის შემდგომ არსებობას. შეიძლება ითქვას, რომ ყველაზე უფრო ცუდი შეხედულების ნაყოფებს ჩვენ მარცკლოვანებში

ვხვდებით. მათი მარცკლები ბოტანიკის უცოდინარ ხალხს თესვები ჰგონიათ და მართლაც სინამდვილეში ადვილი არ არის მათ კანში იმის გარჩევა, რომელი ნაწილი მიეკუთვნება თესვს და რომელი ნაყოფს. მხოლოდ ლუპის საშუალებით დაკვირვებით გასინჯვისას შესაძლებელია შეჩვენული იქნას მათ წყვერ ღინვების ნაშთები. მარცკლოვანთა მარცკლებიც ზოგიერთ შემთხვევაში



ტაბულა I

1—მანგროს ბის ცოცხალშობი ნაყოფი, 2—ალვის ბის თესვი საფრენით. 3—გუადრისას ნაყოფი, რომელსაც აქვს დასკდომის უნარი. 4—კიტრანას მსკდომარე ნაყოფი, 5—ფანფარას ქოთორი. 6—მეკრზლის საფრენი. 7—ქანტიუმის კაუქებიანი ნაყოფი, რომელსაც აქვს მოკიდვის უნარი. 8—გარაკაოვიტონის კაუქებიანი მოკიდის უნარის მქონე ნაყოფი. 9—მარწყვის ზორციანი რთული ნაყოფი. 10—ტუმის ზორციანი ნაყოფი. 11—ღონარია ციმბლარაის თესვის გაფანტვა. 12—გეისწყვიან ნაყოფის მიწაში ჩაბრუნება.

ცოცხალშობი არიან. ეს მოვლენა მუდმივად აღინიშნება ერთ-ერთ ჩვეულებრივ Poa-ში ე. წ. Poa vivipara-ში ე. ი. ცოცხალშობი — და გამოიხატება სხიბი წვიმიან დარში გვხვდება კულტურულ მარცვლოვანშობაში.

გაცილებით რთულია იმ ნაყოფების ფორმა, რომელსაც შეიცავენ მრავალ თესლებს: ისინი იქნებიან ე. წ. ფოთლურები (როგორც აქვს იორდასალამს), რომელნიც წარმოქმნილი არიან ერთი ნაყოფის ფოთლისაგან ან მეტად სხვადასხვაგვარი კოლოფები, რომელნიც რამდენიმე ნაყოფის ფოთლიდან არიან შექმნილი, და. თესლების გაფანტვისას სხვადასხვაგვარად იხსნებიან. ყველაზე ხშირად მათი გახსნა სწრაფობს ნაყოფის ფოთლების შერადის ადვილს ნაწიბურების დახეობით, მაგრამ არსებობს გახსნის სხვა მრავალი საშუალებანიც: სახურავებით, ნაჩრეტებით (როგორც ეს არის ყაყარში) და სხვა. ზოგჯერ თესლები უბრალოდ გამოაცივიან, ზოგჯერ აქვთ ბუსუსები, რომელნიც თავის მხრივ ხელს უწყობენ, რომ ისინი გაფანტოს ქარმა (როგორც ეს აქვს ვერხვს, ალვის ხეს და სხვ. ტაბულა I, სურ. 2) განსაკუთრებით საინტერესოა ისეთი შემთხვევების, როდესაც ნაყოფი არა მარტო იხსნება თესლების გასაფანტავად, არამედ შექნაიქურადაც კი ფანტავს მათ. ამ მოვლენის უმარტივეს შემთხვევებს წარმოადგენენ ჩვეულებრივი ბალის (უმართებულად წოდებული) ე. წ. ყვითელი აკაციების პარკები (რომელთაც ავრთებთ უმართებულად უწოდებენ პარკებს). ისინი ორმხრივ არამხოლოდ იხსნებიან, არამედ ეხვიან კიდევაც საყოველთაოდ ცნობილი ტყაუნით და გადამოყრიან უკვე მომწიფებულ თესლს. გაფანტვის განსაკუთრებით საინტერესო მექანიზმს ვხვდებით ჩვენში დაჩრდილულადგილებში გავრცელებულ უკადრისაში. ეს მცენარე აღსანიშნავია კობტა წვრილ ფიხებზე მოქანავე შესამჩნევო ბაცი ყვითელი ფერის ყვავილებით, მას რამდენიმე კვირის შემდეგ დაეუბრუნდეთ, მაშინ, როდესაც უკვე შექმნის თავის მოგრობო ბოლოებში წაწვეტიანებულ მწვანე ნაყოფებს. ასეთ ნაყოფს რომ სწრაფად ხელი მოუჭიროვს, პირველად უნებლიეთ გაუშვებთ ხელს — მოგპყვინდებათ, თითქმის დაიკვირეთ რომელიღაც ძლიერი მწერი, რომელიც ცდილობს განთავისუფლებას. გვეშლით ხელს და დაინახავთ ხუთ ცალ-ცალკე მოგრებილ ნაყოფის ფოთოლს და გაფანტულ თესლებს. მეორედ ფრთხილად წავაგლიჯეთ მხო-

ლოდ ნაყოფის წვეტი და დაინახავთ მთელი ნაყოფი როგორ დაიშხვრება, შორს გაფანტვის თესლებს (ტაბულა I, სურ. 3). ეს არის ერთ-ერთი თვალსაჩინო მაგალითი ქსოვილების იმ ურთიერთ დაძაბულობისა, რაც გავიცინით მე-7-ე ლექსიაში, როდესაც ლაპარაკი გვექონდა ზრდაზე. გარეთ ქსოვილმა უკვე მოაწრო თავის წყლის ნაწილის დაკარგვა, იმ დროს, როდესაც შიგნითა ქსოვილი ჯერ კიდევ მის საკმარის რაოდენობას შეიცავს, ყველი ნაყოფის ფოთოლი ცდილობს მოიგრიბოს გარეთკენ ან დაეხვიოს ხრახნილისებრ, ამ დროს თესლები საკმარის სიძლიერით იფანტება. კავკასიაში გვხვდება სხვა მცენარე, ეგრეთ წოდებული კიტრანა. მისი მომწიფებული ნაყოფები მკირეოდენ შერხევისგან სწყდებიან თავის ფეხს და შექმნილი ხვრელიდან მნიშვნელოვან მანძილზე გამოასხამენ თავის თხიერ შიგთავსს თესლებთან ერთად (ტაბულა I, სურ. 4). აქ იგივე მექანიზმია: დაძაბული გარეთა ქსოვილი აწვება ნაყოფის შიგნითა ნაწილებს იმგვარად, როგორც ეს ხდება გაბერილ რეზინის ბურთში, როდესაც მას გაეჩრტავენ.

ნაყოფის გავრცელების გარეგან ფაქტორს, როგორც უკვე ნათქვამი იყო, წარმოადგენენ ქარი, წყალი და ცხოველთა დახმარება. ქართი გავრცელების ყველაზე უკეთეს მაგალითს წარმოადგენენ ყველასათვის ცნობილი ბაბუნასწვერა და ფამფარა (ტაბულა I, სურ. 5). მათ ნაყოფებს გაზრდისას წვერზე უჩნდებათ განსაკუთრებული დანამატი — ქოჩოჩი, რომელსაც ადვილად იტაცებს ქარი და მათი ნაყოფები ამის გამო იღებენ მანძილზე გადააქვს; ამის შესავს მოწყობილობებს ნეკრჩხალს (ტაბულა I, სურ. 6), ვერხვის, არყის საფრენები წარმოადგენენ, მაგრამ ისინი უფრო გამოსადგენი არიან ზემოდან ჩამოცეცილი ნაყოფებისათვის და ახასიათებთ განსაკუთრებით ხეებს, იმ დროს, როდესაც ქარიანი და მისი მსგავსი ბუსუსებიანი ნაყოფები გვხვდება დაბალ მოზარდ მცენარეებში.

წყალს მნიშვნელობა აქვს არამარტო წყლის მცენარეების ნაყოფის გავრცელებაში, არამედ ხმელეთის მცენარეებშიც და რაც აღსანიშნავია, მნიშვნელობა აქვს ჩვენთვის ცნობილ ყველაზე მსხვილ ნაყოფების, მაგალითად ზოგიერთი პალმების კაკლების, როგორც არის კოკოსის, და პალმების ლოდოციების უფრო მსხვილი კაკლების გავრცელებაში. ამ უკანასკნელთა კაკლები

ბოტანიკურ მუზეუმების მორთულობას შეადგენენ, ამბობენ, რომ პირველი ამგვარი ნაყოფი იმპერატორმა რუდოლფმა ააგო ბავალო ოქროს ფულთა და მისცა მის მამაკან მოგზაურს; ამ პალმების კაკლები ნაპირზე მოზარდ ხეებიდან ცვიან რა ზღვაში, ვრცელდებიან შორს მატერიკებისა და კონტინენტების განაპირზე. კოკოსის ნაყოფებში აღსანიშნავია შერღვეთ თავისებურებანი: გარეთა კანი ზღვის წყლისათვის გაუმპოლავია, ხოლო სქელი ბოჭკოვანი შრე შეიცავს ჰაერს, რის გამოც კაკალი წყლის ზედაპირზე ტივტივებს. შემდეგ მოდის მეტად მამკარი ქერქი და დიდ ღრუ რომელიც ამოვსებულია სითხით — კოკოსის რძით. ეს სითხე შეიცავს მტენარი წყლის დიდ მარაგს ჩანასახის მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად ზღეთ ხანგრძლივ მოგზაურობის დროს. მსგავსად იმისა, როგორც ამას სხიდან მებღვაურები შორეულ ექსპედიციების დროს.

ნაყოფის დიდ მანძილზე გტანის მესამე საშუალება ცხოველთა დახმარებით ხორციელდება. აქ უნდა გავარჩიოთ ორი სხვადასხვაგვარი ხერხი. ან ნაყოფი ეკერის ცხოველთა გარეგან საფარს, უმთავრესად ბალანს და მისთან ერთად ვადალის დიდ მანძილზე, რომ ისევე შემთხვევით მოსცილდეს მას, როგორც მიყვარ. ამგვარად ბევრი მცენარე ხვდება ახალ ქვეყნებში იქ გტანილ ცხოველთა ბეჭეულთან ერთად. საერთოდ ნაყოფთა ამგვარი გავრცელებაში ცხოველი დაინტერესებული არ არის; უფრო მეტი, იგი მათთვის ხშირად სახიფათოც კია. იმ უმარტივეს შემთხვევებში, როდესაც კაუქუმიანი ნაყოფები თავის ეკლებით (ან კაკლებით, როგორც მაგალითად ტაბულა I, სურ. 7) ეკერის ცხოველებს და სხვა საგნებთან შეხების გამო სხვა ადგილზე ცვიან. მაგრამ არის უფრო რთული შემთხვევებიც. ასეთია მაგალითად, ვეციის წვეკრა არა ბუსუსებიანი, არამედ მეორე სახის ოქსულურები. ისინი ქვემოთა მხარეს მეტად წაწვეტიანებული არიან და ნემსებებით იჩხვლიტებიან, ხოლო ზემოთა მხარეს გრძელი ძაფისებრი წვეკრები აქვთ, რომელიც სწებნიან, იხვევიან და თავის კვანძებით და ყულფებით ეკიდებიან ყველაფერს, რასაც კი შეხებიან. მოხვდებიან თუ არა ცხერის ბალანზე, ისინი მაგრად ეხლართებიან მასში. ხოლო თავისი მახვილი ბოლოთი ჩაეყოფენ საცოდავი ცხოველის კანს, რითაც, როგორც ჩანს, მას დიდ ტანჯვის აყენებენ. იქ სადაც ცხერები ამ მცენარით მრავ-

ლადმოყენილ საძოვარზე სძოვენ, მათი ტყავები ჰკარგავს ფასს, ვინაიდან დაჩერტილინი არიან და ტყავის გამოსაყვანად უფარგისად ითვლებიან. უფრო რთულია ერთი მცენარის გარეგანი ფორმის ნაყოფები (ტაბულა I, სურ. 8), რომელიც სამხრეთ აფრიკაში ვხვდებოდა. ლემბოკის თქმით, იგი ეკერის ლომების ფეფარს და რაოდენსავე ისინი პირით ლამბოქ მოცილებას, თავისი საშინელი ეკლებით ჩაეჭობიან პირში, ისე რომ საწყალი ცხოველი ვერ ახერხებს მისგან განთავისუფლებას და ხშირად შიმშილისაგან იღუპება. საეჭვოა, რომ ცხოველისათვის ასეთი ტანჯვის მიმყენებელი საშუალებანი ნაყოფთა გავრცელების დანიშნულების წარმოადგენდეს, უფრო სწორი იქნებოდა გვეფთქა, რომ ისინი წარმოადგენენ ცხოველთაგან დაცვის საშუალებას.

ცხოველისათვის დაცვილებით უყენებელი და მცენარისათვის უფრო სასარგებლო არის ნაყოფთა გასავრცელებლად ცხოველთა გამოყენების გეორე ხერხი. როგორც ყუვიანების მერ მწერთა გამოყენების შემთხვევაში, იგი დამყარებულია ორივე მხარის სარგებლობაზე, ცხოველთა მიზანდასახ ნაყოფის იმ გარკვეულ ნაწილების საშუალებით, რომელნიც გამოსდევნი არიან საკმელად. ასეთია მაგალითად მარწყვის (ტაბულა I, სურ. 9) წენიანი და ხორციანი ნაყოფები ანდა ალულის, ატმის, შოთხის (ტაბულა I, სურ. 10), ყოლის და სხვათა კურკიანი ნაყოფები. თესლების გავრცელების ეს საშუალება დამყარებულია იმაზე, რომ ფრინველები ან ცხოველები მათ სკამენ და თესლებს თავის განავალთან ერთად ფანტავენ შორეულ მანძილზე. იმისათვის, რომ ეს შესაძლებელი გახდეს, აუცილებელია, ნაყოფის სირბილი იზიდავდეს ცხოველს და ამასთანავე ადვილად შესაძრევი იყოს მისთვის, გარდა ამისა საჭიროა, რომ თესლები დაეულნი იყვნენ იმგვარად, რომ დაუზიანებლად გაიარონ ცხოველის საკმელის მომწელებელ არხში. ეს მიღწეულია შემდგენიარად: სანამ თესლები იმყოფებიან განვითარების პერიოდში და ჯერ არ შეუქმნიათ სკელი დამცველი გარსი, ნაყოფების გეომ სიმყვევის და სხვადასხვა შემკერელ ნივთიერებთა სიუხვის გამოც ცხოველებს არ იზიდავს, ამასთანავე ისინი ნაკლებად შესაძრევი არიან, ვინაიდან ფერით არ განსხვავდებიან ფორტლებისაგან. მაგრამ როდესაც თესლები მომწელებიან და გაუქეთლებათ დამცველი გარსი, ნაყოფებში გროვდება შაკროვანი, სახამებლო-

ენი და სხვა საკეები ნიეთიერებანი და ნაყოფთა შეფერვაჲ ადილადას დასანახი ხდება. განსაკუთრებით გავრცელებულია მკვეთრი წითელი და ყვითელი შეფერვა. თესლისი გაფანტვის ეს საშუალება ე. ა. ცხოველთა განავალთან ერთად, ხელსაყრელია მცენარისათვის კიდევ იმის გამო, რომ ნიადაგი ახლომახლო კარგად არის გამოყვრებული. ცნობილია, რომ აგრონომებიჲ კი ურჩევენ, თესლები გაფანტვის წინ დასველებული იქნას ნაკელის ხსნარში და ამოვლებული მინერალური სასუქებში, რადგან სასუქის განაწილების ამჯერად ხერხს ეკონომიური თვალსაზრისით უფრო მისაღებად თელაინ. რაგორჲ ჩანს, მცენარისათვის ეს უფრო ხელსაყრელი უნდა იყოს. ზოგიერთ მცენარეებისათვის ნაყოფთა გავლა ცხოველთა საძმოს მომწებებელ ნორგანოებში აუცილებლად საჭიროა მათი ცხოვრების პირობების განსაკუთრებული ხასიათის გამო. ასეთია მაგალითად ფითრი, ნახევრად პარაზიტი მცენარე — რომელიც გვხვდება სიმხრეთში და ზოგჯერ ხილულს დიდ ზიანსაც კი აყენებს: იგი აღმოცენებისათვის ხელსაყრელ პირობებში შესაძლებელა მოხვედეს მხოლოდ შემდეგი პირობების დროს: მისი ადილადას შესამწვევი თეთრი ნაყოფები, რომელსაც სკამენ ფრინველები, სხვა მცენარეთა ტოტებზე ჯდომის დროს თესლებს იქვე ტოვებენ განავალთან ერთად. ფითრის თესლები დაფარული არიან მეტად წებოვან ნიეთიერებით (ეგრეთ წოდებული ფრინველთა წებოთი), რის გამოც ისინი მჭიდროდ ეკვრიან ხის ღეროს, გაღვივების დროს უშუალოდ მასში ფესვებს და განაგრძობენ თავის ჩვეულებრივ პარაზიტულ ცხოვრებას.

მაგარამ ყველამ ვიცით, რომ ადამიანი არ გამოყოფილება თესლების მხოლოდ გაფანტვით, კიდევ საჭიროა ნიადაგში მათ ჩანერგვაზე ზრუნვა. გავიხსენოთ ორ შემთხვევას, რომელიც გვაჩვენებს, როგორ ახერხებს თვით მცენარე ამ პროცესის ჩატარებას. ცნობილია ერთი მოძრავი მცენარე (ლინარია ციმბარალია, ტაბ. I, სურ. 11), რომელიც იზრდება ციკაბო კლდეებსა და კედლებზე. მის ნაყოფებს აქვს მშრალი კოლოფების სახე, რომლებიც სკდებაინ და ფანტავენ მშრალ წყრილ თესლებს. ასეთ გარემოცვაში ოთხოქის არავითარი პირობები არ არის, რომ თესლებმა შესძლონ მაგარ ციკაბო ზედაპირზე შეჩერება, მაგარამ ნაყოფები თესლების დაფანტვამდე ჩაქ-

დევიან კედლების გაბზარული ადგილებში, სადაც თესლები უშიშარ გარემოში იმყოფებიან. ეს მეტად მარტივად აიხსნება: ნაყოფების ფეხებს ახასიათებს უარყოფითი ჰელიოტროპიზმი, რასაც გავეცინათ ლექციაში, რომელშიაც ზრდის შესახებ ვლაპარაკობდით. ეს ადილადას მტკიცდება მცენარის კონკრეტულ გზარდის დროს. მაშინ ჩვენ ვამჩნევთ, რომ გვერდიდან გაშუქების დროს ყვავილის თავები იხრება სინათლისაკენ, ხოლო ნაყოფთა თავები კი ერთდება მას. ასეთ პირობებში ამ მოვლენას მცენარისათვის არავითარი მნიშვნელობა არა აქვს, მაგრამ მაშინ, როდესაც იგი იზრდება ციკაბო კლდეზე, ყოველთვის, როდესაც ნაყოფის ფეხები შეეხება ნაპარსს, ისინი შეიწყვენ მასში და სხვა.

დაბოლოს ვფიქრობთ, რომ ყველაზე შესანიშნავი უნდა იყოს ნამდვილ ვაციის წვერას თესლებების მიწაში ჩათხრის მექანიზმი. მათი მწვერვალი წაგრძელებულია გრძელი ღერით, რომელიც ბოლოვდება ლამაზი ფრთით, რისი შემწეობითაც ქარს იგი ადილადას გადააქვს შორს ველებზე (ტაბ. I, სურ. 12). ქვემო ბოლოს აქვს მახვილი კაკისებრი დანაპტი, რომელიც ადილადას ერთობა მიწაში. შემდეგ მოქმედებს იწყებს შემდეგში რთული მექანიზმი. ღერი თავის ქვემო მეტად გიგროსკოპული ნაწილით იხრება ორ მუხლად, რის გამოც ფრთა მალე იღებს ჰორიზონტალურ მდგომარეობას. მხოლოდ ამის შემდეგ ვითარდება მეორე მოძრაობა — ღერის ქვემო ვერტიკალურ ნაწილის მოგრება. ვერტიკალური ღერძის ირგვლივ მბრუნავი ფრთა ადრე თუ გვიან დაეკრძობა რომელიმე ჩაბას ან ბალახის ღეროს და მაშინ უკვე დასაყრდენის მქონე ღერის შემდგომი მოგრება მახვილ თესლურას ჩახრახნის მიწაში, ამასთანავე ნაყოფის მფარავი მაგარი ბუხსები, რომელნიც ზემოთკენ არიან აწულენილუხის მსგავსად, კიდევ უფრო მეტად ამავრებენ თესლურას. შეიძლება გვეფიქრა, რომ ატმოსფეროში სინესტის გაჩენის დროს თესლურა იმავე წესით უნდა ამოხრახნილიყო ნიადაგიდან, მაგრამ რადგან ორივე პროცესი იგივე თანმიმდევრობით მეორდება, ამიტომ ფრთა უკერ განთავისუფლებდა, დადგება ვერტიკალურად, შემდეგ დაიწყებს თავის ღერძის ირგვლივ ბრუნვას და ამ მოძრაობაში არ ჩაითრევეს ნიადაგში ჩაფლულ თესლურას. სხვანაირად რომ ვთქვათ, თესლურა დახვევის დროს ჩაიხრახნება, ვაშლი-

სას კი არ ამოიხრახნება და იგი თანდათანობით ჩაიფლება მიწის სიღრმეში. ამ პროცესის წარმატება, როგორც ჩანს, დამოკიდებულია ორი მოძრაობის ურთიერთ მიმდინარეობაზე, ლერძის მოხრისა და მის ბრუნვაზე. მცენარის შთელ ცხოველმყოფელობაში ძნელი იქნება ასეთი გონიერული წინდახედული, ან როგორც ფილოსოფოსებს უყვართ გამოთქმა — მიზანშეწონილი მოვლენის ნახვა.

უკანასკნელ ხანებში გაჩნდა ისეთ ბოტანიკოს-ფილოსოფოსთა სკოლა, რომელნიც მცენარეთა სიმყაროში ამგვარ შემთხვევათა საფუძველზე ამტკიცებენ მცენარეში გონიერულ მოქმედების არსებობას, მათი შეხედულებით მცენარე გრძნობს,

მსჯელობს კიდევაც და ამის შესაბამისად მართავს თავის მოქმედებას.* ამაზე შესაძლებელია შემდეგი პასუხის გაცემა: აი ყველაზე უფრო გონიერული მოქმედების მაგალითი, რომელსაც ადგილი აქვს მკედარ-გამხმარ ორგანოში. როგორც ჩანს, ეს გონიერულობა მხოლოდ მოჩვენებითია და მისთვის საჭიროა სხვა ახსნის გამონახვა მცენარესათვის გონიერულობის მიწერის, მის თითქოს ცხოველთან ან ადამიანთან მსგავსების გამონახვის გარეშე. როგორ ხნის თანამედროვე ზუსტი მეცნიერება ასეთ ფაქტებს, შემდეგ ლექციაში დავინახავთ, ჯერჯერობით კი შევებოთ საკითხს, რაში მდგომარეობს ნამდვილი მსგავსება და განსხვავება ცხოველთა და მცენარეთა შორის.

* გერმანიაში ავ მიმდინარეობის წარმომადგენელი არის ბოტანიკოსი ფრანკი, რომელმაც თავისი მოძღვრება მცენარის სკლის შესახებ მოგვცა ორ დიდ და ნმეუიერად დასუზათუბულ წიგნში. ჩვენში აკადემიკოსი ფომინცინი და ბოროდინი, განსაკუთრებით კი პროფ. პოლოცკევი, ცდილობენ თავის სახელმძღვანელოში მოწოდებებს ჩააგონონ, რომ მცენარე გრძნობს და აზროუნებს (შენიშვნა კ. ა. ტიმირაზოვის მე-8 გამოცემისათვის.—რედ.).

მ ც ე ნ ა რ ე ლ ე ს ო ვ ე ლ ი

მცენარესა და ცხოველს შორის განსხვავების შესახებ გავრცელებული შეხედულება.—მოდრაობის უნარი მცენარეში.—მიკროსკოპული მოძრაობანი: პროტოპლასმის, ზოოსპორების, სპერმატოზოიდების.—უმადლეს მცენარეების ორგანოების მოძრაობა გარეშე პირობების (სითბოსი, სინათლის) ზეგავლენით.—გამლიზიანებელი ორგანოები.—ამ მოძრაობების მექანიზმი.—თვითმოძრაეი ორგანოები.—სხედასხვა მოძრაობების სარგებლიანობა მცენარისათვის.—მოდრაობის, პროცესების შინაგანი მსგავსება მცენარეებში და ცხოველებში.—კვების პროცესების მსგავსება.—სუნთქვის პროცესის მსგავსება.—სუნთქვა და დუღილი.—გამლიზიანებლობის და ანესტეზიის მსგავსება ცხოველებში და მცენარეებში.—გაჩნია თუ არა მცენარეს ცნობიერება.—მცენარესა და ცხოველს შორის განსხვავება თვისობრივი კი არა, რაოდენობრივია, კატეგორიული კი არა, ტიპურია.—ექსპერიმენტულ დიზიოლოგიის შედეგები ამ მეცნიერების ამოცანებს არ სწუარავს.

წარსულ ლექციებში ჩვენ გავეცანით მცენარეული ორგანიზმის სამ ფუნქციას: კვებას, ზრდას და გამრავლებას, რომელზე გავრცელებული თვალსაზრისით შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ზრდის კერძო შემთხვევა. ბუნებაზე ზერელეთ თვალის გადავლებების დროს, როდესაც მხედველობაში გვჩვენებს მხოლოდ ის ფორმები და ის მოვლენები, რომელნიც ყოველი ფეხის გადადგმაზე გვხვდებიან, ადვილად შეგვიძლია მივიღოთ იმ დასკვნამდე, რომ ამ სამი ფუნქციით ამოიწურება მცენარის მთელი სასიცოცხლო მოქმედება. ეს აზრი გამოიხატა მცენარეული სიცოცხლის იმ განსაზღვრაში, რომელიც ალბათ უხსოვარი დროიდან შეიქმნა: მცენარე ცოცხლობს (ე. ი. იზრდება, იკვებება, მაგრამ მცოცლებულია მოძრაობის უნარს, ზოგჯერ კიდევ უმატებენ ნებით მოძრაობის უნარს. მოძრაობის, თვითმოქმედების ამ არარსებობაში ჩვენ ეხედეთ მცენარის ცხოველისაგან განმასხვავებულ არსებით თავისებურებას; უსადუქლო არ არის, რომ პირიქით ისეთ ადამიანზე, რომლის ცხოვრება უშიზრო, უშინაარსოა, ჩვენ ვამბობთ, რომ იგი მცენარეულ ცხოვრებას ეწევა. მაგრამ სამართლიანია თუ არა მცენარის შესახებ ასეთი ზოგადი მსჯელობა? უფრო ფართო შეხედულება მცენარეთა სამყაროზე, მცენარეს უფრო ახლო გაცნობა, მალე გვარწმუნებს, რომ ეს განზოგად-

ობა ნაჩქარეია. ჩვენ ვაკვირებით აღმოვაჩენთ, რომ მოძრაობა მცენარეთა სამყაროში არამც თუ არ არსებობს, არამედ მეტად გავრცელებულიც არის.

უპირველეს ყოვლისა მივმართოთ მიკროსკოპს. მისი დახმარებით დაკვირვება ვაწარმოთ მთელ, დაუზიანებელ უჯრედზე მის სრულ განვითარების სტადიაში და შეძლებისდაგვარად ბუნებრივ პირობებში. ამისათვის ამოვირჩიოთ ღეროების, ფოთლების ან ახალგაზრდა ფესვების ბუსუსები, რომელც მათ ღიზლის მსგავსად ფარავს და სდებთან ერთ ან ერთწყებად დალაგებულ უჯრედებისაგან. ანდა მახვილი სამართლებლით ამოვიკრათ წყლის მცენარის, მაგალითად, ვალისნერიის* ფოთლის ან ღეროს იმდენად თხელი ნაჭერი, რომ იგი გამჭვირვალე იყოს, მაგრამ ისე, რომ გასასინჯი უჯრედები დაუზიანებელი დარჩეს. წყლის მცენარეები მოსახერხებელია სწორედ იმიტომ, რომ მიკროსკოპის ქვეშ ყოველგვარი დაკვირვება წყალში სწარმოებს, მაშასადამე, უჯრედი რჩება ბუნებრივ გარემოში. თუ ყველა პირობა დაცულია, ტემპერატურა მეტად დაბალი არ არის და უჯრედები დაუზიანებელია, რამდენიმე წუთის შემდეგ ჩვენს თვალში გამოვლენადება ერთერთი მეტად საინტერესო მოვლენა, რომელიც კი შეიძლება შეგვხვდეს ორგანულ სამყაროში. უჯრედის წვენი, ან უფრო სწორად მისი ის შემა-

* მცენარე, რომლის ვიწრო თასისგებრი ფოთლები შესაძლოა ყოველ აკვირებულს ენახოთ, ხოლო ყვეილებს განაყოფიერების პერიოდში ახასიათებს წინა ლექციოში აღწერილი; საინტერესო მოვლენა (სურ. 68.).

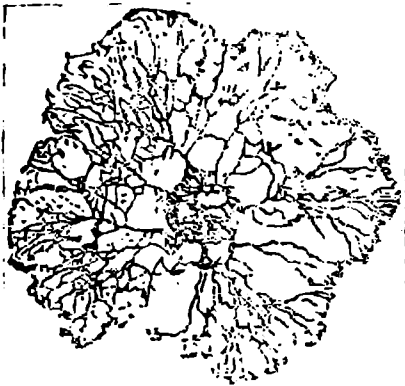
დგენელი ნაწილი, რომელსაც ჩვენ პროტოპლაზმას* ეუწოდებთ და, რომელიც სქელი სითხის შრის სახით გამოფენილია კედლების შიგნითა ზედაპირზე ან და ნაკადილით მიედინება უფრო თხელი წვენით ამრავებულ უჯრედის ღრუში—ეს პროტოპლაზმა ყოველ უჯრედში **, ჯერ ნლა, ხოლო შემდეგ უფრო და უფრო სწრაფად იწყებს მოძრაობას. ეს მოძრაობა განსაკუთრებით მკვეთრად მოჩანს იმ შემთხვევებში (როგორც ვლინსნერიის შემთხვევაში), როდესაც პროტოპლაზმაში ცუტრავენ მკვეთრი მწვანე ფერის ქლოროფილის მარცვლები: შესაძლებელია დაინახოთ ეს მარცვლები პროტოპლაზმის სწრაფი დენით როგორ მიედინებიან უჯრედის სივრცეში ერთ კედლის გასწვრივ, უხვევენ მეორე განივ კედლის მიმართულებით, ბოლოს ისევ უბრუნდებიან მოძრაობის დაწყების წერტილს, და შემდეგ სულ ხელახლა იმეორებენ უჯრედის ირგვლივ თავის მოხაზურობას. ეს პროტოპლაზმის ჩქარი ბრუნვითი მოძრაობა შესაძლებელია ერთსა და იგივე უჯრედში მთელი საათების და დღეების განმავლობაშიც კი ავლინდეს. ისეთ უჯრედებში, რომლებშიც პროტოპლაზმა ჰქმნის მიმდინარეობის საერთო ქსელს, მოძრაობა არ ისაზღვრება კედლების ირგვლივ დინებით, არამედ აღინიშნება უჯრედის ღრუში გადაშვეთ პროტოპლაზმის წყრილ ნაკადშიც; მოძრაობის შემჩნევა შეიძლება ყოველ ბუსუსში, ჩვენთვის ცნობილი ტრადესკანციის ბუსუსებში (სურ. 15), ჰინჯრის მწველ ბუსუსებში და აგრეთვე ნაყოფების სირბილის უჯრედებში, როგორც მაგალითად იმ თავისუფალ, დიდრონ, უბრალო თვალთ დასანახ უჯრედებში, რომელთაგანაც შესდგება სახამთროს ყველაზე მწიფე ნაწილები. საკმარისია ნემსით ავილოთ რემდენიმე ასეთი უჯრედი, და მიკროსკოპით გასინჯვისას ყოველ მათგანში შევამჩნევთ პროტოპლაზმის დენად მოძრაობას. ამგვარად, აღწერილი უჯრედების პროტოპლაზმა, მუდმივ მოძრაობაში იმყოფება, ამასთანავე მოძრაობა დამოუკიდებელი ხასიათისაა, ვინაიდან იგი არ არის გამოწვეული არაერთი არც ერთგან ფიზიკური ფაქტორების მოქმედებით, თუმცა ან ფაქტორებმა, როგორცაა

მაგალითად სითბო, ელექტრობა,—შესაძლებელია შესცვალოს, ე. ო. ააჩქაროს, შეანლოს ან სრულიად შეწყვიტოს კიდევაც იგი. ჩვენთვის ამ მოძრაობის ბეგრი და მრავალფეროვანი მაგალითები ცნობილი, ამიტომ მეტად სარწმუნოა ხდება, რომ მოძრაობა ყოველი უჯრედის პროტოპლაზმის ახასიათებს, ყოველ შემთხვევაში მისი არსებობის გარკვეულ პერიოდში მაინც.

პროტოპლაზმის ეს მოძრაობა ზოგჯერ უფრო საინტერესო ფორმით და ისეთი ზომით მდგენდება, რომ შეუიარაღებელი თვალითაც კი შეიძლება მისი დანახვა. არის ორგანიზმების ჯგუფი, რომელნიც იმდენად თავისებური არიან, რომ კარგა ხანს არ იცოდნენ მცენარეთათვის მიეკუთვნებინათ ისინი თუ ცხოველთათვის; ახლაც ზოგიერთი მეცნიერები მათ ათავსებენ არა მცენარეთა და ცხოველთა, არამედ განსაკუთრებულ მესამე სამყაროში. მაგარმ უფრო სამართლიანი იქნება მათი მიეკუთვნება უმარტივესი ცენარეების, სახელობარ სოკოების ჯგუფისათვის. მათ ლორწოვან სოკოებს უწოდებენ, იმის გამო, რომ თავის სიციხლის უმეტეს ნაწილს განმავლობაში წარმოადგენენ პროტოპლაზმის გროვებს, რომელთაც არ გააჩნიათ არც რაიმე აგებულება და არც უჯრედის გარსი, არც გამოც აქვთ უფერული, მორუხო ან მკვეთრი ყუითელი ფერის ლორწოს სახე. ეს ორგანიზმები ჩნდება ლობაში შესულ ხის ზედაპირზე, დამალ ფოთლებზე და სხვა; განსაკუთრებით კარგად არის ცნობილი ერთი ამგვარი ორგანიზმი, რომელიც ჩნდება ტყავის ქარხნებში ხრალის გროვებზე... ეს ყუითელი ფერის პატარა მასები, რომელთაც არავითარი გარკვეული ფორმა არა აქვთ, ხოლო დამალ კუნში ვაღიან წყრილი ძარღვების სახით ან მოგროვილი არიან მის ზედაპირზე სხვადასხვაგვარად დატოტიანებული ან უფრო მთლიან კომოვან დატოტიანება სახით, საკმარისია მათ თითოთი შეეხებით, რომ დაერწმუნდეთ, იგი მხოლოდ ხაქოს მსგავსი სქელი სითხეა. ხოლო თუ რაიმეთი დავერწმუნეთ მდგომარეობას და დავისწოდებთ ამ ნახევრად თხიერ მასების (ე. წ. პლაზმო-ლიუმებს) ფორმას, მაშინ შევამჩნევთ, რომ ცოტა ხნის შემდეგ ისინი მნიშვნელოვნად შეიცვლებიან

* იხ. ლექცია II

** მგელვლობიდან არ უნდა გაუშვით, რომ ეს მოძრაობა მიკროსკოპით არის გადღებული, სინამდვილეში იგი მეტად ნელია, ჩვეულებარ იგი უცბის საათის წუთის მარეწვებულ ისრის სისწრაფეს არ აღემატება.



სურ. 73.

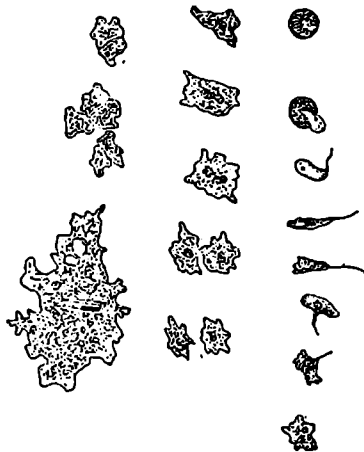
და შეიცვლიან თავის მოხაზულობას. პლანზოდუმის ერთი ასეთი წვრილი განსტობების უფრო დაკვირვებით გასინჯვისას და კიდევ უკეთ, მიკროსკოპის ქვეშ გასინჯვის დროს. ჩვენ უშუალოდ ვრწმუნდებით მის მოძრაობაში. ეს განტობებიანი უშეგებენ გამონაზარდებს, რომელთაგანაც ვადადის მოხაზულვერ ნაწილებს პროტოპლაზმა, გამონაზარდი. ცოტა ხნის შემდეგ ისევ შეიწყვეს საერთო მასაში, ჩნდება მეორე გამონაზარდი, პროტოპლაზმა ვადადის მისკენ; ამგვარად პლანზოდუმები ხან შეკუმშვის და ხან გაშლის გზით ყოველი მიმართულებით ცოცავს (სურ. 73 და 74 ქვემოთ), მაგრამ ცოცვა უპირატესად ერთი მიმართულებით სწარმოებს, იგი ადგილიდან ადგილზე კარგა მანძილზე მთლიანად გადაცოდება, გამოცოდება შეუძლებელია, ადის ზემოთ. შემხედვარ საგნებისაკენ, ჩაგალითად მასზე მიყენებული ქაღალდის ან მინისაკენ—ერთი სიტყვით, მოგზაურობს, ვიდრე მისთვის გამრავლების პერიოდში არ დადგება, მაშინ იგი გაურკვეველი ფორმის ფირფიტად გადაიქცევა, რომელიც ზოგჯერ მთელი ხელისგულისიოდენაა. ამ ფირფიტებს თხელი, მეტად მტკრეველი ქერკი აქვთ, რომლის ქვეშ მოთავსებულია უწვრილესი მტკერი. იმგვარ-

რი, რომელიც ჩნდება მომწიფებულ წვიმის სიკოს ფეხით ვასრისის დროს. ორივე შემთხვევაში ეს მტკერი უმთავრესად შესდგება უწვრილესი უჯრედებისაგან, რომელთა დანიშნულებას ამ სიკოების გამრავლება წარმოადგენს—ეს მათი სპორებიანია. აღმოცენების დროს ჩვენ ლორწოვანი სიკოს სპორები იშორებენ გარსს და მალე გარდაიქმნიან მიკროსკოპიულ მასებად, რომელნიც მუდმივად იცლიან ფორმას—პროტოპლაზმის გუნდებად (სურ. 74), რომელთაც მცირე ზომით ახასიათებთ იგივე ცოცვითი მოძრაობა, რაც ალახან იყო აღწერილი მთლიან პლანზოდუმებში; ეს გასაგებიც არის, რადგან თვით პლანზოდუმებში ე. ი. შეუიარაღებელი თვალისათვის დასაინახი პროტოპლაზმის გრუები შექმნილი არიან უმარაგი ასეთი სპორიდან წარმოშობილი მიკროსკოპიულ გუნდების შეერთებით (სურ. 73).

მაშასადამე, ჩვენ ვხედავთ, რომ ყოველგვარი უჯრედის, მცენარეულის თუ ცხოველურ საფუძველს—პროტოპლაზმას ახასიათებს თავისებური ჯერ კიდევ არასაკმარისად ახსნილი მოძრაობა, ამისათვის, მნიშვნელობა არა აქვს იმ გარემოებას, მოთავსებული იქნება იგი გარსში თუ იქნება სრულიად თავისუფალი, როგორც ამას ადგილი აქვს ლორწოვან სიკოებში.*

შეზოლოდ აღწერილი შემთხვევებით არ ამოიწურება მცენარეული უჯრედის მიერ გამოშვალენებული მოძრაობის მოვლენები. ჩვენ აქამდე გავეცანით მოძრაობის ერთგვარ სახეს—უფორმო მასების დინებით მოძრაობას; ახლა ვაყენებთ მთელი უჯრედების სწრაფ, წინსვლით მოძრაობას. ამგვარ მოვლენის უამრავ მაგალითებს იძლევა სპოროვანი მცენარეები. ავიღოთ რაქდენიმე მაგალითი, შევჩერდეთ განსაკუთრებით უფრო გარკვეულად მცენარეებზე. მაგალითად ავიღოთ მკვდარი ბუჩქ და ჩაევალოთ წყლიან ქიქაში. არ გვა ირი-საში და და შევამჩნევთ ბუჩქის სხეულის ირგვლივ უწვრილეს თეთრ აბლაბუდას, რომლისაგანაც თითქოს ბუჩქის სხეულის ირგვლივ სხივებია შექმნილი (სურ. 75). ეს—ონი ე. ი. მიკროსკოპული სიკოა. სხივურად განლაგებულ ძაფების მიკროსკოპში გასინჯვის დროს, ბევრი მათგანის ბოლოზე შევამჩნევთ მოკრძო პარკებს, რომელნიც ამოყვებულნი არიან ლფერულნი მარც-

* არსებობს ამ მოძრაობის იზოკურაჟ ახსნის სრულიად დამაკმაყოფილებელი ცდა, ჩვენ სამწუხაროდ მასზე ვერ შევჩერდებით, რადგან ამას დაკვირვება გაუაძვივია; ფიზიკის სფეროში ვადადებ, ერთეული მხოლოდ, რამე მიკროსკოპის ქვეშ ორი სთბის შეჩვეული შევიძლია მივიღოთ სწორედ ამგვარი ფორმები და მოძრაობანი.

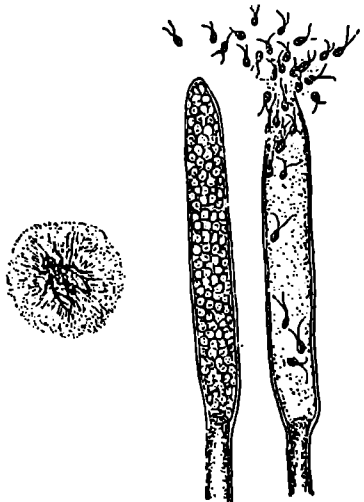


სურ. 74.

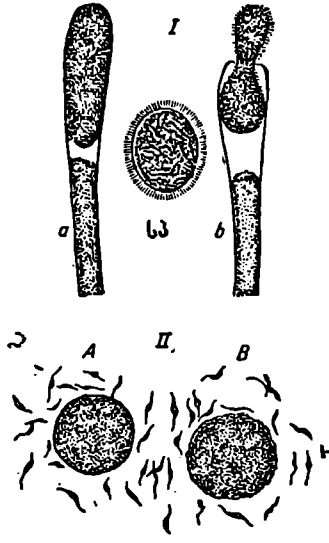
იღებთ (სურ. 75). თუ წყლის წვეთში, მიკროსკოპის ქვეშ დაიკოვებთ რამდენიმე ამგვარ პარკს და დროგამოშვებით ჩაიხედავთ მიკროსკოპში, მაშინ თითქმის აუცილებლად დაეიქერთ მომენტს, როდესაც ერთ-ერთი მათგანი წვეროში ჩვენ თვალწინ გასკდება, და გარეთ გამოუშვებს მასში მოთავსებულ მარცვლებს, ეს მარცვლები შეგროვდებიან ხერელთან; მაშინ შესაძლებელია შევამჩნიოთ, რომ ყოველ მათგანს წინა წაწვეტიანებულ ბოლოზე ორი წამწამი აქვს. რამდენიმე წამის შემდეგ მთელი გროვა შეიჩხევა. ჯერ ზოგიერთი და შემდეგ ყველა მარცვალი ამოძრავდება და ყოველმხრივ გაიფანტებიან წამწამების მოძრაობით, რომელთა შემჩნევა ახლა უკვე ძნელია; შემდგომ კიდევ დიხანს ფუსფუსებენ, დარბიან ისინი მიკროსკოპის მივლ არეში, ეჯახებიან ერთმანეთს და შემხვედრ საგნებს ან იხევენ უკან და მიემართებიან სხვა მიმართულებით.

ამ მოძრაობის გარჩევა იმფუზორიათა მოძრაობიდან შეუძლებელია; იგი იმდენად ეწინააღმდეგება მცენარის უმოძრაობის შესახებ გავრცელებულ შეხედულებებს, რომ პირველად ამგვარი მოვლენების ნახვისას მკვლევარებს არ სჯეროდათ, რომ ეს მცენარეული წარმოშობის სხეულები

არიან, და ფიქრობდნენ, რომ საქმე აქვთ მცენარეში განვითარებულ ცხოველებთან. ეს მოძრაობა უჯრედები რამდენიმე ხნის შემდეგ აღმოცენდებიან და აძლევენ საწყისს ახალ ორგანიზმს—მასსადაც, ისინი წარმოადგენენ სპორებს. იმისათვის, რომ აღნიშნული იყოს მათი მსგავსება ცხოველებთან, მათ ზოოსპორებს ე. ი. ცხოველურ სპორებს, ან მოძრავ სპორებს უწოდებენ. გავცნოთ კიდევ ზოოსპორების მგავლით მცენარეთა სხვა კლასიდან—წყალმცენარეებიდან. წყალქვეშა საგნებზე, ტბორებში, მდინარეებში და არხებში ზოგიერთ შემთხვევაში კი მეტად ნესტიან ნიადაგის ზედაპირზე გვხვდება მკვეთრი მწვანე ფერის წყალმცენარე, რომელიც შესდგება ერთ მეტად დატოტიანებულ, ლულისებრ უჯრედისაგან. თუ ზაფხულში ასეთ წყალმცენარეს წყლიან კიჭაში დავტოვებთ, მაშინ ყოველ დილით შეინიშნავთ საინტერესო მოვლენას: წყლის ზედაპირზე კიჭის იმ კიდეებზე, რომელიც მიქცეულია ფანჯრისაკენ, სინათლისაკენ, ჩნდება ვიწრო მკვეთრი მწვანე ფერის ზოლი. თუ კიჭას მოვაბრუნებთ ისე, რომ მწვანე ნაპირს მოვაცილებთ სინათლეს, შევამჩნივთ, რომ ზოლი გაქრება და ნაღვ ხელახლა გაჩნდება სინათლისაკენ მიქცეულ მხარეზე; ცდა



სურ 75.



სურ. 76.

შესაძლებელია რამდენიმეჯერ გავიმეოროთ და შედეგი მუდამ ერთი და იგივე იქნება; ცხადია, ამ მწვანე ნივთიერებას აქვს მოძრაობის უნარი და, მოძრაობს იგი სინათლისაკენ. ვნახოთ მიკროსკოპის ქვეშ ამ მწვანე ნივთიერების შემადგენლობა, დაინახავთ, რომ იგი შესდგება მწვანე უჯრედებისაგან, რომელნიც ყოველი მიმართულებით მოძრაობენ (სურ. 76—I ზემოთა). ამ უჯრედებს არ გააჩნიათ ვარსი. ისინი შესდგებიან პროტოპლაზმის გუნდისაგან, რომლის მთელი ზედაპირი დაფარულია მოციმციმე წაშაშაებით. ახლა გადავიდეთ თვით წყალმცენარეზე და ვნახოთ, რა ურთიერთობა აქვს მას ამ მოძრაე მწვანე უჯრედებთან. მის მწვანე ლულების ბოლოებზე შევინშავთ ქინძისთავის მსგავს გამობერილობებს, რომელნიც უფრო მწვანე და სქელი მასით არიან ამოვსებული (სურ. 76—II). თუ რამდენიმე ხნის განმავლობაში ვადევნებთ თავალს ამ გამობერილობებს (მხოლოდ საპირთა დაცვირების წარმოება აღერ დილით,

ენიანიდან უფრო მოგვიანებით, დღისით, ამ მოვლენას უკვე აღარ აქვს ადგილი); დაინახავთ, რომ მწვანე მასა გროვდება მრგვალ ან, უფრო სწორედ, ელიპსურ გუნდად, გამოძვრება ზემო მხარეზე გახსნილ პარკიდან და იწყებს მოძრაობას (სურ. 76—II). მაშასადამე, ეს მსხვილი ზოოსპორაა, რომელიც შექმნილია ჩვენი წყალმცენარის პროტოპლაზმიდან.

მოძრაობა, რომელსაც ადგილი აქვს სპოროვან მცენარეებში, ზოოსპორებით არ. განისაზღვრება. წინა თავში ჩვენ ვნახეთ, რომ ამ მცენარეებში სქესთა შორის განსხვავებენ ნათლად არის გამოხატული, მაგრამ სიმარტივისათვის სანიშნოდ ჩვენ განგებ ავარჩიეთ ისეთი შემთხვევები, სადაც დედრობითი და მამრობითი უჯრედები უძრავნი არიან და ეხებიან ერთმანეთს შეზღუდვის საშუალებით. მაგრამ შემთხვევათა დიდ უმეტესობაში მამრობითი უჯრედი მოძრაავია და ამგვარად მიდის განსაკუთრებულ ორგანოში მოთავსებულ დედრობით უჯრედებისაკენ. შედარებით იშვიათ შემთხვევებში, როგორც მამრობითი, ისე დედრობითი უჯრედები მოძრავენ არიან, აღწერილი ზოოსპორების მსგავსად მოძრაობის დროს ისინი ხვდებიან ერთმანეთს და ერთდებიან ერთ საერთო მასად, ერთ უჯრედად, სპორად. საერთოდ კი წყალმცენარეებში, ხავსებში, გვიმრებში, შეიტებში და ლიკოპოდიუმებში მოძრაავია მხოლოდ მამრობითი უჯრედი, რომელიც ამასთანავე იღებს თავისებურ, მუკ წილად სპირალურად დახვეულ ბეწვის ან გველის სახეს, რომელსაც ზოგჯერ წაშაშაები აქვს. ამგვრეთ წოდებულ სპერმატოზოიდებს ანუ ანუ თერაზოიდებს ორგანიზმში მოძრაობის უნარი აქვთ: ისინი სწრაფად მიიზრთებიან წინსვლითი მოძრაობით და ამავე დროს ბრუნავენ თავის ღერძის ირგვლივ. ამგვარად, თუ თესლოვან მცენარეებში განაყოფიერება უზრუნველყოფილია იმ რთული მოწყობილობებით, რომელნიც ხელს უწყობენ ყვავილის უმოძრაო მტკვრის დინება გადატანას, აქ იგი მიღწეულია თვით უჯრედის, სპერმატოზოიდების მოძრაობის უნარით.* სპერმატოზოიდების ნახვა ყველაზე ადვილია ხავსებში. თუ გზაფხულზე მოვწყვეტთ ეგრეთ წოდებულ გუგულის სელის ტოტს, ე. ი. იმ მოზრდილ ხავსისას, რომელიც ჩვენს ტყეებში

* როგორც წინა ლექციაში იყო აღნიშნული, ზოგიერთი მცენარეების სამტვრე მილებში ნაპოვნი სპერმატოზოიდები; ამ ფაქტის დიდი მნიშვნელობის შესახებ ჩვენ შემდეგ ლექციაში უკვე ვცხადებით.

და ქაობებში ჰქმნის მრგვალ, ბალიშზეით რბილ, მწვანით დაფარულ ადგილებს, და გავსრავსათ ულამაზო მძლურეშა გირჩებს, რომელიც ამ დროს ბეერ ლეროების ბოლოებზე გვხვდება, შევამჩნევთ პატარა მოთეთრო წვეთებს; ყოველ ასეთ წვეთში სპერმატოზოიდები მილიონობითაა. დარბობს სურათზე (სურ. 76-II) გამოხატულია დედრობითი უჯრედის განაყოფიერება ზღვის ერთ-ერთ წყალმცენარეში, რომელიც გვხვდება ბალტიის ზღვაშიც და ეწოდება ფუკუსი. თავისთავად ეს უჯრედი მოძრავი არ არის, მაგრამ მის ირგვლივ მოძრაობენ სპერმატოზოიდები, რომელნიც ხშირად მას მთლიანად ირგვლივ ეკვრიან და მაშინ თავის მოძრაობით მასაც ამოძრავებენ.

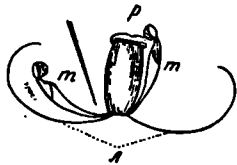
მაშასადამე, მცენარეული სამყარო, რომელსაც ვაკვირდებით მიკროსკოპში, მოძრაობებით აღსავსეა: მოძრაობს პროტოპლასმა საზაპაროს უჯრედებში, მოძრაობენ ზოსპორების მცენარეებში ირგვლივ გუბში, ლამის ნამის ქვევლებში მოძრაობენ ხავსების და გვიმრების სპერმატოზოიდები, და იკვლევენ გზას დედრობით უჯრედისაკენ, მის განსაყოფიერებად. მაგრამ ხომ არ გვხვდება ჩვენ მოძრაობის მოვლენები უფრო შესამჩნევ ფორმაში იმ ორგანოებში და იმ მცენარეებში, რომელთაც ვაკვირდებით შეუიარაღებელი თვალით, და რომელნიც უნებლიეთ წარმოგვიდგება სიტყვა „მცენარის“ თქმის დროს? ძნელი არ არის ასეთი მოვლენის არსებობაში დარწმუნება, თუმცა ისინი, შედარებით პირველი კატეგორიის მოვლენებთან, იშვიათია. ისინი განსაკუთრებით მკვეთრად ჩანან თბილ ქვევლების მცენარეებში, და ჩვენ სათბურებში მცხოვრებ მცენარეებში, და ეს ვასაგებოც არის—მცენარის ყოველგვარი მოძრაობა ჩქარდება ტემპერატურის მაკრძახთან ერთად: ასე მაგალითად, პროტოპლასმის მოძრაობა შეიძლება ოვოკრც გვინდა ავაჩქაროთ ან შევანეროთ დაკვირვების პროცესში მყოფ უჯრედების გათბობით და ვაკვივებით.

უმალად მცენარეების ორგანოების მოძრაობის შესახებ ლაპარაკის დროს უნდა ნათლად გვაჩიროთ ორგვარი მოძრაობა: ერთი ნელი, თანდათანობითი, რომელსაც ზრდის მსგავსად ჩვენ ვამჩნევთ მხოლოდ მათი შედეგებით, რომელიც ჩვეულებრივ დასკოილებული არიან ცვალებად გარემო პირობების ზეგავლენაზე, და მეორე—სწრაფნი, ცხოველის მოძრაობის მსგავსნი,

რომელნიც გამოწვეული არიან უკანასკნელთა მსგავსად გარემო გალიზანებით, ანდა ყოველგვარ გალიზანების გარეშე თითქოს ნებისმიერი მოძრაობის მსგავსად სწარმოებენ.

პირველ კატეგორიას ეკუთვნის ე. წ. მცენარის ძილის მოვლენა, ე. ი. ფოთლების და ყვავილის ნაწილების მდგომარეობის ის ცვლილებანი, რომლებიც ადგილი აქვთ დღე-ღამის სხვადასხვა საათებში, და, მეტნაკლები ხარისხით შეღავნდება თითქმის ყველა მცენარეში, მაგრამ ზოგიერთებში კი მეტად მკვეთრად არიან გამოხატულნი. თუ თქვენ შეხედდათ წითელ ან ვარდისფერ სამყურის ნათესს დღისით, საღამოთი, შებინდებისას, მაშინ შეამჩნევთ, რომ მას სრულიად სხვადასხვაგვარი შეხედულება აქვს: დღისით მისი ზედაპირი თითქოს უფრო სწორია, იმეტომ, რომ სამყურა ფოთლები თითქმის პორიზონტალურად არიან განლაგებული და მთელი თავისი ზედაპირით, რომელიც ცისკენ არის მიქცეული, იკვრენ მცენარეზე დაცემულ სინათლეს; პირიქით, ბინდის დროს, ნათესის მთელი ზედაპირი თითქოს აბრძანებულია და ცალკეულ ფოთოლაკებზე დაკვირვებით, ჩვენ ვხედავთ, რომ ფოთლი ყველა სამივე ნაწილი წამოწეულია ზემოთკენ და ცისაკენ მიქცეული არიან არა სიბრტყით, არამედ გვერდის ორი გვერდითა ნაწილი ერთმანეთს ეკვრიან, ხოლო მესამე კი ცხება მათ გვერდს. სხვა მცენარეების ფოთლები ღამით ძირს უშვებენ ფოთლების ფირფიტებს ისე, რომ შესაძლებელია ვიფიქროთ, ისინი ჩამოკიდებული არიან ისე, როგორც დამკვნიარი მცენარე. აქ კი პირიქით, ისინი წამოწეული არიან; მაშასადამე, ცხადია, რომ ჩვენ აქ საქმე გვაქვს არა ქნობასთან, არამედ სრულიად თავისებურ მექანიკურ მოვლენასთან.

ძილის მოვლენა უფრო განვითარებული ფორმით მოცემულია ყვავილის ორგანოებში. ასე მაგალითად, დღითი ადრე, ან საღამოს ჩვენ ვერ ვამჩნევთ ბაბუაწვერას იმ ყვითელ ყვავილებს, რომელნიც ასე მკვეთრად მოსჩანან ჩვენს მალდების კორდებზე. ეს დამოკიდებულია იმაზე, რომ ეს ყვავილები სინათლის გავლენით დღისით იხსენებინან; მეტად ღრუბლიან დარშში ისინი შეიძლება დღისითაც დახურული დარჩნენ. სხვა ყვავილები, პირიქით, იხურებიან დღისით; ასეთია მაგალითად ჩვენში მეტად ჩვეულებრივი მცენარე ფაქურა, ბაბუაწვერას ყვავილების მსგავსი, მაგრამ უფრო



სურ. 77.

მსხვილი ყვავილის თავეებით. ისინი დლით ადრე იხსნებიან, ხოლო 10—11 საათისათვის უკვე ხელმეორედ იხურებიან.

ეს მოვლენა მეტად აინტერესებდათ ბოტანიკოსებს წარსულ საუკუნეში, მოგვიწოდებდნენ კიდევაც ევტრო ფოდებულ ფლორის საათის შედგენას, ე. ო. დღის დროის განსაზღვრას სხვადასხვა ყვავილების გახსნისა და დახურვის მიხედვით. ძნელი არ არის იმაში დარწმუნება, რომ ეს მოვლენა დამოკიდებულია სინათლისა და სითბოს ზეგავლენაზე. ამ მიზნისათვის განსაკუთრებით მოსახერხებელია ე. წ. კოკუსის ყვავილები, რომელიც ასე მრავლად გვხვდებიან ყვავილნარებში და ოთახებში. მისი მსხვილი ყვავილები იხსნება დღისით და იხურება ღამე, მაგრამ იგივე მოვლენა შესაძლებელია მორიგეობით იქნას გამოწყვეული მათი დაბნელებით და უკანაბრით. ანდა მათი გადატანით თბილი სადგურიდან ცივში და პირიქით. 5—10 გრადუსით ტემპერატურის შეცვლით ისინი იხსნებიან და იხურებიან რამდენიმე წუთში. ყველა მსგავსი მოვლენის ახსნა ჩვენ შეგვიძლია არათანაბარი ზრდით ან და მოძრაობის ორგანოს ქვემო და ზემო ან შიგნითა და გარეთა ქსოვილების არათანაბარი დამბულობით. მაგალითად ვნახეთ, რომ სინათლე აკავებს ზრდას, მაშასადამე, მისი ზეგავლენით გარეთა ნაწილების ზრდა შეჩერდება, შიგნითა ნაწილები გაასწორებენ მათ და მოიხრებიან გარეთკენ, რის გამოც ყვავილი გაიხსნება, მაგრამ ახლა დიდ განათებას გავლენა ექნება ამ შიგნითა (ან ზემო-

თა) ნაწილებზე; გარეთა (ან ქვემოთა) დაჩრდილული ნაწილები თავის მხრივ გაასწორებენ ზრდაში და ყვავილი დაიხურება, ნათქვამის მსგავსად შეიძლება აიხსნას ტერეპრატურის ცვალებადობის გავლენა.

ასეთია ამ მოვლენათა არსებითი მხარე; საბოლოო შედეგად ისინი შესაძლებელია დაყვანილი იყვნენ არათანაბარ ზრდაზე და სინამდვილესა და მათი შემწევა შესაძლებელია ჯერ კიდევ ზრდადუმთავრებელ ორგანიზმში* ასეთი არ არიან სეროგვარი მოძრაობანი, რომელნიც სწარმოებენ სწრაფად მაშინვე მათ გამოწვევებზე გამლზიანებლის შემდეგ, ანდა ყოველგვარი გარეგანი ბიძგის გარეშეც კი, ნებისმერი მოძრაობის მსგავსად. გავცნოთ ამგვარი მოვლენების რამდენიმე მაგალითს. დაიწყეთ ყველაზე ჩვეულებრივ შემთხვევით, რომელსაც ადგილი აქვს ყველასათვის ცნობილ მცენარეში—კოწახურში. მის ყვითელ, ვარდის მსგავს ყვავილების შუაში მოთავსებულია ნასკვი მჯღომარე დინეთი (P. სურ. 77)**, რომლის ირგვლივ მოთავსებულია ექვსი მტკრიანა. მოსვენებულ მდგომარეობაში მტკრიანებს მარცხნივ ნაჩვენებ III მჯღომარეობა აქვთ. მაგრამ ნასკვიანისა და მისი შიგნითა ძირის (როგორც ეს ნაჩვენებია სურათზე), რომ მტკრიანა მაშინვე ამოძრავდება და მიიღებს მარჯვნივ ნაჩვენებ III მჯღომარეობას, ე. ო. სამტკრე პარკით შეიხება დინგს. ასეთ მდგომარეობაში იგი რჩება რამდენიმე ხანს, მაგრამ შემდეგ ნელ-ნელა უბრუნდება ნორმალურ მდგომარეობას იმისათვის, რომ მტკრეოვლენ გალიზიანებისთანავე ისევ შეიხოს დინგს. მოძრაობა გალიზიანების დროს, თუმცა ოდნავ სხვაგვარი ფორმით, ახასიათებს ლილილოს, შავი ნარას, არტიშოკის და სხვა მცენარეების მტკრიანებს. აღწერილი მოძრაობანი ეხებათ თუ მიკროსკოპულს არა, ყოველ შემთხვევაში საკმაოდ წვრილ ორგანოებს და ამიტომ არ ახდენენ ისეთ გასაოცარ შთაბეჭდილებას, როგორც სათბურებში გავრცელებული უკადრისა—მიმოზის ფოთლების მოძრაობა ახდენს.

* ამ მოვლენათა ზოგიერთი შემთხვევები, უფრო წაგვიანან შემდეგი კატეგორიის მოვლენებს ე. ი. უფრო დამოკიდებულნი არიან განსაკუთრებული ქსოვილის არსებობაზე, რომელსაც იცვლება წლის რაოდენობა და მაშასადამე, უჩრდეთა დასაბულობაც. ასეთ შემთხვევებში გასაძლიერ, რომ მოვლენებს ადგილი აქვთ სასებით ზრდადუმთავრებულ მცენარეებშიც. ასეთია მაგალითად, ფოთლების ძირის მოვლენები.

** სურ. 77 გამოხატულია კოწახურის ყვავილის სქემატური განაკვეთი; III—ნაჩვენებელია ფურცლების მდგომარეობის III და III—მტკრიანების. P—მჯღომარე დინეთი ნასკვის.

უნდა ნახოთ იმ ადამიანის შეფიქრიანებული სახე, რომელსაც არაფერი სმენია ამ მცენარის შესახებ, მაშინ როდესაც იგი პირველად ნახავს, თუ მცირე გაღიზიანებისაგან როგორ იტყვიან და ძირის იხრებიან მისი ფოთლები, რომ სავსებით გასაგები გახდეს, რაიგ ძლიერად არის ჩვენი ფსევდადგმული, ყოველდღიურ გამოცდილებაზე დამყარებული შეხედულება, მცენარეების უმოძრაობის შესახებ. მოსვენებულ მდგომარეობაში მიმოზას ფოთოლს სურ. 78 (მარჯვნივ) ნაჩვენებ შეხედულება აქვს. ეს ეგრეთ წოდებული რთული ფოთოლია; მის მთავარ ყუნწს აქვს ოთხი მარაოსებრ გაშლილი ყუნწი, რომელთაგან ყოველი თავის მხრივ შეიცავს წყვილ-წყვილად განწყობილ ფოთოლაკების მნიშვნელოვან რაოდენობას. საკმარისია ასეთ ფოთოლს შევხვთ, ან როგორმე გააღიზიანოთ იგი, რომ მაშინ მაშინვე თავს იჩინოს მოძრაობა. ფოთოლაკები წყვილ-წყვილად წამოიწვივან და დაიკეცივან, წყნარად მჯდომარე პეპელას ფრთებსავეთ, მარაოსებრ განწყობილი ოთხი ყუნწი შეერთდება და ბოლოს მთავარი ყუნწი მოკეთილსავეთ ჩამოეკიდება. მთელი ფოთოლი იღებს სურ. 78. (მარცხნივ) ნაჩვენებ შეხედულებას. რაც უფრო მაღალია გატემომცველი ტემპერატურა, მით უფრო სწრაფთა ეს მოძრაობა. გაღიზიანების შეწყვეტის შემდეგ ყოთოლი თანდათანობით უბრუნდება ძველ მდგომარეობას, მაგრამ ახალ გაღიზიანებასთან ერთად იგივე მოკლენა ისევ მეორდება.

აქ, როგორც ჩანს, გვაქვს სწრაფი მოძრაობა, რომელიც საკვირველად გვაგონებს იმ ცხოველის მოძრაობას, რომელიც ცდილობს თავიდან აიცილოს შემაწუხებელი გარემოზე ზეგავლენა. შეგვიძლია თუ არა ამ მოვლენის რამენაირად ახსნა. შეგვიძლია და არც შეგვიძლია. ჩვენ შესაძლებლობა გვაქვს მიუფიქროთ მოძრაობის უახლოესი მექანიზმზე, მაგრამ ჯერჯერობით გაღიზიანებით გამოწვეულ აგზნების, რომელიც თავის მხრივ იწვევს მოძრაობას, არის ახსნას ვერ შევსძლებთ. ეს მოძრაობა სწარმოებს იმ ადგილებში, სადაც ფოთოლაკები ეხებებიან ყუნწებს, სადაც ყუნწები ხრებიან საერთო ყუნწს და, ბოლოს სადაც ეს უჯანასკნელი ეხება ლეროს. ყველა ამ ადგილებში . ე. წ. სახსრებში არსებობს განსაკუთრებული გასქვლებები ანუ ბალიშები. ეს ბალიშები მეტად წვენიან ქსოვილისაგან არიან შექმნილი, მათი უჯრედები სავსენი არიან წვენით და ამის გამო ეს ნაწილები

დაძაბულ მდგომარეობაში იმყოფებიან. გაღიზიანების მომენტში ისინი უცერად კარგავენ დაძაბულობას ან კიდევ ამღვანებენ მის საწინააღმდეგე მიმართულებას, ასე მავალითად, იმ ბალიშის ქვემოთა ნახევრის დაძაბულობა, რომელიც ჰქმნის მთავარი ყუნწის ფუძეს, იქნეს მას ჰორიზონტალურ, რამდენადმე წამოწველ მდგომარეობაში, როგორც ეს ნაჩვენებია სურ. 78 (მარჯვნივ). მაგრამ გაღიზიანების მომენტში ბალიშის ეს ნახევარი კარგავს თავის დაძაბულობას, ღუნდება და ნაკლებად ღრეკადი ხდება. მის უკვე აღარ შეშლია ყუნწის დამგავდა და ვარდება, ან უფრო სწორედ, ქვემოთკენ იხრება ბალიშის ზემო ნახევარი, რომელმაც შეინარჩუნა თავისი ღრეკადობა. ამგვარად ბალიშის ზემო და ქვემო ნახევარები მუდმივ ანტაგონიზმში იმყოფებიან. მოსვენებულ მდგომარეობაში ქვემოთა ნახევრის დაძაბულობა სკიპრობს—ყუნწი ზემოთ იწვევს; გაღიზიანების მომენტში, როდესაც ქვემოთა ნახევრის დაძაბულობა იკარგება, სიკარბე ზემოთა ნახევრისაკენაა, და იგი ფოთოლს ქვემოთკენ ხრის. იმ ადგილებში სადაც ყუნწებზე მაგრდებიან ცალკეული ფოთოლაკები, ადგილი აქვს საწინააღმდეგო მოვლენას: ბალიშის ზემოთა ნაწილი (რომელიც აქ წარმოდგენილია ფეტვის მარცვლისოდენა მოთეთრო ბორცვის სახით) მუდამ უფრო მეტად არის დაძაბული, ვიდრე ქვემოთ, რის შედეგადაც ფოთლები ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში, ოდნავ ქვემოთკენ მოხრილი არიან. მაგრამ გაღიზიანების მომენტში ეს ზემოთა ნახევარი კარგავს თავის დაძაბულებას და ფოთლები, რომელიც განიცდიან მხოლოდ ქვემოთა ნახევრის დაძაბულების გავლენას, წამოიწვივან და ეკვირან ერთმანეთს. მაშასადამე, მოძრაობის მიზნებს წარმოადგენს ბალიშის ერთ-ერთ ნახევრის ქსოვილის მიერ სწრაფად დაძაბულობის დაკარგვა; ღრეკადიდან იგი უკლებს ღუნდება, რის შედეგად ირლვევა წონასწორობა ორგანოს ორ ნახევარს შორის, რომელნიც ურთიერთშორის ანტაგონისტურ დამოკიდებულებაში იმყოფებიან, და ფოთლის ნაწილი მოძრაობს შესაბამისი მიმართულებით. მაგრამ როგორ ავსნათ ეს უეცარი მოღუნება, დაძაბულობის და დაკარგვა? მიკროსკოპით გასინჯვისას მელდენდება, რომ დაძაბულობის დაკარგვის ასეთი საკვირველი უნარის მქონე ქსოვილი შესდგება უფრო თხელკედლებიან უჯრედისაგან შედარებით იმ ნაწილ-



სურ. 78.

თან, რომელიც მასთან ანტაგონიზმში იმყოფება და, ამასთანავე ამ გალიზიანების უნარის მქონე ქსოვილის უჯრედები მორიგეობენ ჰაერით ამოუსებული ადგილებთან. გალიზიანების მომენტში ეს ადგილები სიხით იესებიან, რაშია ადვილად დაერწმუნდებით. საქმარისია თვალს არ მოვაზოროთ უსუნის ძირთან არსებულ გასქელებულ ბაღის და ჩვენ დაინახავთ, რომ მოძრაობის მომენტში რაღაცა ჩრდილის მსგავსი გაივლით ამ ადგილებზე, იგი უკვე შესამჩნევად გამუქდება. იგივეს უფრო მკვეთრად შევამჩნევთ, თუ ფოთოლაკების რამდენიმე წყვილს უკლებს ორივე ხელს მოვეუქვრთ ასე, რომ გვაღიზიანოთ ისინი, მაგრამ არ მივცეთ დახურვის საშუალება; მაშინ შევამჩნევთ, რომ გასქელებული ბაღიშები, რომელნიც ეს არის ახლა შექადარეთ ფეტვის მარცვალს, და რომელნიც მოთავსებულნი არიან ყოველი ფოთოლაკის ფუჭისთან, იცვლიან ფერს, თეთრი ფერი შეიცვლება გამჭვირვალე მწვანედ, ხელის გაშვებისთანავე ფოთოლაკები დაიხურება; რა არის ფერის ამ უეცარი შეცვლის მიზეზი? ეს ხდება იმავე მიზეზით, რომლის გამოც თოვლის თეთრ ზედაპირზე, საშრობ შესაძლებლად ან ბუნდოვან მინაზე ჩნდება შუქი ლაქა, როდესაც მათ მივახსურებთ წყალს. ყველა ამ შემთხვევაში სითეთრე დამოკიდებულია ჰაერთან მოსახურე ურთივე წვრილ ზედაპირების მიერ სინათლის არეკვლაზე, მაგრამ როგორც კი ჰაერი შეიცვლება წყლით, უკვე ასეთ არეკვლას ადგილი

არაქნება, სხეულები უფრო გამჭვირვალენი ხდებიან და ამის გამო სითეთრეც იკლებს. ასეთი ახსნის მართებულებას ამტკიცებს პირდაპირი ცდა; საქმარისია მთავარი უსუნის ბალიშის ქვემო მხარეზე გაეაქეთოთ განაქერი, შევამჩნევთ, რომ მოძრაობის მომენტში განაქერიდან გამოვა წვეთი. თუ ასეთსავე განაქევთ გაეაქეთებთ გალიზიანების შემდეგ დაბლა დაშვებულ ფოთოლზე, წვეთი უკვე აღარ გამოვა. ის წვალი, რომელიც გამოიწერება უჯრედებიდან და იქნება უჯრედშირის ადგილებს, რაღდენიმე ხნის შემდეგ შეიწოვება ან აორთქლდება, უჯრედი ხელახლა იესება წყლით, სპოვილი ხელახლა დაძაბულ მდგომარეობაში მოდის, ახალ გალიზიანებამდე.

მასხადაძემ, საბოლოო ანალიზის დროს, ჩვენთვის საინტერესო მოვლენის მიზეზი დაიყვანება გალიზიანების უნარის მქონე წყლით სავსე ქსოვილის თხელკედლიან უჯრედებიდან წყლის სწრაფ გამოღვევამდე, რის შედეგადაც ეს ქსოვილი აგრეთვე სწრაფად ჰაერავს თავის დაძაბულობას. მაგრამ გალიზიანებას რატომ სდევს თან წყლის გამოღვევა, და რა ძალა აიძულებს უჯრედს, აივსოს წყლით? არ საკითხზე პასუხის გაცემა ჯერჯერობით არ შეგვიძლია, მაგრამ ადვილად შესაძლებელია, როგორც შემდეგ დავინახავთ, რომ აქ საქმე გვაქვს ელექტრულ მოვლენებთან.

გადავდივართ მეორე მსგავსი თხელკედლიან გალიზიანებაში. წასული საუკუნის ბოლოს ნაპოვნი იყო მცენარე, რომელშიაც მოძრაობის მოვლენი უფრო საკვირველი ფორმით იყო მოცემული. ეს არის ეგრეთ წოდებული ბუზიქერია (სურ. 79). ფოთლის ზემოთ ნაწილს აქვს ზაფხულის ფორმა და ზაფხულისავე დანიშნულებას ასრულებს. საქმარისია მის ზედაპირზე არსებულ ბუსუსებს რითიმე შეეფოთო, ან საქმარისია, რომელშიც მწკრი გუფოთბილვლად დაჯდეს ასეთ ფოთოლზე, ზაფხულის ორივე ნახევარში თითქმის მაშინვე დაიხურებიან და უკან აღარ გამოუშვებენ თავის მსხვერპლს. რაც უფრო მეტად მოძრაობს დაქერილი ცხოველი, მით უფრო ძლიერად ლუქრენ მას მისი საპყრობილის კედელი. მცენარესა და ცხოველს შორის ბრძოლის შედეგი მუდამ ერთია—ცხოველის სიკვდილი.

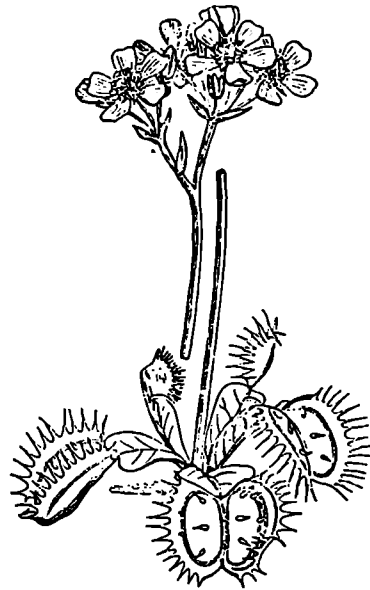
მიმოვახივო და განსაკუთრებით ბუზიქერიაში ჩვენ ვხედავთ იმ მცენარეთა მსგავსი თვისს, რომელთაც სრულიად უმნიშვნელო გალიზიანების შემთხვევაშიც კი, აქვთ მოძრაობის უნარი. მაგრამ აი კი-

დევ მცენარე, რომელშიც მოძრაობა თითქოს ყოველგვარ ვარგვან მიზნუხის ვარგვე. სწარმოებს*. ეს არის დესმოდოლიუნი ანუ ჰედონარუმი — მცენარე, რომელიც წა-მოშობით ოსტრინდოეთი-დანაა და ეკუთვნის ეგრეთ წოდებულ მატიტელანსებრთ, მასასადადე, ენათესავება ჩვენებურ ცერკეს, სამყურას და სხვა.

წარმოედგინოთ, რომ სამყურას ფოთლის შემქმნელ სამ ფოთოლაკისაგან ერთი კენწრული მეტად წაგრძელდა, ხოლო ორი გვერდით ძალიან ცუდად განვითარდა. ისე, რომ ისინი მესამესთან შენარებით გაცილებით წერილები არიან — ასეთი იქნება დესმოდოლიუხის ფოთოლი, რომელიც გამოხატულია სურ. 80. ცხელ მოწმენდილ დღეში გაზერდით ამ მცენარის წინ, რომელიც იზიარით არ არის ჩვენს სათბურებში. არ ვაიცი წამიკი, რომ მასზე ალაგ-ალაგ მის ფოთლებს შორის შეენიშნავთ თითქოს სუსტ ბიძგების არსებობას. რომელიმე ფოთოლაკზე, რომელმაც მიიქცია ჩვენი უფრადლება, კიდევ უფრო მეტად დაკვირვებით დავრწმუნდებით მცენარეთა საშაროში არსებულ ამ ერთ-ერთ ყველაზე საკვირველ მოვლენის კემ-მარიტებაში. დავუშვათ, რომ თედაბიძველად ორივე პატარა ფოთოლაკს ჰორიზონტალური მდგომარეობა ჰქონდა; უცტრად ერთ-ერთი მათგანი სწრაფი ნახტომისებრი მოძრაობით იცვლის მდგომარეობას, იგი უკვე არა ჰორიზონტალურია, არამედ ჰორიზონტთან მნიშვნელოვან კუთხეს ჰქმნის; კიდევ და კიდევ სწრაფი მოძრაობანი, — ის წამოიწვეა და ვერტიკალურ მდგომარეობას მიიღებს. ამ დროს მეოუე ფოთოლაკი ასეთივე უეცარი მოძრაობებით თითქოს შინაგანი ბიძგით ეშვება ქვემოთ. შემდგომ, მათი რეობა იცვლება. ზემოთ აწეული ამგვარადვე ეშვება ქვემოთ, ხოლო ქვემოთ დახრილი მალა იწვევენ. ეს მოძრაობა უცვლელად ზუსტად სწარმოებს, თითქოს რაღაც შინაგანი პულსაციის გავლენით, სანამ მცენარეს საკმაო სითბო და სინათლე აქვს; და-იკლებს ტემპერატურა — ყველ მოძრაობის შორის დროის შუალედი უფრო ხანგრძლივდება, ბოლოს მოძრაობა არ სწყდება, არამედ ნელდება, ისე, რომ მხოლოდ ფოთოლაკების ურთიერთ-განწყობაზე დაკვირვებით შესაძლებელია მათი მდგომარეობის მუდმივი ცვლებადობის შემჩნევა.

და ბოლოს თუ ტემპერატურა დაიწვეს, ვთქვით 20° C-დე, მოძრაობა სრულიად შეწყდება, მცენარე გაიყინება; მაგრამ საკმარისია მისი ვათობა, რომ ხელახლა ამოძრავებს თავის პატარა ფოთოლაკებს.

მოძრაობის ყველა ამ მოვლენის შესწავლის დროს უნებურად იხადება კითხვა: რა მნიშვნელობა აქვთ მათ მცენარისათვის? როგორც ჩანს, მნიშვნელობა ერთმანეთისაგან განსხვავდება თითქმის ყველა შემთხვევაში. კოწახურის და სხვა მცენარეების სპორების და სპერმატოზოიდების მოძრაობის მნიშვნელობა გასაგებია: იგი აუცილებელია ან სასარგებლოა მცენარეთა განაყოფიერებისა და ვარცელებისათვის. ყუვილების ძილი ე. ი. ღამით მათი საფარების დახურვა, ალბათ იცავს მათ ღამით მავნებელ ვაცივებისაგან; ალბათ ასეთივე მნიშვნელობა აქვს ფოთლე-



სურ. 79.

* ამ ბოლო დრომდე ასე ფიქრობენ მცენარის სოლის არსებობის მომხრენი, მცენარის ეს ნაბი თი მოძრაობანი მათ მეტად ამზიფებდათ, მაგრამ ესეც ოგლიდან გააოეცალათ ერთი ინდოელ ფიზიკოსის გამოკვლევებთ.



სურ. 80.

ბის ძილსაც. ძილის ღროს ფოთლები დახვევით ან გვერდით მობრუნებით ჰქმნიან გამოსხივების შეღარებით მცირე ზედაპირს, რითაც თავიდან იცილებენ ზემოდე გაცივებას, და ნაკლებად განიცდიან დილის სიცივის გავლენას, რომლის მიზეზით არაიშვიათაა მცენარეების გაყინვა (სახელდობრ გამოსხივების შეღრგად) იმისდა მიუხედავად, რომ თერმომეტრი ჯერ არ დასულა 0°-მდე. ბუჩქეობის ფოთლის მოძრაობის სარგებლიანობა ნათელია—იგი თვით სახელწოდებაშიაც გამოიხატება. ჩვენ შემდგომ დაინახავთ, რომ ეს მცენარე და სხვა ბევრი მცენარეები მართლაც დაქვრილი მწერებით იკვებებიან. ნაკლებ გასაგებია მიმოზას ფოთლების მოძრაობის სარგებლიანობა, ვგონებ არც არავის უუქიჩია ამ მოძრაობის სარგებლიანობის თვალსაზრისით გამორკვევა, ან მხრივ შესაძლებელია დაუშვავთ მეტნაკლებად მართებული მოსაზრებანი. ვისაც უნახავს ძლიერი წვიმების და სეტყვის მოქმედება, მას, ცხადია, უნახავს მათი გავლენით ხეებს როგორც სცივია ფოთლები. ისეთი ნახი ფოთლები, როგორც მიმოზას აქვს, მით უფრო უნდა განიცდიდეს ძლიერ ტროპიკულ წვიმების გავლენას, რომ

პირველივე წვეთების მოხვედრისთანავე მისი ფოთლები არ ეკვრობოდნენ ღეროს. ამგვარად ეს ფოთლები მოქმედებენ იმ ზღაპრულ ლერწმის მსგავსად, რომელიც უძლებდა მუხის გამანადგურებელ ქარიშხლებს. ვიმეორებ, ეს მხოლოდ მოსაზრებაა, რომლის მართებულების შემოწმება შესაძლებელია ამ საინტერესო მცენარეებზე ადგილობრივ დაკვირვებით. უფრო ძნელია დესმოდითვის ფოთლების მუდმივი მოძრაობის ახსნა; იქნებ უნდა ვთქვათ, რომ ამით ისინი იგერიებენ იმ ზაფხულ მწერებს, რომელთაც იზიდავს მისი წვნიანი ფოთლები? ასეთ შემთხვევაში მცენარე თავის მოძრაობას იყენებს ორი სრულიად სხვადასხვა მიზნისათვის: ან იმისათვის, რომ თავიდან აიცილოს მწერები, ან და, რომ დაიჭიროს და შეჭამოს ისინი.

ჯერჯერობით მივატოვოთ ეს მოსაზრებანი ** და გადავიდეთ საკითხზე: გვაქვს თუ არა უფლება მცენარის აღწერით მოძრაობებში დავინახოთ ცხოველთა მოძრაობების მსგავსი მოვლენა, და ამ მოვლენათა ირ კატეგორიის შორის შესაძლებელია თუ არა არსებითი სხვაობის აღნიშვნა? რაც შეეხება პროტოპლაზმის მოძრაობას, ამ მხრივ ბუნების ორივე სამყაროში იგი სრულიად ერთნაირი ხასიათისაა. იგივე შეიძლება ითქვას ზოოსპორების და სპერმატოზოიდების მოძრაობათა შესახებ: აქაც მცენარეულ და ცხოველურ ორგანიზმების მოძრაობათა შორის არაფერია სხვაობის აღნიშვნა არ შეიძლება.—რაც ამტკიცებს იმას, რომ პირველი მკვლევარები არ უჯერებდნენ თავიანთ თვალებს და მოძრაივ მცენარეულ ორგანიზმებში ცხოველებად მიაჩნდათ.

სხვაგვარად არის საქმე, როდესაც ვაღარებთ უმაღლეს მცენარეთა და ცხოველთა მოძრაობებს. ყოველ შემთხვევაში მცენარეთა ეს ველები სპეციალურად მოძრაობის დანიშნულების მქონე ქსოვილს, ან ველებით შექმნილ უნარის მქონე კუნთოვან ბოჭკოს. მაგრამ მხოლოდ აგებულებაში არსებულ სხვაობაზე არც შეიძლება მოვლენათა შორის ძირითადი სხვაობის დამყარება. უმაღლეს

* იგივე ახსნა შესაძლებელია მიმოზასთვისაც მარჯებულ გამოდგეს; ყოველ შემთხვევაში, მე მჯინა შემთხვევა დაკვირვებით, რომ ჩვენს სათბურებში მიმოზები გაცივებულბამდე დაღუპულ, მათი ფოთლების სასრებში დასახლებულ თეთრი ტილბისაგან, რაც, ცხადია, შეიძლება მხოლოდ მაშინ, როდესაც ფოთლი დაკარგავს გამდინახანებლობას, სასხრების ქსოვილი მიზიდული უნდა იყოს მწერებისათვის, რადგან იგი მდიდარია წყაროვანი ნივთიერებებით.

** თითქმის ყველა ეს განმარტებანი, რომელიც ორმოცი წლის წინათ გამოთქვი როგორც მოსაზრებები, შემდგომი გამოკვლევებით დამტკიცებული იქნა და თითქმის ყველა ბოტანიკოსის მიერ მიღებულია.

მცენარეთა და ცხოველთა მოძრაობის იმ უახლოეს პირობათა შედარება, რომელიც საზღვარეულ და ამ სდევნე მას, ამ მოვლენათა შორის უფრო მსგავსებაზე მივიხილეთ. და არა განსაკუთრებულ ჩვენ მაგალითად ვიცით, რომ ცხოველებში მოძრაობის პროცესი მკიდრად არის დაკავშირებული სუნთქვის პროცესებთან; შეკუმშვის პროცესში მყოფი კუნთი მერ განხლებს შანთქვეს და მერ ნახშირორჟანგს გამოჰყოფს, ვიდრე მისევე-ნებულ მდგომარეობაში მყოფი კუნთი. და ამ დაუანგვის პროცესში ალბათ უნდა ვხედავდეთ იმ ერთობის წყაროს, რომელიც იხარჯება კუნთოვან მოქმედების დროს. ვაქვს თუ არა მცენარეში ცხოველის სუნთქვის მსგავსი მოვლენა? ამაში დასარწმუნებლად არა ერთი შემთხვევა გვქონდა. თესვების გალიების, კვირტების განვითარების, განსაკუთრებით ყუვილობის დროს, მცენარეული ორგანოები ხარბად შთანთქვენ განხლებს, გამოჰყოფენ ნახშირორჟანგს, ამასთანავე მათი ტემპერატურა მნიშვნელოვნად მატულობს. მიერი თავისი სიცოცხლის განმავლობაში მცენარის ყველა ნაწილში ადგილი აქვს ამ მოვლენას, მაგრამ მწვანე ნაწილები სინათლის მოქმედების დროს გაცილებით ენერჯიულად შლიან ნახშირორჟანგს და გამოჰყოფენ განხლებს, ისე, რომ ეს პროცესი ფარავს, ნიღბავს მასთან ერთდროულად მიმდინარე სუნთქვას.*

მაგრამ ეს სუნთქვა დაკავშირებულია თუ არა მოძრაობასთან? ცდა გავიყენებ, რომ კავშირი არსებობს, თუმცა ამ კავშირის ბუნება ჯერჯერობით ჩვენი ნათელი არ არის. თუ ჩვენ მცენარეს მოუხსობთ განხლებს, მაშინვე შეწყდება მოძრაობის ყველა მოვლენა,—პროტოპლაზმა, აღარ იმოძრაავებს, კოჭახურის მტკიანების, მიმოხას ფოთლები, ჰპარავენ თავის გალიზიანების უნარს და მხოლოდ მერნაკლებად ხანგრძლივად ყოფნა განხლებს შემცველ ატმოსფეროში ხელახლად დაიწყოფენ ამ მოვლენებს. მაშასადამე, მცენარეთა და ცხოველთა მოძრაობანი დაკავშირებული არიან სუნთქვასთან.

გავაგრძელოთ ჩვენი შედარება. კუნთი შეკუმშვის მომენტში თბება; მისი ტემპერატურა მა-

ტულობს, თუმცა უმნიშვნელოდ, მაგრამ, იმდენად, რომ შესაძლებელია მისი გაზომა; იგივე შემწეულია მცენარეთა მიმართაც. მიმოხის ფოთლის უნწყების ბალიშებზე მერად მგაძნობიარე თერმომეტრის, ე. წ. თერმობლექტროსკოპის მიღებით, შესაძლებელია დაეინახო, რომ მოძრაობის მომენტში ტემპერატურა მატულობს. კუნთში, როგორც მოსვენებულ, ისე დამახულ მდგომარეობის დროს აღინიშნება ელექტროდენის არსებობა. თუ ვაქვს, რომელშიც შედის მგაძნობიარე გალვანომეტრი, ჩავეტავთ (ფრთხილად) ბაყაყის კუნთით, მაშინ დაეინახავთ, რომ გალვანომეტრის ისარი გადაიხრება, ჯაქვში აღმოჩნდება დენი. ასეთივე, მხოლოდ უფრო სუსტი დენი, აღმოჩნდება, თუ კუნთის მაგივრად ჯაქვში შევიყვანთ ბუზიკერის ფოთოლს. მაგრამ მხოლოდ ამით ჯერ კიდევ არ ისაზღვრება მსგავსება. თუ კუნთს ვაიძლებთ შეკუმშვას, მაშინ შეკუმშვის მომენტში აღინიშნება დენის შესუსტება, გალვანომეტრის ისარი გადაიხრება უკან; ეს არის ეგრეთ წოდებული დენის უარყოფითი რხევა. იგივე მოვლენა მეორდება ბუზიკერიაშიც, მოძრაობის მომენტში ფოთლების ხანჭებების დახურვისას დენი სუსტდება, თავს იჩენს უარყოფითი რხევა. შემდეგ კუნთში გალიზიანების მომენტსა და შეკუმშვის მომენტს შორის გაივლის მერად მცირე, მაგრამ დროის ისეთი მონაკვეთი, რომლის გაზომვაც შესაძლებელია: ეს არის ე. წ. თარული აგზნების პერიოდი; ასეთივე, მაგრამ უფრო ხანგრძლივი დროის მონაკვეთი აღინიშნება ფოთლის გალიზიანებისა და მოძრაობის მომენტებს შორის.**

მაშასადამე, ბუზიკერიაში მოძრაობა არა მარტო გარეგანი გამოვლინებით, არამედ შინაგანი, მასში ამ პროცესის დროს მიმდინარე პროცესებით ცხოველის მოძრაობის მსგავსია. მათათა, როგორც ჩვენ დაეინახეთ, მცენარეული ორგანოების მოძრაობა ყველაზე კარგად შესწავილლ შემთხვევებში დაიყვანება გალიზიანების უნარის მქონე ქსოვილის წყლით საყუდ უჯრედიდან მის გამოდევნაზე, იმ დროს, როდესაც ცხოველის მოძრაობა წარმოადგენს კუნთის შეკუმშვის, მისი ფორმის შეცვლის შედეგს, მაგრამ კუნთის შეკუმშვა ხომ ელემენტარული მოვლენა არ არის;

* სანტერესია, რამ ჩვენ მცენარეებს (ფოთლიანი და სხვ.), რომელიც იცავენ მოძღვრებას მცენარის სულის შესახებ, ეს მერად სანტერესო მსგავსება მცენარესა და ცხოველს შორის ნებდვლობიდან გამოჩნა.

** იხ. ლეგია. V.

იგი საბოლოოდ ხომ არ დაიყვანება კუნთის შემქმნელ ნივთიერების სითხის და მაგარ ელემენტარულ ნაწილაკების ურთიერთ განწყობის ცვლილებებზე?*

ამგვარად ისობა მცენარეთა და ცხოველთა სამედიკო გამოთიშველი მთავარი ზღუდე; მოძრაობა არ არის მხოლოდ ცხოველის ხედიერი, იგი მცენარეშიაც გვხვდება. მაგრამ თუ ეს სხვაობა კრიტიკის გარეშეა, ხომ არ შეიძლება სხვა განსხვავების პოვნა? თანმიმდევრობით ვადავებლოთ ორგანიზმების სიცოცხლის ყველა იმ თავისებურებებს, რომლებსაც სთვლიდნენ ამათემი სამყაროს წარმომადგენლების განსაკუთრებულ ნიშანდობილებად.

დავიწყეთ კვებიდან. ჩვეულებრივ ამბობენ: მცენარე იკვებება მარტივ ანაორგანიულ ნივთიერებებით, ნახშირორჟანგით, წყლით, მარილებით; ცხოველი იკვებება რთული ორგანიული შენაირ, თხილ. ზოგადად ეს სწორია, მაგრამ ამის დადარებითად წესი ბევრ გამონაკლისს შეიცავს. მაგალითად სოკოების მთელი ვრცელი კლასი წარმოადგენს მცენარეებს, რომელთაც შეუძლიათ მხოლოდ რთული ორგანიული შენაირთებით კვება და ამის გამო ამ ორგანიზმებს სიცოცხლე შეუძლიათ მხოლოდ ნეშომპალით, ვახრწინლ ორგანიული ნივთიერებებით მდიდარ ნიადაგზე, ან და სხვა ორგანიზმებზე პარაზიტების სახით. მაგრამ არა მხოლოდ სოკოები იკვებებიან მზა ორგანიულ ნივთიერებებით; მცენარეულ სამეფოს უმაღლეს წარმომადგენლობაშიაც არსებობენ სხვისი მკამე-ლი მცენარეები; ზოგერთი მათგანი, რომელთაც არა აქვთ მწვანე ფერი, როგორც მაგალითად აბრეშუმას (*Cuscuta*), რომელიც ეკვრის ჩვენნი მინდვრის მცენარეებს, სივასა და სხვა, ცხოვრობენ მხოლოდ სხვების ხარჯზე; სხვები, როგორც მაგალითად ფითრი, რომელიც ცხოვრობს მუხებზე, ხილისა და სხვა ხეებზე, თუმცა უნარი აქვს საკვების დამოუკიდებლად გამომუშავებისა, მაგრამ ალბათ აკამარისად სარგებლობს იმ მცენარის მიერ გამომუშავებული ორგანიული ნივთიერებითაც, რომლებზედაც ცხოვრობს. უფრო მეტი, ბოლო წლის გამოკვლევებმა, განსაკუთრე-

ბით კი დარწინის შრომებმა გაგვაცნეს მცენარეთა მთელი რიგი, რომელთაც მწვანე ორგანიზმები აქვთ, მაგრამ ამავე დროს იკვებებიან ცხოველური საკვებით და ამასთანავე იღებენ მას სრულიად ისე, როგორც ცხოველი. ესენი არიან ეგრეთ წოდებული მწეირი ქამია მცენარეები. გავცნობთ არამდენიმე მაგალითს; ჩვენთვის ცნობილი ბუზი-ქერიან ერთ-ერთი ყელაზე საკვირველი მაგალითია. თუ ბუზიქერიას ფოთოლი დაიჭერს მწერს, მაშინ იგი ჩვეულებრივ აღარ გაიშლება, საინა საცვებით არ შეიწოვს მწერისაგან იმას, რასი შეწოვაც შეუძლია და დასტოვებს მხოლოდ უხსნად ჩონჩხს. იგივე ცდა შეიძლება ვაიმეორით, თუ ბუზის ნაცვლად უში ან შემწვარი ხორცის ნაჭერს ან მაგარად მოხარშულ კვერცხის ცილას მივაწვდიდ; ფოთოლი მაშინვე მივიდროდ დაიხურება და, როდესაც გაიშლება, მიცემული საკვების ნასახი კი აღარ ჩანს. როგორც ვთქვით, ბუზიქერია ვაგრცვლებულია ჩრდილო ამერიკის ჭაობებში, მაგრამ სხვენ ჭაობებშიაც გვხვდება მცენარე, რომელიც ენათესავება ბუზიქერიას, თუმცა იმავე შედეგს ე. ი. მწერებით კვებას აღწევს ცოტა სხვაგვარი მოწყობილობით. ეს არის ეგრეთ წოდებული დროსერა (*Drosera*); მისი წყრილი ფოთოლაკები დაფარულია განსაკუთრებული სახის ბუსუსებით, რომელნიც თავის წვერზე გამოჰყოფენ სქელ წებოვან სითხის წვეთებს, რაც ჩვეულებრივ ნამად მიიჩნით და სახელიც იქიდან მიიღო.** მწერი გაუფრთხილებლად ჯდება ფოთოლზე და მიეკრობა მას, მაშინ ფოთოლი ამგლანებს უარესად საინტერესო მოძრაობას: ბუსუსები ყოველმხრივად დაიხრება ერთ წერტილში, სადაც მოთავსებულია მახეში გაბმული მწერი; ამ დროს ბუსუსების ბოლოებში არსებული ჯირკვლები უხვად გამოჰყოფენ თავიანთ წვენს, რაც ხელს უწყობს მაგარ საკვებ ნივთიერებათა გახსნას, და გადაჰყავს ის იხეთ მდგომარეობაში, რომელიც ადვილად შეიწოვება ბუსუსების უჯრედების მიერ. როდესაც მთელი საკვები შეწოვილია, ბუსუსები სწორდებიან და ხელახლა მზად არიან ახლად მოსულს ასევე დაუხვდნენ. არანაკლებ საინტერესოა მსხვილი თავისებური ფოთლები *Nepenthes*, *Sarracenia*,

* ამ ჩემს მოსახრებას ახლა ფიზიოლოგებიც გამოსთქვამენ. შესაძლებელია, რომ უჯრედების წყლით ავსება, მისი უქარი გამოდგენა, დენის არსებობა და მისი რხევა,—მცენარეული ორგანიზმების მოძრაობების ყველა ეს კერძო ნიშნები ელექტროდიფუზიის მოვლენებში საერთო ახსნას ჰქონდნენ. აქ, ცხადია, დეტალების გადმოცემის დრო არ არის.

** იგულისხმება რუსულ. სახელწოდება *росянка*. (მთარგ. შ.).

მცენარის სუნთქვა—ნახშირორბანის შთანთქმასა და ენგბადის გამოყოფაში. მაგრამ ჩვენ უკვე ვიცით, რომ ნახშირორბანის დაშლის შედეგად სუნთქვისთან არ შეიძლება, რომ იგი კვება—თავისებური კვება ჰაერით; ვიცით აგრეთვე, რომ ამ პროცესთან ერთად მიმდინარეობს მეორე ნამდვილი სუნთქვა, მაგრამ, რომ ამ უკანასკნელის შემთხვევაში შეიძლება მხოლოდ არამყვენი ორგანოებზე დაეყრდნობით, ან და მუყანე ორგანოებზე სინათლის გარეშე დაეყრდნობით, იმ დროს, როდესაც შებრუნებით დაშლის პროცესი არ სწარმოებს; ცხადია, მცენარის სუნთქვის ეს პროცესი მეტად არაენერჯული მოგვეჩვენება, თუ მას შევადარებთ ძუძუმწოვართა ან ფრინველთა სუნთქვას. უკანასკნელებში გამოყოფილი ნახშირორბანის რაოდენობა მეტად დიდია, და ამ პროცესის შედეგი—გარეშის ტემპერატურასთან შედარებით ტემპერატურის მომატება—მეტად შესაძნელებია იმ დროს, როდესაც მეტწილად მცენარე გარეშის ტემპერატურას პასიურად იღებს. მაგრამ თუ ჩვენ მცენარის სუნთქვას შევადარებთ ევრთწოდებული ცივისხლიანი ცხოველების სუნთქვას, მაგალითად, ბაყაყების ან გარინდებულ მგობაში. რთობაში მყოფ ძუძუმწოვართა სუნთქვას (მაგალითად ზათრის ძილის დროს), მაშინ ვნახავთ, რომ ორივე შემთხვევაში სუნთქვა არც გაზების ცვლის რაოდენობით, არც ტემპერატურის სიჭარბით გარემოს ტემპერატურასთან შედარებით არ იქნება მცენარის სუნთქვისაგან ასე მკვეთრად განსხვავებული.

აქ თავისთავად იხადება კითხვა: სუნთქვა საერთოდ მიეკუთვნება თუ არა მცენარეულ ორგანიზმისათვის აუცილებელი ფუნქციას? ჩვენ ვნახავთ, რომ მოძრაობის ყველა მოვლენები ენგბადის გარეშე არ არსებობენ; დიდხანს ფიქრობდნენ, რომ უჯრედთა ზრადს შეუძლებელია ენგბადის გარეშე, მაგრამ შემდეგ აღმოჩნდა, რომ სუნთქვის პროცესი შეიძლება მეორე კიმიურბა პროცესმა შეცვალოს, რომელიც თავის შედეგებით სუნთქვას მიემსგავსება. ამ პროცესის დუღილი ეწოდება და მდგომარეობს შპირის—გლუკოზის—სპირტად და ნახშირორბანად დაშლაში. ამ პროცესის არსებობით გაპარობებულია სპირტიანი

სასმელების წარმოება, ე. ი. მეღვინეობა, ლულის და არჩის წარმოება და სხვ. ყველა ამ შემთხვევაში დუღილი სწარმოებს დუღილის უნარის გქონის სითხეში, განსაკუთრებულ მიკროსკოპულ ორგანიზმის—დუღილის სოკოს ან საფუარის განვითარებით. საფუარის უჯრედები იზრდება და მრავლდება უთანგაბლოდაც. დუღილის პროცესი, რომელიც სუნთქვად არსებითად განსხვავდება იმით, რომ მის დროს არ სწარმოებს ენგბადის შთანთქმა, მსგავსია სუნთქვისა, მით რომ ორივე შემთხვევაში ხდება ნახშირორბანის და სითბოს გამოყოფა.* ალბათ ეს სითბო არის სწორედ ორგანიზმის განვითარებისათვის აუცილებელი ენერჯის წყარო. დუღილი, ასე ვთქვათ, სუნთქვის სუროგატია, მაგრამ ეს პროცესი მცენარისათვის სუნთქვისათვის ხელსაყრელი არ არის, რადგან შპიროვან ნივთიერებების იმავე დანახარჯის დროს, გაცილებით ნაკლები სითბო ენერჯია გამოიყოფა. თავდაპირველად დუღილის პროცესი ითვლებოდა საფუარის სოკოების განსაკუთრებულ თვისებად, მაგრამ შემდეგ აღმოჩნდა, რომ ყოველი მცენარე, ყოველი მცენარეული ორგანო ენგბადს მოკლებულ ატმოსფეროში, ენგბადის შთანთქმის გარეშე გამოჰყოფს ნ.ხშირორბანს, და ამავე დროს წარმოშობს სპირტს, ე. ი. იწყებს თავის შპროვან ნივთიერებათა მზარდის დაშლას—დუღილს. გასაგებია, რომ საფუარის სოკოსათვის, რომელიც დუღის იმ შპროვან ნივთიერებათა ხარჯზე, რომელიც მოიპოვებიან სითხეში, სადაც იგი ვითარდება, დუღილი არ იქნება ისეთი მავნებელი, როგორც უმაღლეს მცენარისათვის, რომელიც დუღილის დროს უნაყოფოდ შლიან თავის საკუთარ ნივთიერებას. ამ გარემოების და აგრეთვე უჯრედის სპირტის დაგროვების გამო, რომელსაც საფუარის გარემოცულ სითხეში გამოჰყოფენ—ალბათ ახსნება ის გარეუბობა, რომ უმაღლეს მცენარეებს არ შეუძლიათ სიცოცხლის შენარჩუნება დუღილის პროცესით; რეანგბადოდ მათში შეწყდება ყოველგვარი მოძრაობანი და თვით ზრდაც, ხოლო თუ ისინი ასეთ ატმოსფეროში დიდხანს დარჩებიან, სრულიად დაიღუპებიან.

* ხოლოდ სუნთქვის დროს ნახშირორბანი წარმოიშობა ჰერის ენგბადის ხარჯზე, ხოლო დუღილის დროს—თვით შპარში არსებული ენგბადის ხარჯზე. აქ ახდის ამ თოვის წამლის წყის მტკავ მოვლენას აქვს ადგალი: ერთობ და მეორეც, როგორც ცნობილია, შესაძლებელია ჰერის გარეშე დაიწყას მთ შმადგენლობაში არსებული გვარჯილას ენგბადის ხარჯზე.

მავსადამე, დუღილით შესაძლებელია მხოლოდ უმდაბლესი ორგანიზმის სიცოცხლის შენარჩუნება და ისიც არახანგრძლივად, ვინაიდან აღმოჩნდა, რომ ისინი დროგამოშვებით საკირობებენ სუნთქვას; უმაღლესი ორგანიზმები კი დღეის ვერ იტანენ მეტად მცირე ხნითაც კი. საბედნიეროდ, ბუნებრივ პირობებში ბუნებაში ეს საშიშროებაც მათთვის არც არსებობს. ისინი დღეის იწყებენ მხოლოდ მაშინ, როდესაც მოთავსებული არიან ხელოვნურად უყვანებადო ატმოსფეროში, მაგალითად მინის ზარის ქვეშ, რომლიდანაც გამოდგენილია ქანგბადი—ერთი სიტყვით, მაშინ, როდესაც ისინი უჰაეროდ იხუთებიან. არ შეიძლება ორგანიზმს პირდაპირ ვუთხრათ: ნუ იცოცხლებ. იგი ან ცოცხლობს ან კვდება, მაგრამ სანამ მოკვდება, ეხლაუქება სიცოცხლეს და გარემომცველ ვაეროში, როდესაც ვერ პოვებს არსებობისათვის აუცილებელ პირობებს,—მიმართავს თავის თავს და ამ შინაგან ბრძოლაში გამოიფიტება და კვდება. მაგრამ ააიკლეთ თავიდან ეს მხოლოდ ატმოსფერო, მიეცით მას თავისუფლად ამოსუნთქვის საშუალება, მოაცალეთ ზარი და დუღილი თავისთავად შეწყდება; პათოლოგიური დღეისის პროცესი შეიცვლება სუნთქვის ფიზიოლოგიური პროცესით, დაშლის პროცესი შეიცვლება შექმნის პროცესით, დაიწყება ნორმალური, ჯანსაღი სიცოცხლე და მასთან ერთად თავს იჩენს მისი მუდმივი თანამგზავრი—მოდრაობა და განვითარება.

მავსადამე სუნთქვა, როგორც ცხოველების, ისე მცენარეების ორგანიზმების არსებობისათვის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს. მოძრაობის არსებობის და არარსებობის საფუძველზე მცენარეთა და ცხოველთა სამყაროს შორის განსხვავების დამტკიცების შესაძლებლობის შესახებ უკვე იყო ლაპარაკი, დარჩა განსახილველი კიდევ ერთი საკითხი: აქვს თუ არა მცენარეს ნებინსიერი მოძრაობის უნარი? სანამ ამ საკითხს ვუპასუხებდეთ, რას ვიგულისხმებთ გამოთქმაში ნებინსიერი მოძრაობის ან ზოგადად ნებისმიერი მოვლენების ქვეშ? თუ ვიგულისხმებთ უმცირეს მოვლენებს, მაშინ ასეთი მოვლენების დაშვება მეტწილად ცხოველური სიცოცხლის სფეროშია არ შეუძლია, თუ ვიგულისხმებთ მოვლენებს,

გამოწვეულ შინაგანი ფარული, უცნობი მიზეზებით, მაშინ ასეთი გაგებით ჩვენ ჯერჯერობით უნდა ნებისმიერი მოძრაობებით ვუწოდოთ პროტოპლაზმის, სპერმატოზოიდების, დემოსოლიუმის ფოთლების მოძრაობებს, ვინაიდან ყველა ეს მოძრაობანი თითქმის გარეგან შესაწმენე მიზეზის გარეშე ორგანიზმის შინაგანი ძალებით* სწარმოებენ. მაგრამ თუ მცენარეს აქვს მოძრაობის უნარი, მაშინ გრძნობაც ხომ არა აქვს? თუ გრძნობას ვიგულისხმებთ, როგორც პასუხს გალიზიანებაზე, ე. ი. გამლიზიანებლობას, ავხვებლობას, მაშინ ჩვენ უნდა დაეუფოთ მცენარეში ეს უნარიც. მართლაც თუ ადამიანი, რომელსაც ვხვდებით, ვტყუვით, ვუღიანებთ, არავითარ მოძრაობას არ აშვებენ ამ გალიზიანების საპასუხოდ, ვამბობთ, რომ მის დაჯარული აქვს გრძნობელობა. მაგრამ როგორც იგი რაიმე მოძრაობით უპასუხებს ამ ზემოქმედებას, ვამბობთ, რომ იგი გრძნობაც მოვიდა.** თუ ამ ნიშნებით ვიხელმძღვანელებთ, მაშინ, როგორც ჩანს, მიზნა, ბუბუქიერია და სხვანი დაჯიღობულნი არიან შეგონიობის უნარით, ვინაიდან ისინი ყოველგვარ გალიზიანებას უპასუხებენ, იქნება იგი ჩხვლეტა ან უმინიშნელო შეხება, დაწვა, ელემენტარული მოქმედება, თუ ქიმიური მოქმედება. განსაკუთრებით შესანიშნავია შემთხვევები, სადაც მცენარე ყველა გალიზიანებას ერთი და იგივე ზარისხით არ უპასუხებს, არამედ პასუხობს თითქმის არჩევით, ასე მაგალითად, აზოტურ ორგანულ ნივთიერებათა შეხებისას დროუერას ბუსუსების მოძრაობა უფრო სწრაფია და გამსწნელი წვენიბი უფრო ენერგულად გამოიყოფა, ვიდრე არაორგანულ ნივთიერებათა ნაწილაკების შეხების შემთხვევაში, რომელიც საკვებად უყვარსაცა. ის რომ ცხოველი იყოს, ჩვენ ვიტყვით: მის გამოეყოფა ნერწყვი, იგი ზარბად ქამს გემრიელ საკვებს. თუ მცენარეს მოკოვბა მგრძნობელობა, მაშინ იქნებ ჩვენ შევიძლია მოუფსოთ ეს თვისება, გავხალთ იგი ვერძნობი ყოველგვარი გალიზიანების მიმართ? ცდა გვიჩვენებს, რომ მართლაც შევძლებთ ამას; კიდევ მეტი, ჩვენ მას ვაწვდით იმავე საშუალებით, რომლითაც ადამიანს ვუქარავთ მგრძნობელობას. თუ მცენარეს ვაიძულებთ ეთერის ან ქლოროფორმის ორთქლის

* ნ. გ. ი. 11. 156 შენიშვნა დემოსოლიუმის მოძრაობის შესახებ.

** თუმცა ცნობილია, რომ წინააღმდეგი დასჯის სწორი არ არის; ზოგიერთი შხაშების მოქმედებით შესაძლებელია ცხოველს წავარათთ გალიზიანებაზე მოძრაობით პასუხის გაცემის უნარი, და ამასთანავე შევენარჩუნოთ ტრნობის უნარი.

შესწავლას, ჩვენ მასში გამოვიწვევთ ისეთსავე ანსტრუქტურ მდგომარეობას, როგორსაც ვიწვევთ ადამიანში მძიმე ქირურგიული ოპერაციის დროს. ამისათვის საქმარისია ქილა მიმოხუთო დაოსათავსოთ ზარის ქვეშ, და ამასთან ერთად მოვათავსოთ ეთერში ან ქლოროფორმში დასველებული ღრუბული; ზარის ქვეშ რამდენიმე ხანს დარჩენის შემდეგ, იგი დაკარგავს მოძრაობის უნარს. როგორც არ უნდა გავაზიანოთ იგი, მისი ფოთლები არ დაიკეცება, მაგრამ საქმარისია რამდენიმე ხანს სუფთა ჰაერზე ვაშუფოთო, რომ მან ხელახლა შეიძინოს თავისი უნარი—მგრძობილადობისა და გლიზიანების. ცდა არც კარგად ჩატარდეს, საჭიროა მცენარე ძალიან ღიღ ხანს არ ვაშუფოთო ანსტრუქტურის უნარის მქონე ნივთიერების გავლენის ქვეშ, რადგან იგი ვეღარ გამოსწორდება და საბოლოოდ დაიღუპება. მაგრამ იგივე მართლდება ადამიანის ორგანიზმის მიმართაც; საშუალოდ იშვიათი არ არის სიკვდილის შემთხვევები ქლოროფორმის გაუფრთხილებლად ხმარების გამო. ხშირად მივითხვებდნენ ცხოველში ნერვულ სისტემის არსებობაზე, როგორც მის ნიშანდობლივობაზე, მაგრამ იგი ხომ ყველა ცხოველს არ ამოეოვებათ, ხოლო მეორეს მხრივ თუ მცენარეში დამტკიცდება (ზოგიერთი მცენარების მოსაზრებით) გარკვეული გზების არსებობა, რომელთა საშუალებით სხვა გზებთან შედარებით გალიზიანება უფრო სწრაფად გადაეცემა, მაშინ მათშიც უნდა დაეშუფათ, რაღაც, ნერვების მსგავსი. ასე მაგალითად, მიმოხაში გლიზიანება გადაეცემა მილაკების განსაკუთრებული სისტემით, ჰიდროსტატიური წნევის საშუალებით.* ასეთი აპარატის შედარება ყველაზე უკეთ შეიძლება ჰაერის ზართან. გასაგება, რომ სინამდვილეში აქ არავითარი მსგავსება არ არსებობს ნერვულ სისტემასთან.

კიდევ ერთი უკანასკნელი საკითხი: გააჩნია თუ არა მცენარეს ცნობიერება? მაგრამ ამ საკითხზე

ჩვენ საკითხითვე ვუპასუებთ: გააჩნია თუ არა იგი ყოველ ცხოველს? თუ იგი გააჩნია ყველა ცხოველებს, მაშინ რატომ არ უნდა დაეშუფათ მისი არსებობა მცენარეში? მაგრამ თუ მის არსებობას არ დაეშუფებთ უმარტივეს ცხოველებში, მაშინ გვიპასუხეთ, ორგანიული კიბის რომელ საფეხურზედ გვაქვს ცნობიერების ეს ზღურბლი? სად არის ზღვარი, სადაც ობიექტი იქვეა სუბიექტად, როგორ გამოვიღეთ ამ დღემოდან? ხომ არ უნდა დაეშუფათ, რომ ცნობიერება გაფანტულია ბუნებაში, რომ იგი დაფარულ მდგომარეობაშია უმარტივეს არსებობაში და მხოლოდ ადამიანის ცნობიერების გამოსწვევის მბრტყენივ ნაპერწყლის სახით? ან იქნებ უმჯობესია იქ შევჩერდეთ, სადაც წყდება დადებითი ცოდნის ძაფი, ის საზღვარზე, რის იქითაც იშლება თავის უსაზღვროებისაკენ მუდამ მიმზიდველი, გონების ქვრეტის უსასრულო სფერო, რომელიც მუდამ დამალვის ლამოზს.*

ამრიგად ვერც ცხოველის და ვერც მცენარის სიცოცხლეში ჩვენ ვერ შევძელით ერთისათვის ან მეორისათვის დამახასიათებელი განსაკუთრებული ნიშნის გამოჩენა. ვერ ვნახეთ ვერც ერთი ისეთი ნიშანთვისება, რომლის მიხედვითაც შევძელით ნებისმიერ ორგანიზმის ამითუდ საშეფოსათვის მიკუთვნებას. მაშასადამე მცენარესა და ცხოველს შორის სხვაობა არ არსებობს?

მაგრამ, ეს განსხვავება, მაინც, მეტად თვალსაჩინოა, იგი მეტისმეტადია ჩანერგილი ჩვენს გონებაში, მისი უარყოფა არც ისე ადვილია. ჯანსაღი გონება, რომელიც ეყრდნობა ყოველდღიურ გამოცდილებას, თავის შეხედულებებზე მტკიცედ დგას. რაც არ უნდა თქვან, ხე მაინც ხედ რჩება და ცხენი—ცხენად, მათ შორის მთელი უფსკრულია.

როგორ შევთანხმობთ ეს წინააღმდეგობანი: ხან არის თვალსაჩინო სხვაობა, ხან არა? გამოსავალი მარტივია, და წინააღმდეგობა გასაგე-

* უხლოესი გამოკვლევა ჩვილებზე, რომ მოვლენა უფრო რთული ხასიათისა.

** უკანასკნელ ხანებში ზოგიერთი ბოტანიკოსები (ჩვენში აკადემიკოსი კორცინსკი და ფონინცინი) გამოკვლენ იმ მოღონებში მომხრებელად, რომელიც აღიარებს მცენარეში ფსიქიურ თვისებებს. მხოლოდ აღვნიშნავთ, რომ ამ შეხედულების დასაცადად არც ერთი ფაქტორი საბუთი არ არის წამოყენებული. მის სასარგებლოდ, ისე როგორც მეოთხედი საუკუნის წინათ, როდესაც ვე გამოვიქვამდით ამ აზრებს, შესაძლებელია მოვიყვანოთ მხოლოდ მეტაფიზიკური ხასიათის და არა მეცნიერული მოსაზრებანი. შევინწავ აგრეთვე, რომ მცენარეთა სიცოცხლის შედარებით არა რთული მოვლენების ასანა მათი უზარალო მიმსგავსებით ცხოველის და ადამიანის ფსიქიურ ცხოვრების უფრო რთულ მოვლენებთან ნიშნავს იმ ლოგიკურ მსულებლობის დაშინიჯებას, რომლითაც აქამდე მივიღო მცნიერება და ყოველდღიური ცოდნა (შენიშვნა მე-5 გამოცემისათვის). იხ. VIII ლექციის დასასრულად აგრეთვე ჩემი ბროშურა „Стойащие нота савоао.оа.оа.оа.оа.оа.оа.оа.оа.“ გვ. 46 - 52 (შენიშვნა მე-9 გამოცემისათვის).

ბია. იგი დამყარებულია იმ ლოგიკურ შეცდომაზე, რის შედეგადაც აღმაინანი თავისი გონებით შექმნილ განყენებულ იდეას რეალურ არსებობას აძლევს. სამწუხაროდ, ეს შეცდომა მეტად გავრცელებულია, და მან ცოტა ზიანი არ მიყენა ბუნებისმეტყველების განვითარებას. საქმე ისაა, რომ არ არსებობს არც მცენარე და არც ცხოველი, არამედ არსებობს ერთი განუყოფელი ორგანიზული სამყარო. მცენარე და ცხოველი— მხოლოდ საშუალო სიდიდეებია, მხოლოდ ტიპური წარმოდგენებია, რომელსაც ჩვენ ვპოულობთ ორგანიზმის გარკვეული ერთი განუყოფელი ორგანიზმის გარკვეული ნიშნუებიდან განყენებით, ვაძლევთ რა ერთს განსაკუთრებულ მნიშვნელობას, უქუვადღებთ და თითქმის ვივიწყებთ მეორეებს. ღარდა ამისა, ეს ცნებანი წარმოიქმნენ ისეთ დროს, როდესაც ცნობილი იყო მხოლოდ ამ ჯგუფების ყველაზე უკიდურესი, მკვეთრი წარმომადგენლები. სანამ შედარება ეხებოდა ხეს და ცხენს, შეუძლებელი იყო ყოველივე გულგებობა, მაგრამ საქმე სრულიად სხვა სახე მიიღო, როდესაც საქირო გახდა ყველა ცოცხალი არსების ერთობლიობის მხედველობაში მიღება. მაშინ საქირო შეიქმნა ორგანიზული სამყაროს ერთიანიობაში დარწმუნება, რომ ყველა ჩვენი ჩარჩოები ან დაყოფა— მხოლოდ ჩვენი გონების მიერაა შექმნილი, თუმცა, რასაკვირველია იგი მისი ერთ-ერთი ბუმბერაზული შემოქმედებაა, რომლის გარშემოც ვერასოდეს თავს ვერ მოუწყობთ ცალკეული ფორმების ქაოსს. ამ ლოგიკური ხეობის სარგებლობის დროს ჩვენ მაინც არ უნდა დავივიწყოთ მისი ნამდვილი ღირებულება, არ უნდა გავაიგიოთ ერთი განყენებული ცნებანი, ტიპები რეალურ სინამდვილესთან.

მაგრამ თუ ორგანიულ ბუნებაში ადგილი არ აქვს ასეთ დუალიზმს, თუ ჩვენ მცენარესა და ცხოველში უკვე აღარა ვხედავთ— არსებობს ერთმანეთისაგან აბსოლუტურად განსხვავებულ ორ კატეგორიას, არამედ მხოლოდ ტიპურ ორ წარმომადგენელს, რადგან ამისდა მიუხედავად ჩვენს შეგნებაში დაკანონდა ეს ორი ტიპი, ჩვენ მათ უნდა მივცეთ დახასიათება, მივუთითოთ იმ ნიშანთვისებებზე, რომელთაც ვაძლევთ უპირატესობას, რომელნიც დაკავშირებულნი არიან მცენარის ცნებასთან.

* იხ V ლექცია.

** თუმცა ეს შედარება სავსებით უხსტი არ არის. მცენარეში უფრო სწორედ იქნებოდა ინდივიდუალური ჩავეთვალა ცალკეული ულორის, რომელსაც განსაზღვრული ზრდა აქვს, ხოლო მთელი მცენარე კი, მაგალითად, წარმოადგენს რთულ ორგანიზმს იგი მიმდგომარეობა მარჯვის პოლიპს, რომელიც იხრდება განუსაზღვრელ დროს განუკლებად.

ამაჟამად ალბათ შეუძლებელია იმაზე უკეთესი და მიკვლევადი დახასიათების მოყვება, როგორც არსებობს ძველდ ნათქვამში— „მცენარე იხრდება, მაგრამ მოკლებულია ნებით მოძრაობას“. ენახოთ რა უფრო გარკვეული აზრი შეიძლება მივცეთ ამ გამოთქმას. ცხოველის მოძრაობა, როგორც ყოველგვარი მოძრაობა, ემორჩილება მექანიკის ზოგად კანონებს. ცხოველის თავისებურება მდგომარეობს იმაში, რომ მასში მოქმედ ძალების კერა თვით მასზევე მოთავსებული; აქედან გამომდინარეობს მისი დამოუკიდებლობა გარეშე პირობებიდან. ამ ძალებს წყარო, როგორც ცნობილია, იფარება დაქანავის იმ პროცესში, რომელიც მიმდინარეობს რა მისი სხეულის ყოველ ადილას, მელანგდება სენსტივაში და წარმოადგენს იმ სითბოს და მოძრაობის მიზეზს, რომელიც საერთო ჯამში ახასიათებს ცხოველს განსხვავებით მცენარეაგან. მე ვამბობ საერთო ჯამში იმიტომ, რომ ჩვენ ეს არის ახლა ენახეთ საკმარისი დამატებითი საბუთები იმისა, რომ ეს პროცესები გვხვდებიან მცენარეშიც, მხოლოდ ისინი იმასში მეორეხარისხოვანი არიან, და საესებები აჩრდილებიან სხვა პროცესებში. უფრო ადრე* ჩვენ დავინახეთ, რომ სინათლის გვერდულენით მცენარის მწვანე ნაწილებში მუდმივად სწარმოებენ მოვლენები, რომელნიც დაქანავის საწინააღმდეგე ხასიათს ატარებენ, სახელდობრ ნახშირორჟანგის დაშლა, რომელსაც თან სდევს ნახშირბადის დაგროვება. ეს პროცესი თითქმის ოცჯერ უფრო ძლიერია მცენარის სუნთქვაზე, იგი რომ, მაგალითად, მცენარეში დამწვარ ნახშირბადის ერთ გირვანქაზე ხელახლად წარმოიშვება ოცი გირვანქა ნახშირბადი; მცენარე თავის მოთხოვნილებებისათვის ხარჯავს მასში გადღებულ ნახშირბადის მთელ რაოდენობიდან დაახლოებით მხოლოდ ერთ მეოცედს. აქედან— ნივთიერებათა ის დაგროვება, მასის ის ძლიერი მომატება, რომელიც ჩვენ ვგაოცდებ ზრდის მოვლენებში. იმ დროს, როდესაც სრულ განვითარების მიღწეულ ცხოველში მყარდება გარკვეული წარმოსწორება ნივთიერების შემოსავლისა და ხარჯვის შორის, მცენარეში ზრდა, ე. ი. ნივთიერებების დაგროვება თითქმის სიკვდილად მდებარე მიმდინარეობს.** მაგრამ ნივთიერების ეს

დაგროვება საეკონომიკური დამოკიდებულება მზეზე, აქედან მცენარის სრული დამოკიდებულება გარეგან პარობოზზე, მისი ნიშანდობლივი თავისებურებით იგი ასე მკვეთრად განსხვავდება ცხოველის დამოუკიდებელ მოქმედებისგან.

მაშასადამე განსხვავება ცხოველისა და მცენარის შორის არა თავისობრივი, არამედ მხოლოდ რაოდენობითია, ორივეში მიმდინარეობს ერთი და იგივე პროცესები, მხოლოდ ერთ მათგანში უპირობს ერთი, მეორეში—მეორე. თუ შედევად, საბოლოო ჯამში მივიღებთ დათანგვას, ნივთიერებების ბარჯვას და ენერჯის გამოყოფინებას, ჩვენ თვალწინ გვექნება ცხოველის ტიპი; თუ პირიქით, საბოლოოდ ვექნება აღდგენა, ნივთიერების დაგროვება, ენერჯის შთანთქმა, ჩვენ თვალწინ იქნება მცენარის ტიპი. მცენარემ და ცხოველმა ერთმანეთს შორის გაინაწილეს შრომა: ცხოველი ბარჯავს იმ ნივთიერებასა და ენერჯიას, რომელიც მარაგდება მცენარის მიერ; თავის მხრივ მცენარე თავისათვის აუცილებელ ენერჯიას ლეზულობს მზისგან. ცხოველი დამოკიდებულია მცენარეზე—მცენარე დამოკიდებულია მზეზე.

ამგვარად ჩვენ ვაღწევთ ყველაზე ზოგად წარმოდგენას მცენარის სიცოცხლის შესახებ, მისი მნიშვნელობის გაგებას, ორგანიულ სამყაროში მის როლის გაგებას. ეს არის როლი შუამავლისა მზესა და ცხოველთა სამყაროს შორის. მცენარე, ან უფრო სწორედ მისი ყველაზე უფრო ტიპური ორგანო ქლოროფილის მარცვალი—წარმოადგენს იმ რგოლს, რომელიც მთელი ორგანიული სამყაროს მოქმედებას, ყოველივე იმას, რასაც ჩვენ ვუწოდებთ სიცოცხლეს, აკავშირებს ჩვენი პლანეტის სისტემის ენერჯიის ცენტრალურ კერასთან. ასეთია მცენარის კოსმიური მნიშვნელობა.

როდესაც წარმოვიდგება მწვანე მუხა, რომელიც ზაფხულში შრიალებს თავის მშვენიერი ფოთლებით, ხოლო ზამთარში კი, გაშოშვლებული, განიცდის გარეშე ტემპერატურის ყოველგვარ ცვალებადობის მოქმედებას—მუხა, რომელიც საუკუნეების განმავლობაში წლიდან წლამდე აგროვებს თავის ორგანიულ მასას, და ამავდროს უმორბოდ მიჯაჭულია ერთ აღვალას, როდესაც ამის შემდეგ ჩვენ წარმოვიდგება ვაჭანებული ცხენი, რომელსაც შუა ზამთარშიც ოშმეგარი ასდის, მაგრამ რომელიც სამაგიეროდ ზამთარ-ზაფხულს აუარებელ თივასა და მარ-

ცვალს ანადგურებს. როდესაც ამის შემდეგ გავიგებთ, რომ ეს საწინააღმდეგო გარეგანი მოვლენები—წარმოადგენენ მხოლოდ ერთს და მეორე შემთხვევებში კიმიური პროცესების უპირატესობების აუცილებელ შედეგს, მაშინ ჩვენთვის ნათელი გახდება ანტითემა ცხოველისა და მცენარის შორის. მაგრამ როდესაც ამის შემდეგ ჩვენ მივიღებთ საერთოდ თვალი გადავავლოთ არა მარტო ტიპურ წარმომადგენლებს, არამედ ყველა მცენარეებს, ყველა ცხოველებს, ყველა მათი ფუნქციებით, მაშინ უნებლიედ ვრწმუნდებით ამგვარ ანტითეზის უმართებულობაში. ეს წინააღმდეგობა ქრება, ყოველივე ხელახლა გასაგები ხდება მაშინვე, როგორც კი დავუშვებთ, რომ ორგანიულ ცხოველების ნაქალი, რომელიც როდესაც უხსოვარ დროში ჯერ მიმდინარეობდა ერთ ფართო კალაპოტში, შემდეგ გაიყო ორ შტოდ, ისე, რომ ახლა ვედგებით რა ამ შტოების ბოლოებთან, ვხედავთ ორ, ასე ვთქვათ, დამოუკიდებელ მიმდინარეობას, და თუ ავეყვებით მათ შორეულ საწყისებამდე და შევეცდებით ერთად გადავხედოთ ორივე ნაკადს მთელ სიგრძეზე მივიღებთ იმ დასკვნამდე, რომ ეს არის სიცოცხლის ერთ საერთო მძლავრი ნაკადის მხოლოდ ორი შტო.

* *

ამით მთავრდება ჩვენი მიმოხილვა მცენარის სასიცოცხლო ფუნქციების შესახებ. ჩვენ ვავეყვებით მის სხვადასხვა ორგანოების აგებულებას, გავიგებთ მისი მნიშვნელობა და ამგვარად გადავწყვეტთ ორგანიული ცხოველი, რომელიც მუდმივად წარმოუდგება ფიზიოლოგს: მოცემულია ორგანო, უნდა ვიპოვოთ მისი ფუნქცია; მოცემულია ფუნქცია—უნდა ვიპოვოთ მისი შესაბამისი ორგანო. ჩვენ დავარწმუნებთ, როგორც სრულყოფილად ასრულებს ყოველი ორგანო თავის ფუნქციას, როგორ არის იგი შეგუებული თავის გარემოსთან, როგორი აუცილებელი და შეწყობილია სხვადასხვა ორგანოების ურთიერთმოქმედება, რომელსაც შედეგად მოსდევს მცენარის საერთო სიცოცხლე, როგორი საოცარია ურთიერთქმედება მოკეთის ორგანიზმებისა კი, რომელნიც მიეკუთვნებიან ორგანიული ბუნების სხვადასხვა სამყაროებს, დაბოლოს, როგორი ჰარმონიულია მთლიანად აღებულ ბუნების ამ ორი სამყაროს ურთიერთმოქმედება. ვავეყვებით

რა ყველა ამ ფაქტებს, ვგონებ უფლება გვაქვს გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ მივალწიეთ ჩვენი გზის ბოლოს, მაგრამ სწორედ აქ მოჩვენებით ზღვარზე, ფიზიოლოგისათვის თანდათანობით ნათელი ხდება, რომ მისი ამოცანა ჯერ კიდევ ამოუწრული არ არის, რომ ყოველ ამ კერძო საკითხების უკან თავს იჩენს ერთი ყოველის შემცველი საკითხი: რატომ არიან ყველა ეს ორგანოები, ყველა ის არსებანი ასე სრულყოფილი, ესოდენ საოცრად შეგუებულნი თავის გარემოსა და ფუნქციასთან? რაც უფრო საოცარია ფაქტი, რაც უფრო სრულყოფილია ორგანიზმი, მით უფრო მკვეთრად დგება საკითხი, მაინც რატომ არის იგი ესოდენ სრულყოფილი? როგორ, რა გზით მიაღწია მან ამ სრულყოფილებას? ნუთუ ღირდა გაეფლო ესეთი გრძელი გზა იმისთვის, რომ მის ბოლოში მიეღო ლაკო-

ნიური ბასუბი: არ ვიცი, არ მესმის და ვერასოდეს ვერ გავიგებ. მართალია ბუნებათმეცნიერი შესაძლებელია სხვა მკვლევარებზე უფრო ადვილად და გულახდილად მზად არის თქვას: არ ვიცი, მაგრამ მით უფრო ბეჯითად ცდილობს არ გაუშვას ხელიდან ახსნის პირველივე შესაძლებლობა, მით უფრო ფიზიკალად დგას იგი ცოდნის იმ სფეროების სადარაჯოზე, სადაც უკვე სინათლის სუსტი სხივი მაინც არის შეჭრილი.

თუ რა ზომამდე შეუძლია ამ შემთხვევაში მეცნიერების გონების ბუნებრივი ცნობისმოყვარეობის დაკმაყოფილება და რა მასალების მოწოდება ძალუქს თანამედროვე ბუნებათმეცნიერებას ორგანიული სამყაროს ამ ძირითად თვისების, — მისი სრულყოფილების, მისი ჰარმონიის ან მიზანშეწონილობის ასახსნელად, — ყველა ამ საკითხებს ჩვენ შევხებით შემდეგ და უკანასკნელ ლექციაში

ორგანულ ფორმების წარმოშობა.

ორგანულ ფორმების მიზანშეწონილება შესაძლებელია აიხსნას მხოლოდ მათი წარმოშობის ისტორიულ პროცესით.— პალეონტოლოგია, მორფოლოგია და ემბრიოლოგია მოწმობენ ორგანიზმების ნათესაურ კავშირს.— ამ დასკვნის საწინააღმდეგო ხასიათი გაბატონებულ შეხედულებების მიმართ სახეების მუდმივობის შესახებ.— სახეები მართლა უცვლელია? — ლოგიკური შეცდომა, რომელიც საფუძვლად უდევს ამ შეხედულებას. — რატომ მიგვევართ ისტორიულ პროცესს სრულყოფისაკენ? — დარწმუნის თეორია. — არსებობისათვის ბრძოლა და ბუნებრივი შერჩევა.— როგორ აიხსნება გარდამავალ ფორმების არ არსებობა. — რთვი გვიხდება დამკაფიოთლება მიზანშეწონილ შედეგების კერძო შემთხვევების ახსნის დროს — მეთხველის მიერ გაკლდლი ანალიტიკური და სინთეტიკური გზა. — ზოგადი დასკვნა და მთელი კურსის მიზანი.

უქანასკნელი ლექციის დასასრულში ჩვენ იმ დასკვნამდე მივღებით, რომ ყოველი მოაზროვნე ადამიანი, რომელიც აკვირდება ორგანული ბუნების მოვლენებს, და მით უფრო ბუნებისმეტყველი, რომელიც ამ მოვლენებში უფრო ღრმად იჭრება, მიღის იმ დასკვნამდე, რომ ორგანულ სამეფოს მთლიანად და კერძო შემთხვევებში ახასიათებს ერთი საერთო თვისება, რომლის გამოხატვას ჩვენ შემდეგი სიტყვებით ვცდილობთ: სრულყოფა, პარმონია, მიზანშეწონილება და სხვ. თავის მხრივ, ამ რწმენას თან სდევს უნებლოე დაუძლეველი სურვილი — ნაპოვნი იქნას ცოცხალ არსებობა ამ უფრო მეტად თვალსაჩინო თავისებურებების ახსნა. წასულ დროში უნებისმეტყველი ბუნების კვლევის დროს მიაღწევდა რა ამ სტადიამდე, მისი გზა დამთავრებულად მიაჩნდა, რომ ამ სრულყოფის, ამ პარმონიის ფაქტი არის პირველადი ელემენტარული მოვლენა და არ ემორჩილება შემდგომ მეცნიერულ ანალიზს, და თავისი გონებრივი ჰორიზონტის მიხედვით ან ანებებდა მას თავს, ან მოკვებოდა ლირიულ საუბარს ამ მადლიან თემამზე. მაგრამ უმრავლესობის ამგვარი შეხედულების გვერდით გაიშობდა ცალკეული გაბედული ხმები, რომელნიც მოითხოვდნენ, რომ ორგანულ არსებობა ამ საერთო თვისებასაც შეეცდებოდა მისდგომოდა ისევე, როგორც უღებოდა კერძო მოვლენებს: ნაპარისი არ არის ფაქტის უბრალოდ აღნიშვნა, საჭიროა ამ ფაქტის რაციონალური ახსნა. საჭიროა მისი გამოყვანა უფრო ზოგადი კანონებიდან ისე, როგორც კერძო შემთხვევისა. არ კმარა ემბრიოლოგიკონა — რას წარმოადგენს იგი, არამედ საჭიროა

დედუქტიური დასკვნა — რას უნდა წარმოადგენდეს იგი. როგორი უნდა იყოს ის ზოგადი კანონები, რომელთაგან შეგვეძლება გამოიყვანოთ აუცილებელი შედეგის სახით ორგანიული სამეფოს ის სრულყოფა, რაც ჩვენ ასე გვაოცებს. ამ საკითხის გაშუქების უქანასკნელ დასკვნით ლექციაში შევეცდებით.

აქამდე, მცენარეული სიცოცხლის კერძო მოვლენების ახსნის დროს, ჩვენ მუდამ ვცდილობთ მათ დაყვანას უფრო ზოგად, ჩვენითვის უფრო გასაგებ, ფიზიკურ და ქიმიურ კანონებზე, და მეტწილად ჩვენ ვხეგრხებდით მას სასიცოცხლო ან ნაწილობრივ. არსოდეს არ დაგვიბრუნებია იმ იდეალურ სასიცოცხლო ძალისათვის მიგვემართა, რომელსაც ეგზომ იყენებდნენ წარსული დროის ფიზიოლოგები; ჩვენ არც ვამტკიცებდით ამ სასიცოცხლო ძალის უსუსურებას თავისი გაუკვეველი ატრიბუტებითა და მოქმედების უხილავი სფეროთი; ჩვენ არც კი ვცდილობდით მისი არსებობის უარყოფას, ჩვენ საუბარში პირდაპირ მისთვის ადგილი არ აღმოჩნდა — და არც ერთხელ იგი სანანებელი არ გამხდარა.

მაგრამ ახლა იხადება საკითხი: შეიძლება თუ არა ეს ხერხი მივეყვნით მცენარეული ცხოვრების ყველა ფაქტებს; შეგვიძლია თუ არა, მაგალითად, მართკ ფიზიკური ძალების მოქმედებით ავხსნათ იმ საკვირველი, მიზანშეწონილი ფორმების წარმოშობა, რომელთაც გავცვნივთ განსაკუთრებით უქანასკნელი რკ ლექციაში? მაგალითად, შეგვიძლია თუ არა ამ მომენტში მომჭვდით ფიზიკური ძალების რაიმე კომბინაციებით ავხსნათ სა-

ლამის ყვაველის წარმოშობა, რომლის აგებულებაში ყოველი წვრილმანი საკვირვალად არის მიმართული იქითკენ, რომ მისზე დამჯდარ მწერებს ხელი შეუწყოს მცენარისათვის სასარგებლო ჯვარედინ განაყოფიერებში?

ანდა შეგვიძლია თუ არა იმავე დეტრების გავლენით ახსნათ თუ ბუხიხეობის ან ზღაბის ფორმის ან რამე გააჩნიათ ყველა ის აუცილებელი მექანიკური და ქიმიური თვისებანი, რომელნიც მწერების დაქერაში და შექმნაში ასე სრულყოფილ იარაღად აქციებს მათ? როგორც ჩანს, არა. ყველა ეს ფორმები, ან უფრო სწორად, სახელდობრ მათი მიზანშეწონილება, არასგზით არ შეიძლება ახსნილი იქნას, როგორც იმ ნივთიერებების და ძალების ურთიერთმოქმედების აუცილებელი შედეგი, რომლის გავლენით შეიქმნა გამოსაკვეთი ორგანიზმი. მაგრამ თუ ჩვენ მათი არსებობის პირობებით არ შეგვიძლია ამ ფორმების ახსნა, მაშინ ხომ არ არის ახსნის რაიმე სხვა გზით პოვნის შესაძლებლობა?

როდესაც ისტორიკოსი ან ჰუბლიცისტი სწავლობს რომელიმე ხალხის ცხოვრებას, მისი არსებობის რომელიმე მომენტში ხვდება რამიმე იმგვარ მოვლენას, რომელიც პირდაპირ არ გამოედინაჩრებობს არც თანამედროვე ზნეჩვეულებისაგან, არც თანამედროვე საყოფაცხოვრებო პირობებისაგან. ანდა, როდესაც იგი ხვდება მმართველობის ან მათ საერთო ცხოვრების მეტად სრულყოფილ, ჩამოყალიბებულ ფორმებს, იგი ახსნისათვის მიმართავს ისტორიულ მიზეზებს, რადგან აწმყოში ვერ პოულობს მზა ახსნას, იგი მას ეძებს წარსულში. საკითხი იბადება: ხომ არ შეგვიძლია იმავე ხერხების გამოყენება ბუნებაში არსებული მოვლენების ასახსნელად? როდესაც ჩვენ გვაქვს ორგანო, რომელიც საკვირვალად ასრულებს თავის ფუნქციას, როდესაც ჩვენ ვხვდებით ფერმოსთან საკვირველ პარამონიაში მყოფ ორგანიზმს და როდესაც ძალა არ შეგვწევს აეხსნათ მათი წარმოშობა, ყოველ ცალკეულ ორგანიზმზე მოქმედ თანამედროვე პირობებით, მაშინ ხომ უფლებია გვაქვს დაუშვათ, რომ ეს სრულყოფილება შეიქმნა არა უფორად, არამედ იგი მიღწეულია ისტორიული განვითარების ნელი პროცესით და ამასთანავე ამ განვითარების ხელშემწყობი იყო ისეთივე ფიზიკური ძალები, რომელიც მოქმედება ამჟამადაც არსებობს? ხომ გვაქვს უფლება დაუშვათ, რომ ფიზიკური მოქმედებით, რომელთაც არ შეუძლიათ მიზანშე-

წონილად შეცვალონ გარკვეული ერთეული ორგანიზმი, შეუძლიათ გამოიწვიონ ეს მოვლენა მთელ რიგ თაობაზე მოქმედების გზით?

იმისათვის, რომ დაუშვათ ბუნების ამგვარი ახსნა-განმარტება, როგორც ჩანს, ჩვენ უნდა დავამტკიცოთ ორი დებულება: ჯერ ერთი, რომ ორგანულ სამეფოს გააჩნია ისტორია, და მეორე, რომ ამ ისტორიულ პროცესს აუცილებლად მივყევართ სრულყოფისაკენ. თუ ჩვენ ამას შევძლებთ, თუ ჩვენ შევძლებთ ამ ორი დებულების მართებულებათი დარწმუნებას, მაშინ ალბათ ენახეთ იმ საერთო გასაღებს, რომელიც ახსნის ორგანულ არსებობა სრულყოფას.

* *

გააჩნია თუ არა მცენარეს ისტორია? ჩვენ გზადგაზა არაერთხელ გამოვიკვირეთ აზრი ამ საკითხის დადებითად გადაწყვეტის სასარგებლოდ, მაგრამ ჯერ კიდევ არ შევძლებთ ამგვარ მთლიანად შეგვეფასებინა იმ დასკვნების ერთობლიობა, რომელიც საკითხის ამგვარად გადაწყვეტის სასარგებლოდ ლაბარაკობდნენ. ამ საკითხზე პასუხის გაცემა, ცხადია, უპირველეს ყოვლისა გეოლოგიის ეუთვნის. უკვე პირველ ლექციაში დაივიანებთ, რომ დედამიწის ზურგზე ამჟამად დასახლებული მცენარეულობა ისეთი ალარ არის, როგორც იგი იყო წარსულ გეოლოგიურ ეპოქებში და ამასთანავე გეოლოგიური ეპოქა რაც მეტად უძველესია ან ჩვენგან უფრო არის დაშორებული, იმ ეპოქის წარბომადაგდებლობის ორგანიზაცია მეტად მარტივია. უფრო ადრე წარმოიშვერ შეიქმნა, გვირგობი, ლეკოპოლიციები—ყველა შპოროგანი მცენარეებია; შემდგომ თავს იჩენენ თესლოვანი მცენარეები, მათ შორის ჯერ უფრო მარტივნი—წიწვიანები, ხოლო უფრო მოგვიანებით ყველაზე რთულები, ყველაზე სრულყოფილი ორგანიზაციის მქონე—ორლებიანები, რომელნიც ახლა ჩვენ პლანეტაზე ყველა დანარჩენებზე უფრო ქარბად არიან გაერკელებულნი. მაშასადამე დროთა განმავლობაში უკვე არსებულ ტიპებს შეუერთდნენ მცენარეთა ახალი ტიპები, რომელთაც არსებული ტიპები დასძლიეს თავისი მრავალრცხვანობით და ამასთანავე სირთულით.

როგორც პირველ ლექციაში უკვე დაივიანებთ, ეს ძირითადი გეოლოგიური ფაქტი შესაძლებელია ორი ერთმანეთის საწინააღმდეგო პირობებით იქნას ახსნილი: ან ახალი ტიპები იქმნებოდნენ ხე-

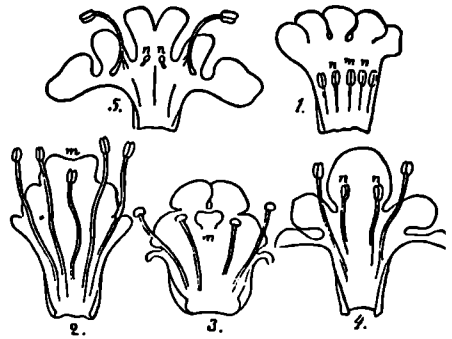
ლახლად, წინათ არსებულთაგან სრულიად დამოუკიდებლად, ან ისინი წარმოიშვნენ მათგან ცვალებადობის გზით და მასხადამე მათი პირდაპირი მონათესავენი არიან. მე ორივე ამ შეხედულებას ჰიპოთეზებს უწოდებ, მაგრამ ამის მიანიც-დაბანძვ სწორად გამოგონება არ შეიძლება, რადგან პირველი შეხედულების მომხრეები, მეტრის-მეტა თავგამოდებით და დაბეჯითებით აუთენტი-ბენ ამ გამოთქმას მხოლოდ მეორე შეხედულების იგიწებენ, რომ შეხედულებას, რომელსაც ისინი იცავენ—ისეთივე ჰიპოთეზაა და განმარტება საე-სებიით ნებისმიერია და არა ფაქტის უბრალო აღ-ნიშვნა.

შევეცადით ამ ორი ჰიპოთეზის შედარებითი ღირსების შეფასებას, ენახოთ, რომელი მათგანი უფრო ეთანხმება სინამდვილეს და უფრო მეტი ფაქტების ასხნას ახერხებს, რომელი უფრო ნა-კლებ წინააღმდეგობებს ხედება, ერთი სიტყვით, უფრო მეტად აკმაყოფილებს იმ პირობებს, რომელიც ჩვენ უნდა დაუწყენით ყოველ მეცნიერულ ჰიპოთეზას.

ერთი შეხედვით, ახრი, რომ ერთი მეცნიერე შე-საძლებელია მეორისაგან იყოს წარმოშობილი, მუხა არაყის ხისაგან, ვარდი შროშანისაგან, მეტად უცნაური, მეტად ისეთი გვეჩვენება, რომელსაც გონება ადვილად ვერ შეითვისებს. მაგრამ განა უფრო უცნაურად არ უნდა გვეჩვენოს ის ახრი, რომ ლეზნები, გვირგვინის ფურცლები, მტკრიან-ები, ნასკვი, წარმოიშვენ ფოთლისაგან, რომელიც ასე უმნიშვნელოდ წააგავს მათ. ამის და მიუხე-დავად პირველ ლექსიაში მეტამორფოზის შესახებ ლაპარაკის დროს უნდა მივსულიყავით იმ დასკე-ნამდე, რომ ყველა ორგანოები, რომელნიც ფორ-მით, აგებულებით და ფუნქციით ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავდებიან—წარმოადგენენ ერთ-ერთ ძირითად ორგანოს—ფოთლის—გარდაქმ-ნის შედეგებს. და ჩვენ ამ დასკვნამდე მივდით შემდეგი მოსაზრებების საფუძველზე. ჯერ ერთი, არა საგარეო თანდათანობით გარდაბანული სა-ფუძურების არსებობის საფუძველებს; ასე მაგალი-თად, ღუმფარას ყვავილში ჩვენ ვნახეთ მთელი რიგი ორგანოებისა, რომელნიც თითქოს გვირგვინის ფურცლებს ან თითქოს მტკრიანებს წარმოადგენ-დნენ, ეკვროდნენ ერთი მხრივ გვირგვინის ფურ-ცლებს, მეორე მხრივ—მტკრიანებს, იმგვარად, რომ არავითარი შესაძლებლობა არ არსებობს იმისათვის, რომ გადავსაზღვრა, სად თავდება ერთი

ორგანო და სად იწყება მეორე. მეორე მხრივ მოსაზრება, რომელიც ორგანოთა ურთიერთგარ-დაქმნის სასარგებლოდ ლაპარაკობს, ეს არის ეგ-რეთ წოდებულ—სინამდვილეთა ე. ი. ისეთი შემთხ-ვეების არსებობა, სადაც ერთი ორგანო შემთხ-ვევით იღებს მეორის ფორმას; ასე მაგალითად, იორდასალანის ნასკვი, რომელსაც ზოგჯერ აქვს წითელი ფოთოლავის სახე, რომლის კიდებზე მო-თავსებულია კვერცხები; განსაკუთრებით დამა-ჯერებელია ის შემთხვევები, როდესაც ამ გარდა-ქმნებს ხელოვნურად გამოიწვევენ, როგორც მა-გალითად, ამის ადგილი აქვს ბუთხუზა ყვავილებ-ში, რომლებშიაც მტკრიანები გადაქცეულია და-მატებით ფურცლებად, ან საფოთლ კვირტების გარეთა ქერქების ნაშვლი ფოთლებად გარდაქ-მნის ცდებში. მაგრამ თუ ამგვარი მოსაზრებანი გვაიძულებენ დავეუშვათ ერთი ორგანოს მეორე სრულიად არამსგავს ორგანოდ გარდაქმნის შესა-ძლებლობა, მაშინ მით უფრო უნდა დავეუშვათ ასეთი გადასაქცევის შესაძლებლობა სხვადასხვა მცენარეების ერთგვარ ორგანოებს შორის. დაუ-შვებთ, რომ მტკრიანი წარმოიშვა ფოთლისაგან, მაშინ გაცილებით უფრო ადვილია იმის დაშვება, რომ ერთი მტკრიანის ფოთლი შესაძლებელია წარ-მოშობილიყო მეორე მტკრიანის ფოთლისაგან, ერთის ყვავილი მეორეს ყვავილისაგან; ამაში გვარ-წმუნებს იგივე მოსაზრებანი—გარდაბანული სა-ფუძურებისა და ე. წ. სინამდვილების ე. ი. უცარი გადახრების არსებობა. შეგჩრდეთ რომელიმე მა-გალითზე, ყვავილების შესახებ ლაპარაკის დროს შემთხვევა გვეწონდა გაცნობილით სამკურნალო სალამის ყვავილს, რომელიც შესანიშნავი თავისი მოწყობილობით, რაც ხელს უწყობს მწერების სა-შულებით ჯვარედინ დამტკრიანებას. ახლა შე-ვეცადით, ენახოთ სრულიად არა მსგავსი სხივო-სნური ფორმის ყვავილისაგან რა თანმნიშვნელობის საფუძურებით შეიძლებოდა წარმოქმნილიყო სა-ლამის ეს თავისებურა ყვავილი. სალამი ეკუთვნის ტურქოსანთა ოჯახს, რომელთაც მიეკავა ამგვარი სახელწოდება იმიტომ, რომ გვირგვინი მათში თითქმის მუდამ მეტნაკლებად ორტურაა; მაგალი-თად, ამ ოჯახის ეკუთვნის ურცი, პიტნა და სხვა. ბევრი ან ტურქოსანთა ოჯახს წააგავს ე. წ. საო-სებრთა ოჯახი, — ყველა ბოტანიკოსები ამ აზრის არიან. ამ უკანასკნელის წარმომადგენლად ჩვენ შეგვიძლია თუნდაც კონკრეტულად ავარჩიოთ, ყველასათვის ცნობილია, რომ ამ ყვავილის ცის-

ფერი გვირგვინი ძირში ქმნის მოკლე მილს, ხოლო მწვერვალზე გადახრილია და იყოფა ხუთ თანაბარ მომრგვალებულ ფურცლებად. თუ ამ მილაკის შიგნით ჩაიხიხადეთ, შეინიშნავთ ხუთ ერთნაირ ყვითელ მტვრიანას, რომელიც თავის ძაფებით შერადილნი არიან ამ მილაკთან (სურ. 81 1). იბადება კითხვა: შეგვიძლია თუ არა დავუშვათ, რომ ამ წესიერი, ვარსკვლავისებრი კონკრეტულს ყვავილიდან თავისი ხუთი მტვრიანი წარმოშობილიყო სალაბის ორტუჩა ყვავილი, თავისი ორი თავისებური მტვრიანით? თუ ჩვენ ამ ოჯახის სხვა წარმომადგენლებზე შევსლებთ აღებულ ორ უკიდურეს შემთხვევებს შორის გარდამავალი ფორმების ნახვას, მაშინ ამ დაშვებას უარესად შესაძლებლად ჩათვლით. ჯერ ერთი, საქირაა აღინიშნოს, რომ საროსებრთა ოჯახში ყველა ყვავილები კონკრეტულს ყვავილსავე წესიერები არ არიან: მაგალითად ძირწითელაში გვირგვინი უკვე რამდენადმე სიმეტრიულია, ე. ი. მასში შესაძლებელია ზემოთა და ქვემოთა მხრის აღმოჩენა, თუმცა იგი ჯერ აშკარა ორტუჩას არ წარმოადგენს (სურ. 81—2); ამავ დროს მისი ხუთი მტვრიანა ერთმანეთისაგან უკვე სიგრძით განსხვავდება, განსაკუთრებით განსხვავდება ზემოთა (სურ. 81—2, II), რომელიც სხვებთან შედარებით ვაკილებით უფრო პატარაა. მეორეს მხრივ ტუჩოსანთა ოჯახის ყველა წარმომადგენლებს არა აქვთ ნათლად გამოხატული ორტუჩა გვირგვინი; მაგალითად—პიტნას, რომელსაც ყვავილები თითქმის წესიერი აქვს. მაშასადამე წესიერი გვირგვინის გარდაქმნა ორტუჩად შეიძლება თანდათანობით მომხდარიყო. გადავდივართ მტვრიანებზე; საროსებრთა ოჯახს 5 მტვრიანა აქვს, ტუჩოსნებს ოთხი, ორი ქვემოთა, უფრო გრძელი, ორი ზემოთა, უფრო მოკლე (სურ. 81—4, III). სად არის მეხოთე მტვრიანა? როდესაც ორგანიზმში არ არსებობს ორგანო, მაშინ ჩვეულებრივ ორიდან ერთი მოუღწეა აღინიშნება: ან იგი გარდაიქმნა მეორე ორგანოდ, განიცადა მეტამორფოზი, ან იგი გაქრა, განიცადა ატროფია, ხოლო მის მაგივრად განვითარდნენ სხვა, უახლოესი ორგანოები. ამ კომპლესაციის, ამგვარი თანაფარდობის არსებობა ნაწილთა განვითარებაში შენიშნული იყო გოეთეს მიერ, რომელსაც, როგორც ვნახეთ ეკუთვნის აგრეთვე მოძღვრება მეტამორფოზის შესახებ. თუ ტუჩოსნებში გაქრა ერთი, სახელდობრ ზემოთა მტვრი-



სურ. 81. 1—კონკრეტულს გვირგვინი, 2—ძირწითელს გვირგვინი, 3—შეწამალს გვირგვინი, 4—ტუჩის გვირგვინი, 5—სალაბის გვირგვინი. ყველა გვირგვინი გაჯვლები და გადაშლილები არიან ქვემო ტუჩის სიგრძეზე. სალაბის გვირგვინი გარდა ამისა, გაჭრილია ზემო ტუჩის სიგრძეზე.

ანა, (სწორედ ის, რომელიც ძირწითელაში უკვე სხვებზე პატარაა, სურ. 81—2, III), მაშინ რა წარმოიშვა მის ნაცულად ჩვენ ვამჩნევთ, რომ ამ მტვრიანას გაქრება თანხვედრითაა ზემო ტუჩის ძლიერად განვითარებასთან და შესაძლებელია დავუშვათ, რომ მტვრიანა გადაიქცა გვირგვინის ფურცლისებრ ორგანოდ, რომელმაც ზემოთა ორი ფურცელთან შეზარდით წარმოქმნა ზემო ტუჩი. ამან სრულიად არ უნდა გაგვაკვიროს, რადგან მტვრიანის გვირგვინის ფურცლად გარდაქმნა და ყვავილის ნაწილების შეზრდა მეტად ჩვეულებრივი მოვლენაა. ამგვარი ახსნის საბუთად შესაძლებელია გამოდგეს ის ფაქტი, რომ პიტნის ყვავილებში, სადაც გვირგვინის ორტუჩიანობა სუსტად არის გამოხატული, მართლაც არა იშვიათად მეხოთე მტვრიანაც არსებობს. სხვა მცენარეების მაგალითი ამ დასკვნას უფრო დამაჯერებლად გახდის. სრულიად ისეთივე ურთიერთობა, როგორიც არის საროსებრთა და ტუჩოსანთა ოჯახებს შორის, არის ორ სხვა ოჯახშიაც ე. წ. ძალეუროძენასებრნი (მაგალითად—კარტოფილი) და შეწამალსებრნი (მაგალითად—„სატილია“, დიგრალისი და სხვა). პირველებში ყვავილი წესიერია, მტვრიანა—ხუთია, მეორეებში—ყვავილი ორტუჩაა, მტვრიანა ოთხია. მაგრამ აქ, სახელდობრ შეწამალაში, ექვსგარეუვ ვრწმუნ-

დებით, რომ ზემო მებუთე მტერიანა გვირგვინის-ფურცლად გადაიქცა და შეზარდა ზემოთა ორ ფურცელს (სურ. 81-3, m). მაშასადამე ჩვენ შეგვიძლია ავხსნათ წესიერი ხუთ მტერიანის მქონე ქალაქი ქველი სყავილი თანდათანობით როგორ გადაიქცევა ოთხი მტერიანის მქონე ორტუჩა ყვავილად, რომელიც დამახასიათებელია ტრფოსანთა უძრავლესობისათვის. მაგრამ საღაბს სულ ორი მტერიანა აქვს, თვალი ვადევნოთ დანარჩენი ორი მტერიანის ბედობას. ამ მტერიანის სიგრძეზე ორად გაკვეთით გვირგვინზე დაკვირვების დროს ორი განვითარებული მტერიანის ზემოთ, სწორედ იმ ადგილას, სადაც სხვა ტრფოსნებში მოთავსებული ორი პატარა მტერიანა—ვმოულობით ორ, ოდნავ შესამჩნევ ატროფირებულ მტერიანას (სურ. 70. სურ. 81-5 a, b), ამ განვითარებელი მტერიანების ხარჯზე გაეთეს ზემოთ გამოთქმულ წესის მიხედვით დანარჩენი ორი განვითარდა საკმარისი ზომის და მიიღო ის თავისებური აგებულება, რომელსაც ჩვენ უკვე ვიცნობთ (სურ. 70). თავის მხრივ მისი ორი მტერიანას თავისებური ფორმაც საღაბის სხვადასხვა სახეებში სხვადასხვა ხარისხით არის გამოხატული, ისე რომ იგი ჩამოყალიბდა არა უცებ, არამედ თანდათანობით ცვალებადობის გზით. ამ გარდამავალ ფორმების აღწერას მეტად დიდი დრო და განმარტების მომცემი ნახატები* დასჭირდება. ხოლო საცნობი მსგავსი მსჯელობის საშუალებით ჩვენ შევსძლებდით გამოგვეჩვენა, როგორ იყო შესაძლებელი ორქიდეის კიდევ უფრო სარკიანი ყვავილი შროშანას ყვავილის მსგავს სწორ ყვავილიდან წარმოშობილიყო. მცენარეთა მორფოლოგია, ამ შედარებითი ანატომია მდიდარია ამგვარი მაგალითებით. შეიძლება ითქვას, იგი მთლიანად ამ მაგალითებისაგან შედგება.

მაშასადამე, თუ მოძღვრება მეტამორფოზის შესახებ განმარტავს ერთი და იგივე მცენარის სხვადასხვა ორგანოები შეუქმნეველი (გარდამავა-

ლი) საფეხურების გზით როგორ გადადიან ერთი მეორეში, სხვადასხვა მცენარეების ერთნაირ ორგანოების შედარებით ანატომიურ შესწავლასაც მივყავართ მსგავს დასკვნამდე, რომ ერთი მცენარეული ფორმა შესაძლებელია წარმოშობილი იყოს მეორისაგან. ამა სხვაგვარად როგორ უნდა ვავიჯოთ ყოველ ნაბიჯზე არსებული ჩანასახოვანი ან უფრო სწორედ, გადავავარდული ორგანოების არსებობა, რომელიც მიჩვენებელია არამსგავს ფორმებს შორის გარდამავალობის არსებობისა.

ამ შეხედულებაში უფრო მეტად გვარწმუნებს ორგანიზმების შესწავლა ჩანასახოვან მდგომარეობაში. ემბრიოლოგიის ყველა მონაცემები მოწმობენ, რომ მსგავსებანი, ანალოგიები, რომელნიც სასცნობი განვითარებულ ორგანიზმებში ძნელი შესამჩნევია, ვარკვეული ხდებიან მათი განვითარების ისტორიის შესწავლის დროს: ასე მაგალითად, მცენარეთა სამეფოში არ არსებობს მეტად ღრმა, მეტად ძირეული განსხვავება, როგორსაც ადვილი აქვს სპიროვან და თესლოვან მცენარეებს შორის; ერთი შეხედვით, თითქოს, მცენარეთა სამეფოს ამ ორ ნახევარს შორის ისეთი უფსკრული ძეგს, რომელზედაც შეუძლებელია გადასვლა. მაგრამ ამის და მიუხედავად გოფმეისტერმა შესძლო ამ უფსკრულზე „ხიდის გადგმა“. უმაღლეს სპიროვან და უმდაბლეს თესლოვან მცენარეების ისტორიის შესწავლამ აღმოაჩინა ამ ორი ჯგუფის შორის კავშირის არსებობა და გვაჩვენა კიდევ რა გზითაც უნდა მომხდარიყო ეს გარდამავლობა. ჩვენ უკვე ვნახეთ, რომ სპიროვანთა ყველაზე ტიპური მცენარეში, მაგალითად გვიმრავი განავიფიერება სათესლე ძაფებით ხდება, ხოლო თესლოვან მცენარეებში—სამტერე მილაკებით. გოფმეისტერმა თავის ფართო გამოკვლევათა საფუძველზე წინასწარ თქვა, რომ ვარკვეული ყვავილოვანი მცენარეთა სამტერე მილებში ნაპოვნი იქნება სათესლე ძაფები და მისი სიკვდილიდან ოცი წლის შემდეგ ეს წინასწარმეტყველება ბრწყინვალედ

* ყვავილზე ლაბარაკის დროს ჩვენ მივედით იმ დასკვნამდე, რომ საღაბის მტერიანების რთული აპარატის მთელი მნიშვნელობა მდგომარეობს იმაში, რომ მწერების დაზარალებით ხელი შეუწყოს ჯვარდინი განავიფიერებას, მაგრამ, როგორც ჩანს, ეს ჯვარდინი განავიფიერება უფრო კარგად იქნებოდა მიღწეული, თუ ყვავილები სქესკანცალკეებულნი გახდებოდნენ. ე. ი. მაშინ, თუ ზოგ ყვავილში იქნებოდა მოთავსებული ბუტო, ზოგში კი მტერიანები, ასეთ შემთხვევაში, დიდრობით ყვავილითის თანდათანობით ჩამოვარდობილი და რთული მტერიანების აპარატი ხდებოდაც აღმოჩნდებოდა და მართლაც არა ადვილია ეს საღაბში, რომელიც ჩვენ აღწერეთ, არამედ სხვა სახეში—მინდრების საღაბში—ორსქესიან ყვავილთა შორის გვედგებიან დიდრობითი ყვავილები, რომელშიაც ადვილი შესამჩნევია თუ ეს უსარგებლოდ ქვეული, რთული აპარატი, როგორც წინა თანდათანობით განიცდის ატროფიას, შებრუნებით იმავე ფაზების გავლით, რაც გაიარა წარმოქმნის დროს.

გამართლდა. ზუსტი მეცნიერებანი, ასტრონომია, ფიზიკა, ქიმია ასეთი წინასწარმეტყველებით ამა-ყობენ. გოფმესიტერის წინასწარმეტყველება—მორფოლოგიის სფეროში უზარაქნიელისი მკვა-ლითია *. შიშველთესლიანები, რომელთაც მიე-კუთვნებიან ჩვენი წიწვიანები, მქმნიან მცენარეთა სამეფოს ორ ნახევარს შორის შემადგობებელ ბრგოლს და სწორედ მათ შორის იყო ნამოყენი სა-თესლე ძაფები; მაგრამ ჩვენ უკვე ვნახეთ, რომ გეოლოგიამ ვანიფიკაციის ისტორიის იმ დასკენი-საგანს საეტიკად დამოუკიდებლად და მასზე გაცი-ლებით უფრო ადრე ნიუთონთა, რომ თანდამიწაზე ამ ჯგუფის გაჩენის ქრონოლოგიური თანმიმდევ-რობა ამგვარი იყო.** მოვიგონოთ კიდევ წარსულ ლექციის ერთერთი შედეგი, რომ შეუძლებელია ფიზიოლოგიური ზღვარის დადგმა ცხოველსა და მცენარეს შორის, მოვიგონოთ ბოლოს, რომ ყო-ველი ორგანიზმის საწყისი—უჯრედი ან უბრალო პროტოპლაზმის გუნდა—ყველა ცოცხალ არსებაში მსგავსია, და აუცილებლად მივალ იმ დასკენამ-დე, რომ ორგანიზმი სამეფო ერთიანია, რომ დედამიწის ზურგზე ყოველივე ცოცხალს შორის არსებობს უშუალო ნათესაობა.

ბიოლოგიური მეცნიერების ყველა დარგების ასეთი შეთანხმებული და მრავალმხრივი მოწოდების გამო შეიძლება უცნაური, გაუგებარიც კი გვეჩე-ნოს, რომ ასეთ დასკვნას ჰყავდა და ახლაც ჰყავს მოწინააღმდეგენი.

იმისათვის, რომ გავარკვიოთ ამ საკითხის ირგ-ვლივ მეცნიერთა შორის უთანხმოების წარმოშობა, დროებით უნდა შევჩერდეთ ზოგიერთ შესაძლებე-ლია მისაწყვენ, ტექნიკურ დეტალებზე, რომელთა გარეშეც ამ უთანხმოების წყარო გაურკვეველი და-რჩებოდა. იმათ, ვინც ორგანულ სამეფოს შეის-წავლიან, ძალიან მალე გამოაქვთ რწმენა, რომ ორგანიზმების გაანჩიათ სხვადასხვა ხარისხის ნათე-საური კავშირი. ამ ნათესაობის ხარისხების გამოსა-ხატავად, ორგანიზმების სისტემატურ აღწერის დროს, აერთებენ სულ უფრო და უფრო მკიდრო-ჯგუფებში, და ამ ჯგუფების აღნიშვნისათვის სარგე-

ბლოგენ ნათესაობის ხარისხის გამოხატველ ტერ-მინებით, როგორცაა: ოჯახი, გვარი და სხვ. ყვე-ლაზე მკიდრო ჯგუფს, რომელიც შექმნილია უფ-რო მეტად მონათესავე არსებობათაგან—ჯგუფს, რომელიც თითქმის ერთეულს წარმოადგენს, რომ-ლისაგანაც იქმნება სხვა ჯგუფები, ლინეიმ სახე უწოდა. სახეებისაგან იქმნება გვარები, გვარები-დან ოჯახები და სხვ. ასე მავალითად და ია ია-ეფუფნა, წარმოადგენენ ლინეის გვარის Viola-ს ორ სახეს; ორი, შვიი, და ნაცრისფერი მურყანი— გვარი Alnus-ის ორი სახეა: ვირი და ცხენი ერთ-ლებიან ერთ გვარში Elms, მგელი და ძაღლი ერთ გვარში Canis და სხვა, სახეთა ჯგუფების დამტკიცება მეცნიერებაში უდიდესი მიღწევა იყო: მან საშუალება მისცა შექმნილიყო ორგანიზმების მკაცრი სისტემატური კლასიფიკაცია. მაგრამ ამ ერთეულის, მათი სისტემების, ამ სახეობრივი ჯგუფის დადგენის შემდეგ—არა იმდენად ლინეიმ, როგორც მის მიმდევარს სისტემატოკოსებმა და-იწყეს ერთ ტკიცება, რომ სინამდვილეში სახე არადაც ხელშეუხებელი უცვლელია, იგი არ იცვლება არც დროში და არც სივრცეში, რომ სახეები მუდამ იყვნენ და იქნებიან ისეთები, როგორცაა მათ ვხედ-ობით დედამიწის ზურგზე, რომ ზედმეტია მაპარაკი ერთი სახის მეორეში გარდაქმნის შესახებ და, რომ მამასადაც სწავლება ყველა ორგანიზმების წარმოშობის ერთიანობის შესახებ უზაროა. მარ-თლავა, აქამდე ჩვენ აღვნიშნავდით მონაცემებს მოძღვრებლად მეტამორფოზის შესახებ, შე-დარებით ანატომიიდან, ემბრიოლოგიიდან, პა-ლეონტოლოგიიდან, რომელიც მოწოდებენ ერთი ოჯახის ფორმების მეორე ოჯახის ფორმებში გადასვლის შესაძლებლობას (მავალითად ლაშქა-რასებრში, ტუნოსნებში), სპორიან და თესლოვან მცენარეთა შორის გადასვლის შესაძლებლობის შესახებ, ცხოველთა და მცენარეთა სამეფოს შო-რის ზღვარის გატარების შეუძლებლობის შესახებ და სხვა. მაგრამ რა აზრი უნდა ჰქონდეს ამ ფაქ-ტებს, თუ შეეფერება სინარაღის ის, რომ უახ-ლოეს არსებობა შორის, ერთი გვარის სახეების

* მით უფრო საკვირველია, რომ ბორდინამ ამ საკითხის ირგვლივ თავის ფართო გადმოცემის დროს (განყოფიერების პროცესი მცენარეთა სამეფოში) შესაძლებლად ჩათვალა გენიალური მეცნიერი გარკვეული ან კი ეხსენებინა.

** ერთ, ინგლისელ ბოტანიკოს და ცხოველთა მეცნიერ კოტარტის წინათ გამოკვლევებლმა აღმოჩინა პალეონტოლოგიის თვალსაზრისით დაამტკიცა გვიმბრებსა და იმ ტრეპელთესლიანთა შორის კავშირი, რომელთაც აღმოაჩინადატ სპერმატოზო-ნიდები—ეს არის გოფმესიტერის ახალი გამოჩვენება. (უფრო დაწერილებით ამ საკითხის შესახებ იხილეთ კ. ა. ტმინიაზუვიც მცენარეთა სამეფოს ერთიანობა, რომელიც ამ გამოცემის ბოლოს არის მოთავსებული).

მოშობის გზით. მაგრამ განაყოფიერების შესახებ ლაბორატის დროს უყვე გვეცნობს იმ ფაქტებს, რომელნიც ამ შეხედულებებს საბოლოოდ უარყოფენ; ჩვენ ვნახეთ, რომ ზოგიერთ შემთხვევაში განაყოფიერება საკუთარ ან მსგავსი მცენარის მტვერით, ნაკლებად ნაყოფიერია სხვა არა მსგავს მცენარის მტვერით განაყოფიერებაზე, და რომ ბოლოს, სხვა სახის მცენარის მტვერით განაყოფიერება ზოგჯერ უფრო ნაყოფიერია შედარებით ამავე სახის მცენარის მტვერით განაყოფიერებაზე.* იციან რა ამ მოძღვრების მომხრეებმა, რომ შეუძლებელია სახის და სახესხვაობის განმსხვავებელ რაიჟ დადებით კრიტერიუმის მოწოდება, მიმართავენ გარკვეულ „ტაქტს“ ან წინაგარნობას, როდელიც თითქოს ამ საკითხის გადაწყვეტის დროს ნატურალისტი უნდა ხელმძღვანელობდეს. მაგრამ ამ „ტაქტის“ ნდობა რამდენად საიმედოა, შესაძლებელია ყველაზე კარგად შემდეგი ციფრებით დავიანახოთ: აღმოჩნდა, რომ სანამ გვარი მცირე რაოდენობით შეიცავს სახეებს, ბოტანიკოსები მათი რიცხვის შესახებ ერთმანეთში თანხმდებიან; მაგრამ როგორც კი გვარი შეიცავს ოთხ სახეზე მეტს, თავს იჩენს უთანხმოება. თუ სადამდე შეიძლება მიადღწიოს ამ უთანხმოებამ—ერთი მაგალითიდან სჩანს: Hieracium-ის გვარში ზოგიერთი ბოტანიკოსები აღრიცხავენ 20, ზოგიერთი 300 სახეს. მაყვალის, ტირიფის და სხვა მრავალ მცენარის შესახებ იგივე უთანხმოება მეორდება. როგორც ჩანს, ისინი სახედ იღებენ იმას, რაც სხვათათვის მხოლოდ სახესხვაობას წარმოადგენს. ამ უთანხმოების გამო სისტემატიკოსთა შორის წარმოიშვა გამოთქმა „კარგი სახე“, ყველას მიერ მიღებულ გარკვეულ სახის განსასხვავებლად საეჭვო სახისაგან. წინააღმდეგობათა ამ სი-მრავლეს, უეჭველია ერთ დასკვნამდე მიეყვართ, სახედობარ, რომ შეუძლებელია სახესა და სახესხვაობის შორის ზუსტი ლოგიკური საზღვრის გატარება, რომ შეუძლებელია ყოველთვის და ყოველგვარ შემთხვევაში ამ ცნებების სინამდვილისადმი შეუცდომლად მიყენება. ხოლო ეს დასკვნა უნებურად ექვს ბადებს, ხომ არ შეიპარა საკითხში ლოგიკური შეცდომა, იმის მსგავსად, რომელიც ჩვენ აღვნიშნეთ საკითხში მცენარ-

რესა და ცხოველს შორის განსხვავების შესახებ. შესაძლებელია ბუნებაში არც სახე და არც სახესხვაობა, როგორც ორი თვისობრივად განსხვავებული კატეგორია, ნამდვილად არ არსებობს; შესაძლებელია ისინიც მხოლოდ ტიპიური წარმოდგენა—შეკმნილი ჩვენი გონების მიერ. შევეცდომოთ მაგალითით განმარტებას. ჩვენ ნათლად წარმოგვიდგებია განსხვავება მოზრდილსა და ბავშვებს შორის, უფრო მეტი, ჩვენ ვანსხვავებთ ბავშვებს, ყრმებს, კბაუკებს, დაეაქაცებულებს, მოხუცებულებს და სხვა, და უმეტეს შემთხვევებში ეს ცნებები სინამდვილესა სავსებით შეესაბამებიან, სხვაფრივ ისინი არ შეიძლებოდა შეკმნილიყო ჩემს ცნობიერებაში: მაგრამ აქედან არ გამოდინარავს, რომ ისინი უნდა შეიფერებოდნენ ყოველგვარ შემთხვევებს გამოსავლის გარეშე. რასაკერაიელია, არავის არასოდეს არ მოუვა აზრად დამტკიცოს, რომ ყოველმცემულ შემთხვევაში საკიროა და უნდა გადაწყდეს საკითხი: საქმე გვაქვს ყრმისათვის თუ კბაუკისათვის, დაეაქაცებულთათვის თუ მოხუცებულთათვის და ასე შემდეგ. მაგრამ ამისდა მიუხედავად, სისტემატიკოსები სწორად ამგვარ ამოცანის ირგვლივ შემოაბრუნებენ, სურთ რა გადაწყვიტონ, დასაშვებია თუ არა ამადამ საეჭვო სახის სახედ ან სახესხვაობად მიღება. სახე და სახესხვაობა უმრავლეს შემთხვევაში ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავდება, მაგრამ აქედან არ გამოდინარავს ამ ორი კატეგორიის არსებითი განსხვავება: წინააღმდეგ მათ შორის სხვაობა მხოლოდ რაოდენობითია; ისინი წარმოადგენენ ორ, ერთმანეთის თანდათანობით ვარადაშვალ სიდიდეს: ერთის მხრივ ჩვენ გვაქვს არა ღრმა ხასიათის ინდივიდუალური განსხვავებანი, შემდეგ ნახევარსახესხვაობანი, აშკარა სახესხვაობის ჯიშები, საეჭვო სახეები და ბოლოს ნამდვილი კარგი სახეები** ერთი სიტყვით, ამ წინააღმდეგობებში საეჭვო საკითხიდან სახისა და სახესხვაობის შესახებ, ერთადერთი ლოგიკური გამოსავალი მდგომარეობს დარჩენის ფორმულის მიღებაში: „სახესხვაობა, არის ჩასახული სახე; სახე—მკვეთრი სახესხვაობაა, ისევე, როგორც ბავშვი არის ბავშ-

* მითხველები, რომელთაც სურთ ამ საკითხის, და საერთოდ დარჩენის თეორიის უფრო დაწვრილებით გაცნობა, საყურადღებოდ გასაგებ ახსნას ნახავენ ჩემს წიგნში „ჩარბლ და რიჩი ამის მოძღვრება“.

** და მართლაც, თუ წარსულში სისტემატიკოსები თავიანთ დაყოფის სახით ამოაჯობდნენ, ახლაც უკვე არსებობს სახეზე დაბლა მოთავსებული ოთხი საყურადღებო მიღებული დანაწილება.

ვითარებელი. ადამიანი, მოზრდილი ადამიანი— განვითარებული ბავშვია, და ამავე მიზეზის გამო როგორც იქ, ისე აქ შეუძლებელია მკვეთრი საზღვარის გატარება. განვადგროთ ჩვენი შედარება. წარმოვიდგინოთ, რომ რომელიმე არსებას, რომელსაც ახასიათებს მეტად ხანმოკლე არსებობა, ვარაუდობთ საკითხი— მოზრდილი ადამიანი წარმოიშობა თუ არა ბავშვსაგან. თუ ისინი ორი დამოუკიდებელი არსებანია, ჩვენს მიერ წარმოდგენილ არსებას არ შეუძლია საკუთარი თვლით დარწმუნდეს ამ გარდაქმნაში, ვინაიდან მისი არსებობის პერიოდი მეტად ხანმოკლეა, მაგრამ ამასდა მიუხედავად შეამჩნევს რა, რომ ძუძუთა ბავშვსა და მოზუცს შორის არსებობს მთელი რიგი შეუმჩნეველი გარდამავალი ფორმები, შემდეგ შეამჩნევს რა, რომ ეს არსებანი ძალიან მცირედ, მაგრამ მაინც მის შესამჩნევლად ცვალებადობენ, მხოლოდ გარკვეულ მიმართულებით ე. ი. ბერდებთან, იგი გამოიტანს დასკვნას, რომ ბავშვიც, რომელსაც ხედავს, ღრთა განმავლობაში სიბერემდე მიაღწევს, და მოხუციც ოდესღაც ბავშვი იქნებოდა. შემდეგ დაუფიქროს, რომ ამ დასკვნას სხვა ამგვარივე წარმოდგენით შექმნილ არსებას უნახუხა, „სანამ მე არ დავინახავ ამ გარდაქმნას საკუთარი თვალით,— ამას კი რასაკვირველია არასოდეს არ ექნება ადგილი— მანამდის მე ვამტკიცებ და განვადგრობ მტკიცებას, რომ მოზრდილი ადამიანს არასოდეს ბავშვობა არ გამოუვლია“. თვითონ თქვით ვის მხარეზე იქნებოდა კეშპარიტება; იმის მხარეზე, რომელიც თავის მთელ გამოცდილებას უკავშირებს მხოლოდ ზუსტ ლოკიურ დასკვნებს? თუ იმის მხარეზე, ვინც თანაბრად უარყოფს გამოცდილებას, ლოკიურს მოთხოვნის დებას და ჩაკეტულია რაღაც ფსევდო-ფილოსოფიურ სკეპტიციზმში? სწორედ ასეთ მდგომარეობაში არიან შედარებით, რომელიც საჭიროა ახალი სახის შექმნისათვის; ამისდა მიუხედავად, ის მეცნიერები, რომელნიც უარყოფენ სახეთა მუდმივობას იმის გამო, რომ ხედავენ საერთოდ ორგანულ არსებათა ცვლილებების უნარს და მხედველობაში იღებენ სახის და სახესხვაობის შორის განსხვავების დაწყების შეუძლებლობას, აუცილებლად მიდიან იმ და-

სკვნამდე, რომ სახეები შეიქმნენ სახესხვაობათაგან, რომ სახესხვაობანი, ასე ვთქვათ, მხოლოდ თანმიმდევარ. სტადიებს წარმოადგენენ ახალ სახეთა შექმნის გზაზე.

თუმცა მსჯელობის ასეთი ხერხი მეტად დამაჯერებელია, მაგრამ ამისდა მიუხედავად ექვს ვარაუდა, რომ ახალი სახეების წარმოქმნის ფაქტზე უშუალოდ დაკვირება უფრო დამაჯერებელი იქნებოდა. თუ სახეები განიცდიან ცვალებადობას, მაშინ ხომ არ შეიცვლებოდა ისინი ისტორიის მანძილზე იმდენად, რომ საწყისი მიეტოვებოდა სახეებისსათვის? ამის დამტკიცება ბუნებრივ პირობებში არსებულ ორგანიზმების მიმართ შეუძლებელია, იმის გამო, რომ მათ შესახებ საკმაოდ ხანგრძლივი დროის განმავლობაში არავითარი მონაცემები არ არსებობს. შედარებით უფრო ადვილია, თუმცა მაინც დაკავშირებულია მნიშვნელოვან სიძნელეებთან, ამ საკითხის გადაწყვეტა კულტურულ მცენარეების ან მოთხნაურებულ ცხოველების მიმართ, რომელთა შესახებ გვაქვს ისტორიული მონაცემები. მთავარი სიძნელე მდგომარეობს იმის დასამტკიცებელი მასალის მოძებნაში, რომ ცხოველთა ან მცენარეთა ერთ-მანეთისაგან მკვეთრად განსხვავებული ჯიშები მართლაც ერთი სახიდან არის წარმოშობილი, მაგრამ ამისდა მიუხედავად ზოგიერთ შემთხვევებში დარგინმა შესძლო ამის სასესიოდ მიწვება, განსაკუთრებით კი მტრედების ჯიშების მიმართ. მან დაამტკიცა, რომ მტრედების თანამედროვე ჯიშები, რომელნიც ერთმანეთისაგან იმდენად განსხვავდებიან, რომ ბუნებრივ პირობებში მათ შიაკუთვებდნენ არა მარტო სხვადასხვა სახეებს, არამედ სხვადასხვა გვარებსაც კი, ამისდა მიუხედავად უტყვევლია მტრედის ერთი სახიდან წარმოიშვნენ.

მაგრამ სახეთა მუდმივობის ჰიპოტეზის მომხრეებს კიდევ ერთი მეტად მკვეთრი მოსაზრება გააჩნიათ. ისინი ამბობენ: დაუფიქროს, რომ სახეები ერთიმეორისაგან წარმოიშობიან, მაშ აქ შემთხვევაში საღაა არიან ყველა ის თანდათანობით გარდამავალი ფორმები, რომელთა არსებობა აუცილებელი უნდა იყოს? რატომ ვაპქრენ ისინი? რატომ არიან სახეები ჩვეულებრივ, სასესიოდ არაუცლებელად, განსხვავებულ არსებათა ჯგუფებად წარმოდგენილი? მოვიგონოთ, რომ სახეთა შორის გარდამავალი ფორმების არსებობა მრავალ შემთხვევებში საეკოა, ვინაიდან ჩვენ ვნახეთ,

რომ საკმარისია მხოლოდ ორ სახეს შორის ამგვარი გადასვლის აღმოჩენა, რომ სახეთა უტყველოების მომხრეებმა თქვეან, მაშასადამე, აქ საქმე სახესთან არ გვეკნია. თუმცა ამისდა მიუხედავად, ეს მოსაზრება შემთხვევათა უმრავლესობაში თავის ძალის საყვანებით ინარჩუნებს. ნამდვილი, კარგი სახეები მართლაც არ არიან გარდასავალი ფორმებით შეფარებული და ეს ფაქტი მუდამ ხელს უშლიდა წინათ წარმოებულ ყველა ცდებს, აფხნათ სახეთა წარმოშობა ცვალებადობის გზით; ამ საკითხის მიმართ დარვიინის თეორიის დამოკიდებულებას ჩვენ ქვემოთ დავინახავთ, როდესაც გავეცნობით ამ მოძღვრების ძირითად საფუძვლებს, მანადის კი აღვნიშნავთ, რომ ამ თეორიამ მის მოწინააღმდეგეების ყველაზე ძლიერი იარაღისაგან შექინა თავისი დასაცავი უძველესი იარაღი: იგი საყვანებით ხსნის გარდასავალ ფორმების არარსებობის ფაქტს; კიდევ მეტი, მათი არსებობა მის წინააღმდეგ ძლიერი არგუმენტი იქნებოდა. ამაში მდგომარეობს მისი ერთერთი დადებითი მხარე, მისი სიძლიერე და უპირატესობა სხვა ამგვარი ცდების მიმართ.

* *

აქამდე ჩვენ მოგვყავდა იმის დამადასტურებელი საბუთები, რომ ორგანულ სამეფოს გააჩნია ისტორია. ამათთან ერთად ვცდილობდით დაგვერღვია ამ შეხედულების წინააღმდეგ მიმართული ყოველგვარი მოსაზრებანი ბიოლოგიური მეცნიერების ყველა დარგების ერთობლივი საბუთებით, ჩვენ ვცდილობდით დაგვემტკიცებინა, რომ ორგანიზმთა ის მსგავსება, რომელიც უტყვებლივ ყველა ბუნებათმეცნიერის მიერ მიღებულია, შესაძლებელია ახსნილი იყოს მხოლოდ მათი მჭიდრო ნათესაობით, მაშასადამე ორგანიზმებს გააჩნია გენეალოგია, ე. ი. ისტორია. ახლა მივმართოთ ჩვენი ამოცანის მეორე ნახევარს, ამისათვის უნდა დავამტკიცოთ, რომ ამ ისტორიულ პროცესს აუცილებლად მივყავართ ორგანიზმების სრულყოფილივე, სრულყოფილი კი გველვისხმობით ორგანოს შეგუებას თავის ფუნქციასთან, ორგანიზმისას—მის გაერმოქმედვად გამოსთან.

ვხედავთ, რომ ორგანული სამეფო წარმოადგენს არსებობა თანდათანობით კიბებს, დაწყებული უმარტივესიდან, დამთავრებული უფრო

განვითარებულებით; და რადგან ეს სრულყოფილება თანხედენილია დედამიწაზე ამ არსებების გაჩენის ქრონოლოგიურ თანმიმდევრობასთან, ბევრი ბუნებისმეტყველი თვით ამ ფაქტით ხედავდა იმის საბუთს, რომ ორგანულ სამეფოს გააჩნია მისწრაფება განვითარებისაკენ, რომ ეს თვისება სხვანაირად არ ახსნება; ხვებენ თუმცა ცდილობენ ამ ფაქტის რაციონალურ ახსნას, მაგრამ უმეტესად შედეგი ძალიან მცირე იყო. პირველად დარვიინმა მიუთითა უახლოეს მიზეზებზე, ბუნების იმ საერთო კანონებზე, რომელთა შედეგად ადგილი აქვს ორგანული სამეფოს განვითარებას, პროგრესს, ან ევოლუციას. ამისათვის მან გამოიყენა ხეხილი, რომელიც ერთი შეხედვით შეიძლება პარადოქსალური მოგვეჩვენოს და რომლის ლოკალური აზრი აქამდე არ ესმოდა, ან უფრო სწორედ, განმარტების მიუხედავად არ სურთ გაგება ბევრ მის მოწინააღმდეგეებს. იმის გამოსარკვევად, თუ ორგანულმა მსყარომ ისტორიული განვითარების გზით როგორ მიადგინა სრულყოფის იმ ხარისხამდე, რომელსაც ჩვენ მასში ვხედავთ, დარვიინმა უპირველესად შემდეგი საკითხი დააყენა: როგორ აღწევს ამგვარსავე მიზანს ადამიანი, როგორ ანვითარებს იგი თავის მცენარეთა და ცხოველთა ხელოვნურ ჯიშებს?—და მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ აქ მთავარ მოქმედ ფაქტორს შერჩევა (Selection) წარმოადგენს, რომელიც, როგორც თანახმად,* მდგომარეობს იმაში, რომ ყოველ ეთობიდან გადაარჩევენ მხოლოდ ისეთ ორგანიზმებს, რომელნიც საყვანებით შეეფერებიან დასახელ მიზნებს. ეს შერჩევა ყველაზე მარტივ და სრულყოფილი ფორმით მდგომარეობს ყველა არადაბაკმაყოფილებელ ინდივიდების მოსპობაში; როდესაც მავალითად მებნაღეს სურს გამოიყვანოს ან შეინარჩუნოს მცენარის ახალი სახეხვობა, იგი კმაყოფილება მით, რომ სპობს ყველა იმ მცენარეებს, რომელნიც არ შეეფერებიან მის იდეალს. შემდეგ დარვიინ აყენებს კითხვას: ხომ არ ვითარდებოდა ბუნებაყ ასეთ შერჩევის გზით? ჩვეულებრივ ვერ ხერხდება ამ მოსაზრების ბოლომდე გამოთქმაც კი, რომ მოწინააღმდეგეთა ბანაკიდან ნაადრევად მოისნოს გამარჯვების შეძახილები და შემდეგ საწინააღმდეგე მოსაზრებანი:—„განა შესაძლებელია რაიმე მსგავსება იმ პროცესის, რომელიც წარმართება ადამიანის შეგნებულ

სურვილით, პროცესთან, რომელზედაც მოქმედებს ბუნების ბრმა ძალები? თქვენ გსურთ ორგანულ ფორმების წარმოშობის ახსნა ფიზიკური კანონების საფუძველზე, და იწყებთ იმით, რომ ბუნებას აწერთ შეგნებულ მოქმედებას, არჩევს უნარს? ნუ შეგავანთობს ეს შემაძლიებ და აჩქარებული მოსახერხებელი, რომელიც ცარეიდ სიტყვებს წარმოადგენს. გავეცნობთ საქმის არსებით მხარეს და მაშინ ადგილი გასაგები იქნება დიდი მეცნიერის აზრი. იმისათვის, რომ ნახტომი მეტად ნაკვეთი არ მოგვეჩვენოს, დარჩენი უპირველეს ყოვლისა ჩერდება იმ შემთხვევაზე, რომელსაც იგი შეუგნებულ შერჩევას უწოდებს. შიმშილობის წლებში ველურები იძულებული ხდებიან მოსპონ თავიანთი შინაური ცხოველების ნაწილი, და რასაკვირველია, მათ შორის ინახავენ უკეთესებს. ამის შედეგად ისინი უნებლიედ აუშვებენ ჯიშს. ისინი ამას აწარმოებენ ნების წინააღმდეგო კი, ვინაიდან, რომ ყოფილიყო შესაძლებლობა, სიამოვნებით შეინახავდნენ ნაკლებად მაკმაყოფილებელ ეგზემპლარებსაც. ერთეულ ცხოველების შერჩევით ისინი დროთა განმავლობაში აუშვებენ ჯიშს, მაგრამ ამის დაბრუნება დაფა, მისაღწევ მიზნის მიმართ მათი მოქმედება ბრმა იარაღის, შეუგნებელ სტიქიური ძალის ხისათვის მატარებელია.

მაშასადამე, შესაძლებელია თუ არა ბუნებაში შეუგნებელი შერჩევის არსებობა? იმისათვის, რომ საკითხი მეტად უცნაურად არ მოგვეჩვენოს, შეგვიძლია მასში მცირეოდენი ცვლილება შევიტანოთ და მაშინ კი სულ სხვა წარმოვიდგებთ. ჩვენ ენახეთ, რომ შერჩევის სპეციისი ყველაზე მარტივ და ნამდვილ ფორმაში მდგომარეობს არადამაკმაყოფილებელ ფორმების მოსპობა. მაშასადამე დაყენებული კითხვა შევიცილა სხვა კითხვით შევცვალოთ: ისაუბრა თუ არა ბუნებაში არადამაკმაყოფილებელი ფორმები? მოსპობის ანგარი პროცესი, გასრულებულია თანაბარი იქნებოდა. ამ საკითხზე მეცნიერება იძლევა მეტად გადაზრუნულ და დამბობ პასუხს: დიახ, არსებობს მეტად ფართოდ და უღმობელი აუცილებლობით. ეს მოვლენა ემყარება ყველა ორგანულ არსებათა ერთ საერთო თვისებას. ეს თვისებები მდგომარეობის იმეო, რომ ორგანიზმთა წარმოქმნა ყოველთვის დაკავშირებულია მათ გამრავლებასთან. ეს ფაქტი იმდენად საერთოა, იმდენად მუდმივია, რომ ხშირად ერთი გამოთქმის მაგივრად მეორე

ინხარება, ე. ი. წარმოქმნის მაგივრად გამრავლება. მართლაც, ჩვენ არ ვიცით ორგანული არსების არცერთი მაგალითი, რომელიც მთელი სიცოცხლის განმავლობაში ნორმალურად ხსოლოდ ერთ ცოცხალ არსებას ქმნიდეს. პირიქით, ჩვეულებრივ გამრავლება სწრაფად მზარდ გეომეტრიული პროგრესით მიმდინარეობს. ამ ფაქტს უდიდესი შედეგები მოსდევს, რომლის მნიშვნელობა პირველად დარეინის მიერ იქნა შეფასებული. ჩვენ სწავლობთ ორგანულ არსებათა გამრავლების შესწავლის წარულ წარმოდგენას მხოლოდ მას შემდეგ, თუ რომელიმე მაგალითზე გამოვიანგარიშებთ შთაბოძებულობის რაოდენობას, რომელსაც იძლევა ერთი ორგანიზმი რამდენიმე წლის მანძილზე, ასე მაგალითად, ბაბუაწვერის ერთი მცენარის მთელი შთაბოძებულობა რომ გადაარჩენილიყო, მაშინ 10—12 წლის შემდეგ დედამიწის ზურგზე იგი დაფარავდა მთელ ხმელეთს. მაგრამ ბაბუაწვერა არც ისე სწრაფად მრავლება; ჩვენი გუგულისკაბისებრთაგან ყველაზე ჩვეულებრივი „გუგულის კაბა“ დარეინის გამოანგარიშებით წელიწადში არანაკლებ 180.000 თესვს ჰქმნის ისე, რომ უკვე ერთი მცენარის მესხე თაობა მთელ ხმელეთს მთლიანი მწვანე საფარით დაფარავდა და ეს კიდევ არ იქნებოდა გამრავლების საზღვარი; არსებობენ ორკვადები, რომელთა თესვების რიცხვი მილიონებს აღწევს; დაბოლოს, თვალწინათ ის თვალისათვის უხილავი მტერი—სპორები, რომელნიც იქმნებიან გვირგვინის ფოთლების ქვედა მხარეზე; ყოველ მათგანს გააჩნა ახალი ორგანიზმისათვის საწყისი ელემენტის უნარი.

რა შედეგები უნდა მოსდევდეს უკლებლივ ყველა ორგანიზმების ასეთ ძლიერ გამრავლებას, ყველა მათ მიერ დედამიწის ზურგის მთლიანად დაკერის მისწრაფებას? შედეგია ნათელი: ამ არსებათა უმრავლესობა ილუქება. შესაძლებელია კიდევაც ითქვას, რომ ის ნაწილი, რომელიც გადაარჩება, უმნიშვნელოა შედარებით იმ ნაწილთან, რომელიც განწურულია დასაღუპად.

ყოველ ახლად წარმოქმნულ თაობების წარმომადგენელთა შორის ადგილი აქვს მატარებლებს, საიდანაც მხოლოდ მცირე ნაწილი გამოდის გამარჯვებული, რითაა განსაზღვრული ამ რჩეულების შენარჩუნება? რა გარემოება სწყვეტს მათ სასარგებლოდ ბრძოლის გამოსავალს? როგორც სჩანს, მნიშვნელობა აქვს მათი ორგანიზაციის

სრულყოფილობის უპირატესობას. სრულყოფილობის კვეშ ეროვორც უკვე ნათქვამი იყო, აქ ვეულისხმობთ, ორგანოს შეგუებას ფუნქციასთან, ორგანიზმისას—გარემოსთან. რაში უნდა მღვომარეობდეს ეს სრულყოფილობა, ჩვენ შემთხვევათა უმეტესობაში, არც კი შეგვიძლია აღენიშნოთ, და ადვილი გასაგებია არის სხვადასხვა შემთხვევებში როგორც სხვადასხვაგვარი, სრულიად საწინააღმდეგო შეიძლება იყოს ის თვისება, რომელიც სასიცოცხლო ბრძოლაში იწვევს გამარჯვებას. ერთ შემთხვევაში გადარჩება მცენარე, რომელიც ვალევიდა სხვებზე უფრო ადრე, და მოასწრო ადგილის დაკავება. სხვა შემთხვევაში პირიქით, გადარჩება ის, რომელიც სხვებზე უფრო გვიან ვალევიდა, და ამგვარად გადარჩება ნაგვიანვე ვინცეს, რომელიც მოსპობს მის აქტურებულ სტრუქტურებს. არსებობს ათვის ბრძოლა და მისი აუცილებელი შედეგი—უკეთ შეგუებულის გადარჩენა, ე. ი. როგორც თვით დარვინი სხვაგვარად ვამოსთავებს, ბუნებრივი შერჩევა, წარმოადგენს ორგანულ არსებათა სწრაფი გამარჯვების კანონის აუცილებელ ლოკიურ შედეგებს.*

და არა მარტო ამისთანა დელექტიური ხასიათის მტკიცების მოყვანა შეიძლება ბრძოლისა და შეკრჩევის ფაქტის დასამტკიცებლად. უშუალო დაკრჩევების ასეთსავე დაქცვამდე მივყავართ. საკმარისია ავიღოთ რაიმე ყვავილების თესლების ნარევი, მაგალითად სხვადასხვა ელფერის სურნელანი თერო და ყოველ წლის ყველა თესლი მოვარგოთ და დავთესოთ იმავე კულში, იმისათვის, რომ კამდენიმე წლის შემდეგ შევამჩნიოთ, რომ ზოგიერთი ფერი გამოდევნის სხვებს; მაშასადამე, ისეთ უმნიშვნელო ნიშანსაც კი, როგორც არის ფერი (უფრო სწორად კი ალბათ რომელიმე მასთან დაკავშირებული, მაგრამ უშუალო დაკრჩევებისათვის შეუძნეელი თვისება) უპირეუქოდ სასიცოცხლო ბრძოლაში გამარჯვება მოაპოვებინოს. მსგავსევე შედეგი მიიღება ბუნებრივ მფელოების განყოფილების დროს. ჩვენ ვნახეთ, რომ აზოტიანი სასუქები და მიწერალური მარილები, რომელნიც შეიცავენ ფოსფორის

მეივას და კალიუმს, უდაოდ ყველა მცენარისათვის სასარგებლო და აუცილებელ საკვებს წარმოადგენენ, მაგრამ თუ დაიწყებთ ისეთ ბუნებრივი მფელოების განყოფილებას, რომელიც მოიცავს ხორბლოვან მცენარეებს გარკვეულ პროცენტს და პარკოსანთა გარკვეულ პროცენტს, მაშინ შეემაჩნევთ, რომ მხოლოდ აზოტიან სასუქის ხმარების დროს ხორბლოვანები აჯობებენ და დაიწყებენ პარკოსნების გამოდევნას. პირიქით, უაზოტო სასუქების ხმარების დროს გამარჯვება პარკოსანთა მხარეზე რჩება. ორივეთარი სასუქი სასარგებლოა ორივეგვარი მცენარეთათვის, მაგრამ სარგებლიანობა სხვადასხვა ხარისხისა და ამ სხვაობის ვაგენით გამარჯვება სასიცოცხლო ბრძოლაში ხან ერთის და ხან მეორის მხარეზეა.

და ბოლოს, როგორც ეს უკვე სამართლიანად იყო აღნიშნული, საკმარისია მოვივროთ ის შრომა, რომელიც მიწითმომკვლმა უნდა დახარჯოს, რომ დაიკვას თავისი მიწისდრევი სარგებელი მცენარეების შემოკრისაგან, იმისათვის, რომ ვაგეით იმ ბრძოლის სიძლიერე, რომელიც უნდა გადაიბანონ კულტურულმა მცენარეებმა, და რომ ისინი მიწობილი თავის თავზე, აუცილებლად დაიღუპებოდნენ, მაშასადამე, არსებობისათვის ბრძოლის ფაქტი, რომელიც, როგორც სჩანს, მათემატიკური სიზუსტით გამომდინარეობს ცოცხალ ორგანიზმების გამარჯვების გეომეტრიული პროგრესიის კანონიდან, მტკიცდება უშუალო ცდითაც. და ამ ბრძოლის ლოკიურად აუცილებლად მიყვავართ ბუნებრივ შერჩევამდის, ე. ი. გაუჯობებისაკენ, თუშეცა შესაძლებელია იგი ყოველ ცალკეულ თაობაში დაკრჩევებისათვის შეუძნეელიც კი იყოს. თუ მფელოებაში მივივლებთ გეოლოგიურ მონაცემებს, რომლებიც მოწმობს, რომ დღემდე ირგანიზმები წარმოშობის შემდეგ განვლო თითქმის განუზომელმა დროის მონაკვეთმა, მაშინ ადვილად დავთვინებთ იმ აზრს, რომ შერჩევის პროცესმა, რომელიც ასე ძლიერ შეაყრდნულა მოქმედებს ასე ხანგრძლივი დროის განმავლობაში, სასებით შეუძლია ახსნას ორგანულ ფორმების როგორც მრავალფეროვნება, ისე მათი შეგუების სრულყოფა.

* სიტყვა შერჩევის ხმარება სხვაგვარი მეტაფორული გაგებით (როგორც უკვე ამის შესახებ ზემოთ იყო ნათქვამი) ბევრი კრიტიკოსი გაუგებრობამდე მიიყვანა; მათ დაიწყეს მტკიცება, თვით გამოქვეყნებული მიზეზით, რომ დარვინი იძულებულია ბუნებას შეგნებულ მოქმედება მიაწეროს. თუ დასაწყისში ასეთ გაუგებრობის მსხვერპლი შეიძლება ვამდაროყ ნუნ მხოლოდ ნაკლებად მოსახრებელი ადამიანები, ამგვარად დარვინი მიერ მიღებულ განმარტებათა შემდეგ, ასეთ ხერხს შესაძლებელია მიმართონ ისეთმა ადამიანებმა, რომელთათვის სულ დართია საკმაო ხერხის ამოჩრევა.

მაშასადამე, ორგანული ფორმების წარმოქმნა და მათი თანდათანობით სულ უფრო და უფრო ნიჰილიზაცია სრულყოფასთან შესაძლებელია განახილულ იყოს, როგორც ორგანიზმისათვის დამახასიათებელი სამი ძირითადი თვისებების აუცილებელი ლოკალიზირებული ფენიკი. ეს თვისებები შემდეგია: ცვლადობის უნარი, უნარი თაობიდან თაობაში ამ ცვლადობის გადაცემისა, ე. ი. მემკვიდრეობა და გამრავლების უნარი, რომელიც განუყოფლად დაკავშირებულია ხელახლად წარმოქმნასთან.

ორგანიზმების ცვლადობის უნარის არსებობა გულისხმობს გარეშე. ჩვენ არ ვიცით ორი ისეთი არსება, რომელიც ერთმანეთის მსგავსი იყოს აბსოლუტურად, მაგრამ ის მიზეზები, რომლებიც იწვევენ ამ ცვლილებებს, და ამ უნარის ურთიერთობა მეორე ფაქტორთან—შერევისთან, განმარტებას მოითხოვს. ორგანიზმში ცვლადობის გამოწვევებზე გამოსავალ მიზეზად უნდა ჩაითვალოს გარემოს პირობების უშუალო ან არაპირდაპირი მოქმედება, ხოლო შემდეგ უკვე მეორადი მიზეზების გავლენა, — ორგანიზმის ნაწილების განვითარების შეფარდება, ორგანიზმის გავარჯიშება და სხვა. მაგრამ შემთხვევითა უშუალოდ არაპირდაპირი მოქმედება ცვლადობის და მის გამოწვევებზე გავლენის შორის კავშირის შემჩნევა. — მაშინ მას შემთხვევითი ვუწოდებთ. ვასაგებად, რომ მცენიერება არ უშუალოდ დაუშვას შემთხვევითი მოვლენები ამ სიტყვის პირდაპირი მნიშვნელობით; შემთხვევითს ჩვენ მას ვუწოდებთ მანამდე, სანამ მისი აუცილებელი მიზეზი ჯერჯერობით ჩვენთვის დაფარულია. სიძნელეები, რომელთაც ვხვდებით ცვლადობის და მის გამოწვევებზე გავლენათა შორის კავშირის გარკვევის დროს, დამოკიდებულია უმთავრესად ორ გარემოებაზე: — ჯერ ერთი იმაზე, რომ როდესაც უკვე თავი იჩინა გადახრამ, მაშინ უკვე დაგვიანებულია მისი მიზეზის ძებნა, ხოლო მეორე მხრივ იმის გამო, რომ გარეშე ზეგავლენები იშვიათად ახდენენ მტკიცე გავლენას საესებით განვითარებულ ორგანიზმზე, უფრო დასაშვებია, რომ გავლენა უფრო ხშირად სწარმოებს ჩანასახოვან მდგომარეობაში მყოფ ორგანიზმებზე, რომელიც ჯერ კიდევ განვითარების პროცესში იმყოფებოდა. ცხადია, რაც უფრო ადრე იმოქმედებს გარეშე მოქმედი ფაქტორი, მით უფრო ღრმა ხასიათის იქნება შედეგები. იმის

დასამტკიცებლად, თუ რამდენად ღრმაა არსებობის პირველ მომენტში მოქმედი ფაქტორების ზეგავლენა, შეგვიძლია დავასახელოთ ეს ფაქტორი, რომ ზოგიერთ ვადახროლო ფორმების გადაცემა თაობიდან თაობაში ხერხდება მხოლოდ უსქესო გამრავლების გზით, ვინაიდან სქესობრივ გამრავლების პროცესში მეორე მომენტის გავლენა საკმარისად ძლიერია იმისათვის, რომ შეარყოფს მთელი ორგანიზაცია და ხელი შეუშალოს სასურველ ნიშანთვისების გადაცემას. ცვლადობის ერთ-ერთი მეორადი მიზეზად უნდა ჩაეთვალოს ე. წ. აგანიოთარქიზის შედეგად, რომელიც მდგომარეობს იმაში, რომ ერთი ნაწილის ჰარბად განვითარებას თან სდევს მეორის განვითარების შეჩერება; ორგანიზმში, რომელიც მოცემულ მომენტში მხოლოდ საკვეთ ნივთიერებების გარკვეულ რაოდენობას შეიცავს, გოეთეს გამოთქმით ერთი მიმართულებით გულუხვად დახარჯვის გამო უნდა ეკონომიურად ხარჯის მეორე მიმართულებით*. ბოლოს, ერთხელ წარმოქმნილი ორგანიზმის შესაძლებელია შემდგომ განვითარდეს მისი ხმარების გამო.

ცვლადობიდან, რომელიც თავს იჩენს ფიზიკური პირობების ზეგავლენით, როგორც ჩანს თავისთავად განურჩეველი არიან; ისინი ერთნაირად შეიძლება სასარგებლო და საზიანონი იყვნენ ორგანიზმისათვის; მხოლოდ ბრძოლა და შერჩევა მიმართავენ ცვლადობას ერთი მიმართულებით. სპობენ მანერ ცვლილებებს და ინარჩუნებენ სასარგებლო გადახრებს ისე, რომ თაობათა გარეულ რიგში გარკვეულად ძნელად შესაძლებელია ცვლილებანი და ბოლოს მნიშვნელოვან ზომას აღწევენ. შევეცადოთ მაგალითით განვმარტოთ, მოვლენის რა ნაწილი მიეკუთვნება საკუთარი ცვლადობას და რა ნაწილი — შერჩევის შემდეგ მოქმედებს. ზემოთ ვცდობოდეთ აგვისუნა სწორი ყვავილისაგან სიმეტრიულის წარმოშობა, და აღვნიშნავდით გარდამავალი ფორმების მთელ რიგს, მაგრამ როგორც ჩანს, ეს ჯერ კიდევ არა ხსნის სიმეტრიის თავდაპირველად გაჩენას, სისწორიდან თავდაპირველ გადახრას. შესაძლებელია უფრო დაუშვათ, რომ ეს გარდაქმნა ხდებოდა ჯერ კიდევ განვითარების პროცესში მყოფ ყვავილის სიმძიმის ძალის მოქმედების შედეგად. ჩვენ ვნახეთ,* რომ მოზარდი ორგანიზმი სცვლიან თავის ზრდის მიმართულებას სიმძიმის ძალის

ნოქმედების გავლენით, და ეს ცვლილება დამოკიდებულია ორგანოს ზემოთა და ქვემოთ ნაწილების არათანაბარ ზრდაზე. იგივე გავლენა სხვაგვარადაც შეიძლება. პორიზონტალურად გადაწეული ორტები წარმოადგენენ ზემოთა და ქვემოთა ნაწილების არათანაბარ ზრდის შედეგს. ფოთლები, რომელნიც განლაგებული არიან მთავარ ღეროზე, ყოველისმხრივ თანაბრად, პორიზონტალურ ორტებზე თავსდებათ ერთ პორიზონტალურ სიბრტყეში და ა. შ.

და ბოლოს, ამგვარივე ფაქტების მნიშვნელოვანი რიცხვი, რომელნიც შეეხებიან ყვავილებს, როგორც ჩანს, ამართლებენ ასეთ შეხედულებას. შემწნეულია, რომ ერთიდაიგივე მცენარის ყვავილები შეუძლებელია იყოს სწორედ და ცოტათოდენ სიმეტრიულიც, იმის მიხედვით, თუ სად არიან ისინი მოთავსებული საყვავილე ყლორტზე. ასე მაგალითად, სწორი ყვავილების მქონე მცენარეებში ყველა გვერდით ყვავილს თითქმის პორიზონტალური მდგომარეობა აქვს, ანდა ოდნავ დახრილი ყვავილები ზოგჯერ იღებენ რამდენადმე სიმეტრიულ ფორმას, იმ დროს, როდესაც იმავე თანაყვავილის კენწურით ან სწორედ მდგარი ყვავილები, საესებით სწორი ფორმისანი არიან. ამგვარი მოვლენა შესაძლებელია ენახოთ მაჩიტაში, გლოქსინიაში და სხვ. სიმეტრიულ ყვავილების მქონე მცენარეში, მაგალითად ტუროსნებში, გუგულისკაბისებრში და სხვ. კენწურით ყვავილი ხშირად საესებით სწორედ ფორმას იღებს. ასეთ მოვლენას ვხვდებით საღაბაში. თანაყვავილის ყველა გვერდითი ყვავილი დამახასიათებელი ორტუა ფორმისანი არიან, ხოლო კენწურული ყვავილი ზოგჯერ სწორეა. უქანასნეულ ხანებში შესაძლებელი ვახდა ამ დაკვირვებათა შედეგების პირდაპირი ცდითაც დამტკიცება. მეუფედ ლექციაში აღწერილი ვხვდებით, ცენდალფის მიმზიდველობის მოქმედების თავიდან აცილებით, შესაძლებელი ვახდა სიმეტრიულ ყვავილების ხელოვნურად სწორ, სხივოსნურ ყვავილებად გადაქცევა.

მაშასადამე, ყვავილები სიბრტყე პორიზონტალური წარმოშობა ჩვენ შესაძლებელია მივაწეროთ სიმძიმის ძალის მოქმედებას, შემდგომი კი უკვე შერჩევას მიეუფებება. ვინაიდან ერთის მხრივ ტექს ვაჩვენებთ, რომ მწერებით წარმოებული ჯვარედინი დამტკიცებანი სისარგებლოა მცენარისათვის, ვინაიდან აძლევს საწყისს უფრო ძლიერ, ჯანსაღ თაობას, ხოლო მეორეს

მხრივ ნათელია, რომ მწერებისათვის, რომელნიც მიდიან ყვავილებთან თავისი ამოსაღებად, ქვემოტური მოსახერხებელი საყვარელ წერტილია, მაშინ გასაგებია, რომ ყოველ თაობაში სასიცოცხლო ბრძოლაში გადაჩენის მეტი შესაძლებლობა ექნება სწორედ იმ მცენარეებს, რომელთა ყვავილები უფრო კარგად გამოსახულ ორტუას ფორმისანი არიან. ნაწილობრივ ასევე სიმძიმის ძალის პირდაპირი მოქმედების გამო, ნაწილობრივ ხეობითყვავილი განვითარების შეფარდების კანონის საფუძველზე, ჯერ მხოლოდ ერთ და შემდეგ სამივე ზემომტკრიანა ატროფირდება, ხოლო ორი ქვემოთა უფრო დიდ ზომისანი ხდება და შერჩევის გავლენით იღებს თავისებურ, მცენარისათვის სასარგებლო ფორმას.

ამ მაგალითიდან ჩვენ ვხედავთ, რომ რომელიმე, თუნდაც მეტად რთული ფორმის წარმოქმნისათვის დასახელებულ საკმარისია ნათელყოფა, რომ თავდაპირველი ფორმა წარმოიშვა ფიზიკური ძალების მოქმედების გავლენით (რომელნიც საესებით განვითარებულ ორგანიზმზე იშვიათად მოქმედობენ, უფრო ხშირად მათი მოქმედება მტკიცდება ჩანასახიდან ორგანიზმებზე). შედეგად ვაჩვენებთ თანდათანობით გარდამავალი ფორმების არსებობას; ბოლოს დავამტკიცეთ — რაც მთავარია—ამ გარდაქმნის სარგებლიანობა ორგანიზმისათვის, და საესებით გასაგებ ვახებთ, რომ ბუნებრივ ვარჩევის გავლენით უნდა შექმნილიყო და შესაძლებელიც იყო შექმნილიყო ამგვარი ფორმა.

ამგვარად, ორგანულ სამყაროში არსებულ პარმონის ან სრულყოფილების ახსნა, რომელიც მოწოდებულია დარეინის მიერ, არ საკმარისია ორგანიზმში სრულყოფილისავე a priori მისწრაფების რაღაც თანდაყოლილ წინსვლეთ მოძრაობის აღიარებას. პირიქით, ამ თეორიის მიხედვით სინამდვილის შესაბამისად, ცალკეაღიარებინათ თავისთავად განუტრეყველი არიან; ისინი შესაძლებელია იმდენადვე სასარგებლო, რამდენადც მავნენი იყვნენ. მაგარა შერჩევის მოქმედებით, ყოველივე მავნე ცვლილება, სწორედ თავის მავნე ხასიათის გამო, აღერ თუ გვიან დაიღუპება; ყოველი სასარგებლო ცვლილება გადადის შემდეგ თაობაში. საერთო წინსვლეთ მოძრაობა, მიხედვით სრულყოფილამდე ხორციელდება ყოველი საზიანოს მოსპობით და სასარგებლოს წელი, თანდათანობით დაგროვებით. ამგვარად, ორგან-

ნული სამეფოს სრულყოფა არ წარმოადგენს აუხსნელ გაუგებარ მიზანს, არამედ ყველასათვის ცნობილ მიზნების საესებოდ გახადვად შედეგა.

ყველაზე სრულყოფილ ორგანოდ სამაროლიანად სთვლიან თვალს, მაგრამ მის შესახებაც ჰელ-მოლოცმა, საქმის ამ საუფეთესო მცოდნე ადამიან-მა, რომელსაც ამ უყვარდა ცარიელი ფრანგები, თქვა, რომ თუ იგი ობტივისისაგან მიიღებდა ხელსაწყოს ამგვარ ნაკლოვანებებით, მას შესა-სწორებლად დაუბრუნებდა.

მაშასადამე, ჩვენ ვხედავთ, რომ დარჩინის თეო-რია გვიხსნის ორგანიზმების სრულყოფის მიზნებს: იგი გამოზინარეობს სხეულთა ყველასათვის ცნობილ და გასაკებ თვისებებშიც, და არ საქი-როებს არავითარი დაუმტკიცებელ დებულებებს; ამაში მდგომარეობს მისი უდიდესი უპირატესობა ყველა მის წინ არსებულ ამგვარ ცდების წინაშე. მეორე მისი უდიდესი უპირატესობა მდგომარეობს იმაში, რომ ერთი ევლუაზე მნიშვნელოვანი მოსაზრება, რომელსაც ორგანულ არსებათა ცვალებადობის წარსული მომხრეები ვერ უწყევ-დნენ წინააღმდეგობას, ამ თეორიამ თავის სასარ-გებლოდ გამოიყენა. ეს მოსაზრება მდგომარეობს ამ მდელი, კარგ სახეებ შორის გარდასვალ ფორმების არ არსებობაში. მართლაც, თუ სახეე-ბი ნათესაურ კავშირში იმყოფებიან, მაშინ მათ შორის უნდა არსებობდეს შემეერთებელი რკო-ლები, შორისული ფორმები. ამაზე დარჩინის თეორია უბასუხებს: ეს ფორმები მართლაც უნდა არსებულყვნენ, მაგრამ ვაჰქიენ და ეს გაქრობა არის არსებობისათვის ბრძოლის და შერჩევის ერთ-ერთი აუცილებელი შედეგი. სანამ ამ გარე-მოების ახსნაზე ვადავილოდო, აღენიშნავთ, რომ ორ ფორმას შორის შემეერთებელ გარდამავალ ფორმების შესახებ ხშირად არასწორი წარმო-დგენა არსებობს. ფორმადნენ, რომ ეს ფორმა უნდა იყოს საშუალო, ამ სიტყვის პირდაპირი გაგებით, ე. ო. თავისში შეიცავდეს ორივე მის მიერ დაკავშირებულ ფორმების ნიშნებს, იმ დროს, როდესაც სინამდვილეში შესაძლებელია მას თითქმის არ გააჩნდეს არც ერთი მათგანის დამახასიათებელი ნიშნები. ზოგჯერ შეიძლება გაიგოთ ამგვარა აზრი: თუ არც და მუხა მონა-თესვენი არ არიან, მაშ გვიჩვენეთ სად არის ორგა-ნიზმი, რომელიც ნახევრად მუხას ან ნახევრად არყს წარმოადგენს. ასეთი ორგანიზმი მართლაც ალბათ არასოდეს არ არსებობდა. ახლა არსებუ-

ლი ორგანიზმები მონათესავენი არიან არა იმი-ტომ, რომ ისინი ერთმანეთისაგან წარმოიშვნენ, არამედ იმიტომ, რომ მათ გააჩნიათ საერთო წინა-პრები და ადვილად შესაძლებელია, რომ თუ ენახეთ ნამდვილად ორ თანამედროვე ფორმის შორის შემეერთებელი რგოლი, ე. ო. წინაპარის ფორმა, რომელთა საშუალებით ისინი ურთიერთშორის მონათესავენი არიან, ვერ ეცინობდი მას, ვინაი-დან მასში მეტად სუსტად ან საესებით არ იქნე-ბოდა გამოხატული თავისი ორი შთამომავლის დამახასიათებელი თვისებები. აესხნათ ეს კულ-ტურულ მეცნარეთა მაგალითზე. მაგალითად კომბოსტო ორგანოების განვითარების მხრივ მეტად დიდ მრავალფეროვნებით ხასიათდება; ზოგიერთ ჯიშებში გასქელებული ფოთლები ჰქმნიან კომბოსტოს თავს; სხებში ლერო წარ-მოადგენს თლგამისებურ შებერილობას; მესამეში თანაყვავილი გადაიქცევა ყველასათვის ცნობილ ხორციან ორგანოებად; მეოთხეში ლერო წა-გრძელდება და ვახვედება ისე, რომ მისგან ჯო-ხებს აკეთებენ; ბოლოს, მეხუთეში, ფოთლები მეყვეთად იფერებიან და სხვა. როგორც სხანს, არავის მოუვა აზრად დაუშვას, რომ ყველა ამ ფორმის წინაპარი, მაშასადამე, ყველა მათ შორის ქეშმარიტი შემეერთებელი, გარდამავალი ფორმა ყველა ამ თვისების შეიცავდეს და მარ-თლაც კომბოსტოს გარეულად მოზარდ ფორმას. არც ერთი ეს უკიდურესობა არ ახასიათებს. ამგვარად, ადვილი შესაძლებელია. ზოგიერთ შე-მიხვევებში ნამდვილი გარდამავალი ფორმა ასცლებს ჩვენს ზეგავლენას. ამისდა მიუხედავად, ექვს ვარტეზა, რომ უმეტეს შემთხვევებში სახეთა შორის ეს გარდამავალი ფორმები ამჟამად არ არსებობს და, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, დარჩინის თეორია ამ არარსებობაში ხედავს ბუნებრივ შერჩევის ერთ-ერთ შედეგს. საკითხის გარკვევისათვის ყველაზე მიგვიართოთ ხელგნურ შერჩევის მაგალითს, როდესაც თანდათანობით გამოიქვლავდა კომბოსტოს რამდენიმე საესებო-ბა. მაშინ აღამიანებმა, რომლებიც მათ აშენე-ბდნენ, ალბათ უფრო მეტად დაათვას შედარე-ბით უფრო უკიდურესი, უფრო იშვიათი წარმო-მადგენლები; ფერადი კომბოსტოს სპეციალისტი არ ზოუნავდა ლეროსა და ფოთლებზე, საკმარისი იყო თუ თანაყვავილი იქნებოდა მსხვილი და ხორციანი, დეკორატიული ჯიშების სპეციალისტი ზრუნავდა მხოლოდ შეფეროვნებაზე და ფოთლე-ბის ფორმაზე; ერთი და იგივე მეცნარეს არ

შეეძლო მოეცა თავიც, გახეხილი ღეროც და სხვა. გასაგებია, რომ მეცნარეები, რომლებშიც ერთ-ერთი რომელიმე ნიშანი უკიდურესად არ იყო განვითარებული, არამედ შეიცვალა რამდენიმე ნიშანს, ნაკლებად მკვეთრი ფორმით უკვე აღარ სარგებლობდა კულტურატორის ყურადღებით, სპობდნენ კიდეც მათ და ამიტომ უნდა გამეპრაღიუყენ. ამგვარად, უფრო მკვეთრ წარმომადგენლების გაჩენას აუცილებლად თან სდევს ნაკლებად მკვეთრი წარმომადგენლების დაღუპვა, რის შედეგადაც წყდება კავშირი უკიდურეს ფორმათა შორის და მიიღება ურთიერთშორის დაუკავშირებელი სახესხვაობათა რიგი. რალაც ამგვარი უნდა სწარმოებდეს ბუნებრივ პირობებშიც. ბუნებრივ პირობებში ყოველი ახალი ფორმა შესაძლებელია წარმოიშვას მხოლოდ ისეთ შემთხვევაში, თუ იგი სხვაზე უფრო სრულყოფილია, ხოლო ასეთ შემთხვევაში მან აღბათ უნდა გამოიყენოს სხვა დანარჩენები. შემდეგ დარჩენი აღნიშნავს, რომ ყოველ არსებიათვის უფრო სისარგებლოა, რამდენადაც მეტად იქნება იგი განსხვავებული თავისივე მსგავსისაგან, იმის გამო, რომ რაც უფრო ნაკლებია მსგავსება ორი ფორმის მოთხოვნილების შორის, მით უფრო ნაკლებად იქნება მათ შორის მეტოქეობა, მით უფრო ადვილად შესძლებენ ისინი ერთ ადგილზე ცხოვრებას ბრძოლის გარეშე. სოფლის მეურნეობაში დიდი ხანია ცნობილია, რომ არ შეიძლება ერთსა და იმავე ადგილს ერთი და იგივე მეცნარის ხანგრძლივად წარმოება და აუცილებელია მათი წლიდან წლამდე ცვლა—წაწილობრივ ამას ემყარება თესლათარების მეურნეობა. მაგრამ ის, რაც სწორია დროში, სწორია სივრცეშიც. სოფლის მეურნეებისათვის აკრთევენ ცნობილია, რომ მოქმედ ფართობიდან შესაძლებელია მეტი თივის აღება ისეთ შემთხვევაში, როდესაც მეცნარეულობა სხვადასხვაგვარი იქნება, ვიდრე იმ შემთხვევაში, როდესაც იგი ერთგვაროვანია. მაშასადამე, საეკვო არც კია ის, რომ ახლად შექმნილმა ფორმებმა უნდა შეაიწროვონ, გამოადვენონ თავისი ნაკლებად სრულყოფილი წინაპრები, ხოლო ერთდროულად წარმოქმნილ ფორმების რიგიდან გადარჩენის მეტი შესაძლებლობა არსებობს იმათთვის, რომელნიც ერთმანეთისაგან უფრო მეტად განსხვავებულნი არიან.

ამგვარად, ყოველი ორგანული ფორმა ცვალებადობის დროს მისწრაფის დამორჩილებულ

ფორმებად დაშლისაკენ, რის გამოც წყდება შემაერთებელი რგოლები, შედეგად მიიღება სხვადასხვაგვარი ჯგუფები, რომელთა შორის არ არსებობს უშუალო გარდაბეჭობა, მაგრამ ამისდამიუხედავად, ისინი მინც ატარებენ ხან მეტად დასალოებულ, ხან უფრო დაშორებულ მსგავსების ნიშნებს—მისს, რასაც წინათ აღნიშნავდნენ გაურკვეველ ტერმინით—მსგავსება და რასაც ჩვენ ახლა უბრალოდ, ნათესაობას ვეწოდებთ. ერთი სიტყვით, ორგანული სამყაროს მთელი თანამედროვე ორგანიზაცია თავისი ჩაკეტილ სახეობრივ, გვარობრივ და სხვა უფრო მსხვილი ჯგუფებით, რომელნიც ამისდა მიუხედავად ემორჩილებიან ბუნებრივი კლასიფიკაციის კანონებს, წარმოადგენს ბუნების შერჩევის გზით ორგანიზმების წარმოშობის აუცილებელ შედეგს.

ამით ვამთავრებთ არგუმენტების იმ გრძელ ჯაჭვს, რომელიც თანამედროვე ბიოლოგიამ თავისი გენიალური წარმომადგენლის დარჩენის სახით შეიძლება მოგვაწოდოს ორგანული სამყაროს სრულყოფის ან ჰარმონიის მიზეზების ასახსნელად. გადახედოთ ყოველივე იმას, რაც ჩვენს მიერ ამის შესახებ იყო ნათქვამი. თუ სასიცოცხლო მოვლენების დიდი ნაწილი შეგვიძლია დაეშალოთ მარტივ ფიზიკურ-ქიმიურ საწყისებად, შეგვიძლია მათი ახსნა ამგვარად მოქმედი მიზეზებით, თითქმის ყველა იმის ახსნისათვის, რაც შეგება ფორმას, ათვლებული ვართ მივმართოთ ისტორიულ მიზეზებს. იმისათვის, რომ ამ გზით ავხსნათ ორგანიზმების სრულყოფა, ჩვენ ჯერ ერთი უნდა დავამტკიცოთ, რომ მათ მართლაც გააჩნიათ ისტორია, და შევძლებ—რომ ამ ისტორიულ განვითარებას მივყავართ სრულყოფისაკენ. ბიოლოგიური მეცნიერების ყველა დარბის—სისტემატიკის, შედარებითი ანატომიის, ემბრიოლოგიის, პალეონტოლოგიის—ერთობლივი მონაცემები გვარწმუნებენ ორგანულ წარმოშობის ერთიანობაში. ამ მოსაზრებას ეწინააღმდეგებოდა მხოლოდ სახეობრივი ფორმების შეღშივობის რწმუნის არსებობა, მაგრამ თვით სახის ცვლების კრიტიკამ და უფრო მეტად ფაქტებმა, რომელნიც შეეხებოდნენ შინაურ ჯიშებს, წარმოშობილთ დადიანების მახსოვრობის პერიოდში, თავიდან ააძალა ეს ხელისშემშლელი პირობა. იმის შემდეგ, რაც დავარწმუნდით, რომ ფაქტების ერთობლიობა—ლაპარაკობს იმ დასკვნის სისარგებლოდ, რომ ორგანულ სამყაროს გააჩნია ისტორია.

რია და ამ აზრს არაფერი არ ეწინააღმდეგებდა, არეულქვით თვით ამ ისტორიული პროცესის არსებით მხარებით შესწავლას. გამოვლინდა რა ორგანიზმების ისეთ თვისებებთან, რომელნიც არც კი საკურობენ დამტკიცებას, როგორცაა ცვლადობა და მემკვიდრეობა და სწრაფად მზარდი გამრავლების პროგრესია, იძოლებული ვიყავით მივსულიყავით იმ დასკვნამდე, რომ ამ ისტორიულ პროცესს აუცილებლად უნდა მიეყვადეთ ორგანიზმის ვასრულოფილებისაკენ, მისივე, რასაც დარინმა მოსწრებულად ბუნებრივი შერჩევა უწოდას. მაშასადამე, სადაც რია ჩვენ არ გვაწვდის ახსნას ამათუიმ სპეციალურ ფორმისათვის, ამათუიმ კერძო შემთხვევისათვის; იგი მიგვიითთებს, თუ ყოველდანი შემთხვევებში რა გზით უნდა ვეძებოთ ეს ახსნა. თუ ჩვენ შევძლებთ აღმოვაჩინოთ ცვლადობის პირველი საწყისი მიზეზი და შემდეგ აღვნიშნოთ თანდათანობით გარდამავალი ფორმები (როგორც ეს ვსაძრეთ, მაგალითის სახით, სალამის ყვავილის მიმართ), მაშინ ყველაზე რთული ფორმის წარმოშობა, იმის გამო, რომ იგი სასარგებლოა თვით ორგანიზმისათვის, საიდუმლოებით მოცული აღარ იქნება. იგი უპირატესი და დროის შედეგი იქნება, აქედან გასაგებია, ბუნებათმცნიერები რატომ ეგებებიან დარეინის თეორიაში მოძღვრებას, რომელიც დამავიჯივინებელია თანამედროვე ფიზიოლოგიის შინობის; იგი მართლაც საძიებელი ვასაღებია ორგანიზმების წარმოშობის და მისი სრულყოფილობის მიზეზის საკითხის ახსნისათვის, იგი სწვეტს იმ საკითხს, რომელიც ჩვენ ამ ლექციის დასაწყისში დაეაყენეთ.

დავისახეთ რა მიზნად მცენარეთა სიცოცხლის გაცნობა, პირველ ლექციაში ვცდილობდით ამ რთულ მოვლენის მის შემადგენელ ელემენტებად დაშლას, და ნათელყოფდით, რომ მცენარე შესდგება ორგანიზმისაგან, რომ ეს ორგანიზმი შესდგებიან უმარტივეს ორგანიზმისაგან—უჯრედებისაგან, რომელნიც თავის მხრივ ვარკვეულ ქიმიურ სხეულების აჯრეგატები არიან.

ანალიზის ამ შედეგის თანახმად შემდეგ შებრუნებით აღმავალ სინთეტური გზით ვავცინით ამ ნივთიერებათა თვისებებს, უჯრედის სიცოცხლეს, ორგანიზმა სიცოცხლეს, მთელი მცენარის სიცოცხლეს და ბოლოს, ამ დასკვნით საუბარში—მთელ მცენარეთა სამყაროს სიცოცხლეს. რა-

გორც ჩანს, ამით ამოიწურება ჩვენი ამოცანა, მთავრდება ის გზა, რომელიც მე ვიკისრე თქვენს ხელმძღვანელობა—გზა, რომელიც იყო გრძელი, ხშირად მომძალავე, ზოგჯერ მოსაწყენი, მაგრამ ამისდა მიუხედავად ვიმედოვნებ, რომ იგი სავსებით უწყაოფოდ არ უხდა გავლილიყო. თუ, პარტიკულო მსმენელებო, თუნდაც ზოგიერთ თქვენგანისათვის, მცენარე აღარ იქნება ესთეტიური კმაყოფილების მკვდარი საგანი, არამედ მასთან ერთად ვადიქცევა უფრო ღრმა გონებრივი კმაყოფილების წყაროდ; თუ მიკროსკოპის აღმოჩენებით შეიწყობით იგი თქვენს წინაშე აღიშართება ვაზრდილი და სავსებით ვამჭირვალე, ისე, რომ მის ურაცხე უჯრედების სიღრმეში ჩახედვით დაიხსავთ ყოველგვარ სიცოცხლის საწყის—პროტოპლაზმის, ზღვის მოქცევის მსგავს მოძრაობას; თუ იმავე გონებრივ ვანქერტით დანიხავთ ვიწაში ჩამართულ ფესეს, რომელიც თავისი მეტად გრძელი გზის ვავლის დროს სწოვს და ღრუნის ნიადვთის ნაწილებს; თუ თქვენს გონებაში მწვანე ფოთოლი ვამოიწვევს წარმოდგენის ქლოროფილის მცირე მარცვლის შესახებ, რომელიც სწარმოებს დიადი და ჯარ კიდევ მთლიანად ამოუცნობელი პროცესი მის სხივის იმ ქიმიურ ძალად ვარდაქმნისა, რომელიც წარმოადგენს ყოველგვარი სიცოცხლის გამოვლინების წყაროს; თუკი ყვავილში, რომლის ირვლევე გროვდება მწერები, თქვენ მარტო ფორმას კი არ დაინახავთ, არამედ უნებლიეთ მოიკონებთ იმ საკვირველ კაშმირს, რომელიც აერთებს ბუნების ორივე სამყაროს; თუ ბოლოს, ტუის უდაბური კუთხე ან მინდვრის მიჯნის მცენარეულბა, სადაც ვიჯროფილი და ერთმანეთში ვადაწწული არიან ვარეული ბალახები, რომელნიც ხან შლიან თავიანთ დაქრელებულ ფოთლებს, ხან ხლართავენ თავის წვრილ ბალახის ღეროს, ხან არხევენ ფართო თანაყვავის და თვის მსხვირბლს ვადახევენ იმისათვის, რომ მიწის მეტი ნაწილი, მეტი პაერი და სინთლე დიქირონ. თუ ეს ჩვეულებრივი ნაცნობი სურათი თქვენში უნებლიეთ ვააღვიძებს ახალ იდეების მთელ რიგს იმ კანონების შესახებ, რომელნიც ვანაგებენ რა ორგანულ სამყაროს, აუცილებლად მიმართავენ მას სრულყოფილებისა და პარმონიულობისაკენ;—ერთი სიტყვით, თუ მცენარის ერთი შეხედვით თქვენს გონებაში ვამოიქვება საკითხების დაუბოლოვებელი მწკრივი, რომელნიც დაეინებით მოიხზოვენ პასუხს

და იქნება გამოჩნდება კიდევ სურვილი ამ საკითხების დაყენების და თვით ბუნებისაგან მასზე პასუხის მიღების—ასეთ შემთხვევაში, მე ვფიქრობ, რომ დრო უნაყოფოდ არ დაგვიკარგავს. შეიძლება ვინმეც უო იმ აზრით, რომ მოგანიჭეთ

რა მომავალში ბუნებით შეგნებული ლატკობის რამდენიმე წუთი, ამით შევძელი ნაწილობრივ მაინც ვაღამეხადა ის ვალი, რომელსაც მაკისრებს თქვენი ხანგრძლივი ყურადღება.

ღამათბავა I

მეანარი, როგორც ძალის წყარო

Разве заропялся
Втуне хоть единый
Солнца луч на воюю?
Или по воплю он
В ней преображённым,
.....
В изумрудных листьях,
Щербина.

საჯარო ლემცია, წაკითხული პეტერბურგის ტიჰნიკურ სასოციალიზმში 1875 წ.

ცხოველურ ორგანიზმისათვის საკვების ორგანიზმი მნიშვნელობა—როგორც საშენი მასალა და როგორც ძალის წყარო—
ცნება მუშაობაზე და ენერჯიაზე, აქტუალურზე და პოტენციალურზე.—ენერჯიის შენახვის კანონი.—სითბოს მექანიკური
თეორია.—ქიმიური თვისობა.—ცხოველური ორგანიზმის, როგორც მექანიზმის განხილვა.—წყა და სუნთქვა.—წყის და
სუნთქვის საწინააღმდეგო პროცესების არსებობის აუცილებლობა ბუნებაში.—პრისტლის აღმოჩენა.—მცენარის მიერ
ნახშირბადის დაშლა.—ამ პროცესის მნიშვნელობა ენერჯიის შენახვის შესახებ მოძღვრების თვალსაზრისით.—რო-
ბერტ მაიერი—მცენარის მიერ ორგანულ ნივთიერებების შექმნა.—ქლოროფილი და მისი ოპტიკური თვისებები, რომელ-
ნიც ხსნიან მის მნიშვნელობას ბუნებაში.—სახამებლის და ცილოვან ნივთიერებების წარმოქმნა.—მცენარის მწვენი
ნაწილებში მიმდინარე პროცესების ცონომიური მნიშვნელობა.—დედამიწის ნაყოფიერების თეორიული ზღვარი.—
დასკვნა.

ყველასათვის ცნობილია, და არა მარტო ცნო-
ბილი, არამედ საეცებით გასაგებიც, რომ თუ
აღამიანი შიმშილობს, ის გახდება. ეს ფაქტი
არათუ საყოველთაოდ ცნობილი, არამედ საყო-
ველთაოდ გასაგებიცაა, იმიტომ რომ უმარტივესი
მსჯელობის გზით ადვილია ლოგიკურად დავაჟაე-
შიროთ ერთმანეთთან ეს ორი მოვლენა—სიკამხ-
დრე და სპარდოს უქონლობა. აღამიანის სხეული,
ისევე, როგორც ყველაფერი ქვეყნად, ცვდება,
იხარჯება; ამ ხარჯს საზრდო ანაზღაურებს. ძნე-
ლი არ არის წარმოვიდგინოთ, რომ საზრდოს
ნივთიერება ჩვენი სხეულის ნივთიერებად იქცევა,
თუშე, იქნებ კიდევ ბევრი დრო გაივლის, ვი-
დრე მეცნიერება ამ გარდაქცევის ყველა დეტალს
აგვიხსნიდეს.

არანაკლებ ცნობილია, მაგრამ უკვე არც ისე
გასაგებია საზრდოს მოქმედების სხვა მხარე, მისი
სხვანაირი გავლენა ორგანიზმზე. საზრდოს უქონ-
ლობა ან ნაკლებობა ასუსტებს ორგანიზმს. მშვი-
დი ცხოველი, მშვიდი აღამიანი, უძლურია. საზ-
რდო გვიბრუნებს ძალას. საზრდო ღონეს გემა-
ტებს. რაც უფრო დიდია მუშაობა, რომელსაც
ორგანიზმი ეწევა, მით უფრო საჭიროებს იგი
საზრდოს. ყველამ იცის, რომ თუ ცხენს გაძლი-
ერებული მუშაობა მოვლის; მას შეგვიძლია დავე-
ხმაროთ, თუ მეტ შვრიას ვაქმევთ. საყოველთაოდ
ცნობილი ფაქტია, მაგრამ მის ასახსნელად მარ-
ტოდენ საზრდოა საკმარისი აღარ არის.

ამგვარად, ჩვენ ვხედავთ, რომ საზრდო არა
მარტო განკუთვნილია ჩვენი სხეულის ცოცხალი
მექანიზმის ასაგებად, არამედ იგივე ამოძრავებს

ამ მექანიზმს. საზრდოობით ადამიანი თუ ცხოველი აიზარტო ინარჩუნებს თავის სხეულს, რაც თავის თავად გასაგებია, არამედ თავის ძალებსაც, რაც უკვე განმარტებას საჭიროებს. კითხვა ისმება: რა ძალა შეიძლება იმალებოდეს თორჯაკ შერიაში, ნაქერ პურსა თუ ხორცში? ამ კითხვის პასუხი სრულიადაც არ არის ისე მარტივი, და თვით კითხვაც, შესაძლოა, ყველას როდი მოსვლია თავში.

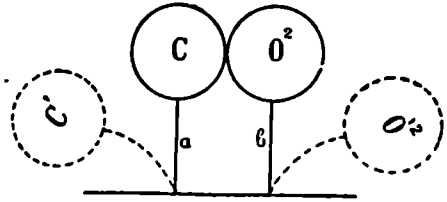
ამ კითხვაზე რომ დამაკმაყოფილებელი პასუხი მივიღოთ, საჭიროა გავეცნოთ მცენარეული ნივთიერების თვისებებს და მისი წარმოშობის პირობებს. ჩვენ ვამბობთ: მცენარეული ნივთიერების, რადგან გასაგებია, რომ ცხოველების საზრდო არაპირდაპირ მცენარეული საზრდოსაგან წარმოსდგება. ხორცი სხვა არა არის რა, თუ არა ცხოველის ორგანიზმის მიერ გადამუშავებული ბალახი ან მარცვალი.

მაგრამ, ვიღერ ჩვენს ამოცანას შევუდგებოდეთ, საჭიროა შევთანხმდეთ ჩვენ მიერ ნახმარი ზოგიერთი გამოთქმის ზუსტი მნიშვნელობის შესახებ. ჯერ ერთი, რას ვგულისხმობთ სიტყვაში — ძალა? შევეცდებით გამოვარკვეთ ეს რამდენიმე მაგალიტით. მცენარეული კვშმარტივების გადმოცემის ასეთი ხერხი, რა თქმა უნდა, ზუსტად ვერ ჩაითვლება, სამაგიეროდ ეს ყველაზე ადვილი და სწრაფია, ამიტომ ამ შემთხვევაში ყველაზე სასურველია.

ძალის ცნება ადამიანს გამოჰყავს საკუთარი გამოცდილებიდან, თავისი პირადი შეგრძნებებიდან. ძალას ის უწოდებს საკუთარ თავში შეცნობილ უნარს—გამოიწვიოს ან შეაჩეროს მოძრაობა ანდა საერთოდ დასძლიოს დაბრკოლებანი. ამ ცნებას, რადესაც ის გარეშე ბუნებაზე გაავრცელებს ძალას ან ძალებს, უწოდებს მოვლენების, ე. ი. საერთოდ მოძრაობის მიხეზებს, რომლებიც მისთვის უცნობია. გავეცნოთ ძალის გამოვლინების რამდენიმე მაგალიტის, დაწყებული ჩვენთვის ყველაზე ნაცნობი ძალით—ჩენი ეუნთვის ძალით.

წარმოვიდგინოთ ორი ბურთი (სურ. 82), შეკვებული C და O₂ მდგომარეობაში ფოლადის ორი ზამბარის საშუალებით, რომლებზედაც ისინი დატყულია.

იმისათვის, რომ ეს ბურთები გააწიო და C₁ O₂ მდგომარეობაში მოვიყვანო, ღონე უნდა ვიხმარო—ძალა უნდა დეხარჯო. როცა მე ვძლევ



სურ. 82

ზამბარების წინააღმდეგობას და ერთ ბურთს ვაცილებ მორგის, ამით, როგორც მექანიკაში იტყვიან, მუშაობას ვეწევი. ამგვარსავე მუშაობას ვეწევი მაშინ, როცა სიმძიმეს ვწევ და ვძლევ მის წინააღმდეგ—მიწაზე დაეცეს, როცა, ასე ვთქვათ, მოეწვეტ მას ხოლმე მიწის ზედაპირს. სიმძიმის აწევა ჩვენ მუშაობის უმარტივეს მაგალიტს წარმოგვიდგენს. ასეთია, მაგალიტად, მეკაუქის მუშაობა. ცნობილია, რომ ამგვარ მუშაობაში მით უფრო მეტი ძალა იხარჯება, რაც მეტია ასაწევი სიმძიმე და რაც მეტია სიმძლვე, რომელზედაც იგი უნდა ავწიო. წონის ერთეულის (ანუ, უფრო ზუსტად, მასის), ე. ი. გირანქანის, ფუთის, კილოგრამის აწევა სიმძლის ერთეულზე ე. ი. ფუტზე, მეტრზე და სხვ. წარმოადგენს მუშაობის ერთეულს: მაშასადამე, ფუთფუტო ან კილოგრამმეტრი მექანიკური მუშაობის ერთეულები იქნება; ჩვენ ვცდებით ამ ერთეულებს შევადაროთ, მათზე დავიყვანოთ ყოველგვარი სხვა მუშაობა.

მაშასადამე, ამ ბურთების გაწევით მე განვახორციელებ მუშაობა და ამასთან დეხარჯე ძალის გარკვეული რაოდენობა, რომელიც შესრულებული მუშაობით განიზომება. ზამბარებზე დატყული ბურთები წარმოადგენენ ერთგვარ უმარტივეს დინამომეტრს, ე. ი. ხელსაწყოს, რომელიც ძალის გასაზომად არის განუთენილი. შეგვიძლ ვნახოთ რა მიუვიდა ჩვენს ბურთებს. შერეკვალა მათი ურთიერთ ნდებარეობა, ხოლო ამასთან ერთად მათში გაჩნდა შესაძლებლობა—ამოძრავდნენ ყოველგვარი გარეშე ძალის დაუხმარებლად. მე მოვლოდ ხელეებს მოვაცილებ, მაშასადამე, არავითარ ღონეს არ ვხმარებ, ბურთები ამოძრავდებიან და, წინანდელ მდგომარეობაში რომ დაბრუნდებიან, ძალით დეჯახებიან ერთიმეორეს. ცხადია, იმ

მდგომარეობაში, რომელშიც ბურთები ჩემი ხელე-
მით მოიყვანე, შეიცავენ ძალას, რაც პირვანდელ
მდგომარეობაში მათ არა ჰქონდათ; ეს ძალა ფარულ
მდგომარეობაშია და ყოველ წუთს მზად არის
მოდრავის სახით გამოჩნდეს.

ეს მარტივი მაგალითი ნათლად გვიჩვენებს ძა-
ლის ორ სხვადასხვა მდგომარეობას, ასე ეძევათ,
ორ ძალას: აშკარა, დაუფარავ აქტიურ ძალას,
რომელიც თავისი ძენს მოძრაობაში (ჩემი ხე-
ლის, ბურთების მოძრაობაში), და ფარულ ძალას,
რომელიც უძრავად არის მარაგის სახით,—
ერთი სიტყვით, დაკეტილი ზამბარის ძალას. ირ-
გვლივ რომ მიმოვიხედავთ, ყოველ ნაბიჯზე ვამჩ-
ნებთ ამგვარსავე მოვლენებს; ვარდნილი სიმძიმის
ძალა და ძალა, რომელიც შეიძლება დაცეცხ, მო-
შვებული ლარის ძალა და დაკეტილი ლარის
ძალა,—აი აშკარა და ფარული ძალის მაგალითები;
დასასრულ დაკეტილი სიმძიმე, თავისუფლად და-
კიდებული ლარი სრულადაც არ შეიცავს ძალას
არც მოქმედებაში, არც მარაგის სახით.

მაგრამ აშკარაა, რომ ეს ორი ტიპის ძალა
არსებითად განსხვავდება ერთმანეთისაგან; მეორე
შემთხვევაში, სწორედ რომ ვთქვათ, ძალა არც კი
არის, არამედ არის მისი მხოლოდ გამოვლენის
შესაძლებლობა. თავიდან რომ ავიცილოთ: ბუნ-
დოვანობა, რასაც იწვევს, ერთი სიტყვით, ორი
სხვადასხვა ცნების აღნიშვნა, სჯობია ვიზნარით
უფრო ზოგადი გამოთქმა ენერჯია.

ენერჯიად საზოგადოერ ვივსულოდებდებ სხეულის
უნარს—გაცხიოს მუშაობა. მაგრამ ეს უნარი,
როგორც ჩვენ ახლა დავინახეთ, სხეულებს ვაა-
ჩნით ან თავისი მოძრაობის გამო, ან თავისი
მდგომარეობის გამო (სიმძიმე სიმძლავრე, ჩვენი
გაქვული ბურთულები). პირველი სახის ენერჯიამ,
ე. ი. მოძრაობის ენერჯიამ, აშკარაა, ნამდვი-
ლი ენერჯიის სახელწოდება მიიღო, ხოლო სხეუ-
ლების მდგომარეობაზე დამოკიდებულ ენერჯიას
პოტენციალური, ე. ი. შესაძლებლობის ან
ძაბვაში მყოფი ენერჯიის სახელწოდება მიე-
კუთვნა. ამრიგად, ენერჯია აშკარადება მოძრაო-
ბის სახით, იმალება მარაგის სახით. მისი ორივე
სახე უთითებთ გარდაქცევა; ჩვენი ბურთები
ამის თვალსაჩინო მაგალითს წარმოადგენენ. აშ-
კარა ენერჯია, რომელიც ბურთების განცალკევე-
ბაზე დავხარჯავ, კი არ გამოვრება, არამედ პოტენ-
ციალურ ენერჯიად, ზამბარების ძაბვად ვადაქ-
ცა. ამ სახით მე შემეძლია მოვიმარაგო იგი, შე-

ვიანხო და შემდეგ, როცა საჭირო გახდება, დაე-
ხარჯო, ვადასუქოო ისევ აშკარა ენერჯიად, მოძ-
რაობად, ამასთან, ერთმანედ, ან ნელ-ნელა. ენერ-
ჯიის ამგვარ მარაგს ყოველდღე ვაკეთებთ, როცა
ჩვენს საათს მოვმართავთ; მომმართავი ხელის
აშკარა ენერჯია იქცევა საათის ზამბარას პოტენ-
ციალურ ენერჯიად, რომელიც შემდეგ თანდათან,
დღე-ღამის განმავლობაში იღებს აშკარა ენერ-
ჯიის ფორმას ისრების მოძრაობაში. რაღაც ამის
მსგავსი სწადის ადამიანი, როცა მოხუცებულობის
დროისათვის ან შავი ღლისათვის მარაგს იკეთებს;
ის ნაჯარბ ენერჯიას, მექანიკურს თუ გონებრივს,
პოტენციალურად აქცევს, რათა გამოიყენოს,
ხარჯოს იგი, როცა მისი აშკარა ენერჯია გამოი-
ლევს. სადაც უნდა გავიხეილოთ, ყველგან ბუნება-
ში ხვდებით იმავე მოვლენებს, როცა მოძრაობა
ძაბვად იქცევა, და პირიქით. ამ გარდაქცევას
მუდამ რომ ვხედავთ, ჩვენ მალე ვრწმუნდებით,
რომ ენერჯია საზოგადოდ არ წარმოიშვება, არა
ჰქრება, რომ იგი მარადილია. სხვანაირად რომ
ითქვას, ჩვენ ვრწმუნდებით, რომ მუშაობის მთე-
ლი რაოდენობა, რაც ყოველ წუთს სრულდება
და შეიძლება შესრულებულ იქნას სამყაროში
ბუნების ძალთა მიერ, არც მატულობს და არც
კლებულობს, არამედ ერთიდაიგივე რჩება. ეს
ყველაზე ფართო ფიზიკური განზოგადება, რამაც
მიიღო „ძალის მუდმივობის“ ანუ, უფრო სწო-
რად, ენერჯიის მუდმივობის“ კანონის სახელწოდ-
ება, საუკუნის თითქმის ყველაზე მეცნიე-
რულ აღმოჩენას წარმოადგენს.

ზოგჯერ არის შემთხვევა, როცა ეს კანონი,
თითქმის არ მართლდება; გვეჩვენება, რომ ენერ-
ჯია ისპობა, მოძრაობა არ იქცევა ძაბვად, არა-
მედ უკვალოდ ჰქრება. სწორედ ასეთი შემთხვევა
გვაქვს ჩვენს ბურთებში. მე მათ ვანაცალკევებ
და შემდეგ ხელს მოვამორებ; ისინი ერთმანეთს
დაეჯახებიან და ამ დაჯახებაში, თითქმის, ხარ-
ჯავენ ჩემი ხელის მიერ მათთვის გადაცემულ
მთელ ენერჯიას; მათში აღარ არის მოძრაობა,
არ არის მოძრაობის, ე. ი. ძაბვის შესაძლებლო-
ბაც; ალბათ ენერჯია ვაქრება. მაგრამ ეს მხოლოდ
გვეჩვენება, იმ წუთს, როცა ბურთები ერთმანეთს
დაეჯახნენ, როცა ვაპქრა მოძრაობა, წარმოიშვა,
გამოჩნდა სხვა ძალა—სითბო. ერთმანეთს რომ
დაეჯახნენ, ბურთები ვახურდნენ. ამის დამტკ-
ცება ამ კერძო შემთხვევაში რამდენიმე საყოყ-
მანო იქნებოდა, რადგან ტემპერატურის მომატე-

ბა უმნიშვნელოა, მაგრამ სხეულები დაჯახებისაგან რომ ხურდებიან, ამაში ექვს ვერაიან შეიტანს, ვისაც კი რაღისმე ცეცხლს დაუქვევსება. ამ გადასვლის მაგალითებს ყოველ ნაბიჯზე გვხვდებით: ლითონის ბურღვისას ნათალი ძლიერ ხურდება; ნაპერი ხის ნაპერ ხეზე ხახუნით შეიძლება მათი ააღედა; სწრაფად გაჩერებულ მატარებლის მუხრუჭიდან ნაპერწყლები ცეცხვი; ტყეში, მაგარ ზღუდეს რომ მოხვდება, ნაწილობრივ დნება. მექანიკური ძალის სითბოდ გარდაქცევის ეს მოვლენები დიდი ხანია უკრადლებას იქცეოდნენ; მაგალითად, ამ მოვლენებში უკრანახეს სახელწოდებულ ბოილის ორ საუკუნეზე მეტი ხნის წინათ გამოიქვეა ახრი, რომელმაც სრული მეცნიერული განვითარება მოხლოდ ახლა პპოვა. „როცა ჩვენ დიდ ლურსმანს ვარქობთ ხის ფიცარში, — სწერდა ბოილი, — ვაზნვეთ, რომ საკმაოდ ბევრჯერ უნდა დავარტყათ, რომ იგი საგრძობლად გახურდეს; მაგრამ როცა იგი ხეში თავამდე ჩავარქეთ, ისე რომ მისი უფრო წარწევა არ შეიძლება, საკმარისია რამდენიმე დარტყმა, რომ იგი გახურდეს; ვიდრე ჩაქუჩის ყოველი დარტყმისას ლურსმანი უფრო და უფრო ღრმად იფლობა ხეში, ჩვენ ვიწყვეთ მთელი მისი მასის საერთო გადატანის მოძრაობას, მაგრამ როცა ეს მოძრაობა შეჩერებული იქნება, მაშინ დარტყმით მინიჭებული ბიძგი, რაკი მას არ ძალუქს კიდევ უფრო ღრმად ჩაარქოს ლურსმანი ან დაამსხვროს იგი, უნდა დაიხარჯოს ნაწილაკების ძლიერ შიდა შერყევაზე, ხოლო როგორც ვხედავთ, სითბო სწორედ ამგვარი მოძრაობისაგან შესდგება“.

მართლაც, თანამედროვე ფიზიკა გვასწავლის, რომ სითბო სხვა არაფერია, თუ არა სხეულთა ნაწილაკების სწრაფი, უხილავი, მაგრამ ჩვენს მცირე შეგრძნობილი შერყევა. ამრიგად, ჩემი ხელის მოძრაობა ბურთების ხილვადი მოძრაობის მეშვეობით ბურთების ნაწილებთან უხილავ მოძრაობად გარდაიქცა. ეს მოძრაობა, ე. ი. სითბო მიენიჭა ჯერ უახლოეს სხეულებს, შემდეგ უფრო და უფრო გავრცელდა და სივრცეში გაიფანტა. გათფანტა, მაგრამ არ მოსპობილა. ჩემს მცირე ბურთების განცალკევებაზე დახარჯული ძალა უკვალოდ არ გამქრალა. საბოლოო ანგარიშით, ან მუშაობის გაწყვეთ მე გავათბე სამყარო შემწინეველი, განუზომლად მცირე ოდენობით, მაგრამ მაინც ვავითბე. მთელმა რიგმა გამოკვლევებმა ცხადაქვეს, რომ როცა ხდება მექანიკური მუშა-

ბის ეს გარდაქცევა სითბოდ ან. პირიქით, სითბოს გარდაქცევა მექანიკურ მუშაობად, მუდმივს ზუსტ რაოდენობრივ თანაფარლობას ვხედავთ. მექანიკური მუშაობის ზოგადი რაოდენობა გარდაქცევისას დასაბამს აძლევს სითბოს ერთსა და იმავე რაოდენობას და პირიქით, სიდიდეს, რომელიც ამ მუდმივს თანაფარლობას გამოხატავს, სითბოს მექანიკურ ექვივალენტს უწოდებენ. მას სხვადასხვა ხერხით განსაზღვრავენ: აი უმარტივესი და ყველაზე გასაგები, თუმცა არა ყველაზე ზუსტი ხერხი. იგი ეკუთვნის ცნობილ ფრანგ მეცნიერ გირნს. ზოგადად ეს ხერხი შემდეგში მდგომარეობს: რკინის მძიმე ურო გარკვეული სიმალიდან ეცემა გრადემუს, რომელზეც ნაპერი ტყევა დარტყმისაგან ხურდება. მუშაობის ერთეულად, როგორც დაეინახეთ, ჩვენ ვიღებთ კილოგრამმეტრს; სითბოს ერთეულად იღებენ ერთი კილოგრამი წყლის გაცხელებას ასგრადუსიანი თერმომეტრის ერთი გრადუსით. თუ ვიცით უროს წონა და მისი დაცემის სიმალი, თუ ვიცით ტყევის წონა და განესაზღვრეთ რამდენად გახურდა იგი, შემდეგ, თუ მოგვეპოვება ზოგიერთი მონაცემი, რომელთა მოხსენიება აქ ხეიღებია, მაშინ შეგვიძლია გამოვიანგარიშოთ, მუშაობის რამდენი ერთეულია დახარჯული და სითბოს რამდენ ერთეულად გარდაიქცა იგი. ზუსტი განსაზღვრანი სითბოს მექანიკური ექვივალენტი სისათვის გვაძლევენ ციფრს 426. ეს ციფრი გვიჩვენებს იმ მუდმივს თანაფარობას, რომლის დროსაც სითბო გადაიქცევა მექანიკურ მუშაობად, ან პირიქით. იგი ნიშნავს, რომ სითბოს ერთეული მუშაობად გარდაქცევისას იძლევა მექანიკური მუშაობის 426 ერთეულს, ე. ი. მას შეუძლია გასწიოს მუშაობა, რომელიც უდრის 426 კილოგრამის აწევას ერთ მეტრზე ან ერთი კილოგრამის აწევას 426 მეტრზე. პირიქით, თუ წყლის გასაცხლებლად მექანიკური მუშაობის 426 ერთეული დავხარჯეთ, ჩვენ შეგვიძლია ერთი კილოგრამი წყალი ერთი გრადუსით აწვიოთ.

ჩვენ ვხედავთ მრავალ მაგალითს, როცა მექანიკური ძალა სითბოდ იქცევა; შებრუნებით მაგალითებსაც ხშირად ვხედავთ, ორთქლის მანქანა ამ მხრივ ყველაზე საუცხოო მაგალითს წარმოადგენს. სითბო, რასაც სათბობი აეთარებს, ორთქლის მეშვეობით მანქანის მექანიკურ მუშაობად იქცევა. მზის სითბო აორთქლებს ორთქლს მიწის ზედაპირიდან, აითულებს მას მნიშვნელოვან სიმა-

ლღზე ავიდეს და შემდეგ, მიწაზე დაცემისას, დასაბრუნებლად ვაივებსა და აკეანერს მოფინოს, ამასთან გზადაგზა ეწევა მექანიკურ მუშაობას, მაგალითად, ამოძრავებს ჩვენს წისქვილებს. იგივე მზის სითბო, ატმოსფეროს ადგილობრივ გახურებას რომ იწვევს, მექანიკური ძალის იმ საშინელ გამოხატულებად გვევლინება, რომელსაც ვუწოდებთ ქარბუქს, გრივალს და სხვ.

მაშასადამე, სითბო იქცევა მექანიკურ მუშაობად და პირიქით, ამ გარდაქცევისას რჩება ზუსტი როდენობითი თანფარდობა. მაგრამ ასევე ითქმის ქუჩების სხვა ძალების შესახებაც, როგორცაა შუქი, ელექტრობა, ქიმიური თვისობა. ყველა ამათ აქვთ უშუალოდ ან ძაბვის ფარული ფორმის მიღებით და შემდეგ სხვა სახით გამოვლენის გზით ურთიერთგარდაქცევის უნარი. მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ მუდმივად მხედველობაში გვექნება ძალების ურთიერთგარდაქცევის ეს შესაძლებლობა, ვრწმუნდებით ენერჯის მუდმივობის კანონის საერთო მართებულობაში.

ზეგერდეთ ერთ ხანს სითბოს და ქიმიური თვისებების თანაფარდობაზე, რადგან ეს შეუქმნეველად დაგვაბრუნებს ჩვენს მიერ დასმულ საკითხამდე. თანამედროვე ქიმიკ ვკანსაფიცოს, რომ ნაირგვარადიან სხეულთა ატომებს აქვთ ურთიერთ-მიზილულობის უნარი და ეს უნარი მეტად სხვადასხვა სიძლიერისაა. ნაირგვარადიან სხეულები ერთმანეთისავე მიისწრაფიან, როგორც ვარდნილი სხეულები მიისწრაფიან მიწისაკენ, როგორც ეს ბურთები ზამბარების მოქმედებით მიისწრაფიან ერთმეორისაკენ. ჩვენმა მოდელმა სწორედ თვალსაჩინოდ უნდა დაგვიხატოს ეს ქიმიური ფაქტი. C ასეთი აღნიშნული ბურთის წარმოადგენს ნახშირბადს, O ბურთი—ჟანგბადს. ნახშირბადის და ჟანგბადის ატომები ურთიერთშეერთებისაკენ მიისწრაფიან და ამასთან წარმოქმნიან ნახშირ-ჟანგს, რომელშიც ერთ ატომ ნახშირბადაზე მო-
ლის ორი ატომი ჟანგბადი (CO_2), ასევე წყალბადის ატომები (H) ისწრაფიან შეუერთდნენ ჟანგბადის ატომებს და წარმოქმნიან წყალს (H_2O), სადაც ორ ატომ წყალბადზე ერთი ატომი ჟანგბადის ატომს. პირიქით, ნახშირბადის და წყალბადის ატომებს აქვთ შედარებით სუსტი ურთი-
ერთმიზილულობის უნარი, ამიტომ, როცა ისინი შეერთებული არიან, თეთვეული მათგანი პირველი შესაძლებლობისთანავე მიისწრაფის თავის

მხრივ შეუერთდეს ჟანგბადს, და წარმოქმნას ნახშირბადანი და წყალი.

ამ შეერთებისას ატომები, ისევე როგორც ეს ბურთები, ერთმანეთს უნდა შეეჯახონ. მაგრამ როცა სხეულები ერთმანეთს ეჯახებიან, ვითარდება სითბო. ასევე უნდა ხდებოდეს ატომების შეეჯახებისას. ნახშირბადისა და წყალბადის ნაწილაკთა ეს შეხლა, შეეჯახება ჟანგბადის ნაწილებთან არის სწორედ ის, რასაც წვას ვუწოდებთ. ისევე, როგორც კაქუე ფოლადის დარტყმისას გამოვლინდება სითბო და შუქი, ასევე, როცა ჰაერის ჟანგბადის ნაწილაკები შეეჯახებიან ნახშირბადის და წყალბადის ნაწილაკებს, რომლებსაც შესდგება ჩვენი მნათი გაზი ან ჩვენი ნავთი; ვითარდება სითბო და შუქი, რასაც ვხედავთ მათ ალში. მთელი განსხვავება იმაში მდგომარეობს, რომ პირველ შემთხვევაში ვხედავთ მოძრაობას, შეეჯახებას და მის თანხლებ მყოფუნებს—შუქსა და სითბოს; მეორე შემთხვევაში კი მართლაც ამ მოვლენებს ვხედავთ, ხოლო შეეჯახებას არსებობას მისი შედეგებიდან დაეასკვინით. მართლაც, წვამდე ჩვენ გვაქვს ნახშირწყალბადი (ე. ი. ნახშირბადის შენაერთი წყალბადთან), მნათი გაზი ან ნავთი და ჟანგბადი, წვის შემდეგ კი გვაქვს ნახშირბადანი და წყალი.

მაშასადამე, ნახშირბადის, წყალბადის ან მათი შენაერთების თითოეული ატომი ჟანგბადის მიმართ ისეთ მდგომარეობაშია, როგორც C ბურთი O ბურთის მიმართ. ისევე, როგორც ეს ბურთები, ისინი დაძაბულ მდგომარეობაში იმყოფებიან, ფარული პოტენციული ენერჯის მარჯვ წარმოადგენენ; სწორედ ამ ენერჯის ვუწოდებთ ჩვენ ქიმიურ თვისობას ან ქიმიურ ძაბვას. ნახშირბადისა და ჟანგბადის ენცილ-
კეებულ ატომებში ჩვენ ვხედავთ ახალ მაგალითს ფარულ მდებარეობას ენერჯისას, რომელიც მათი შეეჯახებისას, წვის მოვლენებში, იქცევა მდებარეობის ენერჯიად,—სითბოდ და სინათლედ. ნახშირბადის ატომების, ანუ ნაწილაკების ეს დაძაბული მდგომარეობა, მათი ეს მიისწრაფება ჟანგბადის ნაწილაკებისაკენ ჩვენ არ გვაოცებს, თვალში არ გვხვდება ყოველდღიურ ცხოვრებაში, რადგან, ჩვეულებრივ, იმისათვის, რომ ეს შეერთება გამოიწვიო, საჭიროა მათ ბიძგი მისცე. ნატები ნახშირი რომ დასწვა, მას ცეცხლთ უნდა მოუკიდო, ე. ი. წვის პროცესი მას გარედან უნდა

მიანიჭო. მაგრამ ნახშირბადის ეს დამახასიათებელი მისწრაფება — შეუერთდეს ეანგბადს, უფრო თვალსაჩინოდ ჩანს თვითანთების მოვლენებში. მაგალითად, დიდი ხანია ცნობილი იყო, რომ ზეინში ჩახურებული თივა შეიძლება თავისთავად აინთოს, მაგრამ ერთი ამგვარი შემთხვევა მხოლოდ ამ ცოტა ხნის წინ გერმანიაში უფრო დაწვრილებით გამოიკვლიეს. იმ თივის გროვის გათხრის დროს, რომლის თვითანთების დასაწყისი გამოაშკარავდა მისგან გამოძვალ ბოლოთ, აღმოჩნდა, რომ გროვის შიგნით თივა უკვე სავებით დაინახებულყო და რომ ეს ფაზარი, გრაფიტის მსგავსად მზნინაი ნახშირი ჰაერთან პირველ შეხებისთანავე ინთებოდა. შემდგ აღმოჩნდა, რომ ასეთი თვითანთებადი ნახშირი შეიძლება ხელოვნურად დამზადდეს, თუ თივა დაე-ნახშირეთ უჰაერო პირობებში, მაგალითად, შედლებულ შინის მილში. ამგვარად დამზადებული ნახშირი აინთება, როგორც კი მას ჰაერი მოხვდება. ეს და სხვა მსგავსი მაგალითები ნათლად გვიჩვენებენ, რომ წვა, ე. ი. ეანგბადთან შეერთება, შეიძლება ხლებოდეს თავისთავად, ე. ი. წინასწარ ცეცხლის წაუყოლებლად.

ნახშირბადისა და წყალბადის უნარი აქვთ თითოეული ცალ-ცალკე შეუერთდეს ეანგბადს, ამასთან განვითარონ სითბო და სინათლე; მაშასადამე, მათ გააჩნიათ ენერჯის მარაგი ქიმიური ძაბვის სახით. მაგრამ ესევე ითქმის ნახშირბადისა და წყალბადის შენაერთზე, საერთოდ ყოველგვარ სხეულზე, რომელსაც უნარი აქვს შეუერთდეს ეანგბადს, ე. ი. აქვს წვის უნარი. სხეულებს, რომლებსაც მცენარეები და ცხოველები შესდგებიან, — ყველა ორგანულს, სხეულის წვის უნარი აქვს, და ისინი, მაშასადამე, ფარული ენერჯის მარაგს წარმოადგენენ.

ჩვენ ვიყენებთ ამ მარაგს, როცა ლუმელებში შეშას ან ნახშირს ეწვავთ. ამასთან ქიმიური ძაბვის ფარული ენერჯია გარდაიქცევა აშკარა ენერჯიად, ნაწილაკების მოძრაობად, ე. ი. სითბოდ, რომელიც თავის მხრივ ეანგბადის გარეშე მექანიკურ მუშაობად, მასების ხილვად მოძრაობად, მაგალითად, ლოკომოტივის მოძრაობად.

მაგრამ ნახშირბადისა და წყალბადის ატომების ამ შეჯახებას ეანგბადის ატომებთან შეიძლება არ სდევდეს თან ძალის ისეთი აშკარა განთავისუფლება, როგორც წვის პროცესში, მათ შემდგომად შეერთდნენ, და ამასთან არ მოგვეცნ

სინათლე და ძალიან მაღლი ტემპერატურა. ეს მაშინ არის, როცა შეერთება ერთბაშად კი არა ხდება, არამედ ნელა, თანდათანობით. როგორც ერთს, ისე მეორეს შემთხვევაში ნახშირბადის გარკვეული რაოდენობის წვით განვითარებული სითბოს რაოდენობა ერთი და იგივე რჩება, მაგრამ რადგან უკანასკნელ შემთხვევაში იგი უფრო მეტ რაოდენობაში იწვლება, ამიტომ ნაკლებად შესაძრევი იქნება; ასეთი ნელი წვის მაგალითად გამოდგება სუნთქვა ყოველივე, რაც სუნთქავს, ადამიანი თუ ცხოველი, ნელა იწვის. ამაში აღვიღო შეგვიძლია დაეარწმუნდეთ; საკმარისია შინის ზარქვემ დაეცვათ ანთებული სანთელი ანდა დაეცვათ ცოცხალი თევდი ან ფრინველი, და მალე დაინახავთ, რომ შედეგები ერთიდაიგივე იქნება; სანთელი ჩაქრება, ცხოველი მოკვდება, ხოლო ჰაერში, რომელიც წვითა ეანგბადს შეიცავდა და ნახშირბადს არ შეიცავდა, გაჩნდება ნახშირბადი, შესაბამისად შემცირდება ეანგბადის რაოდენობა. მაშასადამე, ყოველი ცხოველის ორგანიზმის ნახშირბადი მუდამ უერთდება ჰაერის ეანგბადს და ნახშირბადი იწვის. ჩვენ შევისუნთქეთ ეანგბადს, ამოვისუნთქეთ ნახშირბადს.

თავისი სხეულის ამ მუდმივი ხარჯვის დასაფარავად ადამიანი სათვის აუცილებელია მიიღოს ნივთიერების ახალი რაოდენობა სახრდოს სახით. საზრდოს ნაწილი ორგანიზმში ისეთსავე როლს ასრულებს, როგორც სათბობი მანქანაში, ე. ი. იწვის, რა თქმა უნდა, არა პირდაპირ, არამედ ჯერ გარდაიქცევა ჩვენი სხეულის ნივთიერებად. ის, რაც ეკარგება ორგანიზმისათვის როგორც ნივთიერება, მოიგება როგორც ძალა. ჩვენ შეგვიძლია, — ამბობს სახელგანთქმული ფიზიოლოგი კლოდ ბერნარე, — ფიზიოლოგიურ აქსიომად მივიჩნიოთ შემდეგი დებულება: ცოცხალ ორგანიზმში მოქმედების ყოველი გამომყოფი ენერჯია აუცილებლად დაკავშირებულია ორგანიზმის ნივთიერების ნაწილის მოსპობასთან. ორგანიზმში, როგორც მანქანის ეკრაში, ნივთიერების ნაწილი დაიწვება; ამასთან აშკარადდება სითბო, ანდა ეს სითბო გარდაიქცევა მექანიკურ მუშაობად. მაგალითად, კუნთების მუშაობად, ერთი გიგანჯა ხორლის ფევილი, ფრანკლანდის განსაზღვრით, შეიცავს ფარული ენერჯის მარაგს, რომელიც უდრის დაახლოებით 75.000 ფუთფუტს. რა თქმა უნდა, ორგანიზმს, ისევე როგორც მანქანას, არ ძალუძს, სისარებლო მუშაობად გარდაიქციოს იმ ენერჯის

მთელი მარაგი, რომელსაც იძლევა მისი სათბობი, ე. ი. ორგანიზმის ენერგული ნაწილები, მაგრამ ფიზიოლოგიური ცდები გვიჩვენებენ, რომ ამ მხრივ ოგე ბევრად აღემატება ორთქლის ყველა მანქანას.

* *

ჩვენ მიერ დასმული საკითხის გადაჭრაში იმდენად წაიწიეთ წინ, რომ უკვე ვიცით რაანირ ძალას შეიცავს საზრდო: ეს არის ფარული ენერჯია მისი ნახშირბადის და წყალბადის, რომლებიც ყოველთვის მზად არიან შეუერთდნენ ჰაერის ენერჯიას. აქ ჩვენი გამოკვლევის გზაზე თავისთავად ჩნდება ახალი საკითხი. შუშა იწყის, ცხოველები იწყებენ, ადამიანი იწყის, ყველაფერი იწყის, ამავე დროს კი არაფერია დამწვარი, სწავლენ ტყეებს, ხოლო მცენარეულობა არ ისპობა, ჰქვება თაობები, ხოლო კაცობრიობა ცოცხლობს. ყოველივე რომ მარტოდენ იწყოდეს, დედამიწის ზედაპირზე არც მცენარეები იქნებოდა და არც ცხოველები, იქნებოდა მხოლოდ ნახშირბადი და წყალი.

აშკარაა, ბუნებაში უნდა არსებობდეს წვის შექცეული მოვლენა, ე. ი. მთელი დამწვარი ნივთიერების კარბაქცია ისეთ ნივთიერებად, რომლებსაც კვლავ წვის უნარი შესწევთ, ნახშირბადს წარმოქმნისთან ერთად უნდა არსებობდეს შექცეული პროცესიც საყოველთაო წვით წარმოქმნილი ნახშირბადის დაშლისა.

პირველი, ვინც გააოცა ბუნებაში ამგვარი პროცესის არსებობის ლოდიკურ აუცილებლობამ, იყო მეცნიერი პირისტლი; მაგრამ თავისთავად ვასაგებია, რომ ამ ახსნა იგი ვერ წარმოადგენდა ისეთი ფორმით, ისეთი გარკვეულობით, ისეთი სიცხადით, როგორც იგი ჩვენ წარმოგვიდგენია, და მთელ უფრო იწვევს გაკვირებას ის ბრწყინვალე დიდუბეცაა, აზროვნების ის გენიალური ნახტომი, რომელსაც მსოფლიო უნდა უმადლოდეს ერთ-ერთ უდიდეს აღმოჩენას, ორგანული სამყაროს სიცოცხლის შესახებ. პირისტლი მთელი რიგი ცდებით დარწმუნდა, რომ ხანგრძლივი წვა ან ხანგრძლივი სუნთქვა ჰაერის ორგანულ მოცულობაში ამ ჰაერს შემდგომი წვისათვის, შემდგომ სუნთქვისათვის უფარვის ხდის; საინთელი მასში ჰქვება, ცხოველი კვდება. ამრიგად, მსჯელობდა პირისტლი, მთელი ამბოსფერო მალე უფარვისი უნდა გამხდარიყო წვისათვის, სიცოცხლისათვის, ამავე დროს კი ადერ რამდენი საუქუნეა მსოფლიო არსებობს,

მაგრამ ეს არა ხდება. ცხადია, ბუნებაში უნდა არსებობდეს პროცესი, რომელიც ამ გაფუქვებულ ჰაერს კვლავ ვარდაქცევს ქარა ჰაერად. ხომ არ ეკუთვნის ეს როლი მცენარეს? 1772 წლის 18 აგვისტოს პრისტლიმ შემდგევი ცდა ჩაატარა: წყალზე დამოხილი მინის ხუფის ქვეშ, სადაც ჩაქრა საინთელი ან დაიხარა თავი, მან შეიტანა მცენარე (პიტნა) და ერთ ხანს დასტოვა; მცენარე არა თუ არ დაილუპა, არამედ კვლავ ვითარდებოდა, და როცა რამდენიმე დღის შემდეგ ხუფეზე მოთავსებულ იქნა თავი ამ ანთებული საინთელი. აღმოჩნდა, რომ ჰაერი მართლაც შეცვლილიყო, მას კვლავ მოეპოვებინა წვის და სუნთქვის ხელშეწყობის უნარი. არა მგონია, როდისმე ცოდნის რომელიმე დარგში მარტოდ ცდის უფრო კოლოსალური შედეგი ჰქონოდა. ერთბაშად ირკვეოდა მცენარეთა და ცხოველთა სიცოცხლის ყველაზე დამახასიათებელი მხარეები და ბუნების ორი სამეფოს ურთიერთდამოკიდებულება. თანამედროვეებმა დადასტეს პრისტლის აღმოჩენის მთელი მნიშვნელობა. სამეფო საზოგადოებამ მას მიანიჭა კომპლუის ღირს მელალი და საზოგადოების პრეზიდენტმა, პირი გლამა, შემდეგი მუქერმტყველებით, თუმცა ცოტა შეფერადებელი სიტყვებით განმარტა პრისტლის დამსახურების მთელი სიდიდე: „ის აღმოჩენა,—სთქვა მან,—ჩვენ გვარწმუნებს, რომ უსარგებლო მცენარენი არ არსებობენ. დაწყებული დიდებული მუხით და გათავებული უკანასკნელი პაწაწა ბალახის ღერით,—ყველაფერი სასარგებლოა ადამიანისათვის. თუ ყოველთვის არ არის შესაძლებელი შეამჩნიო ცალკეული მცენარის კერო სარგებლობა. ყოველ შემთხვევაში, როგორც საერთო მთელის ნაწილი, იგი მონაწილეობს ატმოსფეროს გაწმენდაში; ამ მხრივ კეთილსურენლოვან ვარდსაც და მხამიან ჯლარულასაც თანაბარი მნიშვნელობა აქვთ; ქვეყნებების ყველაზე შორეულ უდაბურ მხარეებში არ მოიპოვება არც ერთი მდელი, არც ერთი ტყე, რომელიც ჩვენთან მდღემის ცვლაში არ იყო. ქარი მდღემი მაქროლებს მათან ჩვენში გაფუქვებულ ჰაერს, ხელს უწყობს მის ზრდას და უზრუნველყოფს ჩვენს სიცოცხლეს“, მცენარე სუნთქვით ვაფუქვებულ ჰაერს კვლავ სასარგებლოდ ხდის სუნთქვისათვის,—ასეთი იყო პრისტლის ცდის დასკვნა. ამის შემდეგ ენერჯიის აღმოჩენამ და ნახშირბადის შედეგნილობის განმარტებამ შესაძლებელი გახადეს გამოერკვიათ ორი ორგანულ

სამეფოს შორის არსებული კავშირის ბუნება. ცხოველი ნათქვამი ენაგბადს და ამოისუნთქავს ნახშირბადს; მცენარე ნათქვამი ნახშირბადს და ამოისუნთქავს ენაგბადს, ამასთან თვით იტოვებს ნახშირბადს. მცენარე და ცხოველი ქიმიურ ანტი-თეზას წარმოადგენენ. ამის მიყოლით მთელმა რიგმა გამოკვლევებმა გვიჩვენეს, რომ ნახშირბადის და ვაშლის ან პროტეის, რომელიც სწმენდს ჰაერს, აქვს კიდევ სხვა, უფრო დიდი მნიშვნელობა კი. იგი უნდა განხილულ იქნას, როგორც მცენარის კვების პროტეისი. მცენარეში დარჩენილი ნახშირბადი ჰქმნის მის ორგანულ ნივთიერებას, ე. ი. განკუთვნილია მისი სხეულის ასაგებად. მაშასადამე, ატმოსფერული ნახშირბადი ჩვენ უნდა მივიჩნიოთ მცენარის უმთავრეს საზრდელად, თუმცა კიდევ დიდი ხნის განმავლობაში ამ როლს კვლავ მიაწერდნენ ნიადაგის შვე გადაშალ ნივთიერებებს, მაგრამ ამ შეხედულების უსაფუძვლობა დამტკიცებულია უღვაყო ცდებით. მაინც, პრისტლის მოუხდა განეცდა ერთ-ერთი ყველაზე მწარე იმედგაცრუება, როგორც კი შეიძლება წილად ხედეს მეცნიერს. მან მოისურვა შედგენილი განემოკრებინა ცდა, რომელმაც მას ისიღინ დიდი დამსახურებული სახელი მოუხეჭა, მაგრამ მარტო განიცადა; მან ვერ მიიღო წინადადები შედეგები; მცენარეებს დაეინებით არ უნდოდათ დაეშალათ ნახშირბადი, მცენარეები არ გამოყოფდნენ მისგან ენაგბადს. თუმცა ამ მარტხმა ვერ შეარყია პრისტლის საყოთარი რწმენა წინანდელი ცდების მიმართ, მაინც ცხადი გახდა, რომ მას უურად-ლებიდან გამოჰპარა ცდის რომელიღაც არსებითი პირობა და ამიტომ ვერ გასძლო მისი განმეორება. პრისტლის მიერ შემსრულებული პირობა მალე აღმოაჩინა ინგენ გუ ზ მ*); მაგრამ იმისთვის რომ ეს აღმოჩენა ღირსეულად შევაფასოთ, ჯერ შევიჩრდეთ რამდენიმე უფრო დაწერილი-ბით თვით მოველენის ბუნებაზე.

მივმართოთ კვლავ და უკანასკნელად ჩვენს ბურთებს. ჩვენ ქიმიური შეერთება ანუ წვა ორი ბურთის შეჯახებას შევადარეთ; სითბო და სინათლე, რომლებიც ამასთან თავისუფლდებიან, წარმოადგენენ ამ სხეულთა თვისობის ანუ ძაბვის, ე. ი. ურთიერთმისწრაფების საზომს (რაც ჩვენთან ზამბარების დაქმნით არის წარმოდგე-

ნილი). იმისათვის, რომ ისინი კვლავ გავაცალკე-ვით, მათ შორის კავშირი გავწყვიტოთ, იმისათ-ვის, რომ ბურთები წინანდელ თავისუფალ მდგო-მარობაში მოვიყვანოთ, საჭიროა, პირიქით, დაე-ხარჯოთ ენერგია, იმდენივე ენერგია, რამდენიც შეჯახებისას განთავისუფლდა. ამრიგად, აშკარა ხდება, რომ წვის შექცეულ მოვლენას თან უნდა სხვედეს ენერგიის არა განაინისუფლება, არამედ პირიქით, ენერგიის შთანქმავ, დახარჯვა. იმ დროს, როდესაც შეერთება, წვა თავისთავად მიმდინარეობს, დაშლა, აღდგენა გარეშე ენერგიის მონაწილეობას საჭიროებს. იმისათვის, რომ ნახ-შირის ნატეხი დასწვა, მას მხოლოდ უნდა წაუ-კილო ცუცხლი და შემდეგ უკვე გარეშე მოქმე-დების დაუხმარებლად იწყოს. ზოგიერთ შემთხვე-ვაში ჩვენ ვნახეთ, რომ ნახშირი შეიძლება თავის-თავადაც აინთოს, როგორც კი ამას ჰაერის ენაგბადი მოხვდება. პირიქით, ნახშირბადის ან წყლის დასაშლელად საჭიროა მათზე ძალიან მაღალი ტემპერატურით მოქმედება. წინათ კიდევ-ვაც ფიქრობდნენ, რომ ასეთ მაკარ შენაერთთა დაშლა შეუძლებელია სხვანაირად, თუ არა მესამე სხეულის ხელშეწყობით, რომელსაც ექნებოდა დიდი თვისობა ენაგბადთან და რომელიც ამ უკანასკნელს წარითმედა წვალბადსა და ნახშირ-ბადს. მაგრამ შედარებით ახლობანს ქიმიკოსებმა ყურადღება მიაქციეს მესამე სხეულის მონაწი-ლეობის გარეშე დაშლის მოვლენებს, დაყოფის მოვლენებს, ანუ, როგორც მათ უწოდებენ, დისო-ციაციის მოვლენებს. იმისათვის, რომ ნახშირბადის ან წყლის დისოციაცია მოვახდინოთ, ისინი გავარჯერებულ მილაკებში უნდა გავატაროთ. მათი ნაწილაკებისათვის მინიჭებული მოძრაობის, ე. ი. სითბოს გავლენით შენაერთები თითქოს იშლებიან თავიანთ შემადგენელ საწყისებად, რომლებიც გაჩენისთანავე მოცილებულ უნდა იქ-ნან, წინააღმდეგ შემთხვევაში ისინი შეიძლება კვლავ შეერთდნენ, და ჩვენს სრულ დაშლას ვერ მივიღებთ. შეერთებისას გამოყოფილ სითბოს და დაშლისას შთანქმედი სითბოს თანაფარდობა სისტეკად განსაზღვრულია. სითბოს რამდენი ერ-თეულიც გამოიყოფა გირვანქა ნახშირბადის ნახ-შირბადად წვისას, სწორედ ამდენივე ერთეული

* ასეთი გავრცელებული აზრი, მაგრამ საკითხის ისტორიის უფრო გულდასმით შესწავლა გვიჩვენებს, რომ პრისტლიმ საკითხის ეს წარბე ინტერესზე უფრო ადრე გამოარკვია.

უნდა შთაინთქას ნახშირკანგიდან ამ გირვანქა ნახშირბადის აღდგენისას.

ამ გზით ჩვენ პირდაპირ მივდივართ დასკვნამდე, რომ ნახშირკანგის დაშლას, რაც მცენარეში ხდება, თან უნდა სდევდეს სითბოს ან საერთოდ ენერჯის შთანთქმა და რომ ამ შთანთქმის საზომი უნდა იყოს ნახშირბადის ის რაოდენობა, რომელიც ამნარიად მცენარეში იკუმშება. მაგრამ საიდან მიიღებს მცენარე ამ, მისთვის აუცილებელ ენერჯიას? თვითონ მას არ შეუძლია ეს ენერჯია შეაქმნას,—ენერჯია არ იქმნება. აშკარაა, მან იგი ვინაიდან უნდა მიიღოს. მცენარეში ნახშირკანგის დაშლა შეიძლება ხდებოდეს მხოლოდ იმ პირობით, თუ ენერჯია გარეშე წყაროდან მიუღწევად მოედინება. აი სწორედ ეს პირობა გამოჩნდა მხედველობიდან პრისტლის; ამ პირობის აღმოჩენა ინგენჯუზის დამსახურებას შეადგენს*). ინგენჯუზმა ცხადჰყო, რომ მცენარეში ნახშირკანგი მხოლოდ მზის შუქის გავლენით იშლება. პრისტლის პირვანდელ მარცხით დამთავრებულ ცდებში, მცენარეში ალბათ, საკმარის შუქს ვერ იღებდნენ, ამიტომაც ვერ შლიდნენ ნახშირკანგს.

სწორედ მზის შუქი არის ის ძალა, რომელიც არყევს და აცალკევებს ნახშირბადისა და ჟანგბადის ნაწილაკებს, როცა მცენარეში ნახშირკანგის დაშლა სწარმოებს. შეუქმნევლად ყურს შეიძლება უსწარვად ეჩვენოს გამოთქმა: მზის სხივით—ძალაა. ყოველდღიური გამოცდილებიდან ვიცით, რომ ძალიან სასიამოვნოა მზეზე ვათბობა, რომ ზოგჯერ ეს სითბო, შეიძლება ითქვას, მეტრისმეტად სასიამოვნოდ ხდება, მაგრამ საიპირისა დასკვნათა და გამომავალიშებთა გრძელი ჯაჭვი, რათა დავრწმუნდეთ, რომ ეს არის არა მარტო ძალა, არამედ უზარმაზარი ძალაც,—კიდევ ცოტაა, იმის თქმა, რომ ეს თითქმის ერთადერთი ძალაა, რომელსაც დაამიანი თავისი მიზნებისათვის იყენებს. მართლაც, ვარდა ზღვის მოქცევის ძალისა, რომელსაც იყენებენ ვერაპის რაშდენიმე ნავსადგურში და რომელიც დამოკიდებულია მთვარის (და მზის) მიზიდულობის ძალაზე, ყველა დანარჩენი ძრავი, ძალის ყველა დანარჩენი წყარო პირდაპირ ან არაპირდაპირ დამოკიდებულია მზის სხივების ძალაზე. წყლის ვარდნა მდინარეებში, პაერის მოძრაობა ატმოსფეროში, რაც წისკლებზე-

სა და ქარბრავებს აბრუნებს, მზეს უნდა მიეწეროს, ფარული ენერჯია, რასაც სათბობი წარმოადგენს, როგორც ახლა დაივანხეთ და შეამდეგმი უფრო დაწვრთლებით დაივანხებთ, მზისგან გამომდინარეობს. თითქმის ისეთი შორეული მოვლენებიც კი, როგორცაა მოვლენები ელექტრონიკაში, რომელსაც ჩვენი პრაქტიკული მიზნებისათვის ვიყენებთ, შეიძლება დაუჭვრებლად მზის მოქმედებას. ვოლტას რკალში, რაც გაღვანური ბატარის საშუალებით მიიღება, ჩვენ მზე გვიანთებებს, და ამის დამტკიცება ძნელი არ არის. ელექტროდენი, რომელიც ნახშირის აეარავრებს, დაოქილებულია იმაზე, რომ ბატარიებში ენაგდება, დაიწვის ლითონური თუთიის გარკვეული რაოდენობა. მაგრამ ეს თუთია ბუნებაში ლითონური სახით არ მოიპოვება, იგი გვხვდება ენაგბადიან შეერთებული, ე. ი. სავსებით დამწვარი; იმისათვის, რომ იგი აღვადგინოთ, კვლავ გვებადოთ წვის უნარის მქონე, ენაგბადი უნდა მოვაცილოთ; ამას აღწევენ ნახშირის საშუალებით, რომელიც თუთიის მადანს აცლის ენაგბადს, ხოლო თვითონ ნახშირკანგად დაიწვება. მაგრამ ეს ნახშირი, მერქნისა თუ ქვისა, მცენარეში გაჩნდა მზის სხივით დაშლილი ნახშირკანგისაგან. აი გრძელი გზა, რომელიც მზის სხივის ელექტროშუქის სხივითან აერთებს. მზის სხივის აშკარა ენერჯიამ, მცენარეებში ნახშირკანგის დაშლაზე დახარჯულმა, მიიღო ფარული, პოტენციალური ენერჯიის ფორმა, როგორც აქვს ნახშირკანგისაგან განთავისუფლებულ ნახშირბადს: ნახშირბადის ეს პოტენციალური ენერჯია, თუთიის მადანის აღდგენის პროცესში, თუთიაზე ვადავიდა; ნახშირბადი დაიწვა, მაგრამ მიღებულ ენა წვის უნარის მქონე ლითონური თუთია. გაღვანურ ბატარიაში თუთია დაეანება, დაიწვა, და იმისმა პოტენციალურმა ენერჯიამ მიიღო აშკარა ენერჯიის ფორმა ელექტროდენის სახით, რომელმაც ნახშირი გაავარგარა და, რომელიც შუქის სახით გამოვლინდა. ასეთია ენერჯიის გარდაქცევათა რთული ჯაჭვი, რომელიც დედამიწის მოვლენებს მზის მოქმედებისათან აკავშირებს. მაგრამ ჩვენ შეგვიძლია უფრო გარკვეული წარმოდგენა შევიმოშაოთ მზის გამოსხივების მნიშვნელობაზე, თუ მოვახდენთ ენერჯიის იმ რაოდენობის დაახლოებით შეფასებას, რომელსაც მზე გვაწვდის. ჩვენ შეგვიძლია

* როგორც ზემოთ აღნიშნულია, პირველი ცდები ამ მიმართულებით პრისტლიმაც მოახდინა.

განვსახლდეთ, სითბოს ერთეულთა რა რაოდენობას ვიგეზავნის მზე ღვინაფის გარკვეულ კვადრატულ ფართობზე, ხოლო თუ ვიცით სითბოს მექანიკური ექვივალენტი, შევძლებთ მზის შუქის ენერგია მექანიკური მუშაობის ერთეულებით გამოვხატოთ. მუშოს გამოანგარიშებით, მზის შუქმა, რაც კაშკაშა დღეს ფარგვევა პარიზში ერთ კვადრატულ მეტრ ზედაპირზე, შესაძლოა რვა თუ ათი საათის განმავლობაში შესარულოს მუშაობა, რომელიც დაახლოებით ერთი ცხენძალის მუშაობას უდრის. ერიქსონმა გამოიანგარიშა: შესაძლებელი რომ იყოს მზის მთელი იმ სითბოს უტილიზება, რომელიც ფილადელფიის სახლების სახურავებს ეფინება, იგი საქმარისი იქნებოდა 20-მლიანი 5000 ორთქლმანქანისათვის. შემდეგ მან გამოითვალა, რა უხარმაზარ ციფრებს წარმოადგენს სითბოს რაოდენობა, რომელიც კვადრატულ მილს ეფინება, და თქვა: „არქიმედმა ბერუკრის საშუალებით განიზხაბა მოფილოს აწყვა, მეკი ვამტიციებ, რომ თუ მზის სითბოს თავს მოვუყრიოთ, შეგვიძლია მივიღოთ ისეთი ძალა რომელიც მსაბოლ ღვინაფის შუაჩერებს“. მუშო და ერიქსონი მარტო ციფრებით არ დაქმავიფილდებულან; მათ მოაწყეს ცელები, რომლებშიც ნათლად გვიჩვენებენ, ენერჯიის რა მარაგს წარმოადგენს მზის სხივები. მუშომ გააკეთა რამდენიმე ძალიან მარტივი ხელსაწყო, რომლებშიც მარტო მზის სითბოს საშუალებით შეიძლება ავადულოთ წყალი, მოვხაროთ წვენი და ბოსტნეული, გამოვაცხოთ პური; დასასრულ, მან გააკეთა ორთქლთა და პაერით მომუშავე რამდენიმე მანქანა, რომლებსაც მზე ამოძრავებს. მზის შუქის ყველა გამოყენებიდან, რაც მუშომ წარმოადგინა, შეიძლება ითქვას, უფრო სანიტერესოა მზის ტუმბოები ზინდერტის მოსახწყავად. ეს ტუმბოები არა მარტო მოქმედებენ მუქით ძალის საშუალებით, არამედ მოქმედებენ საესებით მიზანშეწონილად, ე. ი. რევოლუციონდებიან წყლის საქირავების მიხედვით, რადგან მით უფრო მეტ წყალს იძლევიან, რაც უფრო ძლიერია გაშუქება, მაშასადამე, რაც უფრო ძლიერია გვალვა*.

ყოველივე ნათქვამი საქმარისია, რათა დაერწყუნდეთ, რომ მზის შუქი ძალის მძლავრ წყაროს წარმოადგენს და რომ ეს ძალა მცენარეში ულის

ნახშირმეცავს. თვითონ მცენარეს არ ძალუძს ამისათვის საჭირო ძალა მოგვეცეს; მცენარე, თუ შეიძლება ასე ითქვას, მხოლოდ მექანიზმია, მზის ძალის გამოსაყენებლად.

მაშასადამე, როგორც ფიზიკური, ისე ქიმიური მხრივ, მცენარე ცხოველის სრულად საწინააღმდეგოა. მცენარის სიცოცხლე წარმოადგენს მზის სხივის ენერჯიის მუდმივ გარდაქვევას ქიმიურ ძაბვად; ცხოველის სიცოცხლე, პირიქით, წარმოადგენს ქიმიური ძაბვის გარდაქვევას სითბოდ და მოძრაობად. ერთში იმართება ზამბარა, რომელიც ეშვება მეორეში.

მაგრამ არ უნდა ვიფიქროთ, თითქოს მზის შუქის მიმუხედვლობა გასაგები ვახლა როგორც კი პრისტიმ და ინვენტუზმა აღმოაჩინეს ნახშირმეცავს დაშლის პროცესში მისი მონაწილეობის ფაქტი. ნახევარ საუკუნეზე მეტმა ხანმა ვანგლო, ვიღრე გამომუშავებოდა ნამდვილი მეცნიერული, მექანიკური წარმოდგენა ამ პროცესის შესახებ. ამ წარმოდგენის მეცნიერება უმთავრესად უნდა უმძლავრდეს მაიერს და ჰელმპოლცს. მაშინ, როცა წინათ შეიძლებოდა ლაპარაკი შუქის მხოლოდ რალაც გაუგებარ კეთილმოყფულ გავგუნაზე, მიიერმა პირველმა გამოთქვა ნათლად ის აზრი, რომ მზის შუქი ამასთან არათუ ახდენს ვავუნანს, არამედ მას ამ სიტუჯის პირდაპირი მნიშვნელობით, მოიხმარს, ხარჯავს; ნიქავს მცენარე, რომ სხივის ცხოველი ძალა ამასთან იქცევა ქიმიურ ძაბვად, რომ მზის ენერჯიის ამ მარაგს ჩვენ ვიყვითოთ ჩვენს სათობოში, ჩვენი ორგანიზმის სასიცოცხლო პროცესებში და სხვ. მაგრამ სჯობია თვით ავალაპარაკოთ ის თავის რამდენადმე შეფერადებული, მაგრამ მჭევრმეტყველური, სახეობრივი ენით: „ბუნებამ,—ამბობს ის,—ეტყობა, მიზნად დაისახა ღვინაფაზე დაფრქვეული შუქი დაიჭიროს, ყველა ძალაა შორის ეს უღრესად მოძრავი ძალა უძრავ ფორმად აქციოს და ამ სახით შეინარჩუნოს. ამ მიზნის მისაღწევად მან ღვინაფის შურგი მოქმენა ორგანიზმებში, რომლებშიც სიცოცხლის განმავლობაში ნთქავენ მზის შუქს და ამ ძალის ხარჯზე ჰქმნიან ქიმიური ძაბ-

* იხ. ზემო სტატია „მცენარეების ბრძოლა გვალვის წინააღმდეგ“ კრებულში „იწითელი მკვდრები და მცენარეთა ფიზიოლოგია“.

ვის მარაგს, რომელიც განუწყვეტლო გროვდება. ეს ორგანიზმები მცენარეებშია. მცენარეთა საწყარო საწყობს წარმოადგენს, რომელშიც შვის სხივები ჩერდება და მარაგდება შემდგომი სასარგებლო მოხმარებისათვის. ბუნების ამ ეკონომიურ მხარუნველობაზე დამოკიდებული კაცობრიობის ფიზიკური ასრებობა, და საუკუნო მცენარეულობის მარტო შეხედვაე კი უკვე კეთილდღეობის ინსტიტუტურ გრძნობას იწვევს.

ამრიგად, ნახშირბადის დაშლაში და მცენარის ორგანული მასის წარმოქმნაში ჩვენ გვაქვს რომელიც ტექნიკური წარმოების ყველა პირობა. ჩვენ გვაქვს ძრავი—შვის შუქი, მანქანა, რომელსაც ეს ძრავი ამოქმედებს,—მცენარე, ნეკლი მისალა—ნახშირბადი, დამუშავებული პროდუქტი—მცენარის ორგანული ნივთიერება.

განვიხილოთ უფრო ახლოს თვით ამ პროცესის მექანიზმი.

გავცნოთ წინარეს ყოვლისა ძალის წყაროს შვის სხივს. ცნობილია, რომ შვის შუქის ან რომელიმე სხვა თეთრი წყაროს სხივი ერთგვაროვანი არ არის; იგი შესდგება მრავალი ნაირგვაროვანი სხივისაგან, რომლებიც, სხვათა შორის, განირჩევიან თვითნათი ფერით. ჩვეულებრივ განასხვავებენ შვიდ ფერის სხივებს. ეს ფერები ცისარტყელას ფერებია: წითელი, ნარინჯისფერი, ყვითელი, მწვანე, ცისფერი, ლურჯი, იისფერი. თეთრი ფერის ამ დაშლას მის შემადგენელ შვიდ ფერად ყველაზე უფრო მარტივად მინის პრიზმის საშუალებით ახდენენ, დანჯარის დარბაზში შვიან მხარეზე პატარა საკმეღლი რომ გაეკეთთ, ამ საკმეღლი შემოსული შვის სხივები იატაკზე მოგვეყვანენ შვის გამოსახულებას თივლი მრგვალი ლაქის სახით; მაგრამ საკმეღლის წინ რომ პრიზმი წიბითი ძირს დავდგათ, გამოსახულება კედელზე ვაღიანაცვლებს და მრგვალი ლაქის ნაცვლად შეივლებთ ზოლს, რომელიც შეფერავდებოდა ცისარტყელის ახლა ჩამოთვლილ შვიდ ფერად, ერთი კიდედან იქნება წითელი ფერი, მეორე კიდედან—იისფერი. ცისარტყელას ამ ზოლს სპექტრი ეწოდება. როცა თეთრი შუქის სხივი რომელიმე სხეულის ზედაპირს ეცემა, იგი ნაწილობრივ ამ მთლიანად ინთენება. თუ სხეული ყველა სხივს შთანთქმავს, ზედაპირი გაუშვებრავალ შვი იქნება; თუ ყველა სხივი თანაბრად აირეკლება, მაშინ ზედაპირი თეთრი იქნება. ხოლო თუ სხივების ნაწილი შთანთქმება, ნაწილი კი აირეკლება, მაშინ სხეუ-

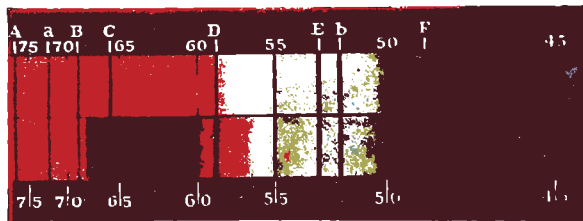
ლი შეფერავდება იმ სხივების ფერად, რომლებიც სხეულისაგან არეკლისას ჩვენ თვალს მოხვდება. იგივე თქმის გამჭვირვალ სხეულებზედაც; თუ სხეული ყველა სხივს ნთქავს, იგი გამჭვირვალ არ არის, შავია; თუ სხეული ყველა სხივს გაატარებს, იგი სავსებით გამჭვირვალა—უფეროა, როგორც წყალი ან მინა. ხოლო თუ სხეული აკავებს ზოგიერთ სხივს და გაატარებს სხვა სხივებს, იგი შეფერავდება იმ სხივების ფერად, რომლებსაც ის ატარებს. თუ ფერადი სხეულისაგან ასახულ ან ფერად სხეულში გავლილ სხივს პრიზმით დავშლით, ალბათ, მივიღებთ უკვე არა სასულ შვიდფეროვან სპექტრს, არამედ ისეთ სპექტრს, რომელშიც შთანთქმული სხივები არ იქნება.

ამგვარ მოვლენას წარმოადგენს მცენარეულობა. შვის კაშკაშა თეთრი შუქის დროს ტყე ან მდელო ჩვენ მწვანედ წარმოვიდგება; ცხადია, რომ ფოთოლს, რომელიც თეთრ შუქს იღებს და მწვანეს არეკლავს, უნდა შთაინთქავდეს მიღებულ შუქის ნაწილი.

ვიღო ამ ფაქტიდან რამე დასკვნას გაეკეთებდეთ, უფრო ახლოს ვნახოთ რაზეა დამოკიდებული ფოთლების მწვანე ფერი. მცენარის რომელი მწვანე ნაწილიც არ უნდა გამოვიკვლიოთ მიკროსკოპით, მღელ დაეჭვმუნდებით, რომ თავისთავად უფეროა; იგი შესდგება ბუნებრივებისაგან, რომლებსაც უჯრედები ეწოდება; ამ უჯრედების გვერდები გამჭვირვალაა, როგორც მინა, ხოლო სითხე, რომელითაც იგი გავსებულია, უფეროა, როგორც წყალი. მაგრამ ეს სითხე შვიცავს კაშკაშა ზურმუხტის ფერის სხეულაკებს ანუ მარცვლებს. ამ სხეულაკებს ქლოროფილი ეწოდება. მწვანე ფერი მცენარეში დამოკიდებულია მასში არსებულ ქლოროფლის მარცვლებზე იმის მსგავსად, როგორც სისხლს თავისი ფერი აქვს უფერო ლიმფში მცურავი სისხლის სხეულაკების არსებობის გამო. ახლა ვნახოთ, რა მოუვა შვის სხივის, როცა იგი მწვანე ფოთლის ზედაპირზე დაეცემა; რა სხივები გაივლის ფოთოლში, რა სხივები დარჩება მასში? ამისათვის საკმარისია გავტაროთ სინათლის სხივი ფოთოლში, შემდეგ დავშლიოთ ეს სხივი პრიზმით, და მაშინვე დავინახავთ, რაც ცხელილება მოხდება სპექტრში. ის სხივები, რომლებიც სპექტრში არ იქნება, ე. ი. სხივები, რომელთა ნაცვლად სპექტრში შავი შუალედები იქნება, ცხადია, ფოთოლში დარჩა, მისმა ნივთიერებამ შთანთქა. ჩვენ შეგვიძლია

კიდევ უფრო ზუსტად მოგახდინოთ ეს ცდა: რადგან მცენარის ფერი ქლოროფილზეა დამოკიდებული, ჩვენ შევეცდებით შევისწავლოთ შუქის შთანთქმა ქლოროფილის მიერ. ქლოროფილი შეგვიძლია ფოთლებიდან სპირტით გამოვიყოთ: ყველასათვის ცნობილია, რომ კრაზანსებრთა და სხვა ფოთლების ნაყენი საუცხოო მწვანე ფერად იფერება; ეს ქლოროფილის ფერია. მაშასადამე, თითქმის გაუმკვირვალ ფოთლების ნაცვლად შეგვიძლია ცდისათვის ავიღოთ ქლოროფილის სრულიად გამკვირვალე ნაყენი. ამ ხსნარს მოვათავსებთ მინის ჭურჭელში სინათლის სხივის გზაზე და შემდეგ დავშლით ამ სხივს პრიზმით. აირა სპექტრი ექნება სინათლის სხივს, ქლოროფილის კაშკაშა მწვანე ხსნარში გაეღის შემდეგ. განაპირა წითელი სხივები (A-დან B-მდე. სურ 83) არ შთაინთქმებიან და გაივლიან; ხოლო ყველაზე კაშკაშა წითელი, ნარინჯისფერი სხავეების და ყვითელი სხივების ნაწილის ადგილას სპექტრში იქნება შავი ზოლი (სურ. 83. B—D-მდე) მწვანე სხივები არ შთაინთქმებიან, (D—მარჯვნივ) სპექტრში იქნება კაშკაშა მწვანე ზოლი; ლურჯი და იისფერი სხივებიც აგრეთვე შთაინთქმებიან. მაშასადამე,

მწვანე ფერი წმინდა მწვანე კი არ არის, არამედ მწვანე და წითელი ფერების ნარევი. ამის სისწორეში შეგვიძლია მეტად მარტივი და საგულისხმო ცდით დაერწმუნდით. სულ ჩვეულებრივი ლურჯი მინა, რომელიც შეგვიძლია ვიყიდოთ, შთანთქმავს მწვანე სხივებს და ამავე დროს ატარებს წითელი სხივების ნაწილს. გასაგებია, რომ ასეთი მინით მწვანე მცენარეულობას შევხედავთ, იგი შთანთქმავს ჩვენი თვალისათვის მოწონებულ მწვანე სხივებს და მხოლოდ წითელ სხივებს დაუშუვებს თვალამდე. გერმანელმა ოპტიკოსებმა ისარგებლეს ამ ფაქტით იმისათვის, რომ მოეწოდებინათ საზოგადოებისათვის რამდენადმე თავსამეტრევი სახელწოდებით—(ე რ ო ტ რ ო ფ ი ტ ო ს კ ო პ ი), მაგრამ საკმაოდ გასართობი ინსტრუმენტი. ეს არის უბრალო ლურჯი სათფლე; მაგრამ საკმაოდია იგი ჩამოიცვა, და მსოფლიო „გარდისფრად“ წარმოვიდგება. მოწმენდილ ლურჯ ცისქვეშ ვადაიშლება ფანტასტიკური ლანდშაფტი მარჯნისფერ—წითელი მღვლეობითა და ტყეებით. ზედმეტი არ იქნებოდა ამ ფაქტისათვის მიგვექცია ზოგიერთი ფერმწერის ყურადღება, როდღებიც თავიანთ ლანდშაფტებში ზოგჯერ,



სურ. 83

შვიდივე ფერის ნაცვლად ქლოროფილის სპექტრში ჩვენ დაეინახავთ მხოლოდ მუქ-წითელი ფერის ზოლს და კაშკაშა-მწვანე ფერის მერვე ზოლს; ორივე ზოლი შავი შუალედით იქნება განცალკევებული. აქედან ჩვენ შეგვიძლია გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ მცენარისგან ჩვენს მიერ მიღებულ

გვთავაზობენ მალაქიტის შეუძლებელ, არსადნახულ მცენარეულობას. ალბათ, ამ უხეირო ცდებით მხატვრები ისწრაფიან გამოსახონ შეძლებისამებრ სუფთა მწვანე ფერი, მაშინ როცა მცენარეულობის ფერი სწორედ შეზავებული, მწვანე—წითელია*.

* ვინაიდან საჭირო ტექნიკური ცნობები არა გვაქვს, რა თქმა უნდა, ძნელია ამ მხრივ რაიმე გარკვეული რჩევის მიცემა. ყველა მინერალური მწვანე საღებავიდან ქრომის სიმწვანე სპექტრის მხრივ ყველაზე უფრო ახლის უდგება ქლოროფილს, რადგან მისი მწვანე ფერი შესდგება წითელ და მწვანე სხივების ნარევისაგან. ცხადია, მხოლოდ ის, რომ ყვითელი და ლურჯი (სპექტრულად ლურჯი) სხივის ნარევიდან არ შეიძლება მივიღოთ მწვანე ფერი, რომელიც ფოთლის სიმწვანეს ჰგავდეს.

მაგრამ დადებურწინდით ჩვენს მიზანს. ჩვენ გესურდა გავგვეყო, შუასიწლისის რა სხივებს შთანთქამს მცენარე, და შევიტყუეთ, რომ ქლოროფილი შთანთქამს განსაზღვრულ წითელ, წარჩინებულ ფერს და ყვითელ სხივებს, რის გამო მის სპექტრში ამ დღეიას ჩნდება შავი ზოლი. ისევე ფაქტი შეგვიძლია შევამოწმოთ მიკროსკოპით ქლოროფილის ცალკეულ მარცვალში. იმის ნაცვალად, რომ სპექტრი კედელზე გავიყვანათ, შეიძლება შემკრები მინის საშუალებით მივიღოთ იგი მიკროსკოპით და ამ ქინძისთავისოდენა სპექტრში დავათვალიეროთ ქლოროფილის მარცვალი. მაშინ დავინახავთ, რომ ეს მარცვალი წარმოგვიდგება გამკვეთრებულ მწვანედ სპექტრის მწვანე ნაწილში, გამკვეთრებულ წითლად—კიდურ წითელ ნაწილში და სრულიად გამკვეთრებულ, ნახშირისფერ შავად იმ წითელ სხივებში, რომლებსაც ნთქავეს ხსნარი (სურ. 83 BC ასოებით აღნიშნული) მავსასადამე. ქლოროფილის ცოცხალი მარცვლებიც შთანთქამენ ამ სხივებს.

ამგვარად, მზის გარკვეული სხივები მცენარეს ანუ უფრო ზუსტად, ქლოროფილის მარცვლის შემცველ მის უჯრედებს (რომ მოხვდებიან, შთანთქმებიან, იშლებიან, შუქს აღარ წარმოადგენენ. მაგრამ ენერჯია ხომ არა ქრება, მას შეუძლია მხოლოდ გარდაიქცეს, მუშაობა გასწიოს და ამასთან ძაბვის მდგომარეობაში გადავიდეს: რა მუშაობას შეასრულებს ეს სხივები მცენარეში? გავიხსენოთ, ეს-ეს არის იმ დასკვნადე მივიღეთ, რომ მზის სხივებმა მცენარეში უნდა გასწიონ ნახშირჟანგის დაშლის მუშაობა. ბუნებრივად იხატება კითხვა, ხომ არ იწარმოებს ეს მუშაობა სწორად იმ სხივების ხარჯზე, რომლებსაც ქლოროფილის მარცვლები შთანთქამენ. ეს ვარაუდი რომ უფრო შესაძლებელი ხდება, როცა გავიგებთ, რომ ქლოროფილის მარცვალი არის სწორად ის ორგანო, ის სამარჯჯო, რომელშიც ნახშირჟანგის დაშლა მიმდინარეობს. უკვე პრისტლიმ შენიშნა, რომ ნახშირჟანგის დაშლა, ენჯანბლის გამოყოფა ხდება მცენარის მხოლოდ მწვანე ნაწილებში, ე. ი. ფოთლებში ან მწვანე ლერწამში. მან შესძლო პირდაპირაც მიეთითებინა, რომ ეს მოქმედება მწვანე ნივთიერებას ეკუთვნის. ნათელ დღეობა დავტოვოთ, ამ ქურქლის გვერდებზე მუკვ განდებამ მწვანე ფიფქი. ახლა ვიცით, რომ ეს ფიფქი შესდგება მიკროსკოპული მცენარეებისაგან, წყალ-

მცენარეებისაგან; პრისტლის დროს ეს არ ყოფილა ცნობილი, და ამ ფიფქს „პრისტლის მატერიას“ უწოდებდნენ. პრისტლიმ შესძლო ეჩვენებინა, რომ ეს მატერია ენჯანბნის გამოყოფის. ეს ცდა უკვე ცხადყოფდა, რომ ფოფლის ან ღეროს გარეშე მწვარე ნივთიერება შლის ნახშირჟანგს, რომ სწორად მას უნდა მიეწვიოს ეს მოქმედება. მაგრამ შემდეგ ახალი ექვემბო წარმოიშვა: არსებობს არა მწვანე მცენარეები, რომლებიც მიუხედავად ამისა, შლიან ნახშირჟანგს; ასეთია მრავალრიცხოვანი წითელი, შავი და სხვა: კრეფთოვანი მცენარეები, რომლებიც ამ ბოლო დროს სულ უფრო და უფრო მკვიდრდებიან ჩვენს საყვავილებსა და ორანჟერებში; ასეთია აგრეთვე მურა და წითელი წყალმცენარეები, რომლებიც ზღვის ფსკელზე ხარობენ. მაგრამ აქაც საქმე ძალიან მარტივად აიხსნება. კრეფთოვან მცენარეებში ფერი იმაზეა დამოკიდებული, რომ უჯრედების წყნეში მოიპოვება კაჟაჟა ხსნარები, რომლებიც იწინავე, ჰვარავნებ ქლოროფილის მწვანე მარცვლებს. მაგრამ მიკროსკოპით ამ მარცვლების აღმოჩენა ძნელი არ არის. კიდევ უფრო ადვილია მათი აღმოჩენა შემდგენარად: საქმარისია რომელიმე Coleus ან სხვა კრეფთოვანი მცენარის წითელი ან თითქმის შავი ფოთოლი დავასველოთ გოგირდმჟავის სუსტ ხსნარში და იგი მაშინვე ამოწვანდება. ეს დამოკიდებულია იმაზე, რომ გოგირდმჟავა, რომელიც აუფერულეს წითელ ხსნარს, ქლოროფილზე არ მოქმედობს. ცოკათი უფრო ძნელი იყო იმის დამტკიცება, რომ ზღვის წყალმცენარეები ქლოროფილს შეიცავენ. მათში მიკროსკოპითაც კი შეუძლებელი იყო მწვანე მარცვლების პოვნა, ისინი ყველაზე მეტი ან წითელი ფერისანი არიან, მაგრამ ქიმიური გზით შეიძლებოდა დამტკიცებულიყო, რომ ეს მარცვლები შეიცავენ მწვანე ქლოროფილს, ოღონდ სხვა ნივთიერებით დაფარული, თუმც ზღვის ნაპირზე სეირნობისას ძნელი არ არის ამაში დაარწმუნდეთ. უმარტივესი დაკვირვებით მოკლედ წყალმცენარეის ზოგჯერ წარმოგვიჩვენებდა გველა გადასკლას მათვის დამახასიათებელი ფერებიდან მწვანე ფერისაკენ; ეს იმაზედაც არის დამოკიდებული, რომ მკვდარ მცენარეებში კაჟაჟა შუა ფერის ნივთიერების წყალი გამოიკრება, მაშინ როცა ქლოროფილს არ იხსნება, მავსასადამე, ნახშირჟანგის-მხოლოდ იმ ნაწილებში იშლება;

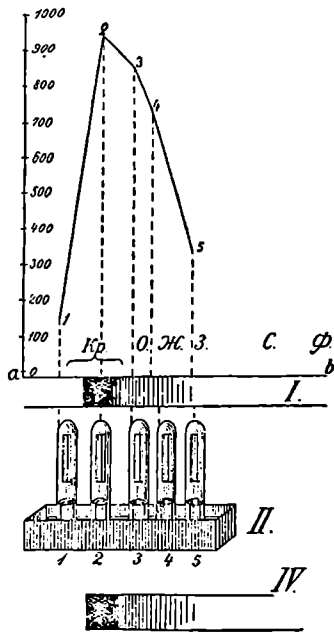
რომლებიც ქლოროფილის მარცვლებს შეიცავენ. ეს წესი გამოიყენება არ შეადგენს. ქლოროფილის მარცვალში, როგორც ზემოთ ნათქვამია, ჩვენ უნდა ვხედავდეთ იმ აპარატს, იმ შექანბნის, რომლითაც გამოიყენება მზის სხივის ძალა. მეტად საგულისხმო იყო ცდით შეგვემოწმებინა, რამდენად სწორია გამოთქმული მოსაზრება, ხომ არ დაიშლება ნახშირეანგი სწორედ იმ სხივების ხარჯზე, რომლებსაც ქლოროფილი ნთქავს. ამისათვის საკმარისი იყო გავვეზორობინა პრისტლის ცედა ერთსადიამავე დროს სპექტრის სხვადასხვა ნაწილში. ცედა შედგენილია ჩატარდა: აღებულ იქნა მინის მთელი რიგი მილაკები (სურ. 83—II 1, 2, 3, 4, 5), რომლებიც გავსებული იყო ჰაერის ნარევით ნახშირეანგის რამდენიმე პროცენტთან და რომლებიც შეიცავდნენ ერთნაირი სიდიდის და ერთი და იგივე მცენარის თითო მწვანე ფოთოლს; მილაკების ეს წყება მოთავსდა მზის სპექტრში, რომელიც მიღებული იქნა სრულებით ბნელ ოთახში, და რამდენიმე საათის გავლის შემდეგ გაზების ანალიზის საშუალებით ვანისაზღერა, რომელ მილაკში დაიშალა ნახშირეანგი, რომელ მილაკში არ დაშლილა, რომელში დაიშალა ბევრი, რომელში ცოტა.

ცდამ სავევით დადასტურა ვარაუდი. აღმოჩნდა, რომ ნახშირეანგი იშლებოდა მხოლოდ იმ სხივებში, რომლებიც შეეხებოდნენ ქლოროფილის სპექტრის შავ ზოლს (სურ. 83—I კ). ასე რომ სხივები, რომლებსაც ქლოროფილი არ ნთქავს, ნახშირეანგს არა შლიან, ხოლო ის სხივები, რომლებსაც ნთქავს, მით უფრო ძლიერ შლიან, რაც უფრო ძლიერ შთაინთქვებიან. 83—III სურათზე ეს ნაჩვენებია ეგრეთ წოდებულ გრაფიკული ფორმით. ახ ხაზზე აღმართულია (წერტილებით) პერპენდიკულარები, რომელთა სიმაღლე გამოხატავს სპექტრის სათანადო ნაწილებში (I) 1, 2, 3, 4, 5, მილაკებში (II) დაშლილი ნახშირეანგის რაოდენობას. 1, 2, 3, 4, 5, (III) ტეხილი ხაზი ნათლად გვიჩვენებს, სპექტრის რომელ ნაწილში იშლება ნახშირეანგი ყველაზე უფრო ენერგიულად.

ამრიგად, ერთი მხრივ, სპექტრული გამოკვლევა გვიჩვენებს, რომ მზის გარკვეული სხივები, რომლებიც უტყველად გამოიჭროლებენ თვალუწყდენ მსოფლიო სივრცეს, თავიანთ გზაზე რომ ქლოროფილის მარცვალს შეხებებიან, უკვე აღარ წარმოადგენენ შუქს და იბალებიან, ამისთან, რა თქმა

უნდა, რაღაც მუშაობას ასრულებენ. მეორე მხრივ, ეს-ეს არის აღწერილი სპექტრში მოწყობილი ცედა პირდაპირ მიუთითებს, რომ სწორად ეს სხივები იწვევენ ნახშირეანგის დაშლას ნახშირბადად და ენგბადად და იხარჯებიან ამ ქიმიურ მუშაობაზე. აშკარაა, უფლება გვაქვს დავასკვნათ, რომ მცენარეში ენერჯის მოღვენება და ხარჯვას შორის არსული შესაბამისობაა.

ამრიგად, ჩვენ გავცდით ძალის წყაროს და აპარატს, რომლითაც ძალა გამოიყენება, ე. ი. ქლოროფილის მარცვალს. დავინახეთ, როგორ სწარმოებს ამასთან მუშაობა; დაგვჩვენია ენახოთ, რა პროდუქტი გამოდის; დაგვჩვენია გავითვალისწინოთ ნახშირეანგისაგან განთავისუფლებული ნახშირბადის შემდგომი ბედი, გავიგოთ, რა წარმოიქმნება მისგან მცენარეში. ამ მხრივ ჩვენი ცოდნისმოყვარეობის დაკმაყოფილება მიკროსკოპს შეუძლია.



სურ. 84.

აეილებთ რაიმე მწვანე ორგანოს, მაგალითად ფოთოლს, და მოვაქვით მას სინჯს მიკროსკოპით გამოსაკვლევად, ან კიდევ უკეთესი—აეილებთ ისეთ მცენარულ სხეულს, რომელსაც შეგვიძლია პირდაპირ დავაკვირდეთ მიკროსკოპით; ასეთია, მაგალითად მწვანე წყალმცენარეები, ევრეთ წოდებული სადღობო. როცა დავრწმუნდებით, რომ ქლოროფილის მარცვლები არავითარ გარეშე სხეულს არ შეიცავენ, გამოსაკვლევ მწვანე ორგანოს გამოვყენებთ მუზეზე, პაერში ან ხელოვნურ ატმოსფეროში, რომელიც ნახშირ-ენჯს შეიცავს, ე. ი. მოვათავსებთ მას ისეთ პირობებში, რომელსაც შეუძლია ნახშირ-ენჯი დაშალოს. მზის მეტნაკლებად ხანგრძლივი მოქმედების შემდეგ ქლოროფილის მარცვლებს კვლავ ეკვლივთ მიკროსკოპით და ვპოულობთ მათში რაღაც მარცვლებს, რომლებიც ექ წინათ არ ყოფილა. ეს მარცვლები შესდგება სახამებლისაგან, რაშიაც ადვილად შეგვიძლია დავრწმუნდეთ. სახამებლის თავისებურებათა რიცხვს ექუთენის მისი უნარი—ჰუმულურჯი ფერი მიიღოს ოილის ხსნარის მოქმედებისას. სწორედ ამ ნიშნის მიხედვით გამოვიცნობთ მას ქლოროფილის მარცვლებში. როცა შეუქი ან ნახშირ-ენჯი ვერ არის, სახამებლის ზემოაღწერილ გამოჩენას ვერ ვხვდებით, საიდანაც უფლება გვაქვს დავახსენათ, რომ მისი გამოჩენა ნახშირ-ენჯის დაშლის შედეგია. ამ შეხედულებას ადასტურებს კიდევ ის სისწრაფე, რომელიც ერთი მოვლენა ან სდევს მეორეს. მას შემდეგ, რაც მზის სხივი ფოთოლის ზედაპირს დაეცა, რამდენიმე წამი რომ გაივლის, შეგვიძლია დავინახოთ ნახშირ-ენჯის დაშლა, ხოლო ხუთი წუთის შემდეგ შეგვიძლია შევაძინოთ სახამებლის გაჩენა ქლოროფილის მარცვლებში. მაგრამ ორი პროცესის ეს კავშირი კიდევ უფრო ცხადი ვახდება, როცა უფროაღდებამს მოვაქცევთ სახამებლის ქიმიურ შემადგენლობას. სახამებელი გამოდგება ნახშირ-ენჯის დაშლის შედეგად და ენახამებლისაგან; თავისი სახელწოდება მათ იმიტომაც მიიღეს, რომ მათში წყალბადი და ენახამებელი ისეთსავე თანაფარდობაშია, როგორც წყალში, ასე რომ ისინი თითქმის ნახშირის და წყლისაგან შესდგებიან.

იმისათვის, რომ ნახშირ-ენჯისა და წყლისაგან ნახშირწყალი შეიქმნას, ალბათ, საჭიროა მხოლოდ მოვაცილოთ ნახშირ-ენჯს შთელი ენახამები, ე. ი. მოვახდინოთ სწორედ ის, რაც ხდება მცენარეში, როცა ნახშირ-ენჯი იშლება. მაშასადამე, ნახშირწყლებს სწორედ ისეთი შემადგენლობა აქვთ, როგორსაც შეიძლება მოველოდეთ ნივთიერებათაგან, რომლებიც, მცენარეში ნახშირ-ენჯისა და წყლისაგან წარმოიქმნებიან.

ამრიგად, მიკროსკოპი საესებით ადასტურებს ანალიზის გზით მიღებულ შედეგებს. როცა ქლოროფილის მარცვლში ნახშირ-ენჯი დაიშალა, მასში ნახშირწყალი იქმნება. ამ კავშირის ყველაზე დამაჯერებელი სახეულია შემდეგი ცდა. ცოცხალი მცენარის ფოთოლს, რომელსაც წინასწარ მოაცილიან სახამებელს, ბნელ ოთახში მზის კაშკაშა სპექტრს მიაყენებენ. რამდენიმე საათის შემდეგ ფოთოლს მოვლეჯენ, გაფუფეროვენ ბნელ ფონზე და ამუშავებენ ოილის ხსნარით; თურმე სახამებელი სპექტრის მხოლოდ იმ ნაწილებში წარმოიქმნება, რომლებსაც ქლოროფილი ითქვას, და მით უფრო უხვად, რაც უფრო ძლიერია შთანთქმა; სხეანარად რომ ითქვას, ფოთოლზე გამოდის ქლოროფილის სპექტრის ანახებელი, რომელიც შესდგება ოილით თითქმის შავად შეფერადებულ სახამებლისაგან.

ნახშირწყლების ჯგუფი წარმოადგენს მცენარეული საზრდოს უმეტეს შემადგენელ ნაწილს; ასე, სახამებელი შეადგენს ხორბლის მარცვლის 3/4 წონას და კარტოფილის ხმელი ნივთიერების 4/5-ს. სახამებლის გარდა, ამ ჯგუფს ეკუთვნის ბევრი სხვა ნივთიერება, როგორც მაგალითად, შაქარი და უწყებელი, ე. ი. ნივთიერება, რომლისაგან შედგება მცენარეთა მთელი მავარი ჩონჩხი, დაწყებული წვრილი ყლორტებიდან გათავებული ხეების ღეროებით. ყველა ეს სხეული მსგავსი შემადგენლობისა და ერთმანეთისაგან განსხვავება მხოლოდ მეტი თუ ნაკლები სიმკვრივით და სხვა ფიზიკური თვისებებით. მაგალითად, შაქარი იხსნება წყალში, სახამებელი არ იხსნება, მაგრამ ძლიერ იხერება და კლეისტერს წარმოქმნის; უჯრედისი ნაკლებად იხერება. გარკვეული აზრით შეიძლება ითქვას, რომ სახამებელი შემკვრივებული შაქარია, უჯრედისი შემკვრივებული სახამებელია, სახამებლისაგან ადვილად

*) რასაც ჩვეულებრივად აღწევნ სიხრულში მცენარის წინასწარი, მეტნაკლებად ხანგრძლივი შენახვით.

შეიძლება წარმოიქმნას სხვა ნახშირწყლები. მაქარის ჩვენ მისგან ვლბულობთ ხელოვნური გზითაც, რისთვისაც ვამზადებთ კარტოფილის ბადავს, უჯრედისი მისგან ხელოვნურად ვერ კიდევ არ მიუღიათ, მაგრამ, უქვევლია, მისგან წარმოსდგება მცენარეში; ასე მაგალითად, პურელის მარცვლის გალიყვებისა მისი სახამებელი იქცევა უჯრედისად, რომლისგან აგებულა ლევი.

ნახშირწყლების შემდეგ მეცნარეულ ნივთიერებათა მეორე უმთავრეს ჯგუფს წარმოადგენენ ცილოვანი ნივთიერებანი, რომლებსაც ასე უწოდეს კვერცხის ცილასთან მათი მსგავსების გამო. ხორბლის ფქვილი, რომელსაც ჩვენ ისევე ავიღებთ მცენარეული საზრდოს ნიმუშად, შეიცავს 17%-მდე ცილოვან ნივთიერებას, ეგრეთ წოდებულ წებოვარას. მაშასადამე, სახამებლისა და ცილოვან ნივთიერებათა გამოკლებით, ყველა დანარჩენი ნივთიერება პურელის მარცვალში მხოლოდ რამდენიმე პროცენტს შეადგენს. ცილოვან ნივთიერებათა შემადგენლობაში, ნახშირბადის, წყალბადისა და ეანბადის გარდა, შედის კიდევ აზოტი.

თუ, როგორც ჩვენ დაინახეთ, სახამებელი ვერ წარმოიქმნება შუქის ხელშეწყობის გარეშე, ცილოვან ნივთიერებათა წარმოქმნას მცენარეში შუქი და საერთოდ ძალის გარეშე წყარო არა სჭირდება. სამაგიეროდ იგი დამოკიდებულია ნახშირწყლების თანაყოფიერებაზე. საკმარისია ზოგიერთ მცენარეს მიეწოდოთ რომელიმე ნახშირწყალი, მაგალითად, შაქარი და აზოტის რომელიმე წყარო, მაგალითად, ამონიაკი, და ისინი მათგან გამოიშუშავენ ცილოვან ნივთიერებას, თუნდაც სულ სიბნელეში. რომ არ შეეცხოთ კიმიკოსების მიერ ჯერ კიდევ გადაუწყვეტელ საკითხს ცილოვან ნივთიერებათა მიზარით ნახშირწყლების დამოკიდებულების შესახებ და ზუსტი ცდის ნიდაგზე რომ დაერჩეთ, უფლება გვაქვს ვთქვათ, რომ მცენარეებს შეუძლიათ წარმოქმნან ცილოვანი ნივთიერება ნახშირწყლისა და ამონიაკისაგან. ფიზიოლოგს შეუძლია უთხრას კიმიკოსს: მომეცით შაქარი, ამონიაკი ერთი უჯრედი,—და მოგცემთ რამდენიც გნებავთ ცილოვან ნივთიერებას. რა თქმა უნდა, ასეთი წარმოება, იქნებ, განსაკუთრებით სარფინიათ არ ყოფილიყო, მაგრამ ამ წუთს ჩვენთვის საკულისმთა მხოლოდ ფაქტი, რომ იგი თეორიულად შესაძლებელია.

დაწერილებით არ შეგებებით სხვა მეცნარეულ ნივთიერებათა წარმოშობას, რომლებსაც აღმნიშნათის უფრო ნაკლებ არსებითი მნიშვნელობა აქვთ, ვიდრე ცილოვან ნივთიერებათ; ჩვენ შეგვიძლია მათზე გავაერთოთ ის, რაც ცილოვან ნივთიერებათა შესახებ ვთქვით და, ამრიგად, მივდივართ შემდეგ დასკვნამდე: შხის სხივის მონაწილეობა აუცილებელია მხოლოდ იმისათვის, რომ ნახშირბადისა და წყლისაგან წარმოიქმნას სახამებელი ან საერთოდ ნახშირწყლები, ყველა დანარჩენი სხეული კი შეიძლება უშუალოდ გაჩნდეს.

მხოლოდ ახლა შეგვიძლია საესებით შევათსათო იმ პროცესების მნიშვნელობა, რომლებიც შუქის გაელენით ქლოროფილის მარცვალში ხდება.

ჯერ ერთი, კიმიური თვალსაზრისით, ეს ის მომენტია, როცა არაორგანული ნივთიერება, ნახშირბადი და წყალი, გარდაიქცევა ორგანულ ნივთიერებად, აქ არის წყარო და დასაბამი ყველა ნიარგვაროვან ნივთიერებათა, რომელთაგან შესდგება მთელი ორგანული მსოფლიო. მეორე, ფიზიკური თვალსაზრისით, ქლოროფილის მარცვლი წარმოადგენს იმ ხელსაწყოს, სადაც ხდება შხის სხივისნი დაქერა, რომლებიც გარდაიქცევიან მარაგად შემდგომი მოხმარებისათვის.

მცენარე ჰაერისაგან წარმოქმნის ორგანულ ნივთიერებას, შხის სხივისაგან—ძალის მარაგს. იგი წარმოადგენს სწორედ იმ მანქანას, რომელსაც მოაგებლნი გვბირდებიან მუშო და ერიქსონი,—მანქანას, რომელიც შხის შუქით ძალით მოქმედებს. ამით აიხსნება მიწათმოქმედის შრომის მოგებინაწინა: შედარებით ცუტა ნივთიერებას—სისუქს რომ დახარჯავს, ის ორგანული ნივთიერების დიდ მასებს იღებს; ცოტაოდენ ძალას რომ დახარჯავს, ის ძალის დიდ მარაგს იღებს სითბოს ან საზრდოს სახით. სოფლის მეურნე სწავებს ხე-ტყეს, მდგლოზე აძოვებს საქონელს, ჰყიდის პურს და ისინი კვლავ უბრუნდებიან მას ჰაერის სახით, რომელიც შხის სხივის ხელშეწყობით ისევ იღებს ტყის, მდგლოს, პურის ფორმას. მცენარის ხელშეწყობით იგი უფასო ჰაერსა და შუქს ფასოვნად გარდაიქცევს. ის ჰაერითა და სინათლით ვაკრობს.

მოყვანილი მოსაზრებებით თაყისთავად ირღვევა ზოგჯერ გამოთქმული აზრები იმ კეთილდღეობის შესახებ, რომელიც მოელის კაცობრიობას,

როცა კიმიკოსები აღმოაჩენენ რთულ ორგანულ ნივთიერებათა სინთეზის საიდუმლოებას, როცა ისინი აღმოაჩენენ საკვებ ნივთიერებათა ხელოვნური დაშვადების ხერხს. იმის მიხედვით, რაც უკვე განახორციელა სინთეზური ქიმიამ, არა გვერნია საკვყო იყოს, რომ მომავალი, იქნებ შორეული მომავალი, განახორციელებს ამ მოლოდინს. ყოველ შემთხვევაში, იმას შორის, რაც უკვე გაკეთდა, და იმის შორის, რაც უნდა გაკეთდეს, არ არის ისეთი ძირეული განსხვავება, რომელიც დაუჯერებელს ვახდოდა ასეთ მოლოდინს. მაგრამ თუ სასრლოს ხელოვნურად მივიღებთ, ხომ არ დაეცემა მიწათმოქმედება? ხომ არ დაეკარგება მიწას ყოველგვარი ფასი? ხომ არ შეიცვლება მთელი ეკონომიური წყობილება? ვნახოთ, სამართლიანია თუ არა ასეთი ვარაუდი. ჩვენ დავიხანებთ, რომ ორგანული ნივთიერების წარმოქმნა ძალის დახარჯვას მოითხოვს. გირვანქა პური, როცა იწყება, ათაისს უფლებს 890-მდე ერთეულ სითბოს; მაშასადამე, მის წარმოსაქმნელად, სულ ერთია ბუნებრივ თუ ხელოვნური გზით, საჭიროა დაიხარჯოს ამდენივე სითბო ან საერთოდ ენერჯია. მაინც საიდან უნდა მიიღონ იგი? ენერჯიის ერთადერთ მუქ წყაროდ ისევ ითვებ მზე რჩება. მაშასადამე, ჩვენს შორეთურ შთამომავლებს მათი ხელოვნურ საკვებ ნივთიერებათა მისაღებად მაინც დასჭირდებათ მიბაძონ მცენარეს და მზის სხივების ხელოვნური შთანთქმელებით დაფარონ დედამიწა. არ შეიძლება ითქვას, რომ ეს მიბაძვა ძალიან დღელი იყოს, რადგანაც მცენარე, ამ თვალსაზრისით, მეტად სრულყოფილ ხელსაწყოს წარმოადგენს. უბრალო შეხედვა მდგომის ხშირ ბალახზე უკვე გვარწმუნებს, რომ თითქმის ყოველი ნაკერი მიწა გამოყენებულია, მაგრამ გამოანგარიშება კიდევ უფრო მეტრამეტეველურ მონაცემებს გვაძლევს. ასე მაგალითად, სამეურნაო თელი ფოთლოვანი ზედაპირი 26-ჯერ აღემატება ამ მცენარის მიერ ზედაპირულ ფართობ მიწას, ასე რომ დესტინა, რომელზედაც დასაშვარა დათესილი, მზის სხივების შთანთქმისათვის 26 დესტინა მწვანე ზედაპირს წარმოადგენს. სხვა მცენარეები უფრო მეტ ციფრებს იძლევიან. ესპარტეტს. აქვს 38-ჯერ, ხოლო იონ-

ჯას 85-ჯერ მეტი ფოთლოვანი ფართობი, ვიდრე მათ მიერ დაკავებული ფართობია. შერეული მცენარეები, ალბათ, კიდევ უფრო დიდ ციფრებს მოგვცემდნენ.

აქ თავისთავად იბადება სხვა საგულისხმო თეორიული საკითხი: შეგვიძლია თუ არა მცენარის საშუალებით განუსაზღვრელად გავადიდოთ იმ ორგანული ნივთიერების რაოდენობა, რასაც გარკვეულ ფართობზე ვიღებთ? შეგვიძლია თუ არა იმის იმედი ვიქონიოთ, რომ ახალ გაუმჯობესებათა გზით განუსაზღვრელად გავადიდებთ ჩვენი ნიადაგის ნაყოფიერებას, თუ მისთვის სასაღვარი არსებობს? ეს არის კაცობრიობის მომავალი ბედის საკითხი. ჩვენ ხელთ არსებული მონაცემები საშუალებას გვაძლევენ ეს საკითხი დადებითად გადავჭრაოთ; სასაღვარი არის, და კიდევაც შეგვიძლია დაახლოებით განვსაზღვროთ, რამდენად ახლოს ვართ მასთან*. აი რა გზით ვაღწევთ ამ დასკვნას. ჩვენ არა ერთხელ გვიოქვამს, რომ მცენარეში ორგანული ნივთიერების წარმოქმნისას აუცილებლად შთაინთქმება იმდენივე სითბო, რამდენიც გამოიყოფა ამ ნივთიერების დაწვისას, ასე მაგალითად, თუ არმიღებთ მცენარე წვისას გამოყოფის სითბოს 1000 ერთეულს, შეგვიძლია ვითქვაოთ, რომ მისი წარმოქმნისას დაიხარჯა მზის სითბოს ამდენივე რაოდენობა მაინც, და რაც უნდა გავანოყიროთ და დავამუშაოთ მიწა, თუ მზე სითბოს ამ 1000 ერთეულს არ მოგვცემს, მცენარეს მაინც ვერ მივიღებთ.

ამგვარად, როცა ვიცით ერთი მხრივ, რამდენ საწვავ მასალას შეიცავს გარკვეულ ფართობზე მიღებული მოსავალი (ეს კი გავიგეთ ანალიზის), როცა ვიცით, მეორე მხრივ, თუ რამდენ სითბოს აწოდებს მზე ამ ფართობს, ჩვენ ვგვაქვს ყველა აუცილებელი მონაცემი იმისათვის, რომ შევადგინოთ აზრი ჩვენს ყანაზე მზის ენერჯიის მოდენისა და ხარჯვის შესახებ, მაშასადამე, შეგვიძლია დავასკვნათ, ამ ენერჯიის რა ნაწილით ვსარგებლობთ და კიდევ რამდენი ენერჯიით ვისარგებლებთ მომავალში. თუ ასეთ გამოანგარიშებას მოვხადენთ იმ კულტურებისათვის, რომლებიც ორგანულ ნივთიერებათა ყველაზე მეტ რაოდენობას, ყველაზე უხვ სამკალს იძლევიან, იმ დასკვ-

* ავრობიოლოგიურმა მეცნიერებამ და სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკამ საბჭოთა კვლევაში უარყოფილი მცენარეების გამოანგარიშება ნიადაგის ნაყოფიერების ზღვარის შესახებ. სხვადასხვა კულტურების მეცნიერულად დამუშავებული ავრობიონიკა, ადამიანის აქტიური ზემოქმედება მცენარის სიცოცხლეზე იძლევა ნაყოფიერე ბას გაზრდის არნახულ შესაძლებლობებს.

ნამდგ მივალოთ, რომ ტყის ნივთიერების ყველაზე დიდი ყოველწლიური ნამატი შეიცავს სითბოს მთელი იმ რაოდენობის 1/700-მდე, რაც ეგზანენ-ბა მიწის სათანადო ფართობს მცენარეულობის ექვსი თვის პერიოდში. ამასთან მხედველობაში არ არის მიღებული ფესვების მატება. ამრიგად, მინდვრის ერთ-ერთი ყველაზე ინტენსიური კულტურა, მრწის მსხლის კულტურა—ხმარობს მზისაგან მიღებული მთელი ენერჯის 1/180; ორგანული ნივთიერება თივისა (კონინდარის) და ფესვების ნარჩენებისა უდიდესი მოსავლის დროს წარმოადგენს მზისაგან მიღებული ენერჯის 1/135 მარაგის სახით. დასასრულ, შვებისა და ქვეჯის უდიდესი მოსავალი (მარცვალი, ჩალა და ფესვის ნარჩენი) მთელი მიღებული ენერჯის 1/80 წარმოადგენს. ამრიგად მცენარის საშუალებით შეგვიძლია ვისარგებლოთ მზის სხივების მთელი ამ რაოდენობის დაახლოებით 1/1000-დან 1/100-მდე, რომლებიც ხვდება ჩვენი ტყეებისა და მინდვრების ზედაპირს წმედი მცენარეულობის პერიოდში*. გვაქვს თუ არა უფლება აქედან დავსკვნათ, რომ კულტურის გაუმჯობესებით შევძლებთ მოსავლის გადიდებას 100-ჯერ, 1000-ჯერ, ვიდრე ნაყოფიერების საზღვარს მივადგინებთ? შეუძლია თუ არა მცენარეს მარაგად გადასაცემის მთელი მიღებული ენერჯია? რა თქმა უნდა, არა. ჩვენ ვიცით, რომ არავეითარი მანქანები და ორგანიზმები არ შეადგენენ ამ წყის გამონაკლისს, არ გარდააქცევენ მთელ მიღებულ ძალას სისარებლო მუშაობად, მარტო ეს მისაზრება საკმარისია დავრწმუნდეთ, რომ მცენარის ნაყოფიერების ფიზიოლოგიური საზღვარი არ შეიძლება ფიზიკურ საზღვარს დაემთხვას. მოყვანილი ციფრების წინააღმდეგ, რომლებიც სხვადასხვა კულტურათა შედეგებზეა დამყარებული, შეიძლება ითქვას ის, რომ თუმცა მინდვრის მცენარეულობა, როგორც დაინახეთ, შთანთქმის მეტად განვითარებულ ზედაპირს წარმოადგენს, მაგრამ, მიუხედავად ამისა, არ შეიძლება ითქვას, რომ იგი მთელ დაკეზულ შუქს იჭერდეს. ამ მხრივ უფრო საიმედო ციფრების მოცემა შეუძლია შემდეგ ცდას. თუ მზებზე გამოვიყენებთ

ფოთლები, რომელთა ზედაპირი ზუსტად უნდა იყოს გაზომილი, თუ ანალიზის საშუალებით განვსაზღვრეთ, რამდენ ნახშირბადას დაწლის: ეს ფოთლი უარესად ხელსაყრელი გამოქვებისას, ეთქვით ერთ საათში, თუ, დასასრულ, განვსაზღვრეთ, რამდენი სითბო ხვდება ერთ საათში ფოთლის აღებულ ზედაპირს,—მივიღებთ ყველა მონაცემს ძალის მოდენისა და ნახშირბადის დასაზღველად მისი ხარჯვის თანაფარდობის გამოსაანგარიშებლად. ირკვევა, რომ დაშლაზე ხმარება საშუალოდ მთელი მიღებული ენერჯის 1/100, ხოლო უფრო ხელსაყრელ შემთხვევაში 1/55. ზოგიერთ უხალის გამოკვლევათა მიხედვით, ეს ციფრები შეიძლება ავიდეს 1/30-მდე. ეს უკანასკნელი ციფრი, ალბათ, უნდა მივიჩნიოთ ფიზიოლოგიური ნაყოფიერების საზღვრის სახლოზე უფრო ციფრად, რადგან მცენარეები ყველაზე უფრო ხელსაყრელ პირობებშია ჩაყენებული. ამნარად, ჩვენ ვხედავთ, რამდენად ახლოსა ყველაზე ინტენსიური კულტურები იმასთან, რასაც ჩვენ ფიზიოლოგიურ საზღვარს ვუწოდებთ, ე. ი. ორგანული ნივთიერების იმ უდიდეს რაოდენობასთან, რომელიც შეგვიძლია მივიღოთ მოცემული ფართობიდან მცენარის საშუალებით.

ვარამ ამ საზღვრის დროსაც იხმარება მიღებული ენერჯის 1/100, ხოლო უარესად ხელსაყრელ შემთხვევაში—1/30, და ჩვენ ეს არ გავვიკვირდება, თუ უკრადლებს მივაქცევთ იმას, რომ აღმინანის თვალსაზრისით ამ ერთადერთი ნაყოფიერი მუშაობის გარდა, მცენარეში სწარმოებს სხვა მუშაობაც, რომელიც აღმინანისათვის სრულიად უწყაოა**. ჯერ ერთი, მთელი თავისი სიცოცხლის განმავლობაში მცენარე აორთქლებს წყალს, იმდენად ბევრ წყალს, რომ თითქმის არ გინდა დაიჯერო, შედგეს რომ პირდაპირ გაიგონებ. წყლის ამ რაოდენობის სისაოთქველად, ეტყობა, გაცილებით მეტი სითბოა საჭირო, ვიდრე ნახშირბადის დაშლაზე იხარჯება. მაშასადამე, ორგანული ნივთიერების წარმოქმნის ნაყოფიერ მუშაობასთან ერთად მცენარე კიდევ უფრო მეტ ენერჯიას ხარჯავს აღმინანისათვის

* თვისკვამად გასაგებაა, რომ მოყვანილი ციფრები არ შეიძლება ზემოწმედი ზუსტად მივიჩნიოთ. მეტადრე ციფრი, რომელიც გვიჩვენებს გარკვეულ ფართობზე მოხვედრილი სითბოს რაოდენობას და ხელსაყრელშეზღულია პულიეს, მონაცემების მიხედვით, მხოლოდ დაახლოებით არის სწორი.

** კიდევ უფრო საყურადღებოა, რომ ფოთლოვანი ვერც შთანთქმის მზის მთელ შუქს: წინააღმდეგ შემთხვევაში იგი მწყენე კი არ იქნებოდა, არამედ ზაჟი. უხალისი გამოკვლევები გვიჩვენებენ, რომ ფოთლი საშუალოდ ნთქვს მზის მთელი ენერჯის 25%, ეს ფიზიკური საზღვარია; ფიზიოლოგიური ცლებში უტილიზდება 3,3%, ხოლო მინდვრად—1%.

უსარგებლოდ მუშაობაზე—აორთქლებაზე. მაგრამ ეს არ არის მცენარეში ენერჯის ერთადერთი დახარჯვა, თუმცა უველოზე მნიშვნელოვანია. ამ წყალს მცენარე ნიადაგთან იღებს და მასთანადავ გაარკვეულ სიმაღლეზე უნდა ასწიოს; ეს მუშაობა შეიძლება მუთფუტობით გამოიხატოს. ჩვენს მინდობის მცენარეში იგი, არ თქმა უნდა, დიდია არ არის, მაგრამ მეტრის მცენარეულობაში მნიშვნელოვან სიდიდეს შეადგენს*. შეგვიძლია წარმოვადგინოთ, რა უზარმაზარი მუშაობაა წყლის მასების აწევა, როცა ეს წყალი ორთქლდება ისეთი ბუმბერაზების ტყეებში, როგორცია ახალ პოლანდიური ევკალიპტუსები, რომელთა კენწეროებს, ერთი ბოტანიკოსის სიტყვით, შეუძლიათ დანრჯალონ ხეობის პირამიდის** მწვერვალი. რა რქმა უნდა, აორთქლებისა და აწევისათვის საჭირო მთელი ენერჯია კი არ წარმოსდგება მზის სხივებით უშუალო გახურების ხარჯზე, მაგრამ მანც უის მნიშვნელოვან ნაწილს ეს სხივები იძლევიან. მზის ენერჯის უსარგებლო ხარჯის ამ წყაროებს უნდა მივმართო შემდეგად. ჩვენ არ ძალგვიძს გამოვიყენოთ მცენარის მიერ მისი სიცოცხლის განმავლობაში გამოუმუშავებული ორგანული ნივთიერების მთელი მარაგი, რადგან მცენარე თვით ხარჯავს ამ ნივთიერების ნაწილს. შეგვიძლია ჩავთვალოთ, რომ ამ გზით იხარჯება მთელი ნივთიერების 1/20-მდე, ასე რომ, მცენარე ორგანული ნივთიერების დარგობის მხრივ წინ გადლდგამს მულამ ოც ნაბიჯს და უკან ვადალდგამს ერთ ნაბიჯს. მზის ენერჯის ხარჯის ყველა ჩამოთვლილი წყარო წარმოადგენს, ასე ვთქვათ, მცენარის საშუალებით ორგანული ნივთიერების წარმოების ხარჯებს, მაშასადამე, ჩვენ ვხედავთ, რომ მცენარე თუმცა ძალიან სრულყოფილი აპარატია მზის ძალის გამოსაყენებლად, მაინც სრულიად არ არის იმ მხრივ უნაკლო, რადგან ყველაზე ხელსაყრელ პირობებში აღმინინსათვის სასარგებლო მუშაობად გარდაიქცეის მზისგან მიღებული მთელი ენერჯის მხოლოდ 1/100 ან 1/200, აღმინინმა ან უნდა ვაუმჯობესოს ამ მხრივ მცენარე, ან გამოიგონოს მის ნაცვლად ხელგონური მოწყობილობა, რომელიც მოინმარდა

მიღებული ენერჯის დიდ პროცენტს და ამასთან მთელი წლის განმავლობაში იმუშავებდა. თუ რა წარმატებას მიაღწევს ის ამ ვაზზე,—ეს მომავლის საკითხია; დაუზერუნდეთ ჩვენს მიერ ამ სტატიის დასაწყისში დასმულ საკითხს, რომელზედაც შეიძლება ახლა სრული, კატეგორიული პასუხი ვავეცეთ. ყველაზე უკეთ ეს შეგვიძლია შემდეგი მაგალითის სახით. ოდესღაც, საღლაც დარდამიწაზე დავეცა მზის შუქი, მაგრამ დავეცა დო უნაყოფო ნიადაგზე, იგი დავეცა ხორბლის აღმონაცენის მწვანე ღეროზე ან, უკეთ რომ ითქვას, ქლოროფლის მარცვალებზე. დაცემიდან იგი ჩაქრა, შუქს უკვე აღარ წარმოადგენდა, მაგრამ არ დაქარგულა. იგი შიდა მუშაობაზე დაიხარჯა. მან გააპო, ვახლიჩა კვეშირი ნახშირბადისა და ფანგბადის ნაწილაკთა შორის, რომლებიც შეერთებული იყვნენ ნახშირბადში. ვანთავისფულებულმა ნახშირბადმა წყალთან შეერთებით სახამებელი წარმოქმნა. ეს სახამებელი ხსნარ შაქრად გადაიქცა, მცენარეში ხანგრძლივი მოგზაურობის შემდეგ, ბოლოს, მარცვალში დაილექა სახამებლისავე თუ წებოგვარის სახით. იგი ამა თუ იმ ფორმით შევიდა პურის შემადგენლობაში, რომელიც საზრდოდ გამოგვადგა. იგი გარდაიქმნა ჩვენს კუნთებად, ჩვენს ნერვებად. და აი ახლა ნახშირბადის ატომები ჩვენს ორგანიზმში ისწრაფვიან კვლავ შეუერთდნენ ფანგბადს, რომელიც სისხლს მიმოაქცეის ჩვენი სხეულის ყველა ნაწილში. ამასთან მზის შუქი, რომელიც მათში ქიმიური ძაბვის სახით იმაღლებოდა, კვლავ იღებს აშკარა ძალის სახეს. მზის ეს სხივი ჩვენ გვათბობს. იგი გვაშორებებს. იქნებ, ამ წუთს იგი ჩვენს ტიწში თამაშობს.

მოყვანილი მაგალითი ყველაზე ვრცელი, ყველაზე საფუძვლიანი პასუხია, როგორც კი მეცნიერებმა ძალუძს გასცენ ჩვენს მიერ დასმულ კითხვებზე. ჩვენ შეგვიძლია იგი გამოვხატოთ უფრო მოკლედ, სამი სიტყვით: საზრდო ჩვენს ორგანიზმში მხოლოდ იმიტომ არის ძალის წყარო, რომ იგი სხვა არაფერია, თუ არა მზის სხივების კონსერვია.

* მნიშვნელოვან სიმაღლეზე წყენის აწევა შეიძლება უნაყოფო ჩაითვალოს მხოლოდ მიღებული ნივთიერების რაოდენობის თვალსაზრისით. სამაგუროდ მას დიდი მნიშვნელობა აქვს ხარისხის თვალსაზრისით,—იგი გვაძლევს, მაგალითად, საშენ და საანჭე ტყეს.

** ეს პირამიდე ევკალიპტ დარაონის ზეოფისი ვაღდამა და მისი სიმაღლე 140 მეტრს აღწევს (რუს. გამოც. რედ).

ამ შედეგის ღრმა მეცნიერული მნიშვნელობა თავისთავად მერყეობს, მაგრამ მას, რა თქმა უნდა, დააფასებენ ის ადამიანებიც, რომლებიც მეცნიერული კვლევებისადმი უარესად გულგრილნი არიან. პოეტო—ჰეოტენბე, რომელიც სევდით შესტკეირის მეცნიერის პროზაიკულ შრომას, კმაყოფილებით მოისმენს მისგან, რომ ის, თვით პოეტი, — ისეთივე ეთეროვანი არსებობსაა, ჰაერისა და შუქისაგან ნაკსოვი, როგორც არიან

მისი ფანტაზიის უსხეულო ქმნილებანი. ქედმაღალი ადამიანი, რომელიც ამაყობს თავის გვირის წარჩინებულობით და ზიზღით უყურებს მეცნიერების მოღვაწეთა უბრალო ხვედრს, რა თქმა უნდა, ერთგვარი პატივისცემით განიმსჯელება ამ მეცნიერებისადმი, როცა გაიგონებს, რომ მეცნიერების მეოხებით „მას უფლება აქვს, თვით ჩინელი იმპერატორის თანაბრად, მზის შვილი უწოდოს თავის თავს“.

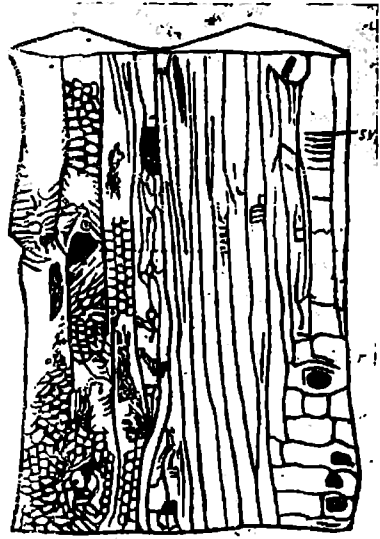
მცენარეთა სამყაროს პრეინფორმა

მცენარეთა შესწავლის დაწყებისთანავე ვგონებ ტეოფრისტიდან მოყოლებული უკვე ისახებოდა ორჯვარი ამოცანა—მცენარის გაგება ე. ი. ყოველი მცენარისათვის დამახასიათებელ საერთო ნიშნების დადგენა და სხვადასხვაჯვარი მცენარეების რაც შეიძლება მეტი რაოდენობით გაცნობა. მეცნიერების განვითარებასთან ერთად პირველ ამოცანას სულ უფრო და უფრო მეტად ხელს კიდებდა ზოგადი ბოტანიკა—ფიზიოლოგია.

ეს პროცესი, როგორც წინა ნათქვამიდან ჩანს, ამჟამადაც მიმდინარეობს. მეორე ამოცანა სისტემატიკურ ბოტანიკის ე. ი. მცენარეთა კლასიფიკაციის სფეროს შეადგენდა, რომელიც თავდაპირველად მიზნად ისახავდა ყველა ცნობილი მცენარეების რაც შეიძლება ადვილად მოსახერხებელი დაჯგუფების შექმნას. და მხოლოდ ევოლუციონურ მოძღვრების მის ერთადერთ უახლოეს ფორმის—დარვინიზმის შექმნის შემდეგ თვით ეს შესწავლა იქცა მიზნად ე. ი. კემზარტიკ მეცნიერული ხასიათი მიიღო. მის ძირითად ამოცანას უკვე არა ურიცხვ ცალკეული ფორმების ჩამოთვლა შეადგენდა (რისკენაც მისი დაბრუნება სურთ ზოგიერთ თანამედროვე სწავლულ რეტროგრაფებს, როგორც მაგალითად ღრიშს), არამედ ორგანულ სამყაროს ერთიანობის დამტკიცება და იმ ისტორიულ პროცესის გამორკვევა, რომელიც ხსნის ამ ერთიანობას არსებულ ფორმებს შორის შემკვიდრებულ კავშირით. ამ ამოცანის გადაწყვეტა ორი გზითაა მიღებული: თანამედროვე მრავალრიცხოვანი საესებით განვითარებულ ფორმების და მათი ჩანასახების თანდათანობით განვითარების შედარებით—ეს გზა იძლეოდა

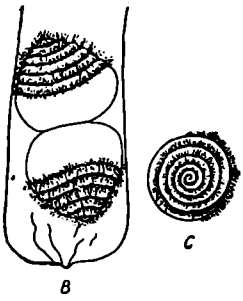
მეტნაკლებად შესაძლებელ მითითებებს ამ კავშირის ბუნების შესახებ. ხოლო მეორე, ამ კავშირების პირდაპირ გახსნით, ძველად არსებულ ფორმების ამონათხარ ნაშთების შესწავლის საფუძველზე ორგანულ ფორმების კემზარტიკ ისტორიულ შემკვიდრების შესწავლის გზით. ამ გზებზე შედარებით ანატომიურ, ემბრიოლოგიურ და პალეონტოლოგიურ გზებზე—ცხოველური ფორმების შესწავლამ მნიშვნელოვნად გაუსწრო მცენარეულ ფორმების შესწავლას. მაგრამ არსებობდა ერთი და ყველაზე მნიშვნელოვანი—საკითხი კლასიფიკაციისა, რომელშიაც ბოტანიკამ გაუსწრო ზოოლოგიას. მთელი მცენარეთა სამყარო ორ ნაწილად იყოფა—ერთნი მცენარეები, რომელნიც თესლით მრავლდებიან ე. ი. თესლოვანი მცენარეები და სპოროვანი მცენარეები, რომელნიც სპორებით მრავლდებიან. მცენარეთა კლასიფიკაციაში წარმოუდგენელი იყო უფრო ღრმა განსხვავება, უფრო ღრმა შუალედი, მაგრამ ამისდა მიუხედავად ერთმა მეცნიერმა, ამასთანავე არა სწავლულმა, არამედ თვითნასწავლმა სწავლულმა ვილჰელმ გოფმისტერმა შესძლო ამ შუალედის შევსება და ამგვარად დაამტკიცა მცენარეთა სამყაროს ერთიანობა. მან ეს დაამტკიცა არა უკვე საესებით განვითარებულ ფორმების შედარებით, არამედ მიკროსკოპულ ემბრიოლოგიის გულდასმით შესწავლით, უდაპლესების უმაღლესი წარმომადგენლების და უმაღლეს მცენარეების უმაღლესი წარმომადგენლების განვითარების ისტორიის შესწავლით; რადგან აქ, როგორც ჩანს, საჭირო იყო გარდამავალი საფეხურის მოძებნა. გოფმისტერმა თავის უზარმაზარ ნაშრომში

„Vergleichende Untersuchungen“ (1851), ბრწყინვალედ გადასწავრთა თავისი ამოცანა, „გასლო ხიდი“ ყველაზე უფრო დიდ უფესკრულზე მცენარეთა სამყაროსი და რა ღრუსი—დაჩვენის წიგნის გამაჰქვეყნებამდე ათი წლით ადრე, როდესაც ევოლუციონური იდეა სრულიად უგულველყოფილი იყო და სწავლულებს შორის არც ერთი დამცველი არ გააჩნდა. მან არა მარტო დაამტკიცა მცენარეთა სამყაროს ერთიანობის შესახებ წარმოდგენის შესაძლებლობა, არამედ იწინასწარმეტყველა, თუ სად და რომელ მცენარეებში არის საჭირო ახალ უფრო დამაჯერებელ დამამტკიცებელ საბუთის ძებნა—ეს არის მორფოლოგიის სფეროში მეცნიერული წინასწარმეტყველების პირველი მაგალითი, რომელიც მისი სიკვდილიდან მრავალი წლის შემდეგ ბრწყინვალედ გამართლდა. გოფეისტერის ძირითადი ახრი მდგომარეობდა იმაში, რომ ყველა მცენარე დაწყებული ხავსებიდან, თავის განვითარების ციკლში წარმოგიდგენენ სქესობრივი და უსქესო თაობათა მორმოგების მოვლენას. რაც უმალეს სპოროჟანებში, მაგალითად გვიმრებში მკვეთრად არის გამოხატული, ხოლო თესლეანებში სქესობრივი თაობა თითქმის შეუმჩნეველად გადის უსქესო თაობაში. გამანაყოფიერებელ საწყისად გვიმრებში ითვლება ანტეროზოიდები (მოძრავი უჯრედები, რომელნიც ცხოველების სპერმატოზოიდებს გვანან), ხოლო თესლეან



სურ. 86 *Heteronigium tiliaeoides*, ანათლის ნიშში კილაოსონის და სკოტის კოლექციიდან. მცენარეებში კი გამანაყოფიერებელი საწყისი უსქესო თაობაზე სამტერე მილაკების შემადგენლობაშია.

შემდგომი კლასიფიკატორებიც ამ სხვაობას ძირითად მნიშვნელობას აძლევდნენ, როდესაც ყოფდნენ მცენარეებს ზოლიგამურად და სიფო-ფიერება ე. ი. ისეთებად, რომელთა განაყოფიერება ხდება ანტეროზოიდებით და რომელთა განაყოფიერება სამტერე მილაკების საშუალებით სწარმოებს. გოფემიტრები მიუთითებდა ამ ძირითად სხვაობის დაშლის შესაძლებლობაზე და ამტკიცებდა, რომ მარტივ თესლეან მცენარეების ე. წ. შიშველთესლიანების (რომელთაც მიეკუთვნება ჩენი წიწვიანები და ტროპიკული საფენები) სამტერე მილაკებში შესაძლებელია ანტეროზოიდების ნახვა. გოფემიტერის ეს წინასწარმეტყველება ბრწყინვალედ დადასტურდა მხოლოდ 45 წლის შემდეგ, როდესაც 1897 წელს



სურ. 85 დაბალ შიშველთესლიან საფენის (*Zamia*) ანტეროზოიდები (უჯრების მიხედვით)

• მაგონდება, რომ სამოციან წლების დასაწყისში ანდრია ნიკოლოზის მე ბეკტოვი თავის მოწოდებებს ეუბნებოდა: „ბოტანიკოსების ყურადღება უნდა გამაჩვიდეს სამტერე მილაკის ბოლოზე. მათ იქ უღივსი აღმოჩენები მოვლიათ.“

ამერიკელმა ბოტანიკოსმა უებერმა საგოვანის (Zamia) სამტერე მილაკში ნაშთილი ცხოველი მოძრავეი ანტეროზოდები აღმოაჩინა (სურ. 85), მსგავსი ა.ძმონება ერთდროულად მოპოებული იყო ორ იაპონელ მეცნიერის - იკენოსა და გირა-ზეს მიერაც*.

ამგვარად მე-19 საუკ. ბოლოს გოფემისტერის თეორიამ გაიმარჯვა. მომდევნო საუკუნის დამდეგს კი იგი მოულოდნელად კიდევ უფრო ბრწყინვალედ იქნა დასაბუთებული სხვა უფრო მნიშვნელოვან — უშუალო ისტორიის სფეროში, ე. ი. პალეონთოლოგიაში.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მცენარეთა პალეონთოლოგია მნიშვნელოვანად ჩამორჩა ცხოველთა პალეონთოლოგიას და ეს ბუნებრივად იყო მიჩნეული, კიანადან მცენარეიდან არ ჩრება მკვრივი ნაშთები, როგორც ცხოველების ნივარები ან ჩონჩხები. თანამედროვე პალეონთოლოგები შეეფიცივნენ მცენარეთა პალეონთოლოგიის უზღველყოფას და თითქმის სრულიად არ უწყენდნენ მას ანგარიშს. მაგრამ დაახლოებით წარსულ საუკუნის შუიდან სწრაფად დაიწყო განვითარება ახალმა დარგმა — მცენარეთა პალეონთოლოგიაში. რომელშიც თავისი ხერხების სიზუსტით და შედეგების მნიშვნელობით, ვეჭვობ, გადაკავება ცხოველთა პალეონთოლოგიის საუკეთესო მონაპოვრებს. ეს იყო ამონათხარ მცენარეთა ნაშთების მეკროსკოპული ანატომია. სხვადასხვა ცოცხალი ქსოვილების თხელი ანათლების სამარცხედლი ამოკვეთის ნაცვლად ბოტანიკოსებმა ისწავლეს ასეთივე თხელი გამჭვირვალე ანათლების მიღება გაჭველებულ ზიდან, ფოთლებიდან, ნაყოფებიდან, თესვლებიდან და სხვ. ეს ანათლები თითქმის არ განსხვავდებოდნენ ცოცხალ მცენარეებიდან მიღებულ ანათლებიდან. ჩვენში ამ დარგში ერთ-ერთი პიონერთაგანი აკადემიკოსი მერკალინი იყო. შეიქმნა განსაკუთრებული, ამონათხარ მცენარეების შემსწავლელი სექციალობა. აღმოჩენილი იქნა

ერთ ამონათხარათ თითქმის სრული მსგავსება დღეს არსებულ მცენარეებთან, სხვების დრმა განსხვავება, ანდა ბოლოს, ერთიც და მეორეც, ე. ი. ისეთი შუალედი ფორმების არსებობა, რომელიც აკავშირებდნენ გამქრალ მცენარეთა სამყაროს არსებულთან. პალეონტოლოგიურ გამოკვლევების ამ წარმატებებს ხელი შეუწყო ცოცხალ მცენარეების შედარებით ანატომიის მიღწევაშიც. ამ მიმართულებით განსაკუთრებული მნიშვნელობა ჰქონდა დარბტულ პროფესორ რუსიკის შრომებს. ამ მხრივ განსაკუთრებით საყურადღებო იყო ამონათხარ მცენარეების ანატომიის შესწავლა, საფრანგეთში რენოს და ინგლისში ვილიამ-სონის მიერ, რომლის მეშვეობით დუკინფელდ სკოტი, სიუარდთან ერთად ინგლისში ყველაზე ავტორიტეტულ თანამედროვე ფიტო-პალეონტოლოგებად ითვლებიან.

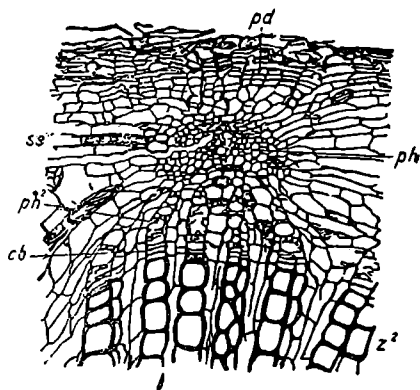
უშველია ყველაზე დიდი აღმოჩენა ამ სფეროში შესაძლებელია მთელ პალეონთოლოგიის სფეროში (ფროსან კვეწარბავალთა და კილეზიან ფრინველთა აღმოჩენის ჩათვლით) იყო თესლებიანი გვიმრების აღმოჩენა, რის შესახებაც 1903 წელს ბრატანეთის ინსტიტუტში წაკითხულ ლექციაზე განაცხადა სკოტმა. ფაქტურად ეს აღმოჩენა ანხორციელებდა სპოროვანების და თესლოვანების შორის გარდამავლობის არსებობას, რომელიც გოფემისტერის მიერ ნაწინასწარმეტყველი და უბერის მიერ დაწინაურებული იყო. ვგონებ არ უფიქლა სხვა შემთხვევა, რომ ევოლუციონურ მოძღვრებას შეეძინა ისეთი გადამწყვეტი პირდაპირი და ფართო მასალა, ცოცხალ არსებობა ერთთანობის შესახებ თავის ძირითადი დებულების განსამტკიცებლად.

აი მოკლედ მისი შინაარსი. არსებულ სპოროვანებს შორის უმაღლესნი გვიმრები, თავიანთ მსხვილ, უფრო სზირად ფრთისებრ ფოთლებზე იძლევიან სპორებს. თესლოვან მცენარეებიდან ყველაზე მარტივებს, შიშველთესლიანებს და სახელდობრ სპორანგებო (იმათ, რომლებშიც

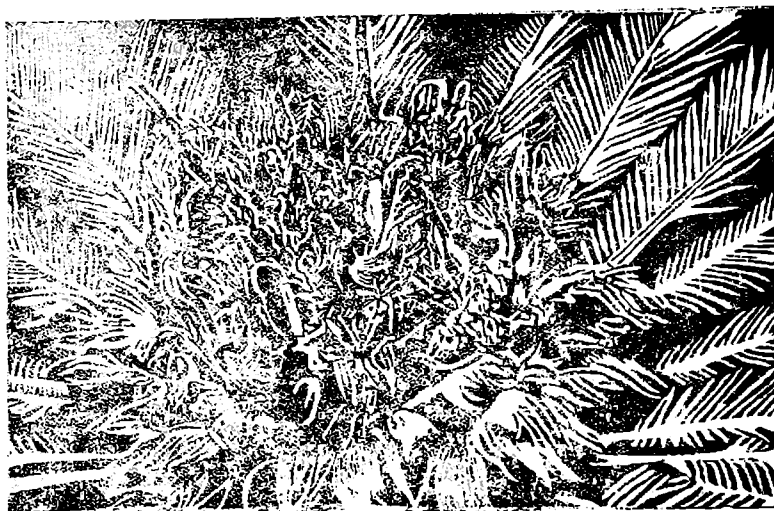
* თუ რამდენად მოუზმადებელი იყვნენ ამ აღმოჩენისათვის ბოტანიკოსები, რომლებიც ალარ ასნოვად გოფემისტერის კლასიკური აღმოჩენა, გასაჯები იქნება შე დვი დაბტორ. უბერის შრომის გამოკვეთისათავე უნდა იყოს მისივე წაკითხვები ლექცია თემაზე მე-19 საუკ. უდადეგი აღმოჩენა მორფოლოგიაში“ მასში დაწვრილებით განვარტე უბერის და იაპონელუბის გამოკვლევების მნიშვნელობა. გამოკვლევის, რომელიც წარმოადგენდა გოფემისტერის წინასწარმეტყველებს დამტკიცებაში შემხილვა, რომელიც შეიძლება შევადაროთ ნესტუნის აღმოჩენას, მენდელეევის წინასწარმეტყველებას ახალი ელემენტების არსებობის შესახებ და სხვა. რამდენიმე თვის შემდეგ ახალაზრდა დოცენტი არჩოლიდი საცდელ ლექციაში შეეცადა დამტკიცების, რომ მისი და მის მასწავლებელ პროფ. გროვანინის აზრით, უებერმა და იაპონელუბმა ალბათ ანტეროზოდებიდ მიიჩნიეს რომელიმე მიკროსკოპული ცხოველი. ერთი სიტყვით, გამეორება იგივე, რაც მოხდა ზოოსანიის პირველად აღმოჩენის დროს, როდესაც აგრეთვე ამტკიცებდნენ, რომ ისინი უსათუოდ ცხოველებს წარმოადგენენ.

უებერმა იპოვა ანტეროზოიდები) თესლები უნი-
თარღებთ არა ნაყოფებში, არა გირჩებში, რ-
გორც ეს წიწვიანებშია. არამედ რამდენადმე
შეცვლილ ფოთლების ზედაპარზე (სურ. 88).

აღმოჩნდა, რომ ქვანახშირის ფორმაციის გეიმ-
რების უმეტესობასაც თავის ფოთლებზე უნი-
თარღებოდათ ასეთივე ნაწილი თესლები. ეს
აღმოჩენა შემდგენიარად მოხდა. ინგლისურ ქვა-
ნახშირის შრეებში დიდი ხანია შეჩვენული იყო
განსაკუთრებული კირქვიანი ბურთები (balls),
რომელიც ძალიან მდიდარი იყვნენ მცენარეთა
ნაშთებით — მათ შორის ისეთი ორგანოებით,
რომელიც ჯერჯერობა თესლებს წააგავდნენ. მაგ-
რამ არ იცოდნენ, რომელ მცენარისათვის მიე-
კუთვნებინათ ისინი და მხოლოდ 1903 წელს
დ. სკოტმა ჯკანასკნელი მიიჩნია წარსულში
არსებულ გეიმრის თესლებად და საჭიროდ
სცნო მცენარეთა სრულიად ახალი ჯგუფის Pteri-
dospermia, ე. ი. თესლიანი გეიმრების (სურ. 87)
გამოყოფა.



სურ. 87 *Lyginodendron oldhamium*. ანათაოი
ვილიამსონის და სკოტის კოლექციიდან.



სურ. 88. სკოტის *Cycas revoluta* ფოთლისებურ ნაყოფის ფოთლების ნაპირებზე მოსხანს თესლები.

თავისი შეხედულებები სკოტმა გამოსთქვა სა-
მეფო საზოგადოების სხდომაზე და ლექციაზე
ბრიტანეთის ინსტიტუტში 1903 წლის აპრილში.

სხვა მკვლევარებმა მალე დაადასტურეს მისი
გამოკვლევები და გაავრცელეს იგი სხვა შემთხ-
ვეებზე. იმ გეიმრის *Lyginodendron oldhami-*

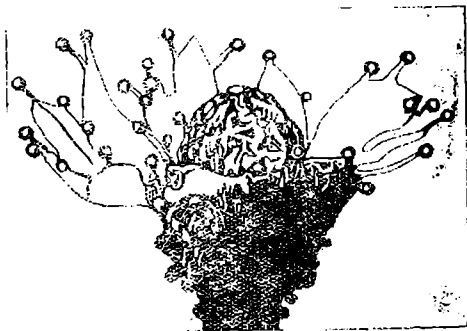


სურ. 89 *Lyginodendron oldhamium* (რესტავრაცია)
და მისი თანადროული კრიოზის: ა—თესლები ტიპიური
ჯირკვლებით. ბ—პარკი მტერით.

III, -ს ფოთლები, რომელზედაც ლაპარაკი გვაქვს, ზემოთ აღნიშნულ შრეებში ჯერ კიდევ 1889 წ. იყო ნანახი, იმავე „ბურთებში“ პოულობდნენ სხეულებს, რომლებიც თესლებად მიაჩნდათ, მხოლოდ არ იცოდნენ, რომელ მცენარეს ეკუთვნოდა ისინი. 1903 წელს მათზე იმოგვის (სკოტი და ოლივერი) ისეთივე ჯირკვლოვანი ბუსუსები, როგორიც უფრო ადრე ნაპოვნი იყო *Lyginodendron oldhamium*-ის ფოთლებზე (ნახ. 90), და ბოლოს ფოთლების ყუნწების და თესლების ფეხების განივკვეთის ზუსტმა შედარებამ (სკოტი) ცხადყო, მათი სრული ანატომიური მსგავსება. ერთი წლის შემდეგ (1905) პროფესორ კიდსონმა იპოვნა მამრობითი ორგანოებიც (მტკრიანები მტერით ანუ მამრობითი სპორები), რითაც გარდაამავალი ხასიათის ამ ამონათხარიც მცენარის სურათი იქნა შეესებული (სურ. 89). ბოლოს არბერმა *Lyginodendron*-ის ახლობელ გვიმრავი

Lagenostoma Incolairi-ში იპოვა ფოთლებთან დაკავშირებული თესლები (სურ. 91—92).

შედეგ ამოჩნდა, რომ ქვეანახშირის ფორმაციის ზოგიერთი ყველაზე ტიპურ და უზარმაზარ (თანამედროვე ხემაგვართა მსგავს) გვიმრებს *Neuropteris*-ს აგრეთვე ჩვეულებრივი კაცლის ზომის თესლები გააჩნდა შედეგად პროფესორ სკოტის აზრით, იმის დიდი ნაწილი, რომლებსაც ქვეანახშირის ფორმაციის გვიმრებს უწოდებენ, შესაძლებელია ეკუთვნოდა გვიმრების და საგონენების შორის ე. ი. სპოროფან და თესლოფან მცენარეების შორის გარდამავალ ჯგუფს. სპოროფანების და თესლოფანების შორის სწორედ შიშველთესლიანების გზით გარდამავლობის შესახებ გოფმსიტერის იდეის მართებულების უფრო თვალსაჩინო უშუალო ისტორიული დამტკიცება ძნელი წარმოსადგენი იქნებოდა. უნდა აღინიშნოს, რომ იგი ერთადერთი არ არის, თუმცა ყველაზე ბრწყინვალე და მიღებულია თავმდაბალ მკვლევარების მიერ, რომელიც ამონათხარების ანათლებს გულდასმით აკეთებდნენ და აღწერენ ბუნლი იყვნენ, რომ ამით ისინი ევოლუციურ მოძღვრების სასარგებლოდ ყველაზე ზუსტ არგუმენტებს გამოიხატავდნენ. ახლა უდიდესი წარმატებებით მღიღარ, ამონათხარ მცენარეების მიკროსკოპიულ ანატომიის ერთ-ერთი შემქმნელის მცირე ხნის წინათ გარდაცვალებულ რენოს ხსოვნისადმი მიძღვნილ სიტყვაში პროფ. სკოტი შეგირად იმ უაღრესად მძიმე პირობებზე, რომელშიაც მუშაობდა ეს გამოჩენილი მეცნიერი. წარ-



სურ. 90 ჯირკვლოვანი ბუსუსების მქონე *Lyginodendron*-ის თესლის მოვლილი, როზელიც ამ მცენარის ფოთლებზედაც გვახლ



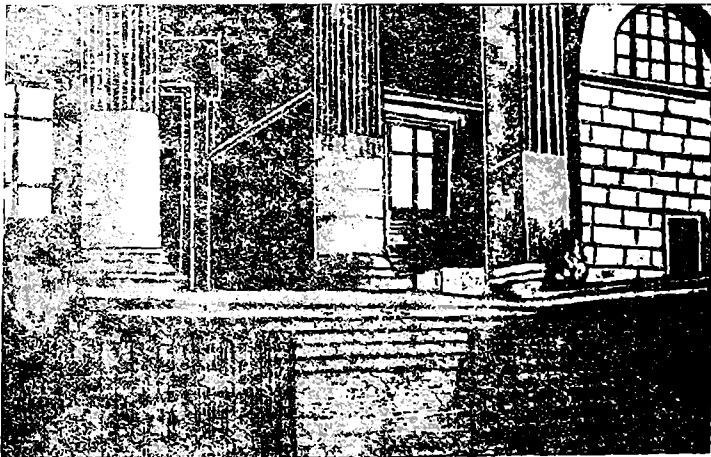
სურ. 91. *Jagenostoma Lynclaria* — ს ნატურალური
ზომის თესლები



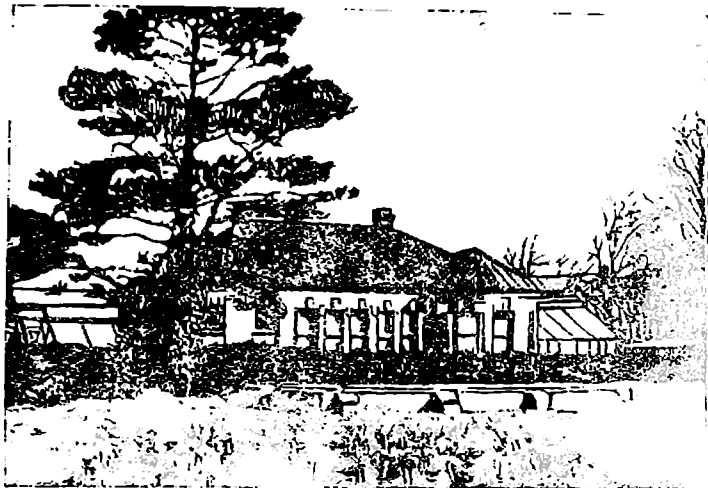
სურ. 92. იგივე თესლები ხუთჯერ გადიდებული.

სული საუკუნის ბოლოს და მის შემდეგ ძველ
პალეონტოლოგიურ მუზეუმის გარეთა კიბის სა-
ფეხურებზე Jardin des plantes-ში (პარიზის
ბოტანიკურ ბაღში) იღვა რალაც, როგორც ჩანს,
დროებითი ფარდული, რომელსაც პატარა სარ-
კიანი ფანჯარა ჰქონდა (სურ. 93). აი ამ დროე-

ბით ფარდულში, მისი სარკის ფანჯრის უკან
(რომელიც ერთადერთ მისთვის აუცილებელ
ფუფუნების საგანს წარმოადგენდა), თავის მიკ-
როსკოპით და სათლელ დაზვით მთელი თავისი



სურ. 93. რენას ლაბორატორია პარიზის ბოტანიკურ ბაღში (ფარდული მარჯვნივ კედელსა და სვეტს შორის)
14^ე კ. ა. ტიმირიაზევი.



სურ. 94. ჯორჯელის ლაბორატორია კიუში (ინგლისი).

სიკოცხვე გააჩარა ნიჭიერმა და დაუღალავემა ზეცნიირმა (რომელსაც არ ელირსა პროფესორის წოდება). თავის განათლების საფოძველზე მან. სხვათა შორის. წინასწარ თქვა. რომ ამონახარ საგოვანებს უნდა ჰქონოდათ ანტეროზოდები. ეს მან თქვა უფრო ადრე. ვიდრე უებერი მათ ცოცხალ საგოვანებში იბოვიდა.

მასსოვს. რომ მეც ხომარობით ვეკითხებოდი მას. თავს ხომ არ აბიჯრებენ მომსველი ტურის-ტემბი. ხომ არ ჰქონიათ მათ იგი მეკარე. რომელსაც შეუძლიათ დაუტოვონ ქოლგები და კალო-შემბი.

არც ასეთი ღარიბი, მაგრამ. რა თქმა უნდა, მდიდრულიდან ძალიან დაშორებული იყო ის ლაბორატორია, რომელშიაც მუშაობდა პროფესორი დეკინფლდ სკოტი. რომლის სახელიც ახლა ცნობილია ბოტანიკით დაინტერესებულ ყოველ პიროვნებისათვის. თანდართულ ფოტოსურათზე (სურ. 94)* მოცემულია ჯორჯელის (შემწირავის სახელის მიხედვით) პატარა ლაბო-

რატორია, რომელიც უპირატესად დარგინის მოთხენით მოწყობილი იყო კიუს ბოტანიკურ ბაღში სამოცდაათიან წლების ბოლოს. ორი მარცხენა ფანჯარა, რომელშიც სარკის შუშებია ჩასმული—პროფესორ სკოტის პალეონთოლოგიური კაბინეტია.

შენობის დანარჩენ ნაწილში მუშაობდა გორას ბროუნი; უფრო ადრე იქვე ბოზას წინამორბედი ბურდონს ანდერსონი აწარმოებდა თავის ცდებს დიოხეიში ელექტრო მოვლენებზე, ხოლო ტრეაალი ატარებდა ცუებს. რომლებითაც დამტკიცებული იყო ოპტიკურად სუფთა ჰაერში ორგანიულ ჩანასახების არ არსებობა და სხვ. ეს პატარა ლაბორატორია სამუდამოდ დარჩება იმის ძველად, თუ რაოდენის გაკეთება შეიძლება უღარესად შევიწროებულ პირობებში. მაგრამ, რასაკვირველია. აქედან არ გამომდინარეობს, რომ მეცნიერების განვითარების თანამედროვე დონეზე, მეცნიერის ზოგჯერ უფრო უკეთესი პირობები ვარ ესაქიროება.

*1) მე დავალებული ვარ პროფ. სკოტის წინაშე, მან მაჩვენა თავისი მუზეუმი—ორი პატარა კარადა, რომელიც შეიცავდა ღრმანახარ ფლორის მთელ ნაწილებს—ვილიამსონის და მის საკუთარ ანათლებს.

მყანარე—სფინქსი *)

Nil sale et sole utillus. Plinius **

Over and again have nations and civilization been confronted with problems which like the riddle of the sphynx, not to answer was to be destroyed.

Henry Georg
Social problems.***

დიდი ხანია მართებულადაა აღნიშნული, რომ ადამიანის წარმოდგენაში ცხადლოვ, ან სიზმარშიც კი არ შეიძლება წარმოიშვეს ისეთი რამ, რისი ელემენტებიც არ იყოს წარმოქმნილი რეალური სამყაროდან მიღებულ შთაბეჭდილებებისაგან. როდესაც მხატვრების ან პოეტების გაბედულ ფანტაზიას სურდა გამოეწვია თაყვანისცემის გრძნობა ან ძოწოლვა, ჰქმნიდა ურჩხულებს, რასაც აღწევდა გარკვეულ ცოცხალ არსებებში გარკვეულ ორგანოების უცნაურად დალაგებით, მათი რიცხვის გაზრდით, დამახინჯებით, ან გადაადგილებით. მრავალთავიანი, მრავალხეოიანი ინდუსური კერპი ან დასავლეთის მითოლოგიის უფრო ჩამოკვეთილი წარმოქმნანი, ფრთიანი ამურები, კენტავრები, სირინოზები და ბოლოს ეს ეპიდის—სფინქსი ან მისი უფრო ძველი ეგვიპტური პროტოტიპი — ყოველივე ხომ აშკარად ასაბუთებს იმას, რომ ადამიანის

აზრს არ ძალუძს უკუაგლოს დაკვირვებისათვის ხელმისაწვდომი სინამდვილე? მაგრამ ღღეს ჩვენ სრულიად საწინააღმდეგო საკითხი გვიანტერესებს: ხომ არ შეიძლება პირიქით რეალურ სინამდვილემ ზოგჯერ გაამართლოს პოეტების და მხატვრების ფანტაზია, ბუნების რომელიმე შივე-წყებულ კუთხეში ხომ ვერ ენახავთ საოცარ რთულ არსებებს, რომელნიც წარმოადგენენ ორ სრულიად სხვადასხვაგვარ ორგანიზმების შეერთებას ანუ ავლომერატს, როგორებიც არიან მითიური, ნახევრად ქვეწარმავალი — ნახევრად ჩიტები, ნახევრად ადამიანი — ნახევრად მხეცები? ერთი შეხედვით ნატურალის ჟს ასეთი საკითხი რაღაც შეუძლებლად, აბსურდად უნდა მოეგონოს და ამიტომაც ვასაგებო იყო ბოტანიკოსების გაკვირვება, როდესაც რამდენიმე წლის წინათ ბუნებაში აღმოჩნდა ისეთი საიდუმლოებით მოცული არსება, რომელიც სფინქსის მსგავსად

*) ლმქია, წაკითხული პოლიტიკური მუხურში 1885 წ. გაახფხლზე.

***) არაფერია მართლზე და მზეზე უფრო მარჯებელი. პლანიუსი.

****) ხაღბუჩისა და ციცილიანის წინაშე იჭრება სფინქსის გამოცანის მგავსად შემაშფოთებელი საკითხები. ამ საკითხებზე პასუხის არ გაცემა თავის თავის მოსაზრებას ნიშნავს. ზენრი ჯორჯი, „სოციალური პრობლემები.“



სურ. 95. მლიერი Physcia.

წარმოადგენდა ორ სხედასხვა კლასის სრულიად სხედასხვაგვარ და დამოუკიდებელ ორგანიზმების სრულ შერატებას და როდესაც აღმოჩნდა, რომ ჩვენ მას ყველანი დიდი ხანია ვიცნობთ, რომ იგი ყოველ ნაბიჯზე გვხვდება. ზოგიერთ ბოტანიკოსს ჯერაც ვერ გამოკვეთულა ამ საკვირველ აღმოჩენით გამოწვეულ შთაბეჭდილების ზეგავლენიდან და ურჩევნიათ სინამდვილე არ დაინახონ, ვიდრე შერეიდნენ იმ ფაქტს, რომელიც დადგინოლ წარმოადგენებს ეწინააღმდეგება. ფაქტის საოკრება არ კნინდება იმით, რომ იგი მიკროსკოპულ მოვლენების სფეროს ეკუთვნის, თუმცა შერეთების პროდუქტი, ეს რთულ ორგანიზმი, როგორც ამას ახლა დავინახავთ, სრულიად არ არის მიკროსკოპული ზომის.

თუ არ ვცდებით, ამ საინტერესო საგნის შესახებ ჩვენს პოპულარულ ლიტერატურაში ვგონებ არც კი ყოფილა როდისმე აღნიშნული, თუმცა იგი უნდა მივაკუთვნოთ საუკუნის უკანასკნელ მეოთხედის განმაღლობაში ბიოლოგიის სფეროში ყველაზე უფრო მოულოდნელ და საკვირველ აღმოჩენათა რიცხვს, და რასაკვირველია, იგი თქვენი ყურადღების შეჩერების ღირსია.

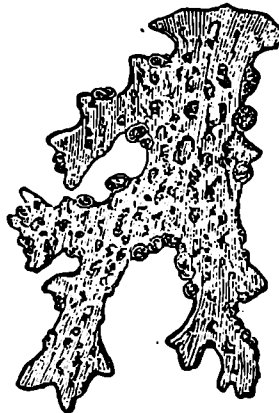
უპირველესად ნება მომეცით თქვენი ყურადღება მივიპყრო მცენარეთა სამყაროს უარესად თავისებურ ნაწილს, რომელიც, რასაკვირველია, თქვენ არა ერთხელ დაგინახავთ, მაგრამ მისზე არ შეჩერებულხართ იმდენად, რამდენადაც მოიხბოვს მისდამი მეცნიერული ინტერესი. ჩვენს წინაზე ხის ქერქის მნიშვნელოვანად გადიდებულ ნაჭკრია. მის დალარულ ზღდაპირზე მოჩანს რუხი, რუხ-მწვანე, კუთვლი ან მოწითალო პატარა მცენარეები, რომელნიც ამოშვერილია პატარა პატარა ბუჩქების სახით, ან ჩამოშვერილია წვერივით, ან ათასნაირი ფორმების სახე აქვს.

ზოგიერთ ფორმების ფორმებში ჩვენს ყურადღებას იქცევს ალაგ-ალაგ გაფანტული განსაკუთრებული, უფრო მკვეთრად შეღებილი ორგანოები, რომელნიც ლამაზს მოგვავაგონებს (სურ. 95). ყველა ამ წვრილ მცენარეს ჩვეულებრივ ლაპარაკის დროს ჩვენ ხაყებს ვეძახით, მაგრამ, როგორც ახლა დაინახავთ, ეს სახელწოდება უმართებულაა, ბოტანიკოსების ენაზე მათ მლიერი ეწოდებათ.

უპირველესად გავეცნოთ მათ ფორმებს და ბუნებაში მათ ადგილსამყოფელს, ხოლო შემდეგ განესაზღვროთ მათი ადგილი მცენარეთა სამყაროში, ე. ი. სხვა მცენარეების მიმართ.

მათი ფორმები თითქმის უსაზღვროდ სხვადასხვაგვარია. ზოგჯერ ორგანიზმის დიდი ნაწილი შეუიარაღებელი თვალისათვის თითქმის უხილავია; ყურადღებას მხოლოდ მისი გამრავლების ორგანოები იქცევს, რომელნიც ახლა ნახსენებ ლამაზების მსგავს წარმოქმნებს შეესაბამება. ისინი ლაქების ან ზოლების ფორმას იღებენ, რითაც მათ მიერ დაფარულ ხის ქერქს სიკრულე უჩნდება.

უფრო ხშირად მლიერებს ქაფისებრი შეხედულება აქვს, რომელიც მოდებულია კლდეების და კაპარის ზღდაპირზე, ან ფორმების სახე აქვთ, რომლის შუა ნაწილი ე. წ. ფესვის საწოვრის საშუალებით მიმაგრებულია, ხოლო ნაპირები წამოწეულია და მეტნაკლებად დაკბილული სახე



სურ. 96 მლიერი Stictia

სურ. 97. ჩამოკიდული მლიერი *Mnium*.

აქვთ (სურ. 95). მლიერების ასეთი ფორმები გვხვდება ქვებზე, ლობებზე, ხის ქერქზე, პირდაპირ მიწაზეც. ასეთია წვრილი რუხი და ყვითელი მლიერები, რომელიც ყოველ ძველ ლობზე გვხვდება (*Physcia* სურ. 95); ასეთია ერთ-ერთი მსხვილი მლიერი, რომელიც არაიშვიათად ტყეში გვხვდება, განსაკუთრებით წვიმის შემდეგ და ყურადღებას იქცევს ხელისგულისოდნა ტყავისებრ ფირფიტებით, რომელნიც გაფენილია ხავესებს და ბალახებს შორის და კომპოსიტის ფურცლებს მოგვაგონებს, იმ განსხვავებით, რომ მას მჭკპალი მოლურჯო-მოშვანია ფერი აქვს და მოწითალო მრგვალი, ჩვენთვის უკვე ცნობილი ლამბაქები გააჩნია (*Peltigera*).

თითქმის ასეთსავე სიდიდეს აღწევს მლიერი, რომელსაც ფიქისებრ ზედაპირი აქვს (*Mitella* სურ. 96) და არაიშვიათად გვხვდება ხეებზე. უფრო მეტად გაერცელებულია ბუჩქისებრი ფორმები (სურ. 98), რომელიც პირდაპირ მიწაზე ან ხეების ტოტებზე იზრდება და ბოლოს მტკარალა ფორმები, რომელნიც გამზარა ტოტებიდან გრძელი თეთრი წვირის მსგავსად არიან ჩამოკიდული (სურ. 97); ამ ფორმებს მიეკუთვნება უფრო ცნობილი ე. წ. ისლანდიური ხავსი, რომელსაც აქვს მოწითალო სწორედ მღვარი კუთხურად დაყოფილი ფირფიტები (*Cetraria*), და ბოლოს ჩრდილოეთის ყველა მცხოვრებისათვის ცნობილი ირმის ხავსი, (*Cladonia* სურ. 98), რომლითაც

ძალიან დიდი ფართობია დაფარული. მისი წვრილად დარტყანიებული პატარა ბუჩქები სინეტეში კმნიან დრეკად მორუხომწვანე, ხოლო გვაღვის დროს — ფეხქვეშ მოტკაცუნე, ორცხობილასავით მსხვრეველ თითქმის თეთრ ბალიშებს. ყველა მლიერიდან ამ უკანასკნელს აღამიანისათვის ყველაზე და უფრო უშუალო სარგებლობა მოაქვს — იგი ჩრდილოეთის ირმის საკვებს წარმოადგენს, ირემი მას გლეჯს თოვლის საფარს ქვეშედან. დიუშალი თავის წიგნში უეიდურეს ჩრდილოეთში მოგზაურობის შესახებ აღწერს ირმებს, რომელნიც იმდენად არიან ჩაფლული თოვლში, რომ თოვლის ზედაპირზე მხოლოდ მათი მოკლე კუდები მოსჩანს.

მლიერების ადგილს სხვა მცენარეების მიმართ ჩვენ შემდეგ თანმიმდევრულ შედარებებით ვამოვარკვევთ. ყველა მცენარეებს ჩვენ ვყოფთ ისეთებად, რომელნიც იძლევიან ყვავილებს და თესვებს და ისეთებად, რომელთაც უკანასკნელი არ გააჩნიათ — ეს იქნება უყვავილო ანუ სპოროვანი მცენარეები, ვინაიდან თესვების მაგივრად ისინი კმნიან ე. წ. სპორებს, ე. ი. უჯრედებს, რომელიც მტერსავით იფანტება. მაგალითად ასეთია მტერი, რომელიც ცვივა ზოგაერთ გვირგვინ ფოთლების ქვეშა მხარეზე მოფენილ მოწითალო გროვებიდან; ასეთია მონაცრისფრო ყვითელი ფერის მტერი, რომელიც ცვივა ზეულებრივ გართხმულ ლიკოპოდიუმების სწორად ამოშვარი ამოშვარი დროს თავთავეებიდან. ლიკოპოდიუმები ყოველ შემთხვევაში უხვად გვხვდება ბაზარზე. მას ხავსთან

სურ. 98. *Cladonia*.

და მლიერებთან ერთად ხმარობენ მოსართავად სახამართო ჩარჩოების ჩადგმის დროს. ეს ფხვნილი, რომელსაც არა სწორად ლიკობადიუმების თესლს უწოდებენ—ლიკობადიუმის სპორებს წარმოადგენს. ის აფთიაქში აბების მოსაყრელად იხმარება. მლიერები არ ქნნიან არც კვირილებს, არც თესლებს; მაშასადამე, ჩვენ მათ სპორიდან მცენარეებს მივაკუთვნებთ, მაგრამ სპორიგანი მცენარეები თავის მხრივ ორ დიდ ნაწილს ჰქმნიან. ზოგიერთებს, როგორც მაგალითად, ახლა ნახენებ გვირგვინს და ლიკობადიუმებს და აგროფი ხავსებსაც, ორგანიზაციის სირთულე გამოხატული აქვთ მით, რომ გააჩნიათ გარკვეულად გამოიზოლირებული ლერო და ფოთლები. არაფერი ამის მსგავსი არ გვაქვს სოკოებში, წყალმცენარეებს და მლიერებში—აქედან გასაგებია, თუ რა დიდი შეცდომაა უკანასკნელთათვის ხავსების წოდება, მათი არევა ნამდვილ ხავსებთან, რომლებშიც მუდამ შეგვიძლია გავარჩიოთ ღერო და მწვანე ფოთლები. სწორედ ისევე, როგორც მლიერებს უმართებულად ხავსებს უწოდებენ, სიტყვა „წყალმცენარეს“ ბოტანიკოსისათვის გაცილებით უფრო გარკვეული და შემოფარგლული აზრი აქვს, ვიდრე მას ჩვეულებრივ ლაბორატორის აძლევენ.

არაბოტანიკოსისათვის წყალმცენარე არის ყველაფერი ის, რაც წყალში იზრდება; ბოტანიკოსისათვის წყალმცენარეების კლასი შეიცავს წყალში მცხოვრებ მხოლოდ იმ მცენარეებს, რომელნიც მრავლებიან სპორებით და არ აქვთ აშკარად გამოხატული ღეროები და ფოთლები. ჩვენი მდინარეების და ტბორების მტენარ წყალში არსებულ მცენარეებიდან უკანასკნელს მიეკუთვნება ის, რასაც ჩვეულებრივ ლაბორატორის დროს უსაფუძვლოდ საფლობს უწოდებენ. მაგრამ ვინც ყოფილა ზღვის, განსაკუთრებით თბილი ზღვის ნაპირას, რასაკვირველია, იცის, თუ რარივ სხვადასხვაგვარია წყალმცენარეების ეს წყალქვეშა ფლორა, რომელიც წარმოდგენილია ხან-ხრტილისებურ, ჩანაგისმაგვარად დატოვილ ყვითელ-წითელ ზორნისებურ ფორმის სახით, რომელიც შორის ჩრდილოეთისკენ ბალტიის ზღვამდე აღწევს (Fucus), ხან უფორმო გამჭვირვალე მწვანე ნაფლებების წარმოადგენს, რომელსაც არაიშვითად ხმარობენ ოსტრების მოსართავად და ზღვის სალათას უწოდებენ (Ulva), და ბოლოს გვხვდება მეტად მრავალნაირი მოხაზულობის და შეფერვის

ე. წ. ძოწული წყალმცენარეები (Florideae), მათ აქვთ ძოწული ფერის ყოველგვარი ელფერი, ნაზი ვარდისფერიდან დაწყებული თითქმის მოშაო ფერამდე და ყოველგვარი ფორმა ბრტყელი ფოთლისებრიდან დაწყებული წვრილად დანაწევრებულამდე, მაშასადამე, სოკოებს, წყალმცენარეებს და მლიერებს ურთიერთშორის საერთო აქვთ ის, რომ მრავლებიან სპორებით და არ აქვთ აშკარად გამოხატული ფოთლები და ღეროები. ისეთ მცენარეულ სხეულებს, რომლებშიც არ არის გამოხატული განსხვავება ღეროს და ფოთლის შორის, ჩვენ თალუსოვნებს ვუწოდებთ. მაშასადამე, ყველა სხვადასხვაგვარი მლიერები, როგორც ბრტყელები, ისე დატოვიანებულები თალუსოვნებს წარმოადგენენ. ამგვარად ჩვენ განვსაზღვრავთ მლიერების ადგილს მცენარეთა საერთო სისტემაში და ვამბობთ, რომ ეს არის სპორიგანი და თალუსოვანი მცენარეები. ამ ნიშნებით ხასიათდება მათი უახლოესი მეზობლები—სოკოები და წყალმცენარეები.

ახლა შევეცადოთ მლიერების უფრო დაწვრილებით დახასიათებას და აღვნიშნოთ სოკოებთან და წყალმცენარეებთან მათი მსგავსება და განსხვავება.

სოკოები, მაგრამ სანამ მათ აღწერას შევუდგებოდეთ, ჩვენ წინასწარ უნდა მოვაგონოთ, რომ ბოტანიკაში ეს სიტყვაც სრულიად სხვაგვარ წარმოდგენას იწვევს, ვიდრე ჩვეულებრივ ცხოველბაში ეუკავებრებთ მას. იმ დროს, როდესაც სიტყვა „წყალმცენარეს“ მეცნიერებმა უფრო შემოფარგლული მნიშვნელობა აქვს, სიტყვა „სოკო“—მეცნიერებაში გაცილებით ფართო გავებით იხმარება. არაბოტანიკოსისათვის სოკოები—ეს ბუნების ის წარმომქნებია, რომელიც ჩვეულებრივ შესდგებიან ფეხისა და ქულისაგან, იყოფიან ორ ზოვად კატეგორიად: საქმეები და შხამიანები. მაგრამ ბოტანიკოსი ამ სოკოებში, ჯერ ერთი ხედავს სოკოს მივლი ორგანიზმის მხოლოდ ნაწილს, ხოლო მეორეც, სოკოების და მათ მსგავსთ გარდა იგი ამ კლასს აკუთვნებს მრავალ ისეთ ორგანიზმებს, რომელთაც ჩვეულებრივ ლაბორატორის დროს ან ობს უწოდებენ, ან საერთოდ უსახელოდ სტოვებენ, და მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც აღმანიშნისათვის მათ რაიმე ზინი მოაქვს, რაიმე სახელს აკრძებენ, ასეთებია ირვარო, გულაფუშა და ჩვენი კულტურული მცენარეების სხვა დაავადე-

ბანი. სოკოში საქმელად იხმარება მხოლოდ ღისი გამრავლების ორგანო, მისი ეპიტელური ნაწილი კი შედგება თეთრ, ოდისმაგვარ მისისაგან, რომლის ძაფებით ჩაქსოვილია სოკოს ფეხის ირგვლივ მოთავსებულ ნიადაგში. ეს დაბე, ე. წ. მიცელიუმი, ყოველმხრივ იზრდება ისე, რომ არა-იშვიათად გვხვდება ნიადაგის ზედაპირზე სოკოების ქუდები, რომლებსაც ეძინება ყოველწლიურად მომატებული ე. წ. ქაჯის რგოლები (Hexenrings), როგორც ამის გერმანელები უწოდებენ ან და fairy rings (ჯადოსნური რგოლები), ინგლისელები მიხედვით. ხელოვნური ძლიერ განოყვრებული ნიადაგი, რომელშიც სოკოს მიცელიუმის ძაფები არის ჩაქსოვილი წარმოადგენს იმას, რასაც ჩვენ ქამა სოკოს ბუდეს ვუწოდებთ. მაშასადამე, ის, რასაც ჩვენ ჩვეულებრივ სოკოებს ვუწოდებთ, სოკოს მთელ ორგანიზმს კი არ შეესაბამება, არამედ მხოლოდ მის გამრავლების ორგანოს წარმოადგენს. ე. ი. ის აღგლია, სადაც მოთავსებულია მისი სპორები. ამ უქანსკნელ ფაქტოს დარწმუნება შეტად ადვილია, ქამა სოკოს ფეხს მოვაგლოჯოთ ჰქდაკი და თეთრი ქაჯალდის ფურცელზე დაედოთ ისეთივე მღვამარობაში, ოპბლშიაც იგი მოთავსებული იყო ფეხზე, ე. ი. მის ქვემო ზედაპირზე სხივონსურად დალაგებულ ფირფიტებთან შექმოთკენ. ერთი დღის, შეიძლება რამდენიმე საათის შემდეგ, როგორც კი სოკო შექნება, ქაჯალზე ჩვენ შევაჩვენეთ ამ სხივონსურად დალაგებულ ფირფიტების სრულ აღნაბეჭდს, ასეთისავე დალაგებულ მუქი ზოლების სახით. ეს ზოლები შექმნილი იქნება ჩამოცივებულ სპორების ფეხნილით. თუმცა უნდა ითქვას, რომ სპორების არსებობაში დარწმუნება ყველა სოკოზე ასე ადვილად არ შეიძლება. ხარისფაშეაში ასეთი ხერხით ჩვენ სპორებს ვერ აღმოვაჩინებ და ამის მიზეზი არის ის, რომ სპორების სანაყოფოზე უშუალოდ კი არ არიან დალაგებული, არამედ მოთავსებულნი არიან გრვით წოდებულ პარკებში. თუ ჩვენ ხარისფაშეის თავის გარეთა დანაკებულ ზედაპირიდან ამოვჭრით თხელ ნაჭერს და გავსინჯავთ მიკროსკოპის საშუალებით, მაშინ დაინახავთ მოგრძო გამჭვირვალე პარკების რიგს, და თითოეულ მათგანში რვა-რვა უჯრედს—სპორებს. საესებით მსგავს აგებულებას ვნახავდით ჩვენ, თუ მიკროსკოპით გავსინჯავდით თირკმელა სოკოს თხელ ნაჭერს, მხოლოდ აქ

სპორების შემცველი პარკები ხარისფაშეის მსგავსად ზედაპირზე კი არ არის, არამედ მოთავსებულია შიგნით იმ ძარლებების ვასწერო, რომელნიც მარმარილოს მსგავს შეხედულებას აძლევენ თირკმელა სოკოს ანათალს.

სოკოებს, რომელთაც ხარისფაშეის და თირკმელა სოკოს მსგავსად სპორები მოთავსებული აქვთ პარკებში, ჩანაიან სოკოები ეწოდება. შეეჩრდეთ სოკოების აგებულებას და ცხოველების კიდევ ორ თავისებურებაზე, რომელნიც ყველაზე კარგად ახასიათებს მათ. თუ ჩვენ მიკროსკოპის ქვეშ გავსინჯავთ სხედასახ სოკოების სხედასხვაგვარ ორგანოებს, შევაჩვენებთ, რომ მათ აგებულებას შემდეგი თავისებურება ახასიათებს. იმ დროს, როდესაც სხეა მცენარეებში უჯრედები იყოფიან ყველა სამი მიმართულებით, იძლევიან როგორც ყვარძლებულ ისე ბრტყელ და სხეულებრივ ფორმებს, ე. ი. ღრუში ახ კედელში აგურის მსგავსად დალაგებულნი არიან, სოკოების უჯრედები იქნებიან სიგ-ტებე და ამ სიგარდის სფერის ვანივ მიმართულებით იყოფიან. ამგვარად, სოკოები შესაძლებელია მხოლოდ ძათისებრი ან ძლიერ ოდის ნაღების მსგავსად დატოტიანებული ძათისებრი ფორმისა ყოფილიყო და არ შექმნილიყო მკვირვი სხ. უფობრივი ფორმები, რომ არ ხდებოდეს ქეჩის ბეწვების მსგავსად ამ გრძელი უჯრედების ურთიერთ გადახ-არ და მეტნაკლებად მკვირვი მასების შექმნა, რაც ზოგჯერ შეტად დიდ ზომას და სიმკვირვეს აღწევს.

თუ სხვა მცენარეების მიკროსკოპული აგებულება ჩვენ შევიძლია აგურის ნაწენის მივამსგავსოთ, სადაც ცალკეულ უჯრედს აგურის როლი მიეკუთვნება, სოკოების მიკროსკოპული აგებულება უჯრედებისა შევადაროთ ქეჩას, რის გამოც მათ ქსოვილს შეჩაა სახელწოდება „ქეჩისებური“—ეს ქეჩა შეიძლება იყოს ფაშარი ან მკვირვი, სადაც მისი შემადგენელი ძაფები (ფიფები) ერთმანეთთან მჭიდროდ იქნებიან დალაგებული, მაგრამ ამისდა მიუხედავად, მკვირვი, ქეჩისებრ ქსოვილს ისეთივე წარმოშობა ექნება, როგორც ფაშარ ქეჩისებრ ქსოვილს.

მაშასადამე, ქეჩისებრ ქსოვილში ჩვენ ვხედავთ სოკოების ორგანიზაციის ერთ-ერთ ყველაზე დამახასიათებელ თავისებურებას. მეორე უფრო მნიშვნელოვანი და ღრმა თავისებურება, რომელიც დაკავშირებულია სოკოების სიტოცხლესთან,

ეს არის მწვანე შეფერილობის არ არსებობა, იმ ნივთიერების ე. ი. ქლოროფილის უქონლობა, რომელზედაც დამოკიდებულია მცენარის მწვანე ფერი; ამ ნივთიერების არ არსებობაში ჩვენ უნდა დავანახოთ კველაზე მნიშვნელოვანი თავისებურება, რომელიც განასხვავებს სოკოების კლასს, როგორც მთლიან მის მეზობელ კლასისაგან— წყალმცენარეებისაგან. მე ვამბობ მნიშვნელოვანი თავისებურებაა, იმიტომ, რომ აქვს, როგორც ბუნებაში საერთოდ, ჩვენ ვერ ვიპოვით რაიმე აბსოლუტურად განმასხვავებელ თავისებურებას, რომელიც გამოაცალკებდა სოკოებს წყალმცენარეებისაგან. მაგალითად საემპირიო მიუღიითთა ბაქტერიებზე, რომელთა ნაწილს ბოტანიკოსები სოკოებს აკუთვნებენ, მეორე ნაწილს კი წყალმცენარეებს. სოკოებში ქლოროფილის არ არსებობაში მდგომარეობს მათი არა მარტო ყველაზე თვალსაჩინო, არამედ ყველაზე ღრმა ფიზიოლოგიური თავისებურება, რაც მათ სიცოცხლეს ანსხვავებს წყალმცენარეების სიცოცხლისაგან. მაგრამ წინასწარ რამდენიმე სიტყვა კიდევ ვთავაზობ წყალმცენარეების შესახებ.

როგორც სახელწოდება ვეიტკიცებს, ისინი მუდამ წყალში ან მეტად ნეკრობი ნიადაგზე გვხვდებიან. დანესტიანებულ და გამწვანებულ კედლის ძირას თუ ცოტას მოთუხიკავთ, სხვა მიკროორგანიზმებს შორის ჩვენ უსათუოდ ვნახავთ სფერულ უჯრედებს, რომელთა შიგთავსი ბალახისფერი ან ლურჯ-მწვანეა. ეს უჯრედები ან გაფანტული ცალ-ცალკე, ანდა ჯგუფურ-ჯგუფად არის ჩაწყობებული უფრო ლორწოში. შეიძლება შეგვხვდეს მწვანე ძაფები, რომელიც განივი ძიბვებით უჯრედებად არის დაყოფილი. ისინიც ლურჯ-მწვანე შიგთავსი შეიცავენ. დავთავაზობთ რომ მდინარის სველი ნაპირს ბალახი, ნესტიან მიწაზე ძალიან ხშირად შეგვხვდება ბატარა მუხუდოს მარცვლისოდენა ან ცოტა დიდი ლორწოვანი გუნდები, მათ მომრგვალო-დატოტილი ან სახეებით სფეროსებრი ფორმა აქვთ; თუ ამისთანა გუნდს მიკროსკოპის ქვეშ ვაჭერსავთ, ვნახავთ, რომ იგი შესდგება კრიალოსანისმაგვარ ძაფებისაგან, გორგლად დახვეულ ლურჯ-მწვანე უჯრედებისაგან, რომელნიც საერთო გამჭვირვალე ლორწოშია ჩაძირული. ბოლოს ავიღოთ მწვანე სახეობა ან მოფხვიკოთ წყლის აქვეშა ქვების, ან სხვა სახეობის ზედაპირი, აქვს კერძო

ენახათ სწორ ძაფებს, რომელნიც შესდგებიან უჯრედების გასწვრივ რიგისაგან ან ძლიერად დატოტიანებულ ლულისებრი უჯრედებისაგან, ამ უჯრედებსა აგრეთვე მწვანე შიგთავსი აქვთ. ზღვის წყალმცენარეებში, როგორც ვნახეთ, განსაკუთრებით ნაპირიდან დაშორებასთან ერთად, ღრმა წყალში ჩვენ შეგვხვდება უკვე არა მწვანე, არამედ სხვაგვარი რუხი—ძოწეული შეფერვა, მაგრამ ძნელი არ არის დავარწმუნებთ იმაში, რომ ეს შეფერვა მხოლოდ ნიღბავს ამ ორგანიზმების მწვანე ფერს. ძალიან ხშირად ნაპირზე გამოირყეოთ ძოწეული წყალმცენარეები კნობის დროს ამჟღავნებენ მწვანე ფერს; ქლოროფილის არსებობა უფრო ადვილად შეგვიძლია აღმოვაჩინოთ ასეთ წყალმცენარეების სპირტის ნაყენის გაკეთებით, სპირტი შეიღებება მწვანედ. მაშასადამე, წყალმცენარეები სოკოებისაგან განსხვავდებიან იმით, რომ მათ გააჩნიათ ქლოროფილი. მაგრამ წყალმცენარეები სოკოების მსგავსად სპორთან-თალსოვან მცენარეებს მიეკუთვნება.

ჩვენ ვნახეთ თუ ზოგიერთ სოკოებში რა ადვილია სპორების ნახვა; ზოგჯერ ასევე ადვილია სპორების ნახვა წყალმცენარეებშიც, განსაკუთრებით ისეთებში, რომელიც ინფუზორიების მსგავს მოძრაუ სპორებს ე. წ. სპორისპორებს წარმოშობენ. მაგალითად ავიღოთ ჩვენს მიერ უკანასკნელად ნახსენები წყალმცენარე, რომელიც ნაზი ბუჩქების სახით ფარავს წყალქვეშ მოთავსებულ საგნებს და რომელიც შესდგება მწვანე, ძლიერ დატოტივილ ლულისებრ უჯრედებისაგან (Vauheria). იგი ფრთხილად გავრცობთ, იმისათვის, რომ მოვაშროთ ყველა სხვა წყალმცენარე, რომელიც შეიძლება მოპყვეს მას. შემდეგ შევიინახოთ სუფთა გამჭვირვალე წყლიან ჰეილი და დავდგათ ფანჯარაზე. მეორე დღეს დილით ჩვენ შევაჩვენეთ წყლის ზედაპირზე, სინათლისაქვე მიქცეულ მხარეზე მუქ-მწვანე ფერის ზოლს, შევანჯღრიოთ წყალი და ზოლი გაქრება, წყალში გაიფანტება. გავაჩერებთ კიქას და მწვანე ზოლი ისევ გაჩნდება, მოვაბრუნებთ კიქას ისე, რომ ზოლი ოთახისაქვე მოექცეს, რამდენიმე ხნის შემდეგ შევაჩვენეთ, რომ ზოლი ძველ ადგილს დაუბრუნდება, ე. ი. მიუახლოვდება სინათლეს. მიკროსკოპი გვიჩვენებს, რომ ეს ზოლი შესდგება თავისუფალ წყალში სწრაფად მოძრა უჯრედებისაგან. ეს უჯრედები მოძრაობენ სინათლისაქვე, სწორედ ისინი წარმოადგენენ ამ წყალმცენარის მოძრა

სპორებს. მეტნაცლებად ხანგრძლივი მოძრაობის შემდეგ, ისინი ჩერდებიან, ქნინან უფერო წანა-ზარდებს, რომელთა საშუალებით უმაგრდებიან ნიადაგს და აძლევენ საწყის ახალ მცენარეს.

ამგვარი ჩვენ ვიგებთ, რომ მტკნარ წყლის ბევრ წყალმცენარეს მოძრავ მწვანე სპორების წარმოშობის უნარი გააჩნია, ხოლო ყველა წყალ-მცენარისათვის დამახასიათებელია ქლოროფილის მწვა ა ფერი.

წყალმცენარეებში ქლოროფილის არსებობა და სოკოებში ნისი არ არსებობა—მათი სიცოცხლის ხასიათის გამსაზღვრელია—მასში გამოხატულია ყველაზე ღრმა, ძირითადი, ფიზიოლოგიური ანტიოთხა, როგორც კი შეიძლება შეგვეხედეს მცენარეთა სამყაროში.

სოკოებს მხოლოდ მზა ორგანული საკვებით კვება შეუძლიათ, იმიტომ არის, რომ ისინი გვხვდებიან ნეშომპალით მდიდარ ნიადაგებზე, ხოლო ისეთი სოკოები, რომლებსაც მოშენებას, აწარმოებენ, მაგალითად თირკმელა სოკოები, მხოლოდ ძალიან განოყიერებულ ნიადაგზე ვითარდებიან, როგორც ვიცით, ომი ვითარდება სხვადასხვა საკვებ ნივთიერებებზე: ნაყოფებზე, პურზე, მურბაზე. ბოლოს მრავალი მიკროსკოპული სოკოები იწყებენ ჩვენი კულტურული მცენარების დაავადებებს და იკვებებიან ამ მცენარეების ხარჯზე, სხვა მცენარეების გარეშე სოკოებს არსებობა არ შეუძლიათ. ისინი სხვა მცენარის ხარჯზე იკვებებიან ან უშუალოდ, როგორც პარაზიტები, ან არაპარაზიტები, როგორც სპოროფიტები, რომელნიც იკვებებიან მცენარეების ან ცხოველების ნარჩენებით. მაგრამ თუ სოკოების არსებობა სასებობით დამოკიდებულია იმ სხვა მცენარეების არსებობაზე, რომელნიც მათ პირდაპირ ან არაპირდაპირ აწვდიან საკვებს, მეორეს მხრივ სოკოების არსებობა არ არის დამოკიდებული ყველა მცენარისათვის აუცილებელ პირობაზე—მზის სინათლეზე.

რა თქმა უნდა, ზედმეტია ლაპარაკი თირკმელა-სოკოზე, რომელიც პირდაპირ მიწის ქვეშ იზრდება, ვიცით რომ ქანა-სოკოს მოშენება ბნელ სარდაფებში წარმოებს. ახლა პარიზის

კატაკომბებში და რიემისის მახლობელ ფართო ქვისსამტებლოებში რამდენიმე ზოლის მანძილზე მოდენილია ქება - სოკოები, მაგრამ სოკოების ხელოვნურად გამრავლება ალბათ უფრო ფართო გამოყენებას პოუვებს. ამ ორგანიზმების ძირითად თავისებურებებიდან გამომდინარეობს ჩვენს კულტურაში ის ეკონომიური როლი, რომლისთვისაც ალბათ ისინი არიან მოწოდებულნი. ვინ იცის მომავალი, როდესაც გაქირავება აღამაზნა ასწავლის მიწის ყოველი მტკაველის უტილიზირებას, სოკოების მოშენებასაც თავისი მნიშვნელოზ მიენიკება, ეინიდან ძნელი არ არის იმის გაგება, რომ ჩვენი ტყეებით დარჩილული უდიდესი ფართობები, რომელნიც სინათლის ნაკლებობის გამო სხვა კულტურებისათვის უეარგისია, შესაძლებელია გამოყენებული იქნეს სოკოს კულტურისათვის. რა დღია ამ ორგანიულ ნივთიერების რაოდენობა, რომელიც ჩამოკეცვულ ფოთლების და სხვა ნარჩენების სახით ლეება და დაეანგვის შედეგად ნახშირბადის სახით ხელახლა უბრუნდება ატმოსფეროს. გასაგებია, ადამიანისათვის გაცილებით ნაყოფიერი იქნებოდა, რომ ეს ბოუნვა უფრო რთული გზით წარმართულიყო, რომ ეს ორგანული ნივთიერება ჯერ გადაქცეულიყო სოკოდ, გველო ადამიანის ორგანიზმში, რითაც სასარგებლო მუშაობას შესასრულებდა და ისე დაუბრუნდებოდა ატმოსფეროს*.

სოკოების პირდაპირ საწინააღმდეგოს წარმოადგენენ წყალმცენარეები; მათ შეუძლიათ იარსებონ წყალში, რომელშიც სრულიად არ არის ორგანული ნივთიერება, არაორგანული მარილებიც მტკად მტკირ რაოდენობითაა, მაგრამ სამაგიროდ მათ არ შეუძლიათ იარსებონ უსინათლოა. მზის სინათლის და ქლოროფილის ზეგავლენით ისინი შოიან პაერის ნახშირორგანუს, მისგან გამოჰყოფენ ენებადს, ხოლო ნახშირბადისგან ქნინან ორგანულ ნივთიერებას, როგორც ჩანს, თავდაპირველად სახაზებელს. ყოველივე ამაში დარწმუნება მტკად აღვილია. ავილოთ ჩვეულებრივი მდინარის წყალი, უმჯობესია მას მივუმატოთ შეშუშნა, მაგალითად ზელტერის ნახ-

* აქვე აღვნიშნავ, რომ მცენარეების შეხედულებები სოკოების ნივთიერების შესახებ მტკად განსხვავებულია. ანალიტიკური თვალსაზრისით, ვინაიდან სოკოების ნივთიერება მტკად მდიდარია ცილებით, შენაერთებით, იგი ნოყიერად უნდა ჩაითვალოს. მაგრამ ეს დასკვნა, როგორც ჩანს, ვერ არის გამტკიცებული ფიზიოლოგიური მონაცემებით. შესაძლებელია ეს წინააღმდეგობა დამოკიდებული იმაზე, რომ უახლოეს გამოკვლევებს მიხედვით, სოკოებს ცილეთანი ნივთიერება სოკოს ქსოვილში შეიღდრო უკუშირდება უჯრედის.

შირშიყავს შემცველი წყალი, საფლობის პატარა კრანა და გაეღვათ სინათლეზე. მალე შევაძრწვეთ, რომ ჩვენი საფლობი თითქმის აქავეღება ე. ი. მისი ზეღაპირი დაფარება წყრილ ბუშტუკებში და ზემოთ ამოცურდება; ეს ბუშტუკები წყალმცენარის მიერ გამოყოფილი ეანგზაღბია. ამავე დროს მიკროსკოპის დახმარებით ჩვენ შეგვიღლია დავრწმუნდეთ, რომ წყალმცენარის უჯრედების ქლოროფილის მწვანე მარცვლებში წარმოიშეება სახამებელი, თუ იგი მანამდეც არ არსებობდა. ამგვარად ჩვენ ვრწმუნდებით, რომ წყალში გახსნილი ნახშირმჟავა დამიწალა, მისი ეანგზადი გამოყოფი ბუშტუკების სახით, ხოლო ნახშირბადი დამიწარჯა ორგანულ ნივთიერების . სახამებლის შესაქმნელად. ეს პროცესი სინათლის ზემოქმედებით მცენარის ყველა მწვანე ორგანოებში სწარმოებს. ამიტომ არის, რომ ამ მცენარეებისათვის საჭირო არ არის მზა ორგანული საკვები, მათ შეუძლიათ მზის სინათლის ზეგავლენით თვით გამოიმუშაონ იგი. სოკოებში ამის მსგავსი არაფერი არ ხდება. მაშასადამე, ია რაზე დავიყვანება ანტიოთება სოკოების და წყალმცენარეების კლასებს შორის: ერთნი დამოკიდებული არიან მზა ორგანულ ნივთიერების არსებობაზე, მაგრამ სამაგიეროდ არ არიან დამოკიდებული სინათლეზე; მეორენი არ საჭიროებენ მზა ორგანულ ნივთიერებას, მაგრამ საჭიროებენ სინათლეს, რომლის დახმარებით ჰაერისა და ნიადაგიდან მიღებულ არაორგანულ შენარეობიდან თვით გამოიმუშავენ ორგანულ ნივთიერებას.

შესაძლებელია დიდი ხანია მზად ხართ მომავონთ, რომ დაპარაკი იყო მღიერებზე, ჩვენ ეი ვადავუხვებით და დავიწყეთ სოკოებსა და მწვალმცენარეების შორის სხვაობის შესწავლა. მაგრამ საქმე იმაშია, რომ ამ გზით ჩვენ სწორედ მიედლოდით მიზნისაკენ, მღიერების ორგანიზაციის თავისებურების გაგებისაკენ. მართლაც, თუ მიკროსკოპულად გამოიკვლიეთ ჩვეულებრივ ნებისმიერ მღიერს, დავრწმუნდებით, რომ მას ისეთივე აგებულება აქვს, როგორც სოკოებს, ე. ი. ყველა თავის ნაწილში ქერიანები ქსოვილისაგან შესდგებიან, რომელიც ხან ფაშარს და ხან უფრო მკვრივია. კიდევ მეტი, თუ ჩვენ უკრადლებას მათ გამრავლების ორგანოებს, მათ სპორებს მიეაქცევთ, მაშინ ვნახავთ, რომ ისინი სწორედ ისევე წარმოიშეებიან, როგორც ჩვენს მიერ ჩანთიანებალ წოდებულ სოკოებში ვნახეთ. გამოვი-

კვლიათ ის ლამბაქები, რომელნიც ასე ნათლად მოსჩანან ძველ ლობეების მფარავ ყველაზე ჩვეულებრივ მღიერში (სურ. 95).

მათრაც ამოკვეთათ თხელი ვანივი ნაქერი და მიკროსკოპის ქვეშ ვნახავთ რვა სპორის შემცველ ისეთსავე მოგრძო ჩანთებს, როგორც ეს ხარისფაშავში ვნახეთ. ეს მსგავსება კიდევ უფრო სოკოების იქნება, თუ ჩვენ მღიერებს შევადარებთ არა ხარისფაშავებს, არამედ სხვა წყრილ სოკოს, რომელსაც ლათინურად *pesis* აწოდებენ. ამ უკანასკნელში ჩვენ ასეთსავე ლამბაქისმგავარ ორგანოებს ვნახავთ, რომლის განაქერზე ვიპოვით ისეთივე რვა სპორის შემცველ პარკებს, როგორც მღიერებში იყო. ერთი სიტყვით, მღიერების და სოკოების გარკვეულ ჯგუფში, სახელდობრ ჩანთიანების მიკროსკოპული აგებულების მსგავსება იმდენად დიდია, რომ ზოგიერთმა ბოტანიკოსმა და მათ შორის ჩვენმა პროფესორმა ბექტერემა — უარყვეს მღიერების, მცენარეთა დამოუკიდებელი კლასის სახით არსებობა, როგორც ეს მიღებული იყო. ბექტერემა მათ ადგილი გამოუნახა ჩანთიან სოკოების კლასში. სოკოებთან მსგავსება კიდევ უფრო თვალსაჩინო გახდა, როდესაც ნაპოვნი იყო ისეთი მღიერები, რომლებშიც სპორების წარმოშობა ისევე სწარმოებს, როგორსაც ვხვდებით ჩვეულებრივ ქულიან სოკოებში (ბაზილიალურებში მარკინიერული ნომენკლატურის მიხედვით). ე. ი. არა ჩანთებში, არამედ გასაქურებულად განვითარებულ სოკოს ძაფების ბოლოებში გადატიხვრის საშუალებით.

მაგრამ თუ მღიერები თავის აგებულებით ისე ახლო დგანან ზოგიერთ სოკოებთან, რომ მათი გარჩევა ეი შეუძლებელია, საპაგიეროდ თავის ფიზიოლოგიური თავისებურებებით მკვეთრად განსხვავდებიან მათგან.

იმ მღიერების კვების შესახებ, რომელნიც ხის ქერქზე ცხოვრობენ, რასაკვირველია, გარკვეულად ვერას ვიტყვით, ამისათვის ჯერ კიდევ საჭიროა ცდები, მაგრამ მღიერების ნომინელდვანი ნაწილი ცხოვრობს ისეთ პირობებში, სადაც გამოკრებულთა მზათორგანულ საკვების არსებობა. მღიერები პირველნი ჩნდებიან შიშველ კლდეების ზეღაპირებზე ან ქვიშაზე, სადაც სხვა მცენარეულთა არ არის, ექიდებიან კედლების გულზე ზეღაპირს, შლიან მათ ჯიშებს, ხელს უწყობენ მის გამრავლებას და ამზადებენ ნიადაგს სხვა

უფრო რთული ფორმისათვის — ხავეცებისათვის და ბოლოს ყვავილოვან მცენარეებისათვის.

ისეთი აზრით კი არსებობს, რომ მლიერებს შეუძლიათ დასახლდნენ ისეთ ნიადაგზე, რომელიც, როგორც ჩანს, მცენარეებისათვის გამოუსადეგარია. მაგალითად მინის სადა ზედაპირზე. მლიერები პოულობენ ძველ ვითიურ ეკლესიების ფანჯარების მიწებზე. შესაბამისად უნაყოფო ზედაპირზე დასახლების და მათზე დამშლელად მოქმედების უნარი დაკავშირებულია მლიერის მთორე, შესანიშნავ თვისებებურებასთან — მათში ერთ-ერთ ძლიერ ორგანულ მეთვის — მეთუნ - მეთვის მნიშვნელოვანი რაოდენობით არსებობასთან. ზოგიერთ მლიერებში მთელი მშრალი წონის ნახევარს მეთუნ-მეთვას მარილები შეადგენს. აღმათ ეს სიმრავლე უწყობს ხელს მთის ჯიშების გახსნას, და მართლაც ქვიხისებრი ქსოვილის ზედაპირზე პოულობენ მეთუნ-მეთვა კიბრის ნადებს, რომელიც ალბათ წარმოიშვა მთის იმ ჯიშების დაშლის შედეგად, რომელზედაც დასახლებულია მლიერები.

თავის მხრივ მლიერების ეს თავისებურება ალბათ დაკავშირებულია მათში სუნთქვის პროცესის დროს შემჩნეულ თავისებურებებთან. იმ დროს, როდესაც მცენარეთა დიდი ნაწილის სუნთქვა ეანგზადის შთანთქმასა და დაახლოებით იმავე მოცულობით ნახშირმეთვას გამოყოფაზე დაიყვანება და ამ დროს მთელი ეანგზოული უკან ნახშირმეთვას სახით გამოყოფა — მლიერების სუნთქვის დროს ნაკლები ნახშირმეთვა გამოყოფა, შთანთქმულ ეანგზადთან შედარებით, ამასთანავე ეანგზადის მნიშვნელოვანი ნაწილი ორგანიზმის მიერ შეითვისება და გროვდება მასში. აღმათ იგი მეთვეების წარმოშობას უნდა ემსახურებოდეს.

ყოველივე ნათქვამი საქმარისია იმისათვის, რომ დავრწმუნდეთ, მლიერების და სოკოების ცხოვრების შორის განსხვავებაში. სოკოები მზა ორგანულ საკვებს მოითხოვენ, მლიერები კი სახლდებიან უნაყოფო ნიადაგზე, რომელიც არ შეიცავს ორგანულ ნივთიერებას — როგორც ჩანს, მათ თვითონ გააჩნიათ მისი გამოიმუშავების უნარი. მაგრამ ჩვენ არა ერთხელ ვთქვით, რომ ეს უნარი ქლოროფილის არსებობასთან არის დაკავშირებული. მხოლოდ იმ მცენარეებს, რომელნიც შეიცავენ ქლოროფილს, ნუშტობა მზის სიბიის ზეგავლენით დაშალონ ნახშირმეთვა, რომელიც ყველგანაა, წყალში თუ ჰაერში გაფრცხლებული

და ნახშირბადის წყაროს წარმოადგენს. ამ წესს გამოწველის არ აქვს. მას მლიერების მავალითაც ამტკიცებს. სოკოს ქსოვილის უჯრედებს შორის ყოველ მლიერში გვხვდება სხვა ტიპის უჯრედებიც, რომელთაც მწვანე უფერი აქვთ. მათ მქილრო განუწყვეტელი კავშირი აქვთ ქვიხისებრი ქსოვილის უფრო უჯრედებთან, და უფრო ხშირად მენტანკლებად სქელ შრეს ქმნიან მლიერის გარეთა ზედაპირის ქვეშ. შესაბამისად ისინი უნებლით ზოგიერთ წყალმცენარეს მოკვავებენ; მათ ხან სფერული ფორმა აქვთ (სურ. 100). და უწესრიგოდ არიან გაფანტული, ხან ჯგუფგვლად არიან შეერთებული ან კიალისთან ჰგავან, ხან გაფრცხლებული ფორმა აქვთ და სწორ ჰაერით ან დატოტიანებურ რიგებს ქმნიან (სურ. 99). ყოველი ამ ფორმათაგანი შესაძლებელია რომელიმე ცნობილ წყალმცენარისათვის მივყვავებდინა.

ამ მწვანე (ზოჯგერ მოლურჯო მწვანე, რუხი), ქლოროფილის შემცველ უჯრედებს განსაკუთრებულ თერმონით აღნიშვნა: მათ გონივრების უწოდებენ. ბევრი შრომა დასკურდათ ბოტანიკოსებს, მანამ შესაძლებელი გახდა მათი გეგმარით მნიშვნელობის გარკვევა. მაგალითად ერთმა გერმანელმა ბოტანიკოსმა შევნიშნა დაიდა მხოლოდ დახარჯა იმის დასამტკიცებლად, რომ ეს მწვანე უჯრედები სოკოს მათზე იზრდება — ფიქტი, რომელიც შემდეგ არასწორი გამოდგა, რომ ეს უნიდები დასვებთ მიემსგავსებიან წყალმცენარეს, რომ ზოგიერთი მლიერები მლიერის სოკოსებრ დაფებით გადახლართულ მათიგებრ წყალმცენარეს მიემსგავსებიან (სურ. 100), ამაზე მივითითებდა ცნობილი გერმანელი ბოტანიკოსი. სპეციალისტი სოკოების საკითხში დეზარ; ზგერა გადამწყვეტი გარემოება. რომელმაც აჩქალა ბოტანიკოსები შეეცალათ მლიერების შესახებ საუქუნეების მანძილზე გაბატონებული შეჩედვლება, იყო ორი რუსი ბოტანიკოსის — ფომინციანის და ბარანციის შესანიშნავი აღმოჩენა. ამ მცენარეებმა შესწავლეს ზოგიერთი შორის ქსოვილის წყალში ხანგრძლივად დასველების საშუალებით გამოცალკევებინათ მწვანე უჯრედები, გონივრები და აღმოჩნდა, რომ მათი მსგავსება წყალმცენარეებთან უფრო სრულია, ვიდრე მისალოდნელი იყო. აღმოჩნდა, რომ უჯრედებს, რომელთაც ამგვარი საშუალებით გამოცალკევებთ გარემოებებზე მლიერის სოკოს მათიგებრ, უნარი აქვთ გამოყოფიონ წყალმცენარეებისათვის ყველაზე უფრო დამახასიათებელი სასიცოცხლო მოვლენა — მათ უნარი აქვთ გამოყოფდნენ მწვანე მოძრავი სპორების საშუალებით, რომელთაც ჩვენ ვიცნობთ ზოისპორების სახელწოდებით.

ამ მკვლევარების თვალწინ გონივრული უჯრედების მწვანე შიგთავსი იყოფოდა რამდენიმე ზოოსპორად, რომელნიც ტოვებდნენ რა მათი წარმოშობა უჯრედის გარეს, ყოველმხრივ იფანტებოდნენ. ნათელი გახდა, რომ გონივრები არა მარტო მიემსგავსებიან წყალმცენარეებს, არამედ შეუძლიათ ნამდვილ წყალმცენარებადაც გადაიქცნენ ე. ი. წყალმცენარეების მსგავსად შეუძლიათ დამოუკიდებლად იწყონ გამრავლება. მაგრამ ასეთ შემთხვევაში რას წარმოადგენენ თვით მლიერები? ფომინცინმა და ბარანეკიმ ვერ მოგვეცა ამ საკითხზე პასუხი. პასუხი ამ კითხვაზე მოგვცა იმ შენდენერმა, რომელმაც, როგორც

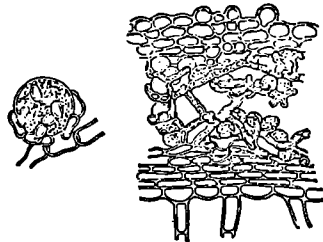
ამოიშალოს სიიდან, გაუქმდეს, დაიშალოს და მიეკუთვნოს სხვა კლასის კადრს. ზოგიერთები თავის ჩივილით ლირიზმამდე მილიოდნენ: "შეუძლებელია, ამოზნდნენ ისინი, რომც „ძვირფასი მლიერები“, რომელთაც ჩვენ ასეთი სიყვარულით შევისწავლიდით, მხოლოდ საცოდავი წყალმცენარეები იყვნენ, რომელთაც რალაც საზიზლარი სოკო თავის ძაფებით გაასწვმოებოდა, ისე, როგორც ობობა გარს ეხვევა თავის მსხვერპლს. მაგრამ ვერც ასეთმა ჩივილებმა, ვერც ნაფიციქვენილოგების გაცილებით ნაკლებ სიმპატიურ ყრუ და ბრმა სიჯიუტემ ვერ შეუშალა ხელი ფაქტების სიაშკარავს. მიკროსკოპის საშუალებით



სურ. 99. მლიერში სოკოს ძაფებით გარსშემოხვეულია ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები.

ახლახან ვნახეთ, დიდი დრო დახარჯა იმაზე, რომ თავდაპირველად გონივრების წარმოშობის შესახებ სრულიად საწინააღმდეგო დასკვნა მიეღო. შენდენერმა გარკვევით გამოთქვა აზრი, რომ მლიერები არ წარმოადგენენ დამოუკიდებელ ორგანიზმებს, არამედ ისინი სოკოსი და წყალმცენარის შენაერთია, რომ იგი სოკო-წყალმცენარეა. შეიძლება წარმოვიდგინოთ საერთო გაკვირება და აღშფოთება, რომელიც გამოწვეული იყო ამ გაბეზული განკხადების გამო. განსაკუთრებული აღშფოთება ამაღ იმ ბოტანიკოსებში გამოიწვია, რომელთაც ეს აღმოჩენა ყველაზე უფრო შეეხებოდათ, ესენი იყვნენ სპეციალისტები მლიერების საკითხში ე. წ. ლიქენოლოგები.

როგორც ამომზდნენ ისინი, მცენარეთა დამოუკიდებელი კლასი, რომლის შესწავლას ჩვენ თითქმის მთელი სიცოცხლე მოვანდომეთ, უნდა



სურ. 100. სოკოს ძაფებით გარსშემოხვეულია სფეროსებრი წყალმცენარეები.

უფრო ყურადღებით გამოკვლევა დაგვიანხვა, რომ მართლაც გონივრები კი არ იზრდებიან მლიერების სოკოს ძაფებზე, არამედ პირიქით, უკანასკნელები ეკვირან გონივრებს, ე. ი. წყალმცენარეებს, ეზრდებიან მათ და გამონაზარდებსაც კი უშვებენ მათში. მომაგონდა დიდი ხნის წინათ ცნობილი ფაქტი მლიერის სპორების უმეტესად დათესვის შესახებ. მართლაც, ჯერ ვერავენ ვერ შესძლო მლიერის სპორებიდან მოზრდილი მლიერის მიღება. სპორები ლევიდებოდნენ ე. ი. ძილეოდნენ მილაკებს და შემდეგ ცველაფერი წყდებოდა. ახლა ნათელი გახდა, რომ ასეც უნდა მომხდარიყო, თუკი მლიერის ბუნება რთულია. გავლიძებულმა სპორამ უნდა იპოვეს შესაფერისი წყალმცენარე და მხოლოდ მაშინ დაიწყება მათი ერთობლივი განვითარება მლიერის ფორმად.

წარმოიშვა აზრი, ნაცადი ყოფილიყო ხელოვნურად მლიერის სინთეზი მის შემადგენელ სოკოსა და წყალმცენარისაგან. ამ მიმართულებით რეისს და ვირონიის მიერ პირველად წარმატებით ჩატარებული იყო ძიება და ბოლოს შტალმა შესძლო ამ სინთეზის სრული განხორციელება, ე. ი. მლიერის სპორიდან და შესაბამისი წყალმცენარისგან შიშაო ნაშდვილი მოზრდილი მლიერი, უფრო სრულყოფილი ფორმით, ე. ი. ყველა ექსპერიმენტულ სითრთხილის დაცვით, რაც გამორიცხავდა ყოველგვარ ექვს მლერებს* სინთეზისას. ეს ცდა ახლახან გაიმეორა ბრნიემ.

მაშასადამე, ამჟამად ექვს გარეშეა, რომ მლიერები დამოუკიდებელი ორგანიზმები კი არ არიან, არამედ წარმოადგენენ რალაქს, დღემდე ბუნებაში არნახულ შეერთებას ისეთ ორ ორგანიზმისა, რომელნიც მიექუთვნებიან მცენარეთა სამყაროს ორ სრულიად სხვადასხვაგვარ კლასს. შეგჩრდეთ ამ ფაქტის შეფასებაზე, გამოვარკვიოთ მთელი მისი უჩვეულობა, მისი ძირეული განსხვავება სხვა მოვლენებიდან, რომელნიც ერთი შეხედვით შეიძლება მიეამსგავსოთ მას. ჯერ ერთი აშკარაა, რომ არაფერი საერთო არ არის ამ სოკო-წყალმცენარეებსა და იმ შუალედ ან გარდასვალ ფორმებს შორის, რომელნიც უკვე დიდი ხანია ცნობილია ბოტანიკაში და განსაკუთრებით ზოოლოგიაში. როგორებიცაა მაგალითად ორნიტორინებები, ლევიდოსირეები და სხვა. აქ ჩვენ საქმე გვაქვს მარტივ ორგანიზმთან, რომელშიაც შეთავსებულია ორი სხვადასხვა კლასის წარმომადგენლების ზოგიერთი ნიშნები — აქ ჩვენ საქმე გვაქვს მართლაც რთულ ორგანიზმთან, რომელიც წარმოშობილია ორ სრულიად სხვადასხვაგვარ და დამოუკიდებელ ორგანიზმის სავსებით შერწყმის შედეგად. შერწყმა იმდენად სრულია, რომ პროდუქტი თავისებურ მთლიანობას წარმოადგენს. ამ საესებით ახალ მოვლენის აღნიშნისათვის საჭირო გახდა ახალი თერმინის — თანაცხოვრების, ანუ ს ი მ ბ ი ო ს ი* გამოგონება.

ერთი შეხედვით, სიმბიოზის ეს მოვლენა მეტად წაგავს პარაზიტოზს. ჩვენ უმარავი შემთხვევები ვიცით, სადაც მიკროსკოპული და არამიკროსკოპული სოკოები თავს ესხმიან სხვა მცენარეებს — ისეც ხდება, რომ ერთი მიკროსკოპული სოკო თავს ესხმის მეორე ასეთსავე მიკროსკოპულ სოკოს იმისათვის, რომ იკვებოს მის ხარჯზე, მაშ რატომ არ უნდა დაესხან თავს ისინი წყალმცენარეებსაც? სწორედ ეს ხდება სინამდვილეშიც. მაგრამ პარაზიტოზსა და სიმბიოზის შორის ძირეული განსხვავება არსებობს. პარაზიტი ფიტის, სპობს თავის მსხვერპლს; სიმბიოზისაგან კი წყალმცენარეები ე. ი. გონივრები არამე თუ არ ილუპებიან, არამედ, როგორც ჩანს, სარგებლობენ კიდევაც. მათი უჯრედები კი არ იხაგრებიან, არამედ ხდება მათი გაუმჯობესება, გაზრდა და გამოკეთება. რაში გამოიხატება ეს ორმხრივი სარგებლობა? ის სარგებლობა, რომელსაც სოკო იღებს წყალმცენარიდან, ნათელია; ვინაიდან წყალმცენარე შეუძლებს ქლოროფილს, მის შეუძლია გამოაკვებოს სოკოც და თავისთავიც, ყველგან არსებულ ნახშირბადის წყაროს — ნახშირმეყვას ხარჯზე, რომელსაც იგი იღებს ჰაერდან ან წყლიდან და შლის მის სხივის საშუალებით. აქნადა ვასაგებია, მლიერის არსებობის შესაძლებლობაც სრულიად უნაყოფო ნიადაგზე, რაც იმ სხვა სოკოებისათვის წარმოუდგენელია, რომელნიც სხვა მცენარეებს წინ კი არ მიუძღვიან, არამედ მისდევენ მათ, მათ მიერ უკვე დაშლადებულ აუცილებელ ორგანიულ საკვების კვალზე. უფრო ძნელია იმის ახსნა, თუ რა სარგებლობა აქვს წყალმცენარეს სოკოებთან თანაცხოვრებით. შესაძლებელია ეს საგებლობა ორგანიზმ იყოს. რასაკვირველია, სოკოები მათ აწვდიან მინერალურ მარილების დიდ რაოდენობას, რომლებსაც, როგორც დავინახეთ, ისინი გამოუმუშაებულ ორგანიულ მტკვებს** დახმარებით მთის ჯიშების დაშლის შედეგად აღებულობენ.

* სტერილური ნიადაგში, ეურტეკში, რომლებშიც ვერ შეიჭრებოდა სხვა ორგანიზმები, გარდა იმ სპორებისა და წყალმცენარეებისა, რომელნიც დაფიქსირდა იქვე.

** როგორც კი კონსტანტირებული იყო სიმბიოზის ფაქტი მლიერებში, ყოველმხრივ გამოჩნდა უფრო საკვირველი სიმბიოზის ფაქტები მცენარეებში და ცხოველებში. ასე მაგალითად ზოგიერთი იმეუზოიტი და ზღვის მატლები თავისი შეიკვან ცოცხალ წყალმცენარეებს, რომელთაც ნახშირმეყვას დაშლის უნარი აქვთ. მაშასადამე, აქ ჩვენ პირველად ვხედავთ ნამდვილ ცხოველ-მცენარეებს, ე. ი. ისეთ ორგანიზმებს, რომელნიც ორჯერ საჭარის წარმომადგენლების ტიპური ფუნქციებს ასრულებენ, მაგრამ ის უარსდებ საინტერესო ფაქტების განხილვა ჩვენს საგნთან მეტად დეკავოვდება.

*** მაგრამ შეიძლება სოკოს ძაფები აწვდიან მათ ნახშირმეყვასაც; ვინაიდან ზოგიერთი იღებს ვიკონკუნს, რა უმკურები იმდენად არ სარგებლობენ ჰაერის ნახშირმეყვით, რამდენადაც ნახშირმეყვის სხნათ.

სოკოს ორგანიზმის მონაწილეობის გარეშე წყალ-მცენარეები, რომელნიც ბუნებით თხელ გარემოსთან არიან შეგუებული, ვერც კი შესძლებდნენ მაგარ მშრალ ნიადაგთან ასე მკიდროდ შეხებას, და მასასადავ, მისგან საკვების ასე კარგად ამოღებას. მეორეს მხრივ წყალმცენარეები ვერ აიტანდნენ კლდეების ღია დაუცველ ზედაპირზე ან ხეების ქერქზე პერიოდულად გამომავალ და გაყინვას, რომელსაც ასე ადვილად იტანენ მლიერები. მლიერებში ეს თვისება ალბათ სოკოს ორგანიზმებზე დაამყარებული. მრავალწლიანი ხმელი სოკოები, ე. წ. ყურკაბათ სოკოები, როგორც ცნობილია, ასევე ადვილად იტანენ გვალვას და სიცივს. პირიქით, ალბათ, წყალმცენარეები ასეთ პირობებში დარღუებოდნენ (ანდა გარდაიქმნებოდნენ მისგანეულ მდგომარეობაში მყოფ ორგანიზმებად). მათ გარემომხვევ სოკოს ქსოვილით დაცვის გამო ისინი დაუსჯელად იტანენ გვალვას და ყინვებს, განუწყვიტელი განაგრძობენ თავის განვითარებას, მაშინვე როგორც კი სინდრის და ტემპერატურის მხრივ ხელსაყრელი პირობები დადგება.

ამგვარად, სიმბიოზი პარაზიტის პირდაპირ საწინააღმდეგო მოკლენას წარმოადგენს. პარაზიტში — ეს სამკვლრო-სასიცოცხლო ბრძოლაა, სიმბიოზი მშვიდობიანი ასოციაციაა, რომელიც ურთიერთის სარგებლობაზეა დამყარებული. ჩვენ იმდენად მოგვაბეზრებს თავი სიტყვა ბრძოლით და ამასთან მისი სრულიად უქელმართ უხეშ ვიწრო გაგებით, რომ განსაკუთრებით სასიამოვნოა შევაჩროთ უყრადღება ბუნების ამ მშვიდობიან კუთხეზე, სადაც ორი შეუგნებელი არსება ორივეს სასარგებლოდ მიმართულ გონიერულ კავშირის მაგალითს იძლევა.

ახლა ჩვენთვის გასადგება ამ საიდუმლოებით მოცულ მლიერების როლი ბუნების საერთო ეკონომიკაში. ოკეანის ტალღებიდან ამოიწვეს წყალქვეშა კლდე, თუ კლდის ჩამოტეხის შედეგად გამოშვლდება გამოუფიტავი ზედაპირი ან ხენის დროს

საუკუნეების მანძილზე მიწის ქვეშ მდებარე კაპარი ამოიწვეს, ყველგან და ყოველთვის ტიტველ უნაყოფო ზედაპირზე პირველი ჩნდება მლიერები, შლის, აფხვიერებს მთის ჯიშს და გარდაქმნის მას ნაყოფიერ ნიადაგად. მლიერი ჩრდილოეთში ყველა მცენარეზე უფრო შორს მიდის, მთებზე ყველაზე უფრო მაღლა მიიწვეს; მას არაფერად მიაჩნია ზამთრის სიცივე, ზაფხულის სიცხე; ნელა, მაგრამ გულდასმით იპყრობს იგი მიწის ყოველ გოჯს და მხოლოდ მის კვალზე, მის მიერ გაქვალულ გზაზე ჩნდებიან სიცოცხლის უფრო ძლიერები. რაში მდგომარეობს ამ წარმატების საიდუმლოება? „Concordia res parvae cresunt“ * თითქმის ასე გვიპასუხებს ყოველი ეს უმნიშვნელო არსებათაგანი. ძალია ერთობლივ კავშირშია. კავშირში ვისა და ვის შორის? რასაკვირველია, არა პარაზიტსა და მის მსხვერპლს შორის, რაც ორივეს დაღუბებით მთავრდება. არა, კავშირში ორ თანაბრად ნაყოფიერ საწყისს შორის. იმის შორის, ვინც სიტყვებს იღებს მიწიდან და იმის შორის ვინც თავის ძალონეს იკრებს უმწინდეს წყაროდან — სინათლიდან. Nii sale et sole urilius ** ეს სიტყვები შეიცავენ მცენარეული ცხოველების მთელ საიდუმლოებას. მზის სინათლე და მიწის მარილი — აი სიცოცხლის ორი თანაბრად აუცილებელი საწყისი. აი სად არის წარმატების საიდუმლოება, რომელიც ამ parva res-დან *** ქმნის მცენარეულ მაშაროს უძლიერეს მიონერს. აი იმ ამოცანის გასაღები, რომელსაც მოაზროვნე ადამიანი უყენებს ეს პატარა მცენარე — სფინქსი.

უმნიშვნელო მლიერი მაშქლო თავის მკირე სფეროში თავის სიცოცხლის გამოცანის გადაწყვეტა, კაცობრიოა კი უმწეოდ დგას მომავლის მზისხანე სფინქსის წინაშე და უშედეგოდ ცდილობს გამოიქნოს მისი გამოცანა: რა არის საჭირო იმისათვის, რომ ციცილიზაციის უშუალო მისაწვდომი გახდეს მისთვის, ვინც შველის რა მის მიღწევას, თვითონ მხოლოდ სიბნელესა და სილტყეშაზე? რა არის საჭირო იმისათვის, რომ „მიწის მარლი“ „სამყაროს სინათლე“ გადაიქცეს?

* მკირე წამოწყებები იზრდებიან თანხმობის დახმარებით.

** არაფერია მაილიზე და წვაზე უფრო სასარგებლო რა გ რედ.

*** პირდაპირი აზრით: მტეროდენი წერილმანია.

სენარის ბრძოლა გეაქონის წინააღმდეგ *

უკვე მთელი წელიწადია მას შენდევ, რაც რუს ადამიანის აზრი უნებლიეთ სულ ახლად და ახლად უბრუნდება ერთსა და იგივე საგანს — საშინელ უბედურებას, რომელიც მოსახლეობის იიდ ნაწილს ლუკმა-პური გამოაცალა და გავლენა იქონია სახალხო ცხოვრების თითქმის ყველა დარგზე. ბუნებრივია, რომ ნატურალისტის აზრით მემართულია ამ მოვლენისაკენ, რომელიც ამ უბედურების უახლოესი ფიზიკური მიზეზს წარმოადგენს. სათ არის ამ შრისხანე მოვლენის გამოსავალი.

პურის მომწივე ვაიის გარკვეულ ფართობზე მოყვანილ მრეწარეებმა ზერ მიიღეს მათთვის აუცილებელი სინესტის რაოდენობა. ან უფრო სწორად, მიიღეს იგი ღირსოდ, ან შეიძლება, თუ უფრო გარკვეულად ვიცავით, თავის გარკვეულ მომენტში იგი დაზარალებს იმაზე მეტად, ვიდრე მათ განკარგულებაში იყო. ** არავითარ მსჯელობას არც კი შეუძლია ამ საბედისწერო გამოცდილებაზე უფრო მივიჩნიოთ უფრო დაავარწმუნოს იმაში, თუ რა მჭიდროდ არის დაკავშირებული რუსი ადამიანის კეთილდღეობა მცენარის არსებობასთან. კარგად ცხოვრობს მცენარე — კარგად ცხოვრობს ადამიანიც, ილპება მცენარე, აუცილებლად უბედურება მოვლის ადამიანსაც, ამ აზრთან ახლოა კითხვაც: ვა ეთებთ თუ არა ყოველივე იმას, რაც საჭიროა ამ საერთო მარჩენალის — მცენარის მო-

თხოვნილებების დასაკმაყოფილებლად, ან თუნდაც მისი მოთხოვნილებების გასაგებად?

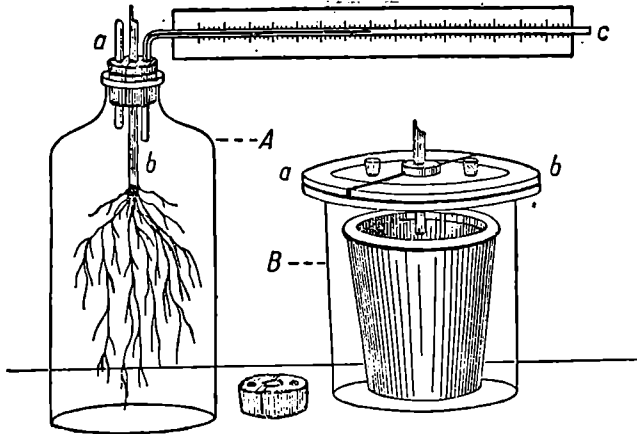
ამჟამად, როდესაც საერთო ყურადღება მიჰყვარება გეაქონის საზოგადოების გამოწვევისაკენ, მე ვეძიებ, სარგებლობას მოკლებული არ იქნება გეაქონით იმ საზოგადოებებს, რომელსაც ხმარობს თვით მცენარე იმ უბედურებასთან ბრძოლაში, რომელიც მუდმივ საფრთხეში ადებს მის არსებობას. გეაქონების თავიდან ასაცილებლად აუცილებლად მიმაჩნია პირველ სიტყვებისთანავე, ავნიშნო, რომ არ გამაჩნია რაიმე პირდაპირი პრაქტიკული რჩევების მარაგი, რომლებიც ასე უხვად გვეხმარება ირგვლივ, და რომელთაგანაც ზოგი მიღებულია, ზოგი კი მიუღებელი. იმის შეფასება, თუ ადამიანს რაში და რამდენად შეუძლია სასარგებლოდ მიმართოს ბუნებას იმ ადამიანების საქმეა, რომელნიც პირდაპირ ხედებიან საზარელ უბედურებას. ბოტანიკოსს შეუძლია მიაწოდოს მათ მოვლენის უფრო ღრმად გასაგებად საჭირო, აუცილებელი მასალა.

უპირველესად საკითხი პირდაპირ დავაყენოთ: რა საჭიროა მცენარისათვის წყალი? პირველი შეხედვით ეს საკითხი შეიძლება უსაქმურად მოგვეჩვენოს. ჯერ ერთი, წყალი მცენარის ქიმიურ შემადგენლობაში შედის; მეორე, ძველი ქიმიური გამოთქმა: Corpora non agunt nisi soluta *** —

* საჯარო ლექცია, წაითხული 1892 წ. ნახაფორზე, მოსკოვში.

** რაფორტ ჩანს, გვადვის მთავარ მიზეზს გამოწვევითი კარები წარმოადგენდა, რამაც მცენარეებში გაძლიერებული აორთქლება გამოიწვია.

*** სხეულები არ მოქმედებენ, თუ არ არიან გახსნილი. აქ, რასაკვირველია, ქიმიური მოქმედება იგულისხმება.



სურ. 101. ხელსაწყო კაპილარული მილით, რომელიც იხმარება შეწოვისთანავე აორთქლების გასახიზმად.

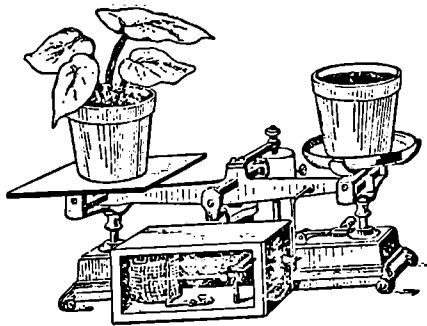
გვასწავლის, რომ არავითარი ქიმიური ურთიერთ-მოქმედება, და მაშასადამე, ის სხვადასხვაგვარი ქიმიური პროცესები, რომელიც სწარმოებენ მცენარეში, არ შეიძლება გამოვლინდნენ ამ გარემოს გარეშე, ყოველდღიური გამოცდილება ამტკიცებს, რომ მშრალ თესვში სიცოცხლე მიმალული, მთელმარეა, და იღვივებს მხოლოდ გაეყინების დროს. ამ საყოველთაოდ ცნობილ ფაქტებს ფიზიოლოგია კიდევ უმატებს, რომ წყალი არა მხოლოდ მნიშვნელოვანი ფაქტორია კვების ქიმიზმისათვის, რომ იგი აგრეთვე სახლერავს ზრდის მექანიზმსაც. ზრდა სულ ერთია, მთელი მცენარის თუ მის ზრდის განსაზღვრელ ცალკეულ უჯრედისა — საბოლოოდ დაიკვანება წყლის შთანთქმვაზე. გარკვეული საშუალებით წყლის გამოართმევით ბოტანიკოსებს შეუძლიათ ზრდის საწინააღმდეგო მოვლენის მიღება, ისინი აიძულებენ მცენარეს, ასე ვთქვათ. უკან დაიხიოს, გარკვეულად წარსულ ზომებს დაუბრუნდეს. ამგვარად მცენარეული სიცოცხლის ქიმიზმიც და მექანიზმიც მკვიდროდა დაკავშირებული წყლის გარკვეულ რაოდენობასთან, ეს მოთხოვნილება თავისთავად ნათელია. იგი შემდგომ განმარტებას არ საჭიროებს, ხოლო მეორეს მხრივ საქმე რომ მხოლოდ ამით შემოიფარგლებოდეს, მცენარე ალბათ არას-

ოდეს არ განიცდიდა წყლის ნაკლებობას და ალბათ არასოდეს არ გაევიგონებდით გვალებებზე და მათ შედეგებზე.

მაგრამ ამ საორგანიზაციო წყლის გვერდით, რომელსაც მცენარე აკავებს თავის არსებით საჭიროებისათვის, იგი კიდევ მოითხოვს წყლის გაცილებით მეტ რაოდენობას, რომელსაც იღებს რაერთი ბოლოდან, ხარჯავს მეორე ბოლოდან — შთანთქავს ფესვების საშუალებით, აორთქლებს ფოთლებით. სწორედ ეს სახარჯო წყალი, რომელიც მხოლოდ გაივლის მცენარეში, წარმოადგენს ყველა უზედურების წყაროს მცენარისათვის და მასზე დამოკიდებულ ადამიანისათვის. ბუნებრივად იბადება საკითხი: საჭიროებს თუ არა მცენარე იმ წყალს, რომელსაც იგი მაშინვე აძლევს პაერს? ეს — წყლის აორთქლების მოვლენა წარმოადგენს თუ არა აუცილებელ ფიზიოლოგიურ სასიცოცხლო ფუნქციას, თუ მხოლოდ გარდაუვალი ფიზიკური უზედურებაა, რომელთან ბრძოლა უზდება მცენარესაც და ადამიანსაც? ამ საკითხზე პასუხის გაცემა უკვე არც ისე ადვილია.

უპირველესადაა, თუ როგორ ვგებულობთ ჩვენ, მცენარეში წყლის აორთქლების არსებობას. დაახლოებით როგორ ვაფასებთ, ან უფრო ზუსტად, როგორ ვზომავთ ამ აორთქლებული წყლის

რაოდენობას. იმაში, რომ მცენარე აორთქლებს წყალს, ჩვენ, რასაკვირველია, ვრწმუნდებით კნობას თანედან ასაცილებლად მორწყვის აუცილებლობაში, ამასთანავე ნათელია, რომ მორწყვისათვის ნახშიარი წყლის რაოდენობა გაცილებით მეტია მცენარის მოცილობაზე. მაგრამ იმისათვის, რომ ზუსტად გავიგოთ რამდენს აორთქლებს მცენარე, აუცილებელია ისე ზოვიქცეთ, რომ გამოირიცხეთ იყოს ნიადაგის ზედაპირიდან პროთქლების შესაძლებლობა (და ქონის კვლავიდან თუ კი ავიღებთ ცალკეულ მცენარეს). ინგლისელმა მეცნიერმა სტივენ გელზმა თავის კლასიკურ თხზულებაში „Vegetable statics“ („მცენარის სტატიკა“) ჯერ კიდევ მე-18 საუკ. დასაწყისში გადასწავიდა ეს ამოცანა. ამჟამად უცნაურად უყვლავდნენ მისი მისახერხებელი არის შემდგენიანი: ქონთანს მცენარით ათავსებენ მეორე ქურქელში, რომელსაც სახერხევი გაჩვეტილი აქვს ისე, რომ მჭირდოდ ერთკმის გარს მცენარის ღეროს (სურ. 101 ბ).* ასეთი მოწყობილობა იმ მხრივ არის მოსახერხებელი, რომ ნიადაგი და ფესვები იღებენ აუცილებელ ჰაერს, რასაც არ ეწეებოდა ადგილი, თუ მცენარეს გადავრავდით ყრულ დაკეტილ შუშის, ლითონის ან ყრულ ამოშენებულ, საერთოდ ჰაერისათვის გაუმკლავ ქურქელში. თუ მთელ ამ ხელსაწყოს მცენარისადაც მოვთავესებთ სასწრაფო, ადვილად განისაზღვრავთ მცენარის მიერ აორთქლოდ წყლის რაოდენობას. უკანასკნელ ხანებში გამოგონილია რამდენიმე სასწრაფო, რომელნიც პირდაპირ იწერენ აორთქლებულ წყლის რაოდენობას. ამ ხელსაწყოებიდან ყველაზე უკეთესად უნდა ჩაითვალოს ცნობილ რიზონის ევაპორიმეტრი, რომელსაც აქვს ერთი კვირის საშეუბრე სამართი და ისეთი მოწყობილობა, რომელიც საშეუბრებს გვაძლევს სურველისამებრ გავზომოდ ხელსაწყოს მგარანობელობის ხარისხი (სურ. 102). ასეთი თვითმანქარი სასწრაფები გვაძლევენ უწყვეტ ჩანაწერს, რომელიც ყოველდღიურად, ყოველ საათს არეკლავს მცენარის მიერ გან-



სურ. 102. აორთქლების თვითმანქარი სასწრაფო ევაპორიმეტრი.

ცდილ ყველა ზეგავლენას. ** თუ ჩვენ არ გავგანაჩნა ასეთი საკმარისად ძვირფასი ხელსაწყო ან კარგი, მოსახერხებელი (უფრო კარგია ათწილანიანი) სასწრაფო, მაშინ მოვლენა შეგვიძლია დაახლოებითი სიზუსტით შევისწავლოთ შემდეგ, უადრესად მარტო და, შეიძლება ითქვას, კაპიციის ღრებზედაც მქონე ხელსაწყო საშეუბრებით. ავილოთ ფართოყელიანი ქილა, რომლის დახურვა შესაძლებელია მჭირდო საცობით (სურ. 101 A), ეს საცობი გაეჭვირებოდ და ორად გაკრის შემდეგ ორ ნახევრით მჭირდოდ შემოვადოთ ღეროს (ტოტს ან ნიადაგ ჩამორეცხილ ფესვიან თველ მცენარეს), და დავამარტოთ იგი ჩვენი ქილის ყელში, იგივე საცობში გაეჭვირებოდ ორი პატარა ხვრელი: ერთი, რომლის საშეუბრებით საკროვების მიხედვით ქილაში დაეუმტრებთ წყალს, დავაბოთ მინის წყაროთ, ხოლო მეორეში ჩაეჭვირებთ სწორი კუთხით გრძელი ჰორიზონტალური მილი ხ.ე.*** თუ ყველა ნაწილები — ქილა და ჰორიზონტალური მილი სასევა წყლით და ღეროიანი ხევილი გულდასმით აიის შევსილი თაფლის სანთლით, მიიღება უადრესად მგარანობიარე ხელ-

* ყველაზე კარგია ავილოთ სქელი მინის ქილა მოხებილი კიდებებით (რომლებიც იხმარებიან მუხუმუხში კოლექციისათვის) და იგი დაეუმტრებოდ აგრეთვე კიდებებით და კონწამულ მინის ფირფიტით. ეს ფირფიტა იჭრებება შუაში და იჭრება ორად ისე, რომ ორივე ნახევარი მჭირდოდ ცხებოდეს ღეროს. მანძილი ღეროსა და მინის შორის კიდევ შესაძლებელია ამოვავსოთ გაჩვეტილ და შუაზე გაკრილ საცობით, საცობს ზემოდან წაესმევა ისეთი სანთელი, რომელსაც მნატრები მტრუპიანობის ხმარობენ. ამ და შემდეგ დეტალზედ ვერდები (იხილეთაც 101 და 103 სურათი უფრო მსხვილად დაბატული) იმის ვაშ, რომ ამდ მარტოვე ხელსაწყოების დახმარებით შესაძლებელი იქნებოდა ხვრე საბრეტეოთა მონაცემის მიღება, ხოლო თვით ამ ცდების წარმოება შესაძლებელია არაიშვითად შალაზახებდა სიფულად დაეყვებება.

** ლტეციაზე ნაჩვენებ იყო ასეთი ხელსაწყო, რომელმაც მოგვცა ჩანაწერი ლტეციის განმავლობაში. ამ ცდებისათვის ჰაერზე, დამატებით საკროთა სასწრაფის ქარისგან დამცველი მოწყობილობაა.

*** ყველაზე უკეთესია ავილოთ ბრტყელი მილი, ისეთი, რომელსაც ხმარობენ ქუჩის დიდ თერმომეტრებისათვის.

საწყო აორთქლების შესასწავლად. ფოთის გზით წყლის აორთქლებასთან შესაბამისად ფესვი წიგნის წყალს ქილიდან და ჰორიზონტალურ მილში წყლის სვეტი იწყებს შეწევას. თუ მილს ექნება მინაზე ამოკრილი ან უბრალოდ ქალაღზე აღნიშნული დანაყოფები, ჩვენ შეგვიძლია გავზომოთ აორთქლის წყლის რაოდენობა. თუ მილის სანათური მცირეა, მაშინ ძნელი არ არის ისეთი ხელსაწყოს გაკეთება, რომელიც გვიჩვენებს წყლის იმ რაოდენობას, რომლის აორთქლება ამჯერად უკვე არა ერთ საათში, არამედ ერთ წუთში ხდება.*

მაგრამ ყველაზე მარტივია შემდეგი ხელსაწყო, რომელიც ერთნაირად მოსახერხებელია როგორც ხანგრძლივ ისე ხანმოკლე ცდებისათვის, ამასთანავე არ საჭიროებს, რომ ლერო მჭიდროდ იყოს გაჭედული საცობში, რაც ბევრ შემთხვევაში (როგორც მაგალითად პურელ მცენარეებში) უხარბული და მიულწვევით კი არის. ქილის ფართო ყელში (A) (სურ. 103) ვაჩვენებთ საცობის საშუალებით ამგარებენ საკვლე მცენარეს, იმავე საცობის მეორე ბერელში გადის ორჯერ მოხრილი მილი (ახც), რომელიც სიფონს წარმოადგენს. მას ზოლოზე ვაკეთებულს აქვს მოკლე მისაღამი, რომელიც წარმოადგენს მინის წყირით დაცობილ რეზინის მილს. თუ ამ წყირის ამოვიღებთ ჰერტილიდან. წყალი ამოვა III დონემდე. მაშინ ხურაიენ წყირით და საცობის მესამე ნაჩერტიდან (d) ჰერტილს უმატებენ წყლის გარკვეულ რაოდენობას, რომელიც ცილინდრის ზემო დანაყოფად (B) (ერთხელ ან რამდენიმეჯერ) არის გადაზომილი.

დროის სასურველ შუალედის შემდეგ (მაგალითად ყოველ დღით) იღებენ მინის წყირის და III დონეზე ზემოთ მყოფ წყალს სსურავენ ცილინდრში (B). ვითრისა, თუ რამდენი წყალი დაეშაბათ და რა დენი უკან გადმოვლვარეთ, გავიგებთ რამდენი აორთქლდა.

საკმარისა ცილინდრი ზემოგანაყოფამდე კიდევ ავაყოლო, და ვადმოვლვარით ქილაში, (A) — ხელსაწყო მზად იქნება შემდეგი დაკვირებისათვის,

ასეთ მეტად მარტივ თვითნაკეთებ ხელსაწყოების დახმარებით, შესაძლებელია ჩატარებული იქნას მთელი რიგი საინტერესო დაკვირვებების სხვადასხვა გარეშე ზემოქმედებებზე აორთქლების დამოკიდებულების საკითხის შესახებ. ზუსტად რომ ვთქვათ, ამ შემთხვევაში ჩვენ ვწომებით არა აორთქლებას, არამედ ფესვის მიერ წყლით აორთქლებით გამოწვეულ შეწევას. მაგრამ ეს ორი სიდიდე მეტად უახლოვდება ერთმანეთს. ისე რომ ამ უკანასკნელის გაზომვამ ხშირად შეიძლება სავესებით შესცვალოს პირველი, რომლის გაზომვა უფრო საძნელეა.

იმის შემდეგ, რაც გავყენით ამ მოვლენის გაზომვის საშუალებებს (ყველაზე სრულყოფილს და ყველაზე მარტივს), ვნახით, თუ რამდენად დიდია წყლის ეს დანახარჯი ერთწლიანი მცენარის სასიცოცხლო პერიოდის განმავლობაში. ასეთი განსაზღვრები მრავლად არის მიღებული: ერთი ყველაზე სანდო ძიეუთუნება ვოლნის. მოგვაყავს რიცხვები გირვანქებში, რომელიც გამოხატავენ ოთხი მცენარისათვის მათ მიერ მთელ სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში დახარჯულ წყლის რაოდენობას:

ენახით, რას მივიღებთ, რომ გადავიანგარიშოთ სიმინდით დათესილ 1 დესეტინაზე **. დე-

სიმინდი	შერია	ბარდა	მღოვი
27	17	10	10

გერენის მიხედვით კვადრატულ მეტრზე შეიძლება ჩავთვალოთ 30 მცენარე ან 300000 ერთ ჰექტარზე. თუ ლესეტრინებზე და ფთო: ბზე ან ვერდოგზე გადავიყვანოთ, მივიღებთ 217000 ფუთს ან 29000 ველროს. მაშასადამე, თუ დავაზრგავლებთ, სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში ერთი დესეტინა სიმინდი ააორთქლებს 200000 ფუთ ანუ 300000 ველრო წყალს. მაგრამ ეს რიცხვები, ისე როგორც საერთოდ ყოველი დიდი რიცხვი, წარმოადგენს უფრო მეტს ეუბნება, ვიდრე გონებდა. მათ უფრო ვაკრვევულ შინაარსი ენიჭება, თუ მათ შევად-

* ასეთ ხელსაწყოში მოთავსებული მცენარე ეახლო ლექციას განმავლობაში. მინის მილაკის ჩაწვეით წყალი უკან შევყავს საწყოს დანაყოფამდე.

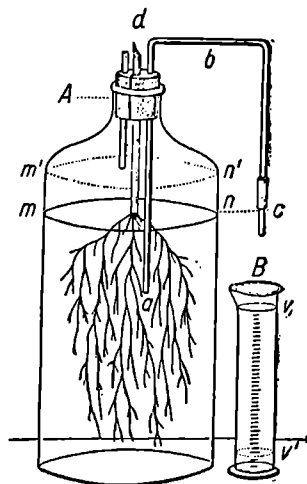
** ამ მცენარის მიმართ გამონაგარიზება უფრო სიმედეა, ვინაიდან მცენარეთა რიცხვის განსაზღვრა უფრო ზუსტია.

ნათლად გვიჩვენებს წყლის აორთქლებას ერთი წუთის მილში, ყოველთვის, როდესაც წყლის სვეტი მივა შალის

რებთ ერთის მხრივ მოსავალს, მეორეს მხრივ — წვიმის იმ რაოდენობას, რომელიც მიიღო მცენარემ დროის ამავე მონაკვეთში.

გელრიგების მეტად მრავალრიცხოვან და საფუძვლიან გამოკვლევების მიხედვით შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ ჩვენი მარცვლოვანების მიერ შექმნილი მშრალი ნივთიერების ყოველ ერთეულზე მცენარე აორთქლებს 300 ერთეულ წყალს.* აორთქლილი წყლის ეს რაოდენობა ძალიან დიდია იმ წყალთან შედარებით, რომელსაც ჩვენ ორგანიზაციული ვუწოდებთ. მცენარის წენიანი მწვანე ნაწილები შეიცავენ მშრალ ნივთიერებას 20%-დღე; მაშასადამე, იმისათვის, რომ მცენარეუ ნორმალურ ი მდგომარეობა შეინარჩუნოს, საკმარისია მშრალ ნივთიერების ერთ ნაწილს ოთხი ნაწილი წყალი მიეწოდოს; ხოლო მთელი სიცოცხლის განმავლობაში ეს ააორთქლებს 300 ნაწილს. მცენარის მშრალი წონისა და მთელი სიცოცხლის განმავლობაში აორთქლებულ წყლის რაოდენობას შორის ნაორიენ ურთიერთობა, შესაქვებელია გამოვადგეს ჩვენი ჩვეულებრივ, კულტურების წყლის ხარჯის მიახლოებით შეფასებისათვის. თუ მხედველობაში მივიღებთ მარცვლაში და ჩალაში წყლის ჩვეულებრივ არსებულ რაოდენობას და ჩვეულებრივ ურთიერთობას მარცვლის მოსავლისა და ჩალის შორის, ჩვენ შეგვიძლია ვთქვათ, რომ მარცვლის წონის ყოველ ერთეულზე მოსავლაში ჩვენი მარცვლოვანები აორთქლებენ 1000 ერთეულ წყალს, ე. ი. ერთ ფუთ მარცვლის მიღებისათვის საჭიროა 1000 ფუთი წყალი.

ახლა ენახათ, რადენად მეტია წყლის ის დანახარჯი, რომელსაც მცენარე აორთქლებს შედარებით იმ რაოდენობასთან, რომელსაც იღებს ამავე დროის განმავლობაში წვიმის სახით. ცხადია, ასეთი შედარებების წარმოება უფრო მოსახერხებელია მეტეოროლოგიაში ჩვეულებრივ ხმარებულ ფორმით, ე. ი. იმის განსაზღვრით, თუ რა სიმბოლეს მიიღწევდა წყლის ეს რაოდენობა ნიადაგის ზედაპირზე თანაბარ შრედ განაწილებული რომ ყოფილიყო. გელრიგებმა გამოიანგაზრმა, რომ კერის მიერ აორთქლილ წყლის რაოდენობა (კვავი და ხორბალზე მიახლოებულ რიცხვებს იძლეოდა) ვეგეტაციის მივლ პერიოდის



სურ. 303. სიფონიანი ხელსაწყო აორთქლებს განომისთვის.

განმავლობაში დაფარავდა მინდორს 102 მილიმეტრის სიმაღლის წყლის თენით, ხოლო დროის ამ მონაკვეთში ამ ადგილებში (ჩრდილო პრუსია) მოსული წვიმის წყლის რაოდენობა — 152 მილიმეტრია, მაგრამ იყო ისეთი წლებიც, როდესაც ნალექი 77-ს აღწევდა. რისკრის დაკვირვებების მიხედვით მის მინდორებში (ტენევის ტბის მახლობლად) მარცვლოვან მცენარეების მიერ აორთქლებულ წყლის რაოდენობა დაახლოებით დღეში 2.7 მმ უდრია; ხოლო წვიმის საშუალო რაოდენობა ზაფხულის ოთხი თვის განმავლობაში დღეში 2 მმ აღწევდა. ამგვარად წვიმის წყლის რაოდენობა მცენარის მიერ აორთქლებულ წყლის რაოდენობას, ან მეტად უახლოვდება, ან შეიძლება მასზე ნაკლები იყოს. უკანასკნელ შემთხვევაში წყლის ნაკლებობის შევსება ალბათ ხდებოდა ნიადაგის წყლის მარაგის ხარჯზე, ხოლო როდესაც წვიმის რაოდენობა ჩვეულებრივ მნიშვნელოვან იკლებს, თავს იჩენს ვაკუუმი.

ალბათ ასე იყო ჩვენში 1891 წლის ზაფხულში. მეტეოროლოგიურ მონაცემების მიხედვით აღმო-

* სხვა გამოკვლევების მიხედვით და სხვა მცენარეებისათვის იღებენ 200-დან 800 მშრალი ნივთიერების ერთეულზე.

საკლეთ გუბერნიებში ოთხი თვის განმავლობაში (აპრილიდან ივლისამდე) ნალექი უდრიდა 111 მილიმეტრს, ნაცვლად საშუალოდ 199-სა, ხოლო სახმრეთ-აღმოსავლეთში — 69-ს საშუალო 138 მილიმეტრის მაგივრად.

მაშასადამე, ჩვენ ვხედავთ, რამდენად შეზღუდულია მცენარისათვის ჩვეულებისგან ხელმისაწვდომი წყლის რაოდენობა და რაირივად მოქმედობს მცენარეულ სიცოცხლის გამოვლინებებზე ცვლილებები ატმოსფერულ ნალექების რაოდენობაში. ასე რომ, ჩვენს კულტურულ მცენარეებში მცენარეულ პროცესების ჩვეულებრივ მიმდინარეობაზე ზეირულ დაკვირვებაც ნათლად გვარწმუნებს ყოველივე ნათქვამში.

თუ ზაფხულის დასაწყისში ჩვენს მზერას ატკბობს მიწისფერების რბილი ზურმუხტოვანი სიმწვანე, ხოლო წვეტრანი ვაყვითლებული ბალახები განგაშსა და მწუხარებას გეავრცნობინებს, ზაფხულის ბოლოს თვალი დაეჩენს სიმძიმისაგან თავდახარბი თავთივები ოქროს ზღას და შიშით შეხედავდა მათ ადვილს ნედლ მწვანე ფოთლებს. ის, რაც რამდენიმე კვირის წინ მოულოდნელ უბედურებად წარმოგვიდგებოდა, ახლა იგი უბეი მისაჯლის ბუნებრივ პირობას წარმოადგენს.

ანჯვარად ცხადია, რომ მცენარეულ სიცოცხლის პროცესის ადამიანისათვის სასურველი მიმდინარეობა სინესტის მიმართ მტრად მქიდრო კავშირშია და ვინაიდან შედეგი დამოკიდებულია ნიადაგში წყლის შემოსავლასა და მის მცენარის მიერ დახარჯვის წონასწორობაზე. მაშინ გასაგებია, თუ რა დიდინსიშვნელოვანია ყველა ის პირობა, რომელიც ეანსაზღვრავს ამ ხარჯვას.*

2.

გავეცანით რა ჩვენთვის საინტერესო მოვლენის შესწავლის საშუალებებს, დაეწინააღმდეგოს რა, რომ მის პროცესი ემორჩილება ჩვენივის ცნობილ ფიზიკურ კანონებს, ვადავდივართ უკვე ჩვენს მიერ დასმულ კითხვის განხილვაზე; იგი წარმოადგენს უბრალო ფიზიკურ მოვლენას, რომელიც მხოლოდ მცენარის არსებობის პირობების შედეგია, თუ ჩვენ მასში უნდა დაეინახოთ ფიზიოლოგიური პროცესი იმ ვაგებით, რომ იგი აუცილებელია მცენარის სასიცოცხლო პროცესების შესანარჩუნებლად? საკითხი უადრესად მნიშვნელოვანია.

წყლის ეს მტრად დიდი ხარჯვა ნაყოფიერა თუ არა? მცენარისათვის სარგებლიანობა შეესაბამება თუ არა იმ საშიშროებას, რომელიც მუდამ განიცდის მცენარე? ესაჭიროება თუ არა მცენარეს წყლის აორთქლება, როგორც ესაჭიროება მის კვება, სუნთქვა და სხვა, თუ მას არ შეუძლია არ ააორთქლოს იმით, რომ ასეთია არსებობის პირობები? ერთი სიტყვით, წყლის აორთქლება წარმოადგენს თუ არა აუცილებელ ფიზიოლოგიურ ფუნქციას, თუ იგი გარდაუვალი ფიზიკური ბოროტებაა? ამ საკითხის გადაწყვეტაზე, როგორც ჩანს, დამოკიდებული უნდა იყოს ძირითადი თვალსაზრისი ამ მოვლენის შესახებ.

ვნახოთ რა ურთიერთობა არსებობს აორთქლება და მცენარის სხვა, ექვს გარემო არსებით ფუნქციებს შორის, ხოლო შემდეგ ვიმსჯელოთ საკითხის შესახებ — შესძლება თუ არა მცენარე არსებობას ამ პროცესის გარეშე.

ძალიან ხშირად ფიქრობენ, რომ აორთქლების გარეშე მცენარის კვება შეუძლებელია ექნებოდა. ამბობენ, რომ მცენარე ფესვების საშუალებით ნიადაგიდან შეიწოვს საკვებს, ხოლო იმისათვის, რომ შეიწოვოს იგი, მცენარეებმა მეორე ბოლოდან უნდა აწარმოონ აორთქლება. გამომავალი შეზღუდული კია. თუ ნიადაგი წყალში სიძლიერე საკვები ნივთიერება გახსნილი და მაშასადამე, რა დიდი უნდა იყოს მცენარეში გავლილი წყლის რაოდენობა იმისათვის, რომ მასში მოხდეს აუცილებელ მინერალურ ნივთიერებების გადაღება. მაგრამ ამ მსჯელობებს ორგანიზაციის ნაკლი აქვთ; ჯერ ერთი აორთქლება და მის მიერ გამოწვეული წყლის მოძრაობა არ წარმოადგენს ერთადერთ ჩვენთვის ცნობილ შექანობას, რომლის საშუალებითაც მცენარე ნიადაგიდან მინერალურ ნივთიერებებს იღებს. ხოლო მეორეს მხრივ, მცენარის ნიადაგიდან აუცილებელ მინერალურ ნივთიერებებში მომარაგებისათვის ის არის საჭირო ისეთი დიდი რაოდენობა, რა რაოდენობასაც მცენარე აორთქლებს.

აორთქლების შესახებ ისეთი შეხედულების არსებობა, თითქოს იგი წარმოადგენს მცენარისათვის საკვებ ნივთიერებათა მიწოდების უზრუნველსაყოფ პროცესს, შესაძლებელი იყო მაშინ, როდესაც ფიქრობდნენ, რომ მცენარე საკვებ ნივთიერებებს იწოვს დაახლოებით ისევე, როგორც

* ამ თვის ბოლო, რომელიც შინააოთხ მტრად მოქმედებულა, გამოტოვებულია (რ. გამ. რედ.)

კრაქი ზეთს. მაგრამ ასეთ ელემენტარულ წარმოდგენის სიღარიბე დამტკიცებული იყო ამ საუკუნის დასაწყისში სოსიურის მიერ, ხოლო უფრო მოგვიანებით ფიზიკის მიღწევების შემწეობით ე. წ. ოსმოსის და დიფუზიის მოვლენების გამოკვლევის დროს შესაძლებელი გახდა საკვებ ნივთიერებების მიღების პროცესის უფრო დამაკმაყოფილებელი გაგება. ყოველი ნივთიერება გახსნილი წყალში მისი წრაფის მისთვის ხელმისაწვდომ წყალში თანაბრად განაწილებისაკენ, დიფუზიისკენ. ეს ძალიან აღვივებს დასამტკიცებელია, თუ შევხედვით სითხის ზემოდან ფრთხილად ზავისხამთ სუფთა წყალს; ამაზე დაკვირვება უფრო მოსახერხებელია, თუ ვიწრო ღრმა ჭურჭელში ჩავსახამთ შეღებილ ელატინს, ხოლო როდესაც ოგი ვაკუივდება, ზემოდან დაეფარებთ უფრო ელატინის შრეს, რომელიც ვერაფრე უნდა გაცივდეს. ამგვარად თავიდან იქნება აცილებული სითხეების გაუფრთხილებლად შეჩერების შესაძლებლობა. არ გაივლის რამდენიმე საათი, რომ ის მკვეთრი სახელის, რომელიც არსებობდა შეფერილ და უფერულ ელატინს შორის, წაიშლება. შეფერილი ნივთიერება დაიწყებს დიფუნდირებას უფრო ზედა შრეში, ხანამ თანაბრად არ გაეკრძალება მთელ მასაში. *

ამგვარად მცენარე, რომელიც თავის სველ ფესვებით ეხება ნიადაგის სითხეს, უნდა გაიფინთოს, გაძღეს სითხეში გახსნილი ნივთიერებებით მაშინაც კი, თვით სითხე რომ არ შევიწოვებოდეს. რასაკვირველია, ეს მოძრაობა ძალიან ნელია, მაგრამ ჩვენ შეგვიძლია მისი აჩქარება, თუ ავიღებთ არა უძრავ ლორწოს, არამედ წყალს და რაღადლო შევანჯღრევთ კიდევაც მას. ასეთი შეჩერება, როგორც სამართლიანად აღნიშნა ჰოლანდიელმა მეცნიერმა დე-ფრიზმა, მართლაც სწარმოებს ცოცხალ უჯრედებში მათში პროტოპლაზმის მოძრაობის გამო. მაშასადამე, ჩვენ დიფუზიის ამ მოვლენებში პროტოპლაზმის მოძრაობასთან დაკავშირებით გვაქვს ნიადაგიდან საკვებ ნივთიერებების მოწოდების მექანიზმი.

მაგრამ ეს ცოტაა: მცენარის ფესვებს, ყოველგვარი აორთქლების გარეშე ნიადაგიდან წყლის შეწოვის და მისი ღეროებში და ფოთლებში განადგენის უნარი აქვთ. გერმანელი ბოტანიკოსების მიხედვით ამ მოვლენას ჩვენ ფესვურ წნევას ვუწოდებთ.

აი როგორ ხდება ამ წნევის გამოვლინება. მოეკრათ რამდენიმე მცენარის ღერო თითქმის ნიადაგის დონეზე და ღეროს დარჩენილ ნაწილზე ჩამოავსეთ მინის მუხლანი მილი, რომელიც წინასწარ წყლით იქნება ავსებული. რამდენიმე ხნის შემდეგ შევამჩნევთ, რომ მილის ნაჩერტიდან დაიწყებს წყალი წვეთვას და მალე დაერწყმება მთელ ღეროში, არამედ ხდება მის მიერ შეწოვა და შემდეგ ღეროში გადმოედება. ჩვენ შეგვიძლია ფესვიდან წყლის წნევის ძალის გაზომვა — საკმარისია მუხლანი მილის მაგივრად მის მივამავროთ სინდიუსი მანომეტრი. მაგალითად კინჰარში ეს წნევა საკმარისი იქნებოდა იმისათვის, რომ წყალი ორი საფენის სიმაღლეზე აგვეწია. ჰელზის კლასიკურ განსახლავებების მიხედვით ვახსი ღერში გამოედინარე წნევის წნევას შეუძლია ასწიოს წყლის სვეტი რ სათენზე მეტ სიმაღლეზე. საკურო არც კია მცენარის დამახინჯება იმისათვის, რომ გამოავლინოთ მისი მოვლენა, ფესვურ წნევის შედეგად წნევის გამოედება. საკმარისია ნებისმიერი მცენარე, მაგალითად შერიის ან სიმინდის ახალგაზრდა აღმონაცენს დავხუროთ სახურავი, რომ რამდენიმე ხნის შემდეგ ახალგაზრდა ფოთლების წვერებზე გაჩნდება წვეთები, რომელიც ჩამოგორდება და ხელახლა გაჩნდება, რაც ქსოვილებიდან წყლის გამოოქვნივს მაჩვენებელია. ზაფხულში სადამომობით, როდესაც ჰაერი ორთქლით არის გამაძლიარი, აღინიშნება იგივე მოვლენა: წყალი, რომელიც დღე აორთქლებას ასწრებდა, წვეთების სახით გამოიყოფება. მაშასადამე, მცენარეები, ყოველ შემთხვევაში, ბალახები მინივ ნიადაგიდან წყლის ნაკადით უზარუნველყოფილი იქნებოდნენ აორთქლების გარეშე. მაგრამ, როგორც ჩანს, ბევრ მერქნიან მცენარეებშიც მხოლოდ ფესვურ წნევის ძალით წყალს შეუძლია ღეროს წვერომდე მიღწევა, ვინაიდან ცნობილია მერქნიან მცენარეებში ფოთლების მიერ და გაუშუელ კვირტების მიერ წყლის გამოყოფის მრავალი შემთხვევა. ამგვარად საესვებით დასაშვებია, რომ მცენარეები ბევრ შემთხვევაში შესაძლებლენ თავის

* ლეკიაზე ნაჩვენები იყო რამდენიმე ასეთი ცდა.

წყლის მოთხოვნილების დაკმაყოფილებას აორთქლების დახმარების გარეშეც.

მაგრამ ხომ არ გავაგვიანა უფრო დამაჯერებელი პირდაპირი მითითებები იმის შესახებ, რომ მცენარე შესძლებდა ნიადაგიდან აცილებული საკვებ ნივთიერებების მიღებას აორთქლების გარეშე არ ასეთ ძლიერ აორთქლების გარეშე მაინც, როგორც სწარმოებს ჩვეულებრივ? აორთქლების სრულიად თავიდან აცილება შეუძლებელია. ამისათვის, როგორც ვნახეთ, მოკვიხდებოდა მცენარისათვის სინათლის მოსპობა; მაგრამ შესაძლებელია ეს პროცესი მნიშვნელოვანდ შეეასუსტოთ და ვნახოთ — მცენარე ამისდა მიუხედავად იქნება თუ არა უზრუნველყოფილი ნიადაგიდან აუცილებელი საკვები ნივთიერებებით, ამ საკითხზე საესებით გაერკვეულ პასუხს იძლევა ზღუზინგის ცდები თამბაქოზე. ამ მეცნიერმა თამბაქოს სამი ეგზემპლარი აღზარდა ლიად, ჰაერზე, ორი — მიწის სახურავის ქვეშ. საშუალოდ თითოეულში პირველსამიდან ააორთქლა სამჯერ მეტი წყალი და შექმნა ნაკლები ორგანიული ნივთიერება, ვიდრე სახურავის ქვეშ მოთავსებულმა ეგზემპლარებმა.* მცენარეები, რომელნიც მერს აორქულდნენ. უფრო მდლარი იყვნენ წყლით (სახურავის ქვეშ მოთავსებულ მცენარეში იყო 13%, ჰაერზე მოთავსებულ მცენარეში 21%); ეს ამტკიცებს მხოლოდ იმას, რომ მცენარეები ძლიერ აორთქლებს ღრის იღებენ მინერალურ ნივთიერებების მათთვის ზედმეტ რაოდენობას**. უფრო მეტი, ანალოზი გვიჩვენებს, რომ ეს ზედმეტი რაოდენობა მოდიოდა შემთავრესად იმ ნივთიერებების ანგარიშზე, რომელშიც ნაყრის არა არსებით შემადგენელ ნაწილებად არის მიჩნეული, როგორც მავალითად, სილიციუმი, ქლორი და სხვა. ამგვარად ეს ცდები საესებით გაერკვეულად ლაპარაკობენ, რომ ორგანიულ ნივთიერების ნორმალურად შექმნი-

სათვის მცენარე არ საკვიროებს წყლის ასეთი დიდი რაოდენობით აორთქლებას, რამდენსაც იგი სინამდვილეში აორთქლებს. ასე მავალითად, შექმნილ ორგანიულ ნივთიერებების ერთ ნაწილზე ჰაერზე მცენარემ ააორთქლა 800 ნაწილი წყალი, ხოლო სახურავის ქვეშ მხოლოდ 175 ნაწილი. ხომ არ შეგვიძლია გამოვიტაროთ დასკვნა, რომ ეს იყო ზღვარი, რომ მცენარეს თავის კვების მოთხოვნილების დასაფარავად წყლის ამზე ნაკლები რაოდენობა ვერ დააკმაყოფილებდა? იუ ვიხილმდვინებთ ზემოთიუკვანილ მოსაზრებებში ფესვებით მიღებულ ხსნარების კონცენტრაციის შესახებ, მაშინ მვივალთ დასკვნამდე, რომ ეს რაოდენობა შეიძლება უფრო ნაკლები ყოფილიყო. ორგანიული ნივთიერებების ოც ნაწილზე მცენარე სახურავის ქვეშ შეიცავდა (გრავალ რიცხვებში) ნაყრის 2 ნაწილს; ამ რაოდენობის მინერალურ ნივთიერებების გახსნისათვის საკმარისი 1000 ნაწილი წყალი.** ჩვენ კი ვნახეთ, რომ ჰაერზე მცენარე აორთქლებდა $800 \times 20 = 16000$. ე. ი. თექვსმეტჯერ მეტს, ვიდრე საკმარისი ნიადაგიდან საკვების მოსაღებად.

მაშასადამე, ჩვენ ვევადათ, რომ მცენარე ალბათ შესძლებდა საესებით ნორმალურ კვებას აორთქლებაზე ჩვეულებრივ ამოდენა წყლის დახარჯვის გარეშეც.

რაც შეეხება მცენარეულ სიცოცხლის დღემინერალურ ფუნქციას — ზრდას, ჩვენ გვაქვს დამაჯერებელი ცდები, რომელნიც აბტკეცენ, რომ აორთქლების შესუსტების დროს ზრდა მხოლოდ მატულობს. გვიჩინობიარე ხელსაწყოების დახმარებით. ამის ჩვენება დროის მეტად მცირე მონაკვეთებშიაც კი არის შესაძლებელი, მაგრამ ყოველგვარ ხელსაწყოების გარეშეც ძნელი არ არის დარწმუნება იმაში, რომ ნესტიან ატმოსფეროში მცენარის ორგანოები უფრო დიდ ზომებს აღწევენ.

* ამ ცდებში ორგანიულ ნივთიერებების უფრო მეტი დატრეობა შესაძლებელია აისხნას ნახშირმჟავას მეტი რაოდენობით, რომელსაც ცდებდა მცენარე სახურავის ქვეშ. მაგრამ ეს გაზომვება ჩვენთვის, არსებით არ არის, ჩვენ გვიინტერესებს მხოლოდ დამოკლებულმა ორგანიულ ნივთიერებების ნაყრის და წყლის შორის, ამ საკითხზე ცდები საესებით გარკვეულ პასუხს იძლევიან.

** ცოდვის ცდები გვიჩვენებენ, რომ შეიძლება ნორმალური მცენარეები მიიღონ რამდენიმე თოვანში, რომელთაც ფოსფორის მუგას ნახევარი რაოდენობა ექნებოთ. აქედან ჩანს, რომ გაბიოტრეული აორთქლება უსარგებლოდ ნიადაგს მიუტრეუ.

** ასეთია ჩვეულებრივ ხელოვნურ კულტურების დროს ხმარებული ხსნარების კონცენტრაცია. დაახლოებით ასეთია ნიადაგში, მავალითად აბტკალუბრის მარლი რაოდენობა (შლეზინგის მიხედვით), ხოლო ნიადაგის ხსნარების სხვა ნივთიერებების კონცენტრაციის შესახებ არ გვაქვს საბარაის საბაბი, ვინაიდან ისეთი ნივთიერებები როგორცაა ფოსფორის მუგა და კალიუმი უმთავრესად შენარების დაბით მოპოვების და მათ შინათშის დროს მნიშვნელოვან პაქს დევილს, როგორც გაშხნელის მოქმედებას. თუ მოყვანილ მრეებლობა შეიძლება მილიანად არ არის გადოსადგვი მტრად ღარიბ ნიადაგებისათვის, იგი საესებით სწორება კარგად განაყოფიერებულ ნიადაგების მიმართ.

ზრდის ძირითადი მექანიზმის შესახებ ზემოთ გამოთქმული ზოგადი შეხედულებები აორთქლებასთან ასეთ ურთიერთობას სავეცხოდ ვასაგებდ ხლიან. უჯრედების ზრდის ძირითად მნიშვნელ ზეწვით უჯრედის თხელი შიგთავსის წნევის კედლებზე; მაგრამ თუ წყალი აორთქლდება, მაშინ ეს წნევა დაიწეებს შემცირებას. წყლის შემდგომ დახარჯვის დროს განრდება კინობრის ნიშები, ე. ი. ქსოვილები, რომლებიც მანამდე დაბაბული იყვნენ (წვეების წნევის გამო), იფუშებიან.

მაშასადამე, არც კვიბისათვის და არც ზრდისათვის ისეთი სიძლიერით აორთქლება, როგორც ჩვეულებრივ ხდება, არ შეიძლება აუცილებლად ჩავთვალოთ.

მაგრამ აორთქლებას მცენარის ეკონომიაში შესაძლებელია მესამე როლიც ჰქონდეს: ეს არის ტემპერატურის მარეგულირებლის როლი, რომელიც ზომიერად ხდის მეტად დიდი სიციხის მოქმედებას. ზღვრის (იხლ დღებში, ჩვენ სივანედბშია) ეს შესაძლებელია მცენარეებმა გახიკადონ მაინე, სასიკვდილო ტემპერატურის ზეგავლენა. ეს ზღვარი მცენარის წყლის ნაწილებისათვის ჩვეულებრივ მიჩნეულია 50—52° ცელსუსით, მაშასადამე, ჩვენი თერმომეტრების მიხედვით 40°. მაგრამ სწორედ ასეთი ტემპერატურები აქვს აღნიშნული ერთ ბოტანიკოსს (ასეკაზის, გეოდელერგში) თერმომეტრის მოთავსების დროს ხორციან მცენარეების ფოთლებში, რომელნიც, როგორც ამას დაეინახავთ, სუსტად აორთქლებენ წყალს. მეორის მხრივ დაწყებული გელოს კლასიკურ ცდებიდან, ლიტერატურაში ვხვდებით მითითებები, რომ ზაფხულის მზეს შუშლია მაინე ზეგავლენა იქონიის სწორედ აორთქლების შესუსტების პირობებში, მაგალითად მეტად ნესტიან ატმოსფეროს დროს. აღბათ ამას ემაყრება მეტად გავრცელებული შეხედულება მორწყვის მაინელობის შესახებ მზის დროს და მზიანი წვიმის მაინელობის შესახებ. * მაშასადამე, აორთქლების სასარგებლო როლი, როგორც ტემპერატურის მარეგულირებლის, მისი დამწევის მაშინ, როდესაც მცენარე განიცდის მზის სხივებისაგან ძლიერ გახურებას, ყოველგვარ ექს ვარგეა; მაგრამ ამ მაინე ზეგავლენას მცენარეები იშვიათად განიცდიან და ჩვენ შემდეგ დაეინახავთ, რომ მცენარის აქვს საშუალება დაიცვას თავი მისგან ძლიერ აორთქლების გარეშეც.

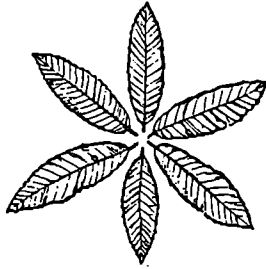
მაშასადამე, საერთო დასკვნა ისეთია, რომ არც კი შეიძლება მცენარის მიერ ასეთ სიძლიერით

წყლის აორთქლება, როგორც ხდება ბუნებაში. ჩვეულებრივ მცენარის მართლაც პირდაპირ მოთხოვნილება ჩავთვალოთ—მოთხოვნილება, რომელიც აო შეიძლება დაკმაყოფილდეს აეთი დიდი რაოდენობით წყლის დახარჯვის გარეშე. მაგრამ თუ წყლის ეს ხარჯი ჩვენ არ მივყვინება ვასაგებდ, მცენარის აუცილებელ ფიზიოლოგიურ მოთხოვნილებად, მაშინ ხომ არ წარმოადგებს იგი ცენარის არსებობისათვის სხვა, ჩვეთვის ვასაგებ პირობების აუცილებელ ფიზიკურ შედეგს?

ამგერად ჩვენ ვიღებთ საე ებით გარკვეულ დადებით პასუხს. დიახ, მცენარე იძულებულია აორთქლოს დიდი რაოდენობით წყალი იმის გამო, რომ მას ასეთი აგებულება აქვს, სულ სხვა მისთვის აუცილებელ, არსებით მოთხოვნილებების დასაკმაყოფილებლად. მართლაც იმისათვის, რომ აორთქლება არ ხდებოდეს, საკმარის იქნებოდა მცენარე და ვარაუდოყო წყლისთვის გაუმჭორავ ნიეთიერებით, როგორც ხდება ხნიერ ლეროვში, რომელნიც დაფარული არიან კორპის ქსოვილის სქელი შრით ან მაგალითად ვაშლი. ვცადოთ განვსაზღვროთ, თუ რამდენად უმნიშვნელოა მთელი ვაშლის აორთქლება, ხოლო შემდეგ გავფიქვნათ იგი და ვნახოთ თუ რა სწრაფად იწყებს იგი აორთქლებას და დაქანობას. რატომ არ შეიძლება მცენარის ყველა ორგანოს ზედაპირის დაფარვა ასეთი გაუმჭორავი საბოლოო, რომელიც წყლით გაყენით მის ნაწილებს გამოაკლავებდეს პაერისაგან და დაიცავდ ხშირად მაინე მცენარის სიცოცხლისათვის საზიარო აორთქლებისაგან?

ფიზიოლოგია ვასწავლის, რომ მცენარის ასეთი აგებულება არ იქნებოდა მის ყველაზე არსებით უწყვიკის — პაერის ნახშირორგანიტი კვების შესაბამისი. ამგვარად აგებული მცენარე, როგორც ვნახეთ, ნიადაგიდანაც მოიღებდეს საკვებს, მოკლებული იქნებოდა, მისთვის უფრო მნიშვნელოვან საკვების პაერიდან მიღების შესაძლებლობას. მთელ თავის ნახშირბადს (ე. ი. შრალი წონის 45%) მცენარე ლელებლობს კვი. იმისათვის, ხოლო პაერში ეს ელემენტი ნახშირმეცავის სახით გაფანტულია მეტად ძუნწად: 1/500—1/300—იი ასეთი ნახშირმეცავს ჩვეულებრივი რაოდენობა ჩვენს ატმოსფეროში. იმისათვის, რომ თავისი ნახშირბადი მიიღოს ასეთი ძუნწი წყაროდან, მცენარემ უნდა განავითაროს პაერთან შეხების მეტად დიდი ზედაპირი იმის მსგავსად, როგორც ფესვის ზედაპირი სივრცულ ვერცხებზე იკიმება. ფოთლოვანი ზედაპირები ლაგდებიან სივანეზე ისე, რომ ფარ-

*) ლეკლერი გამამდარ ატმოსფეროში პირდაპირ ხედას ზარბოლანი მცენარეების ვაყიოობების მიხეზს, მაგრამ თავის ცდების აღწერის დროს არაფერს ამბობს მზის მოქმედების შესახებ.



სურ. 104. წაბლის ფოთლების განლაგება ყლორტებზე.

თომი ბეგრჯერი აღმართება მცენარის მიერ ნიადაგში დაკავებულ ფართობს. ეს კიდევ ცოტაა, მცენარე იღებს ჰაერითა და ნახშირბადს მხოლოდ სინათლის დახმარებით—მაშისადაც, თავის მწვანე ზედაპირი მან ისე უნდა გამოაღოს, რომ რაც შეიძლება მეტი სინათლე დაიჭიროს. ეს მოთხოვნები საკვირველი სრულყოფილებით კმაყოფილება. ზერეველ დამკვირვებელს ჰგონია, რომ ფოთლები მცენარეზე უწყსრიდოდ არის განლაგებული, მაგრამ ჯერ კიდევ უდიდეს მხატვარმა და ბუნების ყურადღებისა მკვლევარმა ლეონარდო და-ვინჩიმ შეამჩნია, რომ ფოთლების განლაგებაში ზუსტი წესრიგი აღინიშნება. ბოტანიკოსები დიდი ხანია შეისწავლიან ამ წესრიგს, ამ კანონებს ფოთლების განლაგებაში. მაგრამ როგორც ბიოლოგიურ მეცნიერების სხვა სფეროებშიც, მხოლოდ შედარებით ახლაბან დაიწყეს



სურ. 105. ნეკერხლის ფოთლების განლაგება ყლორტებზე.

ამ მოკლე ნის განხილვა მისი აზრის, მცენარისათვის მის ფიზიოლოგიურ მნიშვნელობის თვალსაზრისით.

მოკლედ შეიძლება ითქვას, ფოთლების განლაგებაში და ყუნწების ზომაში, ფირფიტების ფორ-

მასა და ზომაში გამოსკვივის ერთი ძირითადი წესი: მცენარე განლაგებს თავის ფოთლებს ისე, რომ არ დაჰკარგოს მზის არც ერთი სხივი, ისარგებლოს ყველა მისაწვდომ ადგილით, ახალი ფოთლი გაჰყოს სხვა ფოთლებს შორის ყველა თავისუფალ ადგილას. თუ ნებისმიერ მცენარის ფოთლების ზედაპირს ზემოდან ან უფრო უკეთესია ქარიზი განათების მხრიდან დავეხედეთ, მაშინ ენახათ, რომ ყველა ფოთლები, გაზრდილებიც და ახალგაზრდებიც თითქოს ერთ მთლიან ზედაპირს ქმნიან, სადაც არ არის თავისუფალი ადგილები და წარმოვიდგინოთ იმას, რასაც ცნობილმა ბოტანიკოსმა კერხერმა მოსწრებულად დაარქვა „წოხაია ფოთლებისაგან“.

განსაკუთრებით გვხვდება თვალში შემთხვევითობის არ არსებობა და პირიქით, გვაქვს ზუსტი შესაბამისობა ყველა ნაწილების ფორმაში, ზომებში და განლაგებაში. თუ ერთ მცენარის ფოთლებს მეორის ლეროზე გადაჩანის წარმოვიდგინოთ, მაშინ ენახათ, რომ მაშინვე აღმოჩნდება მათ შორის უწყაფოფო ადგილები ან პირიქით, ისინი უფრო უწყაფოფოდ დაჩრილად კიდევც ერთმანეთს. იმ მაგალითად, ფოთლების განლაგება ნეკერხალში და წაბლში. თუ მათ ტოტებს ზემოდან დავეხედოთ (სურ. 104 და 105). პირველის გრძელ ყუნწზე მჯდომი ფართო ფირფიტები ლეროდან შორს არიან გატანილი; მეორის მოკლე ყუნწიანი ვიწრო ფირფიტები თითქმის სხედან ლეროზე. ამგვარად არ იკარგება სივრცე და ფოთლები ერთმანეთს არ ჩრილადვენ. მაგრამ რა მოხდებოდა, თუ ნეკერხლის ფოთლები ისევე იქნებოდნენ განლაგებული, როგორც წაბლს აქვს (სურ. 104) თავისივე ყუნწებზე (სურ. 106) ან წაბლის ყუნწებზე (სურ. 106): პირველ შემთხვევაში ტოტის შუა ნაწილი უწყაფოფო სანათური იქნებოდა, მეორე შემთხვევაში—ფოთლები დაჩრილადვენენ ერთმანეთს.*

მაშასადამე, ფოთლოვანი ზედაპირი ჰაერიდან კვების უზრუნველსაყოფად აგებულია ისე, რომ წარმოადგენს შესაძლებელ დიდ ზედაპირს ჰაერთან შეხებისათვის და ამავე დროს რაც შეიძლება დიდი ზედაპირის გაშუქების შესაძლებლობას იძლევა.

მაგრამ ეს ორი თვისება ამავე დროს წარმოადგენს გაძლიერებული აორთქლებისათვის ყველაზე საუკეთესო პირობას: ჰაერის შთანთქმისათვის დიდი ზედაპირი ამავე დროს წყლის

* ეს კანონი ფოთლის სივანის და ყუნწის სიგრძის შეფარდების შესახებ მითითებულია პროფ. ბეკტოვის მიერ.

აორთქლებებისათვისაც დიდ ზედპირს წარმოადგენს; განათების დიდი ფართობი ამავე დროს გათბობის დიდ ფართობსაც წარმოადგენს. ამის დამამტკიცებელია ის ფაქტი, რომ სინათლის ის სხივები, რომელთა შთანთქმა ხდება ფოთლის მიწვებ ნივთიერების—ქლოროფილის მიერ, აგრეთვე ნახშირბოდავას დამოკიდებულია და წყლის აორთქლებას ემსახურებიან ისე, რომ ნახშირბოდავას დამოკიდებული მცენარე, რომელიც შხის სითბოს ნაწილს ამაზე ხარჯავს, უფრო ნაკლებს აორთქლებს, ვიდრე ისეთი მცენარე, რომელიც არ შლის ნახშირბოდავას (მაგალითად ამ გაზს მოკლებულ ატმოსფეროში მოთავსების დროს). ძნელია ორი ისეთი პოპულაციის პოვნა, რომელნიც დამოკიდებულინი იქნებიან ასეთ თითქმის ერთნაირ პირობებზე.

მაშასადამე, მცენარე აუცილებლად იძულებულია ბევრი ააორთქლოს, იმისათვის რომ წარმოეტეხოს იკვებობს, ვინაიდან ორივე პროცესის პირობები ერთი და იგივეა. მცენარე შესძლებდა გვადვის ე. ი. წყურვილის საშიშროებიდან თავის დაკვას მხოლოდ მაშინ, თუ გასწირავდა თავს და იშინშილებდა. მას უხდება თავის სასიცოცხლო გზის გაკეთება სცილისა და ხარიბდის, შიმშილისა და წყურვილის შორის. ამ დილეგის ხარისხობრივად აბსოლუტური გადაწყვეთა, როგორც ჩანს, შეუძლებელია; შესაძლებელია მხოლოდ ანტაგონისტური მოთხოვნისთვის რაოდენობრივი შეთანხმება, შეთანხმება საუკეთესო კვებისა და წყლის უმცირეს ხარჯს შორის. ეხებათ როგორც სწავებს მცენარე ამ ძნელ ამოცანას.

3.

გამოვარკვეით რა მცენარის სიცოცხლისათვის ააორთქლების მნიშვნელობა და ვანეხილეთ რა ის პირობები, რომლის დროსაც იგი მიმდინარეობს, ჩვენს ჩვენებლით მივიღეთ იმ დასკვნამდე, რომ ეს პროცესი,—ყოველ შემთხვევაში იმ ზომით, რომლითაც იგი მიმდინარეობს—უფრო უნდა ჩავთვალოთ აუცილებელ ფიზიკურ ბორბტებად, ვიდრე აუცილებელ ფიზიოლოგიულ ფუნქციად. ამ დასკვნის შესამოწმებლად, ისე, როგორც ყოველთვის, ყველაზე უპრობესია თვით მცენარეს ეკითხათ. თუ ჩვენი შესჯელობა სწორია, უნდა მოველოდეთ, რომ მცენარის ორგანიზაციაში აღმოჩნდებოდნენ ისეთი მოწყობილობები, რომელნიც იქნებიან მიმართული ამ მოვლენის არა ხელის შესაწყობად, არამედ მის შესაზღუდავად, რომ დაიცვათ თავი ამ საშიშ, ზოგჯერ თვით სიცოცხლისათვის საშიშვლო ფიზიკურ პროცესიდან. სწორედ ისევეა სინამდვილეში.

ყველაზე მარტივი და რადიკალური საშუალება იქნებოდა თვითი მცენარის დაფარვა წყლისთვის გაუმჟოლავ გარსით (როგორც ვაშლის შეთხვევაში და სხვა), მაგრამ ჩვენ ვნახეთ, რომ ეს შეუთავსებელი იქნებოდა კვებასთან. მცენარე საშუალო საშუალებას მიმართავს: პერტე მოთავსებული ნაწილების დიდ ნაწილს, მაგრამ არა მთლიანად ფარავს გარსით, რომელიც ჩვენ მუშაობას ან გასანთლულ ქალად ჰგავს. ეს შედარება თითქმის უსტიკია. კახის უჯრედებს გასქელებული გარეთა კედლები გარეგნობითაა საბოლოოდ ხიფათიერები, რის შედეგადაც წყალი არ ასველებს მათ და ჩამოდინდება მათ გულ ზედაპირზე. ეს საბოლოო ზოგჯერ გამოდის ზედაპირზე თეთრი ნაღების სახით, რომელსაც ყველა იცნობს კლიავის ნაყოფზე, კომბოსტოს ფოთლებზე ან ქაჯებზე. პირდაპირი ცდა



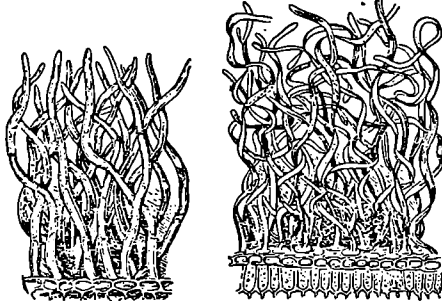
სურ. 106. წყურვილის ფოთლების არანაშობილო გალავნი. (იხ ტექტი)

გვარწმუნებს, რომ თუ ამ ხადეს მოვალდობთ ან ვაგისნით, მცენარე უფრო ძლიერად ააორთქლებს წყალს. სქელი, წყლისთვის გაუმჟოლავ კანსა ინიშვნელობა გამოვლენდება ყველაზე ადვილად შემდეგი შედარებით: საკმარისია ნახვა თუ პერტე წყალქვეშა მცენარეები და ფესვები, რომელთაც არ აქვთ ასეთი კანი, რა სწრაფად, რამდენიმე წუთში კნებიან და ხმებიან. ვანსაკუთრებით სქელი და გაუმჟოლავი კანი აქვთ გლუვ-მზხიხავ ე. წ. ტყავისებრ ფოთლებს ცხელ ქვეყნების მარადმწვანე მცენარეებში. ცდა აგრეთვე ამტკიცებს, რომ ეს ტყავისებრი ფოთლები უფრო ნაკლებ წყალს ააორთქლებენ, ვიდრე ბალახის ფოთლები.

ამ წყალგაუმჟოლავ საფარით საზიანო აორთქლებიდან დაცვის გარდა მცენარე მეორე ამოცანასაც სწავებს. ატმოსფეროსთან კავშირის ინარჩუნების იმით, რომ ამ გაუმჟოლავ გარსში ვაანჩია უამრავი ხერხელები ე. წ. ბაგეები. ამ ბაგეების რიცხვი მერტად დიდია: ერთ ფოთოლზე ასობით, ათასობით, ზოგჯერ მილიონობით გვხვდება. ამის-

და მიუხედავად, ნაწერტების საერთო ფართობი შედარებით მეტად მცირეა: ერთ ზუსტ გაზომვის მიხედვით თუ ფოთლის ზედაპირს მივიღებთ 1000, მაშინ ყველა ზურელის განივქარიანი გამოხატება რიცხვით 15.

ბაგეები წაომოდგენენ ერთ ყველაზე გავრცელებულ და ამასთანავე საკვირველ მოწყობილობას წყლის აორთქლების სარგულიაიოდ. ისინი იხსნებიან, როდესაც მცენარე სასუნა წყლით და თვითონვე იხურებიან, როდესაც მცენარე განივადის წყლის ნაკლებობას, ე. ი. კენება. მაშასადამე, ისინი წარმოადგენენ დამცველ სარქველებს, რომელნიც უშეგებენ ორთქლს მაშინ, როდესაც წყალი ჰქარბად არის და აკავებენ მას, როდესაც თავს იჩენს ნაულებობა. ეს არის მთავარი რეგულატორი, რომლის დახმარებით მცენარეს დროულად შეუძლია წყლის ხარჯის შემცირება, შესანიშნავია ის, რომ ზოგიერთ მცენარეებში, რომელნიც მუდამ უზრუნველყოფილი არიან წყლით, როგორც მბაალითად წყალზე მოკურავე ლეინაში,



სურ. 107. სხვადასხვა ფორმის ბუსუსები.

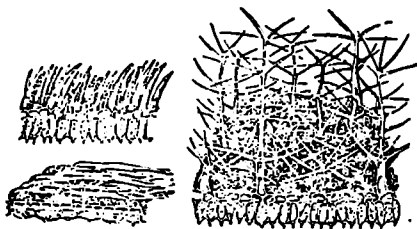
ბაგეებს არა აქვთ გაღების და დაკეტვის ეს მექანიზმი *.

ბაგეების, როგორც აორთქლების მომწესრიგებლის როლი კიდევ მთელ რიგ თავისებურებებში შემოღვანდება. ეს თავისებურებები შეეხება ფოთლებზე მათ განლაგებას და იმ ზედაპირის თვისებებს, რომელზედაც ისინი არიან განლაგებული. იმ მცენარეებში, რომლებსაც ჰორიზონტალური

ფორფიკა აქვთ, ბაგეები თითქმის მუდამ ქვემო ზედაპირზე არიან განლაგებული. ამ ფართოდ გავრცელებულ ფაქტის მაჩვენებლობა, როგორც ჩანს, შემდეგია: ჰაერი მზით განათებულ ფოთლის ფაშარ ქსოვილში თბება და იფლნთება წყლის ორთქლით და ამ ორ მიზეზის გამო უფრო მსუბუქდება. ბაგე რომ ფოთლის ზემოთა ზედაპირზე ყოფილიყო, შედეგად დამყარებობა გამთბარ და ხესტიან ჰაერის აღმავალი ნაკალი და უფრო ცივ და შშრალი ჰაერის შემიავალი ნაკალი, რაც გაცილებით ააქტივებდა აორთქლებას. პირიქით იმ დროს, როდესაც ბაგეები ქვემოთ მხარეს არიან მიმართულნი, აორთქლება დამოკიდებული იქნება მხოლოდ გარეთა და შიგნითა ჰაერის სინესტის ხარისხის სხვაობაზე და გათბობისაგან შიგნითა ჰაერის გაფართოებაზე, იმის გავება, თუ რომელი მხრიდან წარმოებს აორთქლება, ჩვეულებრივ ძალიან ადვილია: საკმაოდ ადვილია ფოთლოთან მივიწინათ გაცილებული მინა ან სარკე, რომ მივიღოთ მსუბუქი გამონაორთქლი რაც გლუვ, პრილა ზედაპირზე გამოხატავს ფოთლის მთლიან მზახულობას.

ზემოთ ჩვენ ვნახეთ, რომ აორთქლების ამჩქარებელ მთავარი პირობების რიცხვს უნდა მიეკუთვნოს ქარი. როგორც ვიხსენის ცლებმა დაგვიანხვა, მხოლოდ მცენარეების მცირე რიცხვი ეწინააღმდეგება ქარს და მის ზეგავლენით ნაკლებ წყალსაც კი ააორთქლებენ. ამ იღუშალი მოვლენის ასხნა მეტად ადვილი აღმოჩნდა. ამ მცენარეების ბაგეები ქარის ზეგავლენით იხურებიან მანამდე, სანამ თავს იჩენს ქარობის ნიშნები ფოთლის სხვა ნაწილებში. მაგრამ მცენარეების უმრავლესობა მოკლებულია ამ ორგინალურ მექანიზმს და განივად ქარის მევენე ზეგავლენას, რის გამოც მის მევენე ზეგავლენით თავიდან ასაკლებლად გვხვდება სხვაგვარი მოწყობილობები. ამ ჯგირზეც მცენარე ივენებს ისეთ საშუალებებს, რომელიც აღმაინამაც მოიფიქრა. ბოლო დროს მეტრს ლაპარაკობდნენ ტუის საფარის და ცოცხალ ღობეების შესახებ, როგორც გავლენის საწინააღმდეგო საბრძოლო საშუალებების პრაქტიკულ ზომების შესახებ. ხეებით მინდვრების შემოფარგვლით ფიქრობენ ქაოისათვის წინააღმდეგო-

* წყლის სიკარბის ან ნაკლებობის გავლენით ბაგეების გახსნის და დახურვის მთავარ მექანიზმის გარდა, ზოგიერთი მცენარე თავის ბაგეებს ადებს უშუალოდ მის სივის ზეგავლენით. ამ მექანიზმის სარგებლიანობა ნათელია, იქიდან რაც ზემოთ იყო ნათქვამი აორთქლების, როგორც მცენარის ტემპერატურის ოკვლავტორის შესახებ. მაგრამ ეს მეორე მექანიზმი ხელს არ უშლის პირველს, იგი ექვემდებარება მას. როდესაც მცენარე იწყებს კნობას, იგი ზურაუს თავის ბაგეებს, სინათლის გაღლის საწინააღმდეგოდ ცი.



სურ. 108. სხედასხვა ფორმის ბუსუსები.

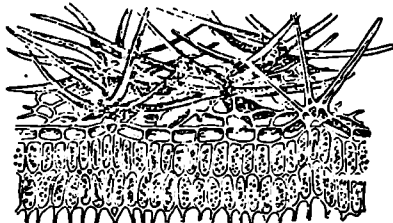
ბის შექმნას, მის გამომშრობ გაელენის შესუსტებას. აღმოჩნდა, რომ მცენარე ღიძი ხანია ამ ხერხით სარგებლობს, და თუ ანთროციკლებს მიეკროსკოპულ ზომებით, სამაგიეროდ მეტად ფართოდ ხმარობს მას. მშრალი ჰაერის ან მზის ძლიერ შემოქმედების ადგილას არსებულ მცენარეების ფოთლების ზედაპირი არაიშვიათად ბუსუსებით არის დაფარული, თუ მიკროსკოპით გავსინჯავთ, დაინახავთ ბუსუსების ხშირ ტყეს, რომელიც იცავს ბაგეების ხერხელებს (სურ. 107, 108 და 109) *.

ამ ბუსუსებს მეტად მრავალნაირი ფორმა აქვთ და ფოთლის ზედაპირს ხავერდოვან, ბუსუსიან, რუხ, ზოგჯერ თითქმის თეთრ შეხედულებას აძლევენ, რაც ორმაგად არის სასარგებლო: გადახლართული ბუსუსების სქელი ქეჩა არა მარტო ანელეებს ქარის მოძრაობას, არამედ აკრთევენ წარმოადგენს ნახევრად გამჭვირვალე საფარს, რომელიც ზომიერად ხდის სინათლის მოქმედებას.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ბუსუსები ფარავენ მხოლოდ ფოთლის ქვემო ბაგეებიან ზედაპირს, მაშინ, როგორც ჩანს, მიღწეულია მხოლოდ პირველი შედეგი და შარკერ სწორედ თვალისთვის უხილავ ბუსუსების არსებობის მიხედვით ადვილი გამოსაცნობია, თუ ფოთლის რომელ ზედაპირზე არის ბაგეები. საქმარისია ასეთი ფოთლი ჩაქიროთ წყალში და იმ დროს როდესაც ზემო ზედაპირი შეინარჩუნებს თავის ჩვეულებრივ ფერს, ქვემო წარმოვიდგება ვერცხლისფრად მბრწყინავი იმის გამო, რომ იგი დაფარული იქნება ბუსუსების შრით შეკავებულ ჰაერის

ფენით, რომლის მოცილება საქმარისად ძნელია.

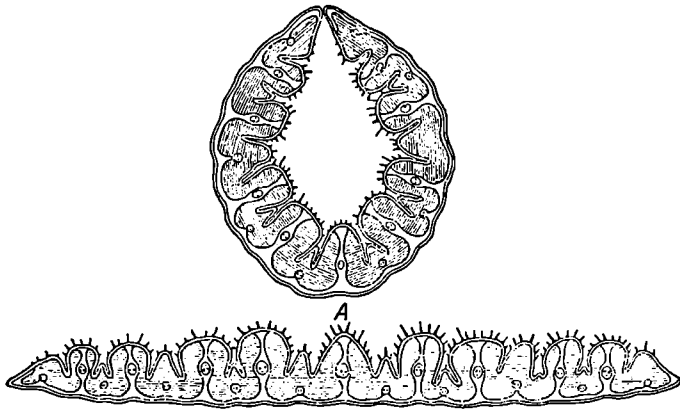
იგივე შედეგს. ე. ი. ჰაერის მოძრაობის შეწყვეტას აღწევს მცენარე სხვა ჯიბითაც. იმის მაგიერ, რომ ბაგის ხერხელებს გარს შემოავლოს ბუსუსები, მცენარე ბაგეებს ინეითარებს ფოთლის ფირფიტის სიღრმეში. მეტნაკლებად ღრმა ფოსოების ძირზე. ეს თავისებურება ისე, როგორც ბუსუსიანობა ახასიათებს მშრალ და ცხელ ჰაერს მცენარეებს. ბოლოს გვხვდება ორივე მოწყობილობა ერთდროულად — ბაგე ჩაძირულია ღრმა ფოსოების ძირზე, რომლის შესავალი დატულია ბუსუსებით. როგორც ამას ვხედავთ ოლეანდრაში.



სურ 109. სხედასხვა ფორმის ბუსუსება.

ჩვენ აღენიშნეთ, რომ ფოთლის ზეითა ზედაპირის ბუსუსიანობას სხვა მნიშვნელობა აქვს — იგი ასუსტებს მცენარეზე მოხედირალ სინათლეს, აქ ბუნებრივად იხილება საწინააღმდეგო მოსახრება: ეს სარგებლიანობა ხომ არ იქნება საზიანო ფოთლისთვის კვებისათვის? ხომ ენახეთ ჩვენ, რომ აორთქლება დამოკიდებულია არა მარტო სინათლეზე, არამედ იმ სხივებზედაც, რომლებზედაც დამოკიდებულია კვება. ხომ არ იქნება კვებაც ისევე შესუსტებული, როგორც აორთქლება? აღმოჩნდა, რომ არა და სწორედ აქ იჩენს თავს მცენარის ერთ-ერთი ყველაზე საინტერესო მოწყობილობა. ორივე ფუნქციის დამოკიდებულება სინათლეზე სავსებით მსგავსია, სანამ მხედველობაში გვაქვს საქმის ხარისხობრივი მხარე, მაგრამ ისინი სრულიად სხედასხვაგვარ რაოდენობრივ კანონებს ემორჩილებიან. აორთქლება ფოთლის მზებზე განათების (ან რაც სულერთია, გათბობის)

* ეს ნახატები წარმოადგენენ ბუსუსების მიკროსკოპულ განმარტებებს, რომელნიც ფარავენ სხედასხვა მცენარეების ფოთლებს და ღეროებს.



სურ. 110. ვაციწვერას სწორ და მოხრილ ფოთლის განვი-
კრილი.

პროპორციულად არ იზრდება, არამედ გაცილებით უფრო ჩქარა მატულობს.* ფოთლის კვება კი თავის უმაღლეს ზღვარს აღწევს გაცილებით უფრო ადრე, ვიდრე მზის სხივი აღწევს თავის უმაღლეს დაძაბულობას; ჩვეულებით რა ამ დაძაბულებად ფოთლის ჰორიზონტალურ ზედაპირს გაშუქებას ზაფხულის შუადღის მზის სხივით, ამ შუადღის მზის სხივის დაძაბულებს ნახევარი საკმარისია კვების მოთხოვნილებისათვის; მთელ დანარჩენ ზედმეტ სინათლეს მცენარე უკვე ვეღარ იყენებს და იგი იხარჯება უწყალოდ აორთქლებად ან საშიშ გათბობად.

მაშასადამე, ნახევრად გამკვირვალე ბუსუსების ქერა, რომელიც ფოთლის გარეგან შეფერილობას მკვეთრი მწვანედან რუხ ან თეთრ ფერად ცვლის, თუ სინათლეს იგი ნახევარზე მეტად არ ასუსტებს, თითქმის ხელს არ შეუშლის კვებას და ამასთანავე მნიშვნელოვნად შეამცირებს აორთქლებას. ამას უნდა დავუმატოთ, რომ თუ წყლის ხარჯვა ვერ ასწრებს აღდგენას ფესვიდან შეწოვის გზით, თვითონ აორთქლება, ამცირებს რა წყლის რაოდენობას ფოთლებში, ამით აქვეითებს

ფოთლების კვებას ჰაერიდან, ამასთანავე ეს ხდება უფრო ადრე, ვიდრე წყლის ნაკლებობა თავს იჩენს ქცნობით. ეს დამტკიცებულია ბუსენგოს კლასიკური გამოკვლევებით და შემდეგ კრისლერის გამოკვლევებით. ამიჯ აიხსნება ფომინციონის ცდების შედეგებიც, რომლებმაც გვიჩვენეს, რომ ფოთოლი, რომელიც ხანგრძლივად რჩება უშუალოდ მზის სინათლეზე, ნაკლებ ნახშირბადას შლის ვიდრე ფოთოლი, რომელიც დაფარულია გამკვირვალე პაპირისის ქაღალდით. გამოთქმული მოსაზრებები საკმარისია იმისათვის, რომ დავინახოთ გველვაში რა სარგებლობა აქვთ მცენარეებს ფოთლების ბუსუსებიდან ან იმ ბუსუსებიდან ქუდაკებისგან, რომლებითაც იფარებიან ზოგიერთი კაქტუსები. თუ მეტაფორას მივმართავთ, შეიძლება ითქვას, რომ მცენარემ ისარგებლა რაოდენობრივი კანონების სხვაობით, რომელიც ემორჩილება ეს ორი მოვლენა—წყლის აორთქლება და კვება—იმისათვის, რომ გამოემუშაებინა თავისი ერთ-ერთი ყველაზე საკვირველი მოწყობილობა გველვასთან საბრძოლველად **.

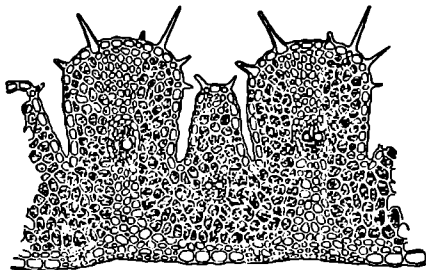
* ლეკლის გამოკვლევების საფუძველზე იგი შეიძლება ჩვეულებით ამავე ტემპერატურაზე გახების დრეკადობის პროპორციულად. ისე რომ, მაგალითად, როდესაც ფოთლის ტემპერატურა 25°—50°-დ (ჩვენ კი უნახეთ, რომ მცენარე შესაძლებელია გახურდეს ამ ზომამდე) კი ორჯერ გაიზრდება გახების დრეკადობა იზრდება ოთხჯერ.

** ჩვენ ვჯერებებით არ ვერადებით საწინეისო ფაქტე კვებისა და აორთქლების შორის პირდაპირ ანტაგონიზმზე, რომელსაც შევეით ზემოთ და შევეებით შედგომ სასუქების მოქმედების შეფასების დროს.

უდაბნოს და საერთოდ წყალნაკლებ ადგილების მცენარეები შეძლებისდაგვარად ამცირებენ რა ფოთლების ზედაპირიდან წყლის ხარჯვას, ამავე დროს უზრუნველყოფენ ნიადაგის უფრო ღრმა ფენებში არსებულ წყლის პარაგის მიღებას ღრმად მიმავალ ფესვების განვითარების საშუალებით.

მაგრამ ყველა ეს ზომა შეიძლება საკმარისი არ აღმოჩნდეს. მაშინ მცენარე ამცირებს ფოთლების ამპორტულეზულ ზედაპირს ან და ბოლოს საერთოდ თავიდან იცილებს არათანასწორძალიან ბრძოლას. უარს ამბობს ცხოველმყოფელ სიციცხლეზე, ყრის ფოთოლს და მთელი გვალვის განმავლობაში თითქმის ისევე ვაშვშებულ მდგომარეობაშია, როგორც იქ ჩვენ სივანედებში გვაქვს ზამთრის სიცივეების დაწყების დროს. ეს მოვლენა არააიშვიათია ტრაპიკებთან.

ზედაპირის შემცირება მეტად სხვადასხვა გზით აღწევს. ზოგჯერ მავალითად, როგორც სქელფოთლიან მცენარეებში თხელ ფირფიტისებურ ფოთლების მაგივრად ვითარდებიან სქელი. ხორციანი, წყნინი ფოთლები; ზოგჯერ კი საქმე მიდის ფოთლების სრულ დაკარგვამდე. რომელიც ასეთ შემთხვევაში შეიცვლება ხორციან ლეროებით. უკანასკნელი მოვლენა ყველაზე მკვეთრად გამოხატულია კაქტუსებში და რძიანებში. ეს ორი ოჯახი სისტემატიკის მხრივ მეტად დაშორებულნი არიან. ექვთინიან ქვეყნიერების ორ სხვადასხვა ნაწილს. მაგრამ მსგავს მოთხოვნილებების ძალით მათ გამოიძულებს იმდენად მსგავსი შესახედაობა, რომ ყველა არაბოტანიკოსი ვერც კი გააჩინებს ხორციან უფოთლო რძიანას კაქტუსისაგან. ფოთლების უქონლობის გამო ეს მცენარეები, როგორც გვიჩვენებენ უშუალო დაკვირვებები, მცირე რაოდენობით აორთქლებენ წყალს. ამასვე უწყობს ხელს მეტად გასქელებულ კანზე ბაგეების მცირე რაოდენობით არსებობა და აგრეთვე გახსნილ ნივთიერებებით მდიდარი სქელი წვენი, ვინაიდან ცნობილია, რომ მავალიან შავკის ან შაირლის ხსნარები უფრო სუსტად ორთქლდებიან, ვიდრე სუფთა წყალი. ბევრ მცენარეებს, პარკოსნებიდან, აგრეთვე არ აქვთ ფოთლები და მათი ლეროები ტერეთვე მწველებს წარმოადგენენ. ფოთ-

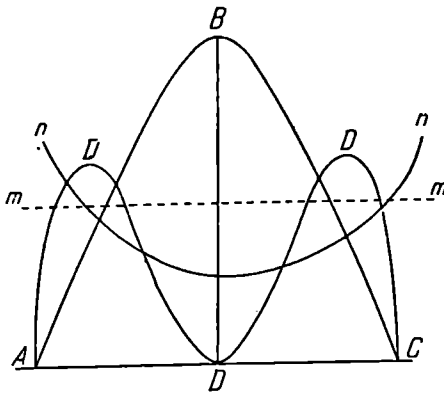


სურ. 111. ვაიციწვრას ფოთლის ნაწილი დიდი გადღებით. ლევის ამპორტულეზული ზედაპირის შემცირება ამ შემთხვევაში კვების შეკავების ანგარიშზე სწარმოებს; ბევრისთვის ცნობილია, თუ რა ნელა იზრდებიან კაქტუსები. რალაც ამის მსგავსი ჰვეებს ზოგიერთ ჩვენ მცენარეებშიც, რომელიც იძულებულნი არიან დაქმავიფილდნენ წყლის უმნიშვნელო რაოდენობით—ისინიც აგრეთვე ამ კორებენ თავის ზედაპირს და ჯუჯა მცენარეებად იქცევიან. მცენარეთა პათოლოგიაში ეს ავადმყოფური მოვლენა და მის ასევე ნაწიში ეწოდება ცნობილია ფეტვის და ქულუნას (*Draba Vern*) საგალითები, როდესაც მთელი მცენარე ერთი სანტიმეტრის სიგრძე იყო, ამისდა მიუხედავად ყვავილობდა, იძლეოდა თესვებს; და რაც უფრო საკვირველია, ამ თესვებიდან ხელსაყრელ პირობებში ნორმალური მცენარეები იზრდებოდა.

ეს უკვე გამოუვლი მდგომარეობის ზომებია. მაგრამ საკითხავია: ხომ არ არის შესაძლებელი მცენარემ შეამციროს ამპორტულეზული ზედაპირი? და ამავე დროს ასევე არ შეამციროს საკვები ზედაპირები? თუმცა შეიძლება პარადოქსალურად მოგვეჩვენოს, მაგრამ გარკვეული აზრით მცენარემ ეს ამოცანა გააღწევია.

ბევრ მთის და ველის მაღალხეხ, მათ შორის ვაიციწვრას (აბა ფრთიანი *stipa pennata* არაჰედ ვერტე ფოდებელი *stipa capillata*), გააჩნიათ ისეთი ფოთლები, რომელიც ეხვევიან, როგორც კი იწყება წყლის ნაკლებობა. ფოთლის დახვევა კი იწყება ხდება მუდამ ისე, რომ ბაგეები რჩება შეზინთ მოქცეულ ზედაპირებზე (სურ. 110 და 111)*. ამასთანვე ისინი არააიშვიათად მოთავსებულნი არიან ლეროების სიღრმეში

* სურ. 110 გამოხატავა მიკროსკოპის ქვეშ ნანახ, ვაიციწვრას ფოთლის განივირის ბრტყელ და დახვეულ მდგომარეობაში. სურ. 111 ასეთი განივირის ნაწილია დიდი გადღებით.



სურ. 112.

(სურ. 111). რომელნიც თავის მხრივ აგრეთვე იხურებიან, რის გამოც ბაგის ხერელი ორმაგად დატულია მშრალ ცხელ აჰმოსფეროსაგან, მაგრამ ეს დაეყო, როგორც ჩანს, მხოლოდ დროებითია, რომელიც თავს იჩენს მხოლოდ წყლის ნაქლებობის დაწყების დროს და როგორც ენახეთ. მას უფრო ადრე სდევს თან ჰაერიდან კვების შესუსტება. წყლის უნაყოფოდ ხარჯვის წინააღმდეგ უფრო სრულყოფილ საშუალებად უნდა ჩაითვალოს ისეთი ფოთლები, რომელნიც მცენარის მთელ სიცოცხლის განმავლობაში თავს იფარავენ ზედმეტ აორთქლებისაგან ისე, რომ ამით ზიანს არ აყენებენ კვებას. ამჯერადაც წყენარე იყენებს ორივე პაროქსების მმართველ პარაბებს შორის რაოდენობრივ სხვაობას. ზემოთ ვნახეთ, რომ შემთხვევითა უმრავლესობაში ფოთლები ჰორიზონტალურად ლაგდებიან, ზოგიერთებს ისეთი მდგომარეობით აქვთ, რომ მათზე სხვიანი შეფული მიმართულებით ეცემიან, მაგრამ არსებობს ამ წესიდან გამონაკლისების მთელი წყება, არის მთელი რიგი ისეთი მცენარეები, რომელთა ფოთლები ზენიტისაკენ არიან მიქცეულნი ანა ზედაპირით, არამედ გვერდიდან. ასეთებია ავსტრალიური აკაციები და ევკალიპტები, რომელნიც დიდი ხანია მოგზაურების ყურადღებას იპყრობენ მით, რომ არ იძლევიან ზეფულბრივ ჩრდილს, მსგავსი მოვლენა გვაქვს ზოგიერთ პარკოსნებში. მეკვილასებრში და სხვა მცენარეებში, რომლებიც

პერიოდულად, შუადღის საათებში, თავიანთ რთულ ფოთოლაკებს ისე სწევენ, რომ ისინი მიმართულნი არიან ზემოთკენ სიბრტყით კი არა, გვერდიდან. ყველა ახლა აღნიშნულ მცენარეებში გვერდითი მიმართულებით მდგომ ფოთლებს ქვეყნის მხარეების მიმართ გარკვეული მიმართულება არ გააჩნიათ, მაგრამ არსებობენ უფრო საინტერესო მცენარეებიც, რომელნიც თავიანთ ფიფივლებს განაწყობენ არა მარტო ზენიტის მიმართ გვერდით მდგომარეობაში, არამედ მერიდიანის სიბრტყეშიაც ისე, რომ შუადღის შუისაკენ მათ მიქცეული აქეთ ზედაპირის მეტად მცირე ნაწილი. ასეთია უკანასკნელ წლებში კარავად ცნობილი მცენარე—კომპასი (*Silphium laciniatum*). იგი მეტად გავრცელებულია ტახისის პერიოგში, დიდი ხანია ადგილობრივ მაისოვრებლების მიერ შემჩნეული იყო იგი და ისინი სარგებლობდნენ ამ მცენარით, როგორც კომპასით; ლონგველოუმ კი დიდ მიუძღვნა მას თავისი „Evangetine“. და მხოლოდ ბოტანიკოსების სკოპტიციზმი დიდხანს ვერ ურიგდებოდა ამ საკვარველებას, სანამ უყვე სამოცდაათიან წლებში ექსპარტივე გახდა მისი არსებობა, ხოლო ოთხმოციან წლებში ჩატარდა ექსპერიმენტული გამოკვლევა. ამჟამად ამ მცენარის აკოთხენებენ რთულყოფილოვანთა ოჯახს, იგი თითქმის ყველა ბოტანიკურ ბაღში გვხვდება. მისი დიდრონი მაგარი ფრთაშავარი ფოთლები თავდაპირველად გაჩენის დროს არათუ განსაკუთრებულს არ წარმოადგენენ, მაგრამ განვითარებაში ერთად მათი უყრუების ფუძეები იკრახებიან, სანამ ფოთლები არ განლაგდებიან მერიდიანის სიბრტყეში, გყრდით ზემოთკენ. ბოლოებით კი რიგრიგობით ჩრდილოეთ და სამხრეთ მიმართულებით, მალე გამოირკვა, რომ მცენარე—კომპასი ერთადერთი არ არის; ერთ ზენში არსებულ რთულყოფილოვან მცენარეში (*Larutascariola*—რომელიც ჩვენებურ საღალთა ენათესავენ) ეს მოვლენა თითქმის ისევეა წარმოდგენილი, როგორც სილფიუმშია, ხოლო უფრო მოგვიანებით აღმოჩნდა კიდევ რამდენიმე მცენარე, რომლებშიც მცენარეები სიმკვეთრით არის გამოხატული მიდრეკილება—განალგოს თავის ფოთლები ზემოთკენ გვერდით და მერიდიანის სიბრტყეში.

ფოთლის ამგვარ მდებარეობას, რომლის შემოიბით დღის ყველაზე ცხელ საათებში მცენარე ასე ეთქვით, ჩრდილში იმყოფება, მნიშვნელობა ემატება, რაც უფრო უახლოვებით ტროპიკებს,

სადაც შუადღის მზე ფოთლის ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე პერპენდიკულარულად აშუქებს. თანდათული სურათი (სურ. 112) თვალსაჩინოდ გვიჩვენებს, თუ მცენარე—კომპასისთვის თავისი ფოთლების მდებარეობას რა სარგებლობა მოაქვს ტენსის ცხელ გვალვიან ვაკეებზე.

მრულე ABC წარმოადგენს მზის სინათლის ძაბვის, რომელიც ეცემა ფოთლის ჰორიზონტალურ ზედაპირზე აღნიშნულ ადგილს * ზაფხულის დღის სხვადასხვა საათებში. მრულე ADDC გვიჩვენებს სინათლის ძაბვას, რომელიც ეცემა მცენარე—კომპასის ფოთოლს. ერთი მხრეზე ABC და ADDC ფართობებზე საკმარისია, რომ დაერწმუნდეთ ეს მეორე ფოთოლი გაათბობს რა სიქარბეს იცულებს თავიდან. მაგრამ ამ ფართობების უბრალო შედარება კიდევ არ არის საკმარისი. მოვივაროთ, რომ აორთქლებს იზრდება არა ფოთლის გათბობის პროპორციულად, არამედ უფრო სწრაფად; მოვივაროთ, რომ იგი დაბოძოდებულია ჰაერის ტენიანობის ხარისხზე, რომელიც შუადღის საათებში განსაკუთრებით კონტინენტალურ კლიმატებში minimum-ს წარმოადგენს (რაც სქემატურად გამოხატულია ჩვენს ნახაზ მრულეზე ხაზით); ბოლოს მივიღოთ მხედველობაში, რომ დღის განმავლობაში აორთქლების ორ, ერთმანეთისგან დაშორებულ, პერიოდად გაჯრფის ვამი, დღის შუა საათებში მცენარე მოასწარებს ფესვის საშუალოდ მნიშვნელოვანდ შეაჯრფის დილით აორთქლებებით გამოწვეული წყლის ნაკლებობა. მხოლოდ ყველა ამ გარემოების აწონდაწაწონით ჩვენ შეგვიძლია საესეების შეაფასოთ, თუ წყლის ხარჯვის შემცირების მხრივ რა დიდი სარგებლობა აქვს ამ მცენარეს იმით, რომ მისი ფოთლები მერიდიანის სიბრტყეში მდებარეობენ.

მაგრამ ხომ არ მოხდება შესაბამისად კვების შემცირება? ჩვენ უკვე ვიცით, რომ ეს არ შეიძლება მოხდეს. ჩვენ ვნახეთ, რომ მცენარე თავის კვებისთვის ხარჯავს შუადღის ინსოლიერების დაბლობებით ნახევარს, ე. ი. რაოდენობას, რომელიც ჩვენი ნახაზის მიხედვით მოთავსებულია

ხაზის ქვემოთ, ხოლო ნახაზიდან ჩანს, რომ ამ რაოდენობას ვერტიკალური ფოთოლი ისევე კარგად ხარჯავს, როგორც ჰორიზონტალური. ხოლო თუ მოვივაროთ, რომ წყლის რაოდენობის შემცირებასთან ერთად ჰორიზონტალურ ფოთოლში სწრაფად ეცემა ნახშირმეგასი დაშლის უნარი, მაშინ აღბათ უფლებდა გვექნება გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ ვერტიკალურად მდებარე ფოთოლი არ შეიძლება უარესად იკვებებოდეს და შეიძლება მისი კვება სჯობდეს კიდევ ჰორიზონტალური ფოთლის კვებას **. ამგვარად ფოთლის ფირფიტის მდებარეობა მერიდიანის სიბრტყეში და ზენიტისაკენ გვერდით, უნდა განვიხილოთ, როგორც ერთ-ერთი ყველაზე სრულყოფილი გადაწყვეთითიონ გადაწყვეტი აორთქლება, რომ არ შეეასუსტოთ მისი კვების უნარიანობა.

მეტად საინტერესოა, რომ ეს უაღრესად სრულყოფილი მოწყობილობები გვალვასთან ბრძოლაში გამოუმუშავდა მცენარეების ყველაზე უმაღლეს წარმომადგენლებში, რომელნიც ყველაზე გვიან განდნენ ჩვენს პლანეტაზე—მცენარეებში, რომელნიც მიეკუთვნებიან პარკოსნების და რთულ ყუვილოვანების ოჯახებს.

4.

ჩვენს წინაშე წარმოდგენილია მთელი რიგი მოწყობილობები, რომელნიც გამოიზუშვა მცენარემ, მისთვის მედამ საშიშ მდგომარეობის შემქმნელ, გვალვის წინააღმდეგ. ჩვენთვის გასაკვება ამ მოწყობილობების აზრი, მათი მნიშვნელობა მცენარის ეკონომიაში, მაგრამ ეს თეოლოგიური ახსნა, რომელიც დამაკმაყოფილებელია თანამედროვე ეკოლოგიური თვალსაზრისით, არასოდეს არ იყო საესეებით დამაკმაყოფილებელი, მას არ შეეძლო დაეკმაყოფილებინა ფიზიოლოგი. თუ თანამედროვე ბიოლოგმა საკმარისია იცოდეს, რომ ორგანიზაციის ესა თუ ის დამახასიათებელი მხარე სასარგებლოა იმის გასაკვებად, რომ იგი უნდა წარმოშობილიყო და დამტკიცებულიყო, ფიზიოლოგს კიდევ ესაჭიროება იმ ფიზიკური პირობების

* ამ პრუდეს საფუძვლად დაედო ჩემს მიერ მოსკოვში უკრ კიდევ 1884 წელს ჩატარებული აქტიონმეტრიული დაკვირვებები (კროვის აქტიონმეტრიკა) ამ დაკვირვებებმა მომცა ისეთი შედეგები, რომლებიც იყობა: კრ. - - - და სავალდის მოწმებებს. ჰორიზონტალურ ზედაპირზე გადასაწარმოების დღის მიღებული იქლისთვის თვის ზუსტად მისი რიქები 30° სივარცხში.

** აქ გამოთქმული მოსახრბანი ჩემს მიერ განვითარებული იყო სიტყვაში, რომელიც წარმოიქმნა ბუნებისმეტყველოთა უმანასწულ პროლოზზე ბოტანიკის სემინარი, მეტრებურაში.

აღმოჩენა, რომელმაც გამოიწვია ამ თავისებურების თავდაპირველი გაჩენა და განვითარება, საკერაო მისი მექანიკური მიზნების პოვნა.

იმ საშუალებების აღმოჩენა, რომლითაც მიღწეულია საკვირველი შედეგები, კიდევ უფრო გვაკვირებს, ვიდრე შედეგების უბრალო გაცნობა. მოკლედ, ჩვენ შეგვიძლია ვთქვათ, რომ ის მექანიკური, რომელიც მცენარის მიერ გამოიშვებულა გვალვიდან დასაცავად, მოქმედობენ აქტომატურად, იმ საწინააღმდეგე ძალების დახმარებით, რომლებსაც ემბძვის მცენარე. პირობები, რომელნიც აორთქლებას აჩქარებენ ან ანელებენ ისევე, როგორც მათი შედეგები, მცენარის მიერ გამოიწვებულია გვალვის მავნებელ მოქმედების წინააღმდეგ წარმატებით საბრძოლველად. განვიხილოთ ისინი თანდათანობით*.

აორთქლების პირველ პირობას, რასაკვირველია, წარმოადგენს ჰაერთან შეხება (წყალქვეშა მცენარეებში, ან თქმა უნდა, აორთქლებას ლაპარაკი ზედმეტია). მაგრამ ჰაერი ან უფრო სწორად მისი უნებნადი იწვევს კორპის განვითარებას, რომელიც იცავს ორგანიზმს შემდგომ აორთქლებისაგან. ის ექვემდებარება დამტკიცებულა კნის ცლებით კორპის განვითარებაზე დაზიანებულ კარტოფილში.** ალბათ მცენარეულ უჯრედის ამ ძირითად თვისებასთან — უნართან ჰაერის ზეგავლენით შესცვალა თავის კედლების ქიმიური შემადგენლობა — და აქტიურივითაა დეზინაირის ზურგზე მცენარეულობის არსებობის შესაძლებლობა. რომ მცენარეულ უჯრედს ეს თვისება არ გააჩნდეს, ჩვენი ჰაერის თავდაპირველი დასახლების წყლის მცენარეების აბსოლუტური არც კი იქნებოდა შესაძლებელი.

მაგრამ ჰაერი მით უფრო უწყობს ხელს აორთქლებას, რაც უფრო მშრალია იგი; და აი მრავალ ექსპერიმენტულ გამოკვლევების საფუძველზე ჩვენ ვრწმუნდებით, რომ სწორედ ჰაერის სიმშრალე იწვევს მცენარის ხაოიანობას, რომ ეს პირობა, რომელიც აჩქარებს აორთქლებას, ამავე დროს

წარმოადგენს მის ზომიერებაზე მოქმედ მოწყობილობების განვითარების საშუალებას.

სინათლე (ან უფრო სწორად მზის სხივებით გათბობა) მიეკუთვნება იმ ფაქტორების რიცხვს, რომელნიც უფრო მეტად მოქმედებენ აორთქლებას და ამავე დროს მთელი რიგი ცდები გვიჩვენებენ, რომ სინათლის უფრო ხანგრძლივ მოქმედებით ხდება ისეთი ფორმების გამოიშვება, რომელნიც უფრო ნაკლებს აორთქლებენ, ვიდრე ჩრდილში ვაზრდილი ფორმები. ეს დამოკიდებულია იმაზე, რომ უჯრედებს, განსაკუთრებით კანის უჯრედებს უფრო სქელი და არაგამჭოლვადი კედლები აქვთ***. კიდევ მეტი, საერთო ჯამში ფოთლის ორგანიზმი მუხზე ისეთ ზომებს არ აღწევს, როგორც ჩრდილში — მასსადამე, მუხზე მცირდება აორთქლების საერთო ზედაპირი. ბოლოს სწორედ სინათლე იწვევს პარკონსებში მცენარეების ფოთლების მოძრაობას და მცენარე-კომპლასში ყუნწების დაგრძელებას, რითაც მისი ფოთლის ფორმები მერიდიანის სიბრტყეში დადგებიან. ჩრდილში ამ მოვლენებს ადგილი არა აქვთ, ხოლო მცენარე-კომპლასში შტალმა შესძლო განათების საათების ცვლით ფოთლების მდებარეობის შეცვლა.

უფრო ღირსშესანიშნავია ის მექანიკური, რომელნიც მოქმედებს იწყებენ თვითონ აორთქლების მოქმედებით, ან უფრო სწორად კნობის დაწყებით. ასეთია ფოთლის ფორმების დახვევა, რაც ველის ბალახებში აღინიშნება. უმარტივეს შემთხვევაში ეს ხორციელდება შემდეგნაირად: ფოთლის ფორმირების გადართვის ნაოქის შიგნითა კუთხეში ერთავებულია ნახი ქსოვილი, რომელიც წყლით არის სავსე და როპელიც ხსნის ფოთლის წილებს, როგორც კი წყლის მიღება ევლარ დაფარავს მის ხარჯვას აორთქლებასზე, უპირველესად იფუშება ეს ადვილად ამაორთქლებელი ქსოვილი და ფოთლის წილები, რომელნიც უკვე ევლარ იხსნებიან — იხურებიან, ერთი სიტყვით, ჩვენ აქ გვაქვს კარის ზამბარაკის მსგავსი მექანიზმი,

* აქ განვითარებული იდეები მოკვანებით ზოგიერთმა გერმანელმა სწავლულმა საფუძვლად დაედო სრულიად უმართულყოფილი მოქმედების პირდაპირ შედეგების შეს-ზბ.

** ნათქვამი კორპის შესახებ ალბათ გამოიყვება კანის კედლები ნივთიერების მიმართაც.

*** ასეთ ცვლილებების უაღრესი მრჩხის შესახებ უკანასკნელ ხანებში ბოტანიკოსები შეხედულებები განსხვავდებიან. ცნობილი არ არის, სრულიად რწმუნდებიან თუ მისი მოქმედება შეუძლებელია აორთქლების გაძლიერების გზით. მაგრამ ეს სრულიადი. ჩვენიც დიდწილად მოქმედებდა შედეგად, რომ სინათლე, რომელიც აძლიერებს აორთქლებას, ხანგრძლივად მოქმედების დროს აუკეთებს მას.

მაგრამ იგი ორმაგია ისე, რომ კარი ღიაა, მანამ ერთი ზამბარაკი სკარბობს მეორეს მოქმედებას და იხურება, როდესაც პირველი ზამბარაკი ხუსტდება.

უფრო მარტივად არის მოწყობილი წყლის ნაკლებობის დროს ბაგეების დამკეტრ საოცარი მექანიზმი, ეს მექანიზმი შეედრება მისი მერს სავეთბით დაბამაყოფილებლად არის შესწავლილი. შევეცადოთ ეს მოვლენა ზოგადად მიინტ ავხსნათ. ბაგეების ხერხელები შექმნილია ორ ნამგლისებურ უჯრედს შორის მოთავსებულ მოგრობა ნაპრალოთ (სურ. 48), ამ უჯრედების ხერხელებს მიქცეულ კედლებს შეუძლიათ გასწორდნენ და მაშინ ხერხილი დაეკტილია (ა). ან და შეიძლება შეიზნიქოს ხერხელის მხრისაქენ, მაშინ იგი ფართოდ იხსნება (ბ), გარემოვლებულ უჯრედების სწორე ან გამარუდებული ფორმა თავის მხრივ დამოკიდებულია იმაზე, რომ მათი ხერხელისკენ მიქცეული კედლები უფრო სქელია, ვიდრე ვართვა კედლები. უჯრედის კედლების ასეთ არათანაბარი გასქელების შედეგად წვენით საესე უჯრედები რაკალურად იხრებიან და ხერხილი იხსნება. მაგრამ როგორც კი იწყება კენობა, წვენის წნევა კლებულობს, შგინათა სქელი კედლები ზამბარაკისათვის სწორდება და ერთმანეთს უახლოვდება, რითაც ხურავენ ხერხელს. ამ მარტივი რეგულატორის დახმარებით აორთქლება თვითონ პოულობს ზღვარს.

ბოლოს, როგორც ჩანს, ყველაზე სრულყოფილ ავტომატურ მოწყობილობად უნდა ჩავთვალოთ აორთქლების გამომცენარეში წყლის აწვევის გამოწვევა. აქ ჩვენ შესაძლებლობა გვაქვს მხოლოდ შევეცადოთ ამ რთულ საკითხს. ჩვენი მიზნისათვის საქმარისთა შემდეგი საესეებით დადგენილი დებულებები: ჭურჭლებში, რომლებშიც ფესვის შერს ნიადაგიდან შეწოვილი წყალი მოძრაობს, გეხედება ჰარის ბუტუსებები. იგი გაიშვიათებულ მდგომარეობაშია, ისე რომ ჭურჭლები ამ თვალსაზრისით შეიძლება შემწოე ტუმბოებს მივამსავსოთ. ჰერის ამ გაიშვიათების გამომწვევე და ხელისშემწეობ მიზეზს ფოთლების მიერ წყლის აორთქლება წარმოადგენს. ამგვარად თვით წყლის აორთქლების პროცესს მოქმედებაში მოჰყავს ტუმბო, რომელიც შეიწოვს წყალს ნიადაგიდან. ამ ტუმბოს მოქმედება მტრად სრულყოფილია: იგი ხარჯვის მიხედვით აწვდის წყალს, ისე რომ როგორც ადრე ვნახეთ, წყლის შეწოვა მისი აორ-
16. კ. ა. ტომირიახევი.

თქლების საზომად შეიძლება გადაიქცეს. ამისდამუხედვად ამ ორ პროცესს შორის სრული შესაბამისობა არ არსებობს, და კენობა შემთხვევითა უმრავლესობაში მაჩვენებელი არა ნიადაგში წყლის ნაკლებობის, არამედ მცენარეში წყლის მიღების და ხარჯვის წონასწორობის დროებით დარღვევისა.

მხოლოდ აორთქლებული წყლის ავტომატურად ანაზღაურებისათვის აპარატის გამომუშავების შემდეგ შესაძლებელი იქნებოდა ხმელეთზე ვადმოსული მცენარის ჰაერში მზისკენ თამბაღ ალმართვა და ყველა იმ სტადიის გავლა, რომელიც აშორებს მიწაზე ვართხმულ ხავს გოლიათ ევკალიპტისაგან, წერილფოთლა ლიკოპოდუმს ფართოფოთლიან ჰადარისაგან. ნესტის და ჩრდილის მაძიებელ გვიმრას, გვალუასთან და სიცხესთან მამაცად მებრძოლ რთულყვევილოენისაგან.

მაშასადამე, ჩვენ სრული საფუძველი გვაქვს ვთქვათ, რომ ორგანიზმის მიერ გვალვისაგან თავის დასაცავად გამომუშავებულ ყველა მექანიზმის დამახასიათებელი თავისებურება მდგომარეობს მათ ავტომატურობაში, მასში, რომ ისინი მცენარისათვის სასარგებლოდ ხდიან იმ ძალების მოქმედებას, რომლებს წინააღმდეგაც უხდებიან მათ ბრძოლა.

5.

თუ შევაჯამებთ ყოველივე იმას, რაც გიცით მცენარის მიერ წყლის აორთქლების შესახებ, ჩვენ შევძლებთ შემდეგ ზოგად დასკვნებზე შეჩერებას. აორთქლების პროცესი—ფიზიკური პროცესია, რომელიც ემორჩილება საესეებით გარკვეულ და ჩვენთვის გასაგებ კანონებს. აორთქლების პროცესი იმ ზომით, რა ზომითაც იგი ბუნებაში ჩვეულებრივ სწარმოებს, შეიძლება უფრო ფიზიკურ ბოროტებად ჩავთვალოთ, ვიდრე აუცილებელ ფიზიოლოგიურ ფუნქციად. ამ აუცილებლობის მიზეზს წარმოადგენს ის, რომ ამ პროცესისათვის და მცენარის ჰაერით კვების პროცესისათვის საჭირო პირობები თითქმის ერთნაირია. აქედან გასაგები ხდება ყოველივე ის მოწყობილობები, რომელნიც მცენარეში შეგვჩვდა, მიმართულია იქითკენ, რომ შეზღუდვის წყლის ეს უნაყოფო ხარჯვა. მათში ყველაზე სრულყოფილად, როგორც ჩანს, უნდა ველით რომ ისინი, რომლებიც ახზორკლებენ წყლის მზიერ უდიდეს ეკონომიას კვების პროცესისთვის უმცირესი ზია-

ნის მიყენებით. ბოლოს ყველა ამ მოწყობილობის მთავარ თავისებურებას წარმოადგენს ავტომატური რეგულატორების ხასიათი, რომელსაც პროექტებში მოდიან თვით, აორთქლების გამომწვევე პირობებით, ან თვით აორთქლების პროცესით.

იმის შემდეგ, რაც გავიგეთ თუ მცენარე როგორ ებრძვის გვალვას, ბუნებრივად წამოიჭრა საკითხი: შეუძლია თუ არა ადამიანს მიბაძოს მას და რაში? მე ვფიქრობ, რომ შეუძლია და ძალიან ბევრ რამეშიც.

უპირველესად სასარგებლო იქნებოდა შეგჩერდეთ შემდეგ მოსაზრებაზე—არ არსებობს საუფძველი ვიფიქროთ, რომ მცენარისათვის წყლის იმ ზომით აორთქლება, რა ზომითაც იგი სწარმოებს ჩვეულებრივ, თავისთავად აუცილებელი იყოს მისთვის. წინააღმდეგ, ჩვენ ვნახეთ, რომ აორთქლება შესაძლებელია მნიშვნელოვნად დაკვეთილდეს ზიანის მიუყენებლად გარეშე, და პირიქით, რომ გაძლიერებული ფეხის მიერ აუნახლავრებენ იმ აორთქლება, კანობის თვალსაჩინო ნიშნების გამოჩენამდეც კი ენებს მცენარის კვებას და ზრდას.* ამგვარად შემთხვევითა უმეტესობაში აორთქლების დაკვეთებამ შეიძლება მხოლოდ საკეთილო გავლენა, იკონოს მცენარეზე.** შემდეგ თავისთავად ცხადია, რომ მცენარის ურთიერთობა წყალთან ადამიანს შეუძლია მოაწესრიგოს ორი გზით: მასიურად—ადგილისამყოფელის ბუნების კლიმატური პირობებზე დამორჩილების, ე. ო. წყლის მარაგის შეძლებისდაგვარად ეკონომიური ხარჯვის გზით და აქტუალურად—ამ მარაგის გაძიდებით, მცენარისათვის ხელოვნურ გარემოცვის შექმნით, რომელიც უფრო ხელსაყრილი იქნება, ვიდრე მოცემულია უშუალოდ ბუნების მიერ.

უფრო დაწვრილებით შეგჩერდეთ პირველი კატეგორიის საშუალებებზე, ვინაიდან ისინი ამ ლექციის საგანს უფრო უახლოვდებიან. მოაწესრიგოს მცენარეში წყლის ხარჯვა და ასევე საერთოდ ყოველივე, რაც კი შეეხება მცენარის ფუნქციებს რა აგებულებას—ადამიანს შეუძლია ავრთვე ორი გზით: ისა—გვბლოს ორგანიზმის არსებობა თვისებებით ან მომადინოს მასზე ზეგავლენა გარეშე ფაქტორების დახმარებით. პირველ

შემთხვევაში მან უნდა ისარგებლოს ორგანიზაციის ყველა იმ თავისებურებით, რომელიც გააჩნია თვით მცენარეს, ვინაიდან ახლოს შექმნა, სრული ამ სიტუაციის მნიშვნელობით, მას ჩვეულებრივად არ ძალუძს. მაშასადამე, კულტურული მცენარის არჩევის დროს, მან ანგარიში უნდა გაუწიოს მის მოთხოვნილებას წყლის მიმართ—ან უფრო უკეთ,—უნდა ადვილზე გამოიმუშაოს ჯიშო, რომელიც რაც შეიძლება ნაკლები წყლით დაკმაყოფილდება. აქ მისთვის ძლიერი საშუალებაა ხელოვნური შერჩევის საწყისი. ეს საწყისი ფართოდ იყო გამოყენებული გასრულყოფილებულ ჯიშების გამოშვებებისათვის, მაგრამ ვგონებ არასოდეს არ ყოფილა გამოყენებული იმ სპეციალურ მიზნისათვის, რომელიც ჩვენ მხედველობაში გვაქვს. განსაკუთრებული ყურადღება ექცეოდა იმ ორგანიზმს, რომლის გულისათვისაც მოცემულ მცენარის მოშენება ხდებოდა, ხოლო საკმარისი ყურადღება არც ექცეოდა იმ ორგანიზმს, რომელთა დახმარების გარეშე ვერ მიიღებოდა ეს პროდუქტები, არ იქნებოდა უზრუნველყოფილი, ამათუი არახელსაყრელ პირობების დროს ორგანიზმის არსებობის შესაძლებლობა.

საკვებ ან ასე თუ ისე გამოსაყრებელ ნაწილის მოსავლიანობა, ხარისხი—აი პარკონის მთავარი. თითქმის განსაკუთრებული საზრუნავი ჯიშის არჩევის დროს, ამასთანავე ყოველთვის არც არის მხედველობაში მიღებული, რომ მცენარე, რომელიც კარგ შედეგებს იძლევა ერთ პირობებში, შეიძლება სხვა პირობებში ასეთ შედეგებს არ იძლეოდეს. ექცეოდა თუ არა ყურადღება ამათუი იმ ჯიშის არჩევის დროს ფესვების სიგრძელს, რაც უზრუნველყოფს წყლის უფრო უხვად მიღებას? ექცეოდა თუ არა როდისმე ყურადღება კანის სისქეს, ბუსუსიანობას ან ფოთლების სანთლის ფერ ნაღებს, ზაგებების რიცხვს, ფოთლის ფორმების დახვევას ან პერიოდულად დაეკცვას და ბოლოს მათ მდგომარეობას ჰორიზონტის მიმართ? ყოველივე ეს წყლის ხარჯვის შემცირებას ემსახურება.

მაგალითად ჩვენ ვნახეთ, რომ გარკვეულ კლიმატურ პირობების დროს მარტო ფოთლების ვერტიკალურ მდგომარეობას შეეძლო აორთქლ-

* მოგაგონოთ კიდევ ზომით მიღებულ დასკვნას, რომ გაძლიერებული აორთქლების გამო მცენარეში ხედმეტად კარბად მინერალური ნივთიერებების შიშობა ნიშნავს უზარალოდ ფიტურს.

** აღბათ იმ იშვიათ შემთხვევებს ვარდა, რადუსაც, როგორც ვნახეთ, აორთქლება მცენარის ტემპერატურის რეგულატორის წარმოადგენდა.

ბის შემცირება, რომელიც უხვი მორწყვის შესაბამისი იქნებოდა—და ვინ იცის, დროთა განმავლობაში დაკვირვებით შესწავლის ღრთა მობერდება თუ არა შეინიშნოს და შერჩევით გასრულყოფილდეს ეს მოვლენა, რომელიც აღმოჩენილია ჩვენი ზოგიერთ კულტურულ და გარეულად მოზარდ ფორმებში? დიდი ხანი არ არის მას აქეთა ან იქ აღმოჩნდა ფაქტი, რომელიც უფრო უახლოვდება ჩვენი სანიტერისო საკითხს. აღმოჩნდა, რომ ჩვენი პურბულებს ფხვნი წყლის მნიშვნელოვან რაოდენობას აორთქლებენ, რომელიც უფრო მეტწილის მთელი აორთქლი იწვევს მთელი რაოდენობის 40%-ს. აქედან გასაგებია, თუ რა დიდი მნიშვნელობა ექნებოდა გვალვასთან ბრძოლაში უფრო სახესხვაობების შერჩევას. თუ რამდენად სასარგებლოა და განსახორციელებელი იქნებოდა ეს საშუალება, შესაძლებელია გადაეწყვიტოს მხოლოდ ზუსტად დაყენებული ცდით, და უეჭველია ეს ერთერთი იმ საკითხთაგანია, რომელზეც ყველაზე სერიოზული ყურადღება უნდა მიექცეს*.

ამ მითითებებით მე მხოლოდ მინდა გაეაშუქო აზრი, რომ ფიზიოლოგიური ცოდნის გავრცელება სათანადო ერთად, ჯიშების არჩევის დროს, სოფლის მეურნე იხელმძღვანელებს არა მარტო ფაქტობრივ პრაქტიკებს თვისებებით, არამედ უფრო შორსმჭვრეტელურად მიჰქცევა ყურადღებას სხვა ორგანიზმის თვისებებსაც და ჯგოფთან დაკვირვებით და მოთმინებით შერჩევის გზით, გამოიმუშავებს ისეთ მოწყობილობებს გვალვასთან საბრძოლველად, რომელნიც ახლა ჩვენი ზიერ ცაცობილი საშუალებებზე უკეთესი იქნება. სწორედ ისევე, როგორც ახლა ჩვენი ბაღის და მინდვრის მცენარეების წენიანი ნაყოფები და მძიმე მარცვლები უკეთესები არიან მათი შორეული გარეულადი მოზარდ წინაპრების შესაბამის ორგანიზმებზე.

იმ გარეშე ზეგავლენების რიცხვს, რომელთა დახმარებით აღდამიანს შეუძლია დააქვეითოს მცენარის მიერ წყლის უნაყოფო ხარჯვა, უპირველესად ყოვლისა, მიეკუთვნება სასუქის ხმარება. მთელი რიგი დამკვირვებლებისა მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ მცენარეებისათვის, რომელნიც

იღებენ სასუქს (განსაკუთრებით აზოტურს), მცირდება ზემოთ აღნიშნული ურთიერთობა ორგანიზმული ნვითიერების წარმოშობას და წყლის აორთქლების შორის, ე. ი. წარმოშობილ ნვითიერების წონის ყოველ ერთეულზე მცენარე, რომელსაც მიღებული აქვს სასუქი, უფრო ნაკლებს აორთქლებს, ვიდრე მცენარე, რომელსაც სასუქი არ აქვს მიღებული. მაგრამ ეს დასკვნა არ უნდა გავიგოთ ისე, რომ მცენარე, რომელსაც მიღებული აქვს სასუქი აორთქლებს ნაკლებს, ვიდრე ის, რომელსაც სასუქი არ მიუღია—ასეთმა მსჯელობამ შესაძლებელია მიგვიყვანოს სამწუხარო გაუგებრობამდე. მცენარე, რომელსაც მიიღო სასუქი აბსოლუტურად მეტ წყალს აორთქლებს, რაც გასაგებია, ვინაიდან იგი უფრო კარგად ვითარდება და მეტ ამოართქლებელ ზედაპირს ქმნის, მაგრამ ამ წყალს იგი ხარჯავს შედარებით მეტ სარგებლიანობით, ვინაიდან წყლის თანაბარი რაოდენობით იძლევა მეტ ორგანულ ნვითიერებას შედარებით იმ მცენარესთან, რომელსაც სასუქი არ აქვს მიღებული. ეს სხვაობა, როგორც ჩანს მეტად არსებითია და სასარგებლოა, იგი მუდამ მხედველობაში უნდა ვიქონიოთ. თუ შეგავლით მცენარისათვის ხელმისაწვდომი იქნება წყლის ის რაოდენობა, რომელიც მხოლოდ მცირე მოსავალს უზრუნველყოფს, მაშინ სასუქის შეტანით ჩვენ ალბათ შევძლებთ მის ისეთ პირობებში ჩაყენებას, რომ იგი უარეს მოსავალს მოგვცემს, ვინაიდან შესაძლებელია მან უდროოდ დახარჯოს თავისი წყლის უზღუდული მარაგი. სასუქის, როგორც აორთქლების და მჭკვირთვების, როლი თეორიულად ჯერჯერობით სავსებით გარკვეული არ არის. შესაძლებელია, რომ მცენარის წყენში ორგანიზმული ნვითიერებების სიჭარბე უზარალო აქვეითებს ამ ხსნარების აორთქლების სისწრაფეს, მაგრამ შესაძლებელია შემდგენიერი ახსნაც. ზემოთ ჩვენ ვნახეთ, რომ მზის სინათლეზე აორთქლება ამ კვება (ე. ი. ნახშირმჟავას და წყალს) დამოკიდებულია ფოთლის მწვანე ნვითიერების (ქლოროფილის) მიერ შთანთქმულ სხივებზე, ისე რომ ფრანგი ფიზიოლოგები მოგვიწოდებენ, აორთქლების ეს კერძო შემთხვევა განსაკუთრებული თერმინით—ქლოროფაპორიზაციით აღვნიშნოთ. იმის გამო ნახშირმჟავას არსებობის დროს მზეზე

* მაკალითად, გამოთქვამენ მოსახრებას, რომ ფხვნი თავის ზიდავს თავთავში, მაგრამ ამას კიდევ დამტკიცება ესაპირობება.

აორთქლებით ხელს უწყობენ საკვ. ნვითიერებების მო-

აორთქლება ჩვეიძლება, ვინაიდან შვის ენერჯიის ნაწილი, რომელიც სხვა დროს აორთქლებაზე იხარჯებოდა, აქ იხარჯება ნახშირწყავს დაშლის ქიმიურ პროცესზე. ამჟამად ჩვენ უკვე კიდევ არ გვაქვს საშუალება ზუსტად აღვრიცხოთ ურთიერთობა ამ პროცესებისა ურთიერთშორის და ფოთლის ქლოროფლის მიერ შთანთქმულ დაშლის ენერჯიის რაოდენობის შორის * მაგრამ შვის სინათლეზე აორთქლების შესახებ, მიახლოებულ მონაცემების საფუძველზე უკვე შეგვიძლია გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ თუ შუადღის შექმნილი შვედმცირებთ მწვანე ნივთიერების მიერ შთანთქმულ შვის ენერჯიის ნახევარამდე, იგი საკმარისი არ იქნება იმისათვის, რომ ისე იმდენი აორთქლდეს და სრული კვება ჰქონდეს მას. ამგვარად, ქვემოთ აღნიშნული შვის სინათლის ყოველგვარი დაძაბულობის დროს ფოთლის კვება და ქლოროფილისა და შთანთქმის მიმართ ანტაგონისტურ დამოკიდებულებაში იქნებიან—სხვაგვარად რომ ვთქვათ, ფოთლის კვება უშუალოდ ხელს შეუწყობს აორთქლების დაქვეითებას. აქედან ცხადია, თუ რა არსებითი მნიშვნელობა აქვს ფოთლის საუკეთესო კვებაზე ზრუნვის წყლის აორთქლების თვალსაზრისითაც; ეს კი თავის მხრივ შესაძლებელია განხორციელდეს მხოლოდ დამაკმაყოფილებლად სასუქის შეტანის შემთხვევაში.

თუ აუცილებელია ვიზრუნოთ იმაზე, რომ კულტურული მცენარე მისთვის ხელშისაწყდომი წყლით ეკონომიურად სარგებლობდეს, კიდევ უფრო დიდმნიშვნელოვანია ზრუნვა იმაზე, რომ სარგებელი მცენარეულობა ჰაერის უწყალოდ არ აძლევდეს იმ წყალს, რომელსაც იგი არამარტადპირ ართმევს კულტურულ მცენარეს. იგივე მოსაზრება შესაძლებელია კარგი იქნებოდა მხედველობაში გვეტონდეს ერთი კულტურული ხერხის შეფასების დროს, რომელშიც უშუალოდ და უფრო ფართო გავრცელება ჰქონდა. ვინაიდან ნიადაგის ერთ-ერთი ფასოვანი საკვები საწყისი—გვარჯილია, განსაკუთ-

რებით შემოდგომის წვიმებით აღვიღად გამოირჩევადა, ამიტომ ურჩევნია, რომ შემოდგომაზე პურეოლის იპობის შემდეგ მინდორი დათესოს რამე ისეთი სწრაფმზარდი მცენარით, რომელიც თავისი ფესვებით მოაგროვებს გვარჯილას და შემდეგ თვითონ გადაიქცევა მწვანე სასუქად. ** დღევანდის მოჰყავს მცენარის და მავალით მდოგვზე, ამ ცდის დროს სრულად შეწყდა სადარჩაეო წყლის დენი. *** თუ მდოგვი თავის აორთქლებით აჩერებდა ნიადაგის ხსნარების მხოლოდ იმ კარბ რაოდენობას, რომელიც ასე თუ ისე მოზორდებოდა ნიადაგს, მაშინ, რასაკვირველია, მას მხოლოდ სარგებლობის მოტანა შეეძლო; მაგრამ თუ მას სინესტის შემოდგომის მარაგიდან დახარჯა, მაშინ დგება კითხვა: ყოველგვარ კლიმატურ პირობების დროს აზოტის შენახვის სარგებლიანობა აინაზლაურებს თუ არა დახარჯულ წყალს?

წყლის ხარჯვის შეზღუდვისათვის სარგებელი მცენარეულობის თავიდან აცილების აუცილებლობის შესახებ, ნათქვამის საფუძველზე შესაძლებელია შემდეგი დასკვნა გამოგვეტანა (იგი გამოტანილი იყო კიდევ), რომ წყლის ნაკლებობის საშიშროების შემთხვევაში სასარგებლოა მოცემულ ფართობზე დათესვად მცენარეულობის რიცხვის შემცირება, ე. ი. უფრო იშვიათ ნათესის დატოვება, მაგრამ ეს დასკვნა მისაღებია გარკვეულ ფარგლებში. გვაღვივებს დაწყების დროს მცენარისათვის მნიშვნელოვანია არა წყლის აბსოლუტური რაოდენობა გარემომცველ ნიადაგში, არამედ მისი ფესვების ახლომახლო არსებული რაოდენობა, ანუ ნიადაგის წყლით მძლკობის ხარისხი. ასე, ჰელარეგულმა გვამჩვენა, რომ წყლის ერთსა და იგივე აბსოლუტურ რაოდენობის დროს პატარა ქილაში მცენარე შეესძლო არსებობა, იქ დროს, როდესაც დიდ ქილაში იგი დაჰქანა.

მაგრამ თუ პატარისათვის მნიშვნელოვანია თავისი მცენარე დაიცავს სარგებელი მცენარეები-საგან, რომელნიც იტაცებენ წყლის მარაგს, მაშინ

* ამჟამად ეს საითი ჩემი კვლევის საგანს წარმოადგენს (1891). ახლა უკვე არსებობს მახლოვებით მონაცემები (იხ. ჩემი სტატია в „История нашего времени“—ში „Успехи ботаники в XX веке“ 1918 წ. ძმ. ვრანტე'ის გამოცემა 1918).

** როდესაც მწვანე სასუქად გამოყენებულია პარკოსანი მცენარეები, მაშინ ეს სარგებლიანობა კიდევ მატულობს ჰაერთან აზოტის შეთვისების საშუალებით.

*** მდოგვი უნდა მივუთხოვოს წყლის ძლიერად ამორთქლებელ მცენარეებს, ვინაიდან ეოლნის მიხედვით მდოგვისათვის ურთიერთობა შექმნილ ორგანულ ნივთიერებასა და აორთქლებულ წყალს შორის 1:800 უდრის, იმ დროს როდესაც აურეულობისთვის იგი 1:300 შეადგენს.

მას შეუძლია ისარგებლოს უფრო მსხვილი მცენარეებით—დაიცვას იგი ცოცხალი ღობეების და ტყის პირის ფორმით, რაც შეანელებს ქარის მოძრაობას და ამით მნიშვნელოვნად შეამცირებს აორთქლებას. ამგვარად იგი დიდი მასშტაბით მხოლოდ იმას იმეორებს, რასაც, როგორც ჩვენ ვნახეთ, ფართოდ იყენებდა მცენარე მიკროსკოპულ ზომებით.

ახლა გადავდივართ იმ საშუალებების განხილვაზე, რომლებშიაც აღამიანი აქტიური მოქმედებად გვეძლინება, სადაც იგი არ ექვემდებარება მოცემულ კლიმატურ პირობებს, არამედ იმორჩილებს ბუნებას. შესაძლებელია პარადოქსალურად მოგვეჩვენოს, მაგრამ აღამიანს თავის ამ აქტიურ როლში უშეძლო ძირითადში მივებაძ მცენარისათვის, ამჯერად ამოკლდა უნდა მდგომარეობდეს არა წყლის ხარჯვის შეზღუდვაში, არამედ კულტურულ ნაკვეთზე წყლის მიღების უზრუნველყოფაში. წყლის ბრუნვა ბუნებაში, რაც საერთოდ უზრუნველყოფილია, გარკვეულ დროს, გარკვეულ ადგილას შესაძლებელია დარღვეული მოგვეჩვენოს და ამის გამო შემთხვევითა უშეცულობაში გავლენა შედევია არა წყლის ამსოფნებარ ნაკლოვანების, არამედ მხოლოდ წლის, გარკვეულბაში ნალექების არათანაბარ, კულტურის პირობებისათვის შეუსაბამო განაწილებაში. ჩვენს პურის მომცემ ვაკეებში, როგორც ჩანს, მთავარი როლი უნდა მიეკუთვნოს შემოდგომის წყლებს და კიდევ უფრო მეტად გაზაფხულის წყლების შენარჩუნებას. წყლის იმ მასის შეკავებას, რომელიც მოკლე ხანში უსარგებლოდ ჩაირბენს თოვლის დნობის

გამო. * როგორც ჩანს, აქ შეიძლება სარგებლობა ორმა საშუალებამ მოგვეცეს: ჯერ ერთი ნიადაგში, რაც შეიძლება წყლის მტერი რაოდენობის შეკავება მისი გაფხვიერების გზით, ე. ი. ღრმა, განსაკუთრებით შემოდგომაზე მოხებით და იმ ქარის წყლის შენარჩუნებით, რომელსაც ნიადაგი ვერ აჩერებს და რომელიც ვროვდება ბრამებში. **

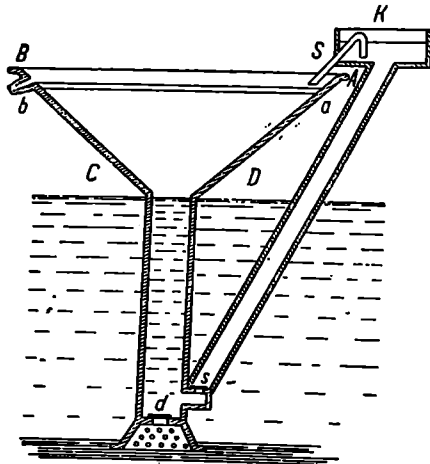
საგუბარების მოწყობის სარგებლიანობის შესახებ საკმარისად ხშირად ვკვამს, მაგრამ მათი მოწყობა სწვევებს ამოცანის მხოლოდ ნახევარს და ისიც ადვილ ნახევარს**. ჩვეულებრივ ღრმა ხრამებიდან, რომელიც წყალსაცემად არიან გადაქცეულნი, საკუთოა წყლის აწევა მიწდგრების მოსარწყავად, ვინაიდან ალბათ ბევრი არ მოინახება ისეთი ადგილმდებარეობა, სადაც შესაძლებელი იქნება ბუნებრივი დაქანებით სარგებლობა, საგუბრების შექმნა ხრამების უფრო მაღლა მოთავსებულ ნაწილებში. წყლის ასაწევად ორთქლის ძრავების მოხმარება ასწვევ მასალის სიძვირის გამო ჩვენი მეურნეობის უდიდეს ნაწილისათვის მიუწვდომელი იქნება. აქ ბუნებრივად იბადება აზირი—რომ აუცილებელია მივბამოთ მცენარეს და ჩვენ სისარგებლოდ ვამუშავებთ ბუნების ის მოწინააღმდეგე და მუქი ძალები, რომელთაც ვკენსაკვიროვებ ბძიოლა. მცენარეზე მაენე ზეგავლენის ახდენს გამაშრობელი ქარები, ძლიერი სიციხე და სწორედ ეს საწინააღმდეგო ძალები აიძულებენ მას შეზღუდოს წყლის ხარჯვა და უზრუნველყოს წყლის მიღება. რატომ არ შეიძლება აღამიანიც რომ ასე მოიქცეს? თუ ჰოლანდიელები თავიანთ ქაბრავებით ებრძვიან ოკეანეს, ზღვის

* აქ არ ვეხები არც წვიმების ხელოვნურად გამოწვევას, არც გატყვევას. აღვნიშნავ, რომ მცენარე მომარაგების მაგალითისაც იძლევა. არსებობს უმთავრესად ფოთლების უხუნების აგებულებაში თვისებებების მთლი რიგი, რაც მათ წყლს საცდებლად გარდაქმნის; ყველაზე საცდარ მაგალითი Ravenala madagascariensis-ი ე. წ. მოგაუბრთა ხე და გოქშის ნიკოტრია სახე შემოადგენს. ამასვე მივყვებითა განსაკუთრებულ წყლის შემცველი ქსოვილი, როგორც ვკვლდებო ბევრ მცენარის კანქვეშ და წყლის მარაგს შეიცავს.

(ზამთრის ნალექების და გაზაფხულის წყლების ამგვარად შეკავება ამგვარად ვკვლბო ტყისაკუნების გრანდიოზული ვეგმით, რომელიც მიღებულია პარტიისა და მთავრობის მიერ 1948 წ. გკავსათან ბძოლის გამო რუკ. რედაქ.)

** ღრმად მოხენის, როგორც ვკვლვასთან საბრძოლველი ერთ-ერთი საშუალების სარგებლიანობა, მე ვფიქრობ საკვით არ არის იმის გამო, რომ ამით ორი შედეგია მიღწეული—სინესტის მოგროვება და უკეთესად შენახვა. მაგარდება გასაკვირვებელი მაგალითი, რომელიც მე თვითონ ვნახე 1867 წ. თავისუფალ კაონოპორ საზოგადოებამ ჩამოდენიმე საცდელი მინდორი მოაწყო მე მომიხდა ცდებზე დაკვირვება სიბიბრისის მახარში, სადაც ეს წყლიწილ ხანგრძლივი გვადლეთი გამორჩეობა. სამი ყოველმხრივ მსგავსი ნაკვეთი მოხმუნეს იყო სხვადასხვა სიღრმეზე (კეთი და ვუთნო), და ადმირანდა, რომ მთავარ შედეგს ღრმად მოხენის უპირატესობა წარმოადგენდა როგორც ჩანს ღრმად მოხენა დიდმნიშვნელოვანია არა მარტო როგორც წყლის მარაგის გადიდების საშუალება, არამედ აგრეთვე, როგორც ფესვების უკრო ღრმად წასვლის საშუალება.

*** ე. ი. თუ ჩვენ ცნობილ სპეციალისტის გილინსკის თვრინოლოგის გაკვებით უზრუნველყოფილია მხოლოდ წყლით მომარაგება და არა მორწყვა.



სურ. 113.

ხმელთადა აქცევენ, თუ ჩვენს ქალაქებში სხვადა-სხვა ვაჟუმარბეხებული ქარძრავები წყალს სახლის ზემოსართულებამდე ქაჩავენ, რატომ არ შეიძლებაო, რომ იგივე ქარს აეწვია წყალი ბრამების ძირებიდან მინდვრების ღონემდე? რატომ არ უნდა ვაიძულოთ იგი, ფესვებს დაუბრუნოს ის წყალი, რომელიც მანვე წარართვა ფოთლებზე? მზე... რატომ არ უნდა ვისარგებლოთ მისი მცხუნვარე სხივებით იმისათვის, რომ მოერწყვით მინდვრები? ცნობილია მუშის გონებაბაზივილი ცლა— ისეთი საქაჩავების მოწყობისა, რომელნიც იმუშავებდნენ მზის სითბოთი — საქაჩავები, რომელნიც თითქოს გონიერი არსებანი, მიაწვდიდნენ მათ უფრო მეტ წყალს, რაც უფრო ძლიერი იქნებოდა გვალვა.

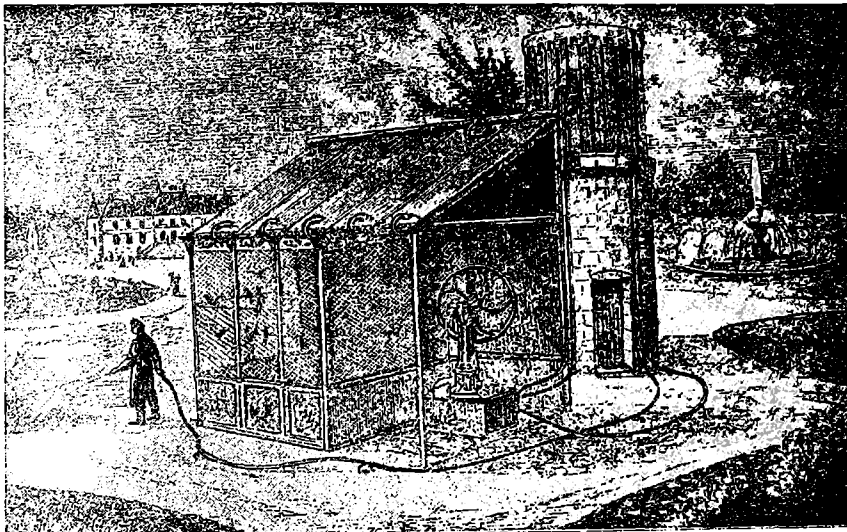
მუშის მზის საქაჩავის ძირითადი იდეა თავის სისადავით მეტად მოხდენილია. წარმოვიდგინოთ რკინის ფურცლებიდან გაკეთებული კონუსისებური ჭურჭელი ABCD, რომელიც ვაგარტლებულია წყალში ჩაძირული მძლით (სურ. 113). კონუ-

სის ლითონის სახურავი (ab) გაშავებულია და წარმოადგენს მზისგან ვასათბობ ზედაპირს. a და d-თან — სარქველებია, რომელნიც ზემოთკენ იღებთან. წარმოვიდგინოთ, რომ ხელსაწყო ნაწილობრივ უკვე საყვება წყლით. ვამთბარი პაერის გავართობის შედეგად ძაბრის ზემოთა ნაწილში წყალი კეტავს d სარქველს და, a სარქველის კვლებით გვერდითი მილის საშუალებით აიწვევს k ჭურჭელში, საიდანაც c სიფონის გზით ვადმოისხებება სი-კამთბარ შვე ზედაპირზე. მაშინ პაერი ძაბრში ვაცივდებდა და შეიკუმშებდა, რის გამოც შეიწოვს წყლის ახალ რაოდენობას (ამასთან დასურავს a სარქველს და ვახსნის d). ამ დროისათვის ძაბრის სახურავზე წყალი b ს გზით წყალსადენს შეუერთდება, ხოლო გაშავებული ზედაპირი ხელახლა იწვევს ვაცხელებას მზეზე, და სხვ. როგორც ჩანს, აპარატი მოქმედებს საყვებით ავტომატურად, ყოველგვარი მოვლის ვარგზე, და მისი მუშაობა მით უფრო კარგია, რაც უფრო ცხელია მზე. საფრანგეთში უკანასკნელ ხანებში ვაჩნდნენ სხვა სისტემის მზის საქაჩავები, რომელნიც ტელიეს ეკუთვნის. და როგორც ჩანს, მათ უკვე პრაქტიკული ვამოყენება ჰპოვეს*. ტელიეს აპარატი ემყარება ამიაკის ხსნარის ვათბობას. მზის სითბოს მიძღვებს (ინსოლიატორს) წარმოადგენს სურათზე დახატულ საფრინგელს (სურ. 114) სახურავი; იგი ფესვდება ერთმანეთთან შედუღებულ ორ რკინის ფურცლებს, ან, რომელთა შორის სივრცე ამიაკის ხსნარით არის ამოვსებული, ვანთავისუფლებული ამიაკის ვაზი ამოძრავებს ჩვეულებრივ ვაზის ძრავს და მუშაობის შემდეგ შთანთქმება ცივი წყლის მიერ, რითაც უზრუნველბა ინსოლიატორს. 70 კე. მეტრის ზედაპირის ვათბობის დროს საქაჩავი საათში 60 კუბ. მეტრ წყალს სწევს 10 მეტრის სიმაღლეზე.** ასეთი საქაჩავი დესექტინას ერთ საათში 7 მილიმეტრ წყალს მიაწვდიდა, ხოლო 1891 წელს (აპრილიდან ივლისამდე) აღმოსავლეთ რუსეთის მინდვრებზე წყლის დანაკლისი 69 მილიმეტრამდე იყო. სხვა სიტუკებით რომ ვთქვათ, ასეთი საქაჩავი, რომელიც მზის მეშუთი ენერგით იმუშავებდა 10 საათის ვანმავლაში ერთ დესექტინას მიაწვდიდა მთელ იმ რაოდენობას, რომელიც დააკადა მას 1891 წლის ვვალვის დროს. ჩვენ როგორც ჩანს, ასეთი მზის საქაჩავების ვანხორციელებასთან ახლოს ვართ, ისინი საყვებით პრაქტიკულ შედეგებს იძლევიან.***

* მუშის საქაჩავის პრაქტიკული ვამოყენების შესახებ საშუალოდ არაფერი არ არის ცნობილი. მისი ორთქლის მანქანა, რომელიც მით მოქმედებდა, ნანახი აქვს ვვალს ვინც კი ნაყოფითა 1878 წ. პარიზის ვამოყენებდა.

** რ. ი. 4 საყვებუ მეტ სიმაღლეზე — ეს სიმაღლე ბევრ შემთხვევაში სავარაოა.

*** რასაკვირველია, რჩება ცელნობური საყითი. ტელიეს საქაჩავები 3000—5000 ფრანკამდე ღირს.



სურ. 114.

ძირითადი იდეის მიხედვით მუშოს საქაჩავი გაცილებით უფრო მარტივია. მართალია ეს საქაჩავები შედარებით ნაკლებ სიმაღლეზე — მეტრნახევარზე სწევნ წყალს, მაგრამ მათი მოწყობილობის სიიფის გამო შესაძლებელია მთელი რიგი საქაჩავების დადგმა თანდათანობით ამაღლებულ ტერასებზე, და რაც მთავარია, რამდენადაც მე ვიცი, ჯერ არსად არ ყოფილა გამოყენებული მუშოს მეორე ამაზე უფრო გონებაშახვილი აზრი — საქაჩავების მოქმედების მნიშვნელოვნად გადიდების შესახებ, მათი ისეთი სითხით, სამუდამოდ დატენვის გზით, რომლის დუღილის ტემპერატურა დაბალი იქნება. ასეთი საქაჩავების მოწყობილობის სიმარტივე და უტყობი ენერჯის დახმარებით მათი მიზანშეწონილი ავტომატური მოქმედება, მე მგონია ღირსია იმისა, რომ ჩატარდეს ცდები, მით

უფრო, რომ აუცილებელი სითხე ჩვენში, მე მგონია, მოიპოვება: ეს ნავთის ის მსუბუქი პროდუქტებია, რომლებიც, როგორც გამოვიდა, არ იციან სად წაიღონ ჩვენმა ნავთის მრეწველებმა * ქარი და მზე, რომელიც საგუბარებად ქცეულ ხრამებიდან ქაჩავს წყალს და აწვდის იმდენად მეტ წყალს, რაც უფრო მეტია მისი მოთხოვნა — აი გველვასთან ბრძოლის საკითხის რადიკალური, თეორიულად დამაკმაყოფილებელი გადაწყვეტა. ** გამგონ ავტომატად გადაქცეული ბუნება, რომელიც თითქოს შეგნებულად გამაფრთხილებლად მოქმედებს საბედისწერო მოვლენის განვითარებაში, — აი ამოცანის ის იდეალური გადაწყვეტა, რომლითაც შეუძლია სრულიად დამაყაფილდეს მეცნიერებთ შვიარაღებული აღამაინის გონება.

* ნათქვამია 1891 წ. (შენაშენა 1919 წ.).

** როგორც ვლაპარაკობთ მორწყვის შესახებ, ხედმეტი არ იქნება მიუფითით შემდეგ გარემოებაზე: ზოგიერთი დამკვირვებელი ადსტურებს ფაქტს, რომ მცენარე, რომელმაც თავის განვითარების დასაწყისში ვარაუდ მიიღო წყალი, შემდგომ ასაკში წყლის მეტი მოთხოვნა აქვს და უფრო მეტად აწუხებს გალვა, უფრო ადვილად დაიწყის მზზე. მცენარის ეს ჩვევა სრულიად არ არის საიდუმლოებით მოკული და მისი ახსნა სავსებით შესაძლებელია ცნობილ ფიზიოლოგიურ მონაცემების საფუძველზე, ყოველ შემთხვევაში, თუ წყლის მარტივ შეხუჯულადა, ამ ფაქტს უნდა გაეწიოს ანგარიში მორწყვის განაწილების დროს.

ფანტაზია, ჰაეროვანი კოშკები იხტვიან პრაქტიკული აღამიანები, მაგრამ რაღვეტი ასეთი ფანტაზია უკეთესი განხორციელებული თუნდაც მხოლოდ ჩვენი თაობის თვალშია! ელექტროშუქი იმდენად ჩვეულებრივი გახდა, რომ მისი საკვირველებად ჩაივალა სასაცილოა, და განა შორის არის ის წარსული, როდესაც ჩვენ ვიკრიბებოდით, შორიდან მოვდიოდით იმისათვის, რომ რამდენიმე წუთით დავმტკბარიყავით საკვირველი სანახაობით. მის საყოველთაო ყოველდღიურად გამოყენების შესახებ თითქო წარმოდგენილი იყო ლაპარაკი ან და მე ძალიან კარგად მახსოვს თუ პარიზში ყველა სწავლულს როგორ სიამოვნებდა პლანტეს მერაიდი ელემენტების ნახვა. თეორეტიკოს ფანტაზიორებისათვის მაშინვე ნათელი იყო, თუ რას ნიშნავდა ელემენტები: ეს იყო ელექტრონი, რომელიც მომარაგებული იყო სასარგებლოდ, ელექტრონი ჯიბეში, ელექტრონი—საქონელი. სკეპტიკოსები, მუდამ თავს აქნევდნენ, მაგრამ არც კი გავიდა ათი წელი, რომ მთელი ქვეყანა, სწავლული თუ უსწავლული, ლაპარაკობდა ტრუფეს აკუმულატორებზე. მომავალი კიდევ ბევრ საკვირველებას გვიქადის! ვიქონიოთ იმედი, რომ იგივე გამოშრობელი ქარი, იგივე მზის სიხშირეაღვი, რამდენიმე აშრობენ ჩვენი მინდვრებს, რომელში ჩვენი შთამომავლობის მინდვრებს მორწყავენ*, მაგრამ გვალვასთან ბრძოლის ასეთ კეთილად დაბოლოების შემთხვევაშიაც აღამიანი მიყვება იმ გზას, რომელიც მცენარის მიერ თითქოს მისთვის არის დასახული და ეს განა ერთადერთი მისაბაძი მაგალითია, რომელიც მცენარის შესწავლის დროს შეგვხვდა? მე მგონია, გზად შეგვეძლოს აგრეთვე მეორე, უფრო ფართო მნიშვნელობის მაგალითის შეჩინება. მთელი ლექციის განმავლობაში არა ერთხელ მოგვიხმა იმ სიტყვის გამოყენება, რომელიც სათურთაო ნახარია. ის საბედისწერო სიტყვა „ბრძოლა“, რომელზედაც ასე ხშირად გაუგებრობის შედეგად, ხოლო უფრო ხშირად სავსებით გარკვეული მოსაზრებით, მიუთითებენ თანამედ-

როვე ნატურალისტებს, და ბრალს სდებენ მათ იმაში, რომ სიტყვისთან ერთად აღამიანთა ცხოვრებაში მათ შემოიტანეს თვით ცნებაც, რთაც თითქმის მხეჭურ ნევების გავრცელებას ამართლებენ. დიდი ხანი არ არის მას შემდეგ, რაც მომიხდა ერთი ბურისტის აზრის წაიკითვა, თითქოს მოძღვრებას „არსებობისათვის ბრძოლის“ შესახებ მნიშვნელოვანი როლი მიეკუთვნება მილიტარიზმის იმ განვითარებაში, რის მოწმეც ჩვენი თაობაა. ეს რომ სწორე იყოს, მაშინ საქარო იქნებოდა დაგვეშვა, რომ მეცნიერულ იდეას ისტორიულად არასოდეს არ მოუტანია ასეთი ადრეულად მომწიფებული და მახინჯი ნაყოფი. დარჩინის იდეები გერმანიაში შეიქრა 60-იან წლების დასაწყისში, ხოლო 1864 წ. გერმანიის ჯარები უკვე უბედვრად დიუბელს უფრო მართებული არ იქნებოდა დაგვეშვა, რომ დიუბელის გმირებს თავის ჩანთებში არ ჰქონდათ „სახეთა წარმოშობა“ და რომ უსარგებლოა „სისხლის და რკინის“ მქადაგებლის დამსახურების დარკინისათვის თავზე მოხვევა, მისთვის საკუთარიც საკმარისია. ყოველ შემთხვევაში, იმ ფაქტების მიმართ, რომელთაც ახლა გავეცინათ, ჩვენ შეგვიძლია დავრწმუნდეთ, რომ ბოტანიკის ენაზე, რომელსაც დარკინი მიმართავდა ხოლმე, სიტყვა „ბრძოლა“ ნიშნავს არა თავის მსგავსების მოსპობას, არამედ იგი თვითდაცვა—სიცოცხლის გამარჯვება მკვლარი ბუნების ბრძოლა და მათვის წინააღმდეგ. აღამიანსაც თამამად შეეძლო მიებაძა ამ ბრძოლისათვის. ძალები, რომელსაც ანდობდნენ აშკარა თუ ფართულ ურთიერთ ბრძოლას, მას რომ ერთსულოვნად გაეერთინებინა ბუნებასთან უსისხლო ბრძოლისათვის, გამანადგურებელ საშუალებებზე თუნდაც ბოლოად და უბოლო თოფის წაშლის გამოგონებაზე, რაც რაღაც ბოროტი ირონიის გამო არნია თავის გამოგონებლობის და გონების სიმბოლოდ, დახარჯული შრომისა და ცოდნის ნაწილი მაინც მას მიემართა ბუნების შესწავლისა და დამორჩილებისათვის, მაშინ, რასაკვირველია, გვალვისა და შიმშილობის მსგავსი უბედურებები დიდი ხანია ის უკრის ჩაბარდებოდნენ**.

* მზის ძრავები და სხვა დღესაც დღის წსრიგში დგას, ამასთანავე გამოგონებებიც ორ საწინააღმდეგო მიმართულებით მიდიან: ერთნი ცდილობენ შექმნან შეძლებისდაგვარად მძლავრი, მაგრამ ამავე დროს მჭირფისი მოწყობილობები, მეორენი ზრუნავენ რაც შეიძლება მართე და ხელმისაწვდომ მოწყობილობის შექმნას (პირველ მიმართულებაში მიეკუთვნება ენესა, მეორეს—შუბანი). უკვე უფრო, პრაქტიკულია განსაკუთრებით ცხელ კლიმატისათვის საწინააღმდეგო ბრძოლის მზის სითბოთი მოქმედობენ. (შენიშვნა 1919 წ.).

** ნათქვამია, 1891 წ. აღენიშნავ—რომ დიდი ხანია რაც მეცნიერები ითვალისწინებდნენ მომავალს და აფთოთბოდნენ იმ საზინელებისაგან, რომელსაც აგრ უკვე მებუფე წელიწადია უშედეგოდ ებრძვის კაცობრიობა (1919 წ. შენიშვნა).

კლიმენტი არქაძის ქმ ტიმირიაზევი და მისი ნაშრომი „მცენარის სიცოცხლე“

საყოველთაოდ ცნობილი წიგნი—„მცენარის სიცოცხლე“ ეკუთვნის შესანიშნავ საზოგადო მოღვაწის, სახელმწიფო მკვლევარის და მეცნიერული ცოდნის პოპულარიზაციის იშვიათ ოსტატის—კლიმენტი არქაძის ძე ტიმირიაზევის კალამს.

თავისი მგზნებარე სიცოცხლე დიდმა მეცნიერმა—კ. ა. ტიმირიაზევმა სახალხო საქმისადმი დამკვიდრებარებულ დაუღალავ შრომასა და ბრძოლაში გაატარა. იგი გამოჩენილ რუს ბუნებისმეტყველთა იმ თაობის წარმომადგენელი იყო, რომელთა საზოგადოებრივი და სამეცნიერო მისწრაფებანი გასული საუკუნის სამოციანი წლების სინამდვილის და მოწინავე მოაზროვნეთა გავლენით ჩაოყალიბდა, მან სიკვაბუქეშივე შეისისლხორცა რუსეთის მესამოციანელთა ყველაზე საუკეთესო წარმომადგენლებსათვის დამახასიათებელი თვისებები: სამშობლოს უსაზღვრო სიყვარული, სახალხო საქმისადმი თავისი დიდება, საზოგადოებრივისათვის—პირადის უყოყმანო დაქვემდებარება, პირდაპირობა, გამბედაობა, ხალხის მტარავლთა სიძულველი.

ამ თვისებებით შემკულმა შესანიშნავმა აღამიანმა ლაბაზმა და დიდად ნაყოფიერი ცხოვრება განწყო. თავისი სიცოცხლის უფერესი ნაწილი კ. ა. ტიმირიაზევმა თვითმპყრობელობის მძიმე ვითარებაში გაატარა. მაგრამ ამასთან ერთად მას დიდი ბედნიერებაც ხვდა წილად; იგი მოესწრო საძულველ თვითმპყრობელობის დამსხვრევას. ის აღტაცებით შეეგება დიდი ოქტომბრის რევოლუციას, რომლის შემდეგ მსოფიანმა მეცნიერმა მთელი თავისი ძალ-ღონე, დიდი ცოდნა, დაუსრუტელი ენერჯია და მგზნებარე ენთუზიაზმი ახალი ცხოვრების სამსახურში ჩააყენა.

კ. ა. ტიმირიაზევი დაიბადა პეტერბურგში 1843 წლის 3 ივნისს (ახალი სტილით). მისი

მშობლები განათლებული და მოწინავე შეხედულებების მტარებელი ადამიანები იყვნენ. ისინი დიდის სიმართლით იყვნენ გამსჭვალული დეკაბრისტულ მოძრაობისადმი და თავის შეილებს ხშირად უამბობდნენ 1825 წლის 14 დეკემბერს პეტერბურგში მომხდარ აჯანყების შესახებ. ჯერ კიდევ ბავშვობაში პირველად თავის მშობლებისაგან შეიტყო კ. ა. ტიმირიაზევმა, თუ ამ აჯანყების დროს რა ამბები დატრიალდა პეტერბურგში სენატის მოედანზე; როგორ გამოვიდა ჯარის ნაწილები, როგორ ემზარებოდა აჯანყებულებს მოედნის მახლობლად მყოფი ხალხი, რომელმაც დეკაბრისტთა წინააღმდეგ მოქმედ ჯარს ქვეში დაუშინა. როგორ ჩააქრეს ეს აჯანყება, დასაჯეს მისი მონაწილენი და სხვა.

კ. ა. ტიმირიაზევის მამა—არქაძი სიმონის ძე ტიმირიაზევი რესპუბლიკური წყობის მომხრე იყო. იგი არ მალავდა თავის შეხედულებებს და ამის გამო მეფის მოხელენი აღმაცერად უყურებდნენ. მოწინავე შეხედულებების გამო იყო, რომ, როდესაც 1812 წლის სამამულო ომის მონაწილემ, გამარჯვებულ ჯართან ერთად პარიზს მიადწინა, უფროსებმა ქალაქში არ შეუშვეს და სამშობლოში გამოისიტუმრეს.

პეტერბურგში დაბრუნებულმა არქაძი ტიმირიაზევმა სამოქალაქო სამსახურს მოკიდა ხელი, მაგრამ მას არც აქ მოუხვენეს. მეფის ჩინოვნიკებმა მოწინავე შეხედულებების გამო აითვალისწინეს და თავიდან მოცილება გადაწყვიტეს, ბოლოს ეს განზრახვა განახორციელეს კიდევ და პეტროსანი, შრომისმოყვარე ადამიანი სამსახურში აღარ გააჩერეს.

ბევრს იცავდა უსამართლოდ დაჩაგრული არქაძი ტიმირიაზევი საშუაოს შოვნას, ბევრი ეძია სამართალი, მაგრამ თვითმპყრობელობის დროს

სამართალს აბა სად იპოვება?! ყოველგვარად ამო აღმოჩნდა. ბოლოს და ბოლოს იძულებულნი შეიქნა მდგომარეობას დამორჩილებოდა და თავის მრავალრიცხოვანი ოჯახით მცირე პენსიის ანაბარა დარჩენილიყო.

ასე დაიწავრა ტიმირიაზევიძის ოჯახი მხოლოდ იმის გამო, რომ მისი მესამედიანი მონარქული წყობის მომხრე არ იყო და ამ თაგის შეხედულებით არ ზალავდა.

თუცა კ. ა. ტიმირიაზევი მამა რევოლუციონერი არ ყოფილა, მაგრამ მისი საერთო პოლიტიკური განწყობილებისათვის დამახასიათებელია ჩვენამდე შემონახული შემდეგი ამბავი: ერთხელ, საუბრის დროს არაკიდე ტიმირიაზევისათვის უპითხავთ, თუ რა მომავალს უმზადებს ის თავის ოთხ ვაჟიშვილს. პასუხის ნაცვლად არაკიდე ტიმირიაზევის ბეკრი უხუმრია, ბოლოს კი უთქვამს, რომ აპირებს ხუთი ლურჯი ხალათის შეკრებას, ხუთი თოფის ყრდვას და ოთხივე ვაჟიშვილით, სხევეთან ერთად.— ზამთრის სასაზღვრე იერიშის მიტანას.

კლიმენტი არაკიდის ძის დედა შეილებზე დიდად მზრუნველი აღმაინა იყო. თავის მეუღლესთან ერთად პატარობიდანვე შრომას შეიჯდა. თვითონ კარგად იცოდა უცხო ენები და თავის შეილებსაც შეასწავლა, რაც კ. ა. ტიმირიაზევის შემდეგ ძალიან გამოადგა.

მცირე პენსია, რასაკვირველია, საკმარისი არ იყო და ამის გამო ტიმირიაზევიძის ოჯახი მატერიალურ გაჭირვებას განიცდიდა.

კლიმენტი ტიმირიაზევი ოჯახისათვის საარსებო საშუალების მოსაპოვებლად აღდგ ამოუდგა მშობლებს გვერდში. ამაში მას ძალიან დაეხმარა უცხო ენების ცოდნა. დაიწყო უცხო ეურნალ-გაზეთებიდან რუსულ პრესისათვის მასალის თარგმნა, რაშიც გარკვეულ გასამარჯულოს ღებულობდა. მოხუცებულობაში მსცოვანი მეცნიერი სიამოვნებით იგონებდა ამ ამბავს. იგი წერდა: „თხოვეთქო წლის ასაკიდან ჩემს მარცხენა ხელს არ დაუხარჯავს არც ერთი გროში, რომელიც არ მემოთხვეინოს ჩემს მარჯვენას“.

მშობლებმა, საერთოდ, მეტად დადებითი როლი შეასრულეს კ. ა. ტიმირიაზევის პიროვნების ჩამოყალიბებაში, იგი დიდად ემადლიერებოდა მათ. თავისი სიცოცხლის უქანასკნელ პერიოდში გამოქვეყნებული წიგნი— „მეცნიერება და დემოკრატია“ საყვარელ მშობლების ხსოვნას უძღვინა. წიგნისადმი დარტულ მოკლე მიმართებაში იგი წერ-

და: „სიტყვით და პირადი მაგალითით თქვენ შთამინერგეთ უსაზღვრო სიყვარული ჭეშმარიტებისადმი და მშაფრი სიძულვილი ყოველგვარ, განსაკუთრებით კი, საზოგადოებრივი უსამართლობისადმი“.

არსებობისთვის საჭირო დაძაბულ შრომასთან ერთად, კლიმენტი არაკიდის ძე ტიმირიაზევი არასოდეს არ ივიწყებდა თავის თავზე მოუზაბს. მას კარგად ჰქონდა შეგნებული, რომ აუცილებელი იყო სწავლა და ამასთან ერთად ცოდნის შექმნის დიდ სურვილსაც ამკლავებდა. სანუშოასთან თავისუფალ მეთოდს იყენებდა მეცადინეობას ანდომებდა.

ასე შრომასა და სწავლაში გავიდა წლები.

კლიმენტი ტიმირიაზევი თავის ერთერთ ძმასთან, ვასილთან ერთად გადაწყვიტა უნივერსიტეტში შესვლა. მათ დაიწყეს გამოცდებისათვის მზადება. შესასვლელი გამოცდების ჩაბარების შემდეგ ორივე ძმა პეტერბურგის უნივერსიტეტში ჩაირიცხა.

რუსეთის ისტორიის იმ პერიოდს, როდესაც ვ. ი. ლენინის სიტყვებით რომ ვთქვათ „ბატონყმური რუსეთის ადგილს კაპიტალისტური რუსეთი იქვრდა“ (ვ. ი. ლენინი თხზულებანი, ტომი XVII, გვ. 88). კ. ა. ტიმირიაზევი ახალგაზრდა ყმაწვილი იყო; ამ საერთო გარემოებამ მასზე დიდი გავლენა მოახდინა.

კირისმა, რომელსაც ფეოდალურ-ბატონყმური სისტემა განიცდიდა, XIX საუკუნის სამოციანი წლებში განსაკუთრებულ სიმწვავეს მიადგო. სასტიკი ექსპლოატაციით და უუფლებობით გაჭირვებული გლეხობა სულ უფრო ხშირად გამოდიოდა თავის მტრებად და წინააღმდეგ — მატულობდა გლეხთა „ხუბრების“ რიცხვი.

ამ ვითარებით თავზარდაცემული ცარიზმი, იმის შიშით, რომ გლეხთა მოძრაობა კიდევ უფრო არ გაზრდილიყო და ბატონყმობა ამ მოძრაობის აზვირთებულ ტალღებს არ დაემხვებია, იძულებული შეიქმნა ზემოდან, რეფორმის გზით გაეშქებინა.

რუსეთის პირველ მემამულეს— იმპერატორის მიერ 1861 წელს გატარებულ გლეხთა რეფორმას სინამდვილეში არაფერი საერთო არ ჰქონდა გლეხების განთავისუფლებასთან. ეს იყო მეფისა და მემამულეთა შორის გლეხების ყოველ უნდინსო მოტყუება, რომელიც ამ უქანასკნელად კიდევ უფრო მძიმე და გამოუვალ მდგომარეობაში აყენებდა.

ასეთ „განთავისუფლებას“ გლეხობის „ბუნტების“ ახალი ტალღები მოყვა „...მთელი საუკუნეების მონობამ იმდენად დააბეჩავდა და დააზღუნავდა გლეხთა მისება, რომ მათ რევოლუციის დროს არაფრის უნარი არ შესწევდათ, ვარდა დაქაქსული, განცალკევებული აჯანყებებისა, უფრო კი „ბუნტებისა“, რომლებიც არავითარი პოლიტიკური შედეგითა არ იყოს ვაშუქებული, —სამაგივროდ მაშინაც იყვნენ რუსეთში რევოლუციონერები, რომელნიც გლეხობის მხარეზე იდგნენ და რომელთაც ესმოდათ ყბათაღებული „საგლეხო რევოლუციის“ მთელი შეზღუდულობა, მთელი უზადრუქობა, მთელი მისი ბატონყმური ხასიათი“. (ვ. ი. ლენინი თხზულებანი, ტომი X VII. გვ. 128).

XIX საუკუნის სამოციანი წლების რევოლუციონერ-დემოკრატები—ნიკოლოზ გაბრიელის ძე ჩერნიშევსკის შეთაურობით, ვაბეღლადად ებრძოდნენ თვითმპყრობელობას და ცხადყოფდნენ გატარებულ რევოლუციის ნამდვილ არსს.

შეზღწილი მდგომარეობით შეშინებული მეფის მთავრობა მისთვის ჩვეულ პროკოპაციებისა და რეპრესიების გზას დაადგა. 1862 წელს დაპატიმრებულ იქნა ნ. გ. ჩერნიშევსკი, რომელიც თანდასრულები მთავრის შეთხოვნილ ყლბ საბუთების საფუძველზე კატორღაში გაგზავნის, დაპატიმრეს პისარევი და რევოლუციურ-დემოკრატიული ბანაკის სხვა მესვეურები.

საერთო მდგომარეობა, რასაკვირველია, ახალგაზრდებზედაც ახდენდა გავლენას.

XIX საუკუნის სამოციანი წლების რუსეთის რევოლუციურ-დემოკრატიული ბანაკის მესვეურები და პირველ რიგში მათი მებრძოლნი ნიკოლოზ ჩერნიშევსკი მოწინავე ახალგაზრდობის აზრთა მეთუფედ იქნენ. მათმა ძლიერმა გავლენამ უმაღლეს სასწავლებლებშიც იჩინა თავი.

თვითმპყრობელობამ დაიწყო სტუდენტების დეგრა და უმაღლეს სასწავლებლების შევიწროება. სტუდენტებისათვის შემოიღეს სპეციალური წიგნაკები—ი. წ. მატრიკულები, სადაც ჩართული იყო მათთვის სავალდებულო წესები, სტუდენტებს აიძულებდნენ მიეღოთ ეს წიგნაკები და მიეცათ ხელწერილი, რომ ზუსტად დაიცავდნენ მასში ჩამოთვლილ პოლიციურ წესებს. ვინც კი უარს ამბობდა წიგნაკების მიღებასა და ხელის მოწერაზე, უნივერსიტეტიდან ირიცხებოდა.

იმ სტუდენტთა შორის, ვინც თვითმპყრობელობის წინაშე კედი არ მოიხარეს, კლიმენტი

ტიმირიაზევიც იყო. წიგნაკზე ხელისმოწერაზე მტკიცე უარის განცხადების გამო იგი გარიცხეს უნივერსიტეტიდან. თითქმის ოთხნახევარი თვეულის წლის შემდეგ—1905 წელს კ. ა. ტიმირიაზევი იხსენებდა ამ წიგნაკების ამბავს, საერთოდ სამოციანი წლებს და წერდა: „...ან უნდა დავმორჩილებოდით ახალ პოლიციურ წყობას, ან უარი გვეუბრა უნივერსიტეტზე, უარი გვეუბრა, — შეიძლება სამუდამოდაც შეენიერებამა, —ათასებს ჩვენ წრიდან არჩევანის დროს არ უყოყმანიათ. საქმე მდგომარეობდა, რასაკვირველია, არა ხალადა მატრიკულებში, არამედ იმის რწმენაში, რომ ჩვენი მცირე წყლის შეგვერდნდა საერთო საქმეში, რადგან წინააღმდეგობას ვუწევდით რეაქციის პირველ დაქროლავს; რწმენაში, რომ სამარცხენია ამ რეაქციისადმი დამორჩილება“.

უნივერსიტეტის სტუდენტ კ. ტიმირიაზევი აღარ აღუდგენიათ და მხოლოდ ერთი წლის შემდეგ მოახერხა მან ამავე უნივერსიტეტის თავისუფალ მსმენელად ჩარიცხვა. შემდეგში, უნივერსიტეტში სწავლის მთელ პერიოდში თავისუფალ მსმენელად ითვლებოდა.

მაშის სურვილის თანახმად, კლიმენტი ტიმირიაზევი, ძმასთან ერთად, თავდაპირველად უნივერსიტეტის ე. წ. კამერალ ფაკულტეტზე დაიწყო მეცადინეობა, შემდეგ კი კ. ა. ტიმირიაზევი თავისი მისწრაფების შესაბამისად, მეცადინეობა ფიზიკა-მათემატიკის ფაკულტეტის საბუნებისმეტყველო განყოფილებაზე გააგრძელა.

კ. ა. ტიმირიაზევის მსოფლიმდებელობის ჩამოყალიბებაში, მის საზოგადოებრივ, ფილოსოფიურ და საბუნებისმეტყველო ინტერესების შემუშავებაში, ძალიან ღიდი როლი XIX საუკუნის სამოციანი წლების მოწინავე მოღვაწეებმა შეასრულეს.

მის, ისე როგორც იმ ხანებში აღზრდილ მთელ რაგ სხვა გამოჩენილ ბუნებისმეტყველების მსოფლმხედველობასა და სამეცნიერო მისწრაფებების ჩამოყალიბებაზე განმსაზღვრელი გავლენა ბ. ბელინსკისა და ა. გერცენის, ნ. ჩერნიშევსკისა, ნ. დობროლიუბოვისა და დ. პისარევის ნაწარმოებებმა მოახდინეს.

ამასთან ერთად, მომავალ მეცნიერზე ძალიან ღიდი გავლენა იქონიეს იმ გამოჩენილმა რუსმა ბუნებისმეტყველებმა, რომლებსაც კ. ა. ტიმირიაზევი თავის სტუდენტობის პერიოდში შეხვდა.

ასეთ გამოჩენილ მეცნიერთა შორის პირველ რიგში აღსანიშნავია ივანე მიხეილის ძე სეჩენოვი. მართალია, კ. ა. ტიმირაზევი არ უსწევია იმ უმაღლეს სასწავლებელში, სადაც ი. მ. სეჩენოვი მოღვაწეობდა, მაგრამ ხშირად ესწრებოდა მის საჯარო ლექციებს, კითხულობდა ი. მ. სეჩენოვის შრომებს და მისი მთელი საქმიანობით მოხიბლული იყო.

ივ. სეჩენოვი XIX საუკუნის სამოციანი წლების რუსეთის მოწინავე საბუნებისმეტყველო აზროვნების დროში იყო.

როგორც ცნობილია, იგი 1860 წლის დამდეგს დაბრუნდა უცხოეთიდან, სადაც თითქმის სამ წელიწადს იმყოფებოდა. და დაბრუნებისთანავე მთელი თავისი საქმიანობა სამშობლოს საკეთილდღეოდ წარმართა.

სახელოვანი მეცნიერი ახლო იცნობდა ნ. ჩერნიშევსკის, იზიარებდა მის მატერიალისტურ მსოფლმხედველობას და თავის ნაწარმოებებში ამ მატერიალისტურ შეხედულებებს ანეთიარობდა.

სამოციან წლებშივე ივანე სეჩენოვმა თავისი ლექციებით და ნაშრომებით მთელი ეპოქა შექმნა. იმ ხანებში ივ. სეჩენოვის მიერ გამოქვეყნებული ნაშრომებს შორის განსაკუთრებით აღსანიშნავია მისი ღრმად მეცნიერული ნაშრომი „თავის ტვინის რეფლექსები“—სამოციანი წლების რუსეთის ბუნებისმეტყველების მარგალიტი, მებრძოლი მატერიალისტური ნაწარმოები.

სწორედ ამ ნაშრომის გამო იყო, რომ სამოციან წლებშივე ასე გაფართოვებოდა თავის დაესხნენ მის ავტორს ყველა სახის რეაქციონერები, ხოლო მოწინავე რუსეთი კი აღტაცებით შეხვდა სამეცნიერო მოღვაწეობის ასპარეზზე ახლად გამოსულ მეცნიერს.

სანამ ი. მ. სეჩენოვი „თავის ტვინის რეფლექსებს“ პრესაში გამოაქვეყნებდა, მან მისი ძირითადი აზრი საზოგადოებრიობას საჯარო ლექციებში გააცნო.

ერთ-ერთ ასეთ ლექციას კ. ა. ტიმირაზევიც დასწრებიდა. ლექციიდან მიღებული დადებითი შთაბეჭდილება მას მიელ სილოცხლეს აღარ აღმოშლია ცნობიერებიდან. ის ამ ლექციას მეტისმეტად გულთბილად და აღტაცებით იხსენიებდა.

კ. ა. ტიმირაზევი სიამოვნებითა და სიამაყის გრძნობით ხაზგასმით აღნიშნავდა, რომ ივანე სეჩენოვმა მისზე განსაკუთრებული, დადებითი გავლენა იქონია.

ი. მ. სეჩენოვის ის სრულიად სამართლიანად თავის მასწავლებლად სთვლიდა.

ი. მ. სეჩენოვი თითქმის ერთნახევარი ათეული წლით უფროსი იყო კ. ა. ტიმირაზევიზე. ამ ასაკობრივი განსხვავების მიუხედავად ეს ორი შესანიშნავი აღმზიანი შემდეგში დამეგობრდა და ამ მეგობრობამ მთელი მათი ცხოვრების მანძილზე გასტანა.

მათ ბევრი, ძალიან ბევრი რამ აკავშირებდათ, სამშობლოს სიყვარულით გამსჭვალული და მშობელ ქვეყნის კეთილდღეობაზე მზრუნავი ორივე მეცნიერი არაიშვიათად ერთად გამოდიოდა რეაქციის წინააღმდეგ, აცხადებდა პროტესტს მეფის მიხედვითა უსამართლო მოქმედებების წინააღმდეგ, იმალებდა ხმას უსამართლოდ დევნილ პროფესორების თუ სტუდენტების ანდა უმაღლესი სკოლის უფლებების დასაცავად და სხვ.

კლიმენტი არაკიბის ძე ტიმირაზევის სტუდენტობის დროს პეტერბურგის უნივერსიტეტში მოღვაწეობდა ისეთი დიდი აღმზიანი და მეცნიერი, როგორც დიმიტრი ივანეს-ძე მენდელეევი იყო. მისმა ლექციებმა ორგანულ ქიმიკაში მოხიბლეს კლიმენტი ტიმირაზევი. იგი წერდა, რომ განსაკუთრებით იყო გატაცებული დ. მენდელეევის ამ ლექციებით.

ქაბუკი ტიმირაზევი დიდის პატივისცემით და სიყვარულით გაიმიჰყავდა სახელოვან მეცნიერსაღმ, ის გრძნობა შემდეგი წლების განმავლობაში, სულ უფრო მეტად იზრდებოდა და მტკიცდებოდა. როდესაც მატრიკულების ისტორიასთან დაკავშირებით კლიმენტი ტიმირაზევის დაატრავებინეს მისთვის სანატორიო სასწავლებელი, მას—როგორც ამას შემდეგში თვითონ აღნიშნავდა,—ყველაზე მეტად მენდელეევის ლექციების დატრავება უშიძიდა.

როგორც ივ. სეჩენოვმა, ისე დ. მენდელეევიც უსათუოდ დიდი როლი შეასრულეს კ. ა. ტიმირაზევის ზოგად სამეცნიერო შეხედულებების გამოშუშავებაში და მის მიერ ბუნების მოვლენათა მატერიალისტურ გაგებაში. საერთოდ ბუნებისმეტყველებისადმი ცხოველ ინტერესის გაღვივებაში, ამასთან ერთად დ. ი. მენდელეევის ქიმიურ ლაბორატორიაში მუშაობა კ. ა. ტიმირაზევისათვის მშვენიერ სკოლას წარმოადგენდა. სწორედ აქ მიიღო მან ის აუცილებელი წირობა და გამოვლილება ექსპერიმენტალურ კვლევის წირობაში,

რაც შემდეგ ასე ბრწყინვალედ გამოიყენა და განაეითარა.

კ. ა. ტომირიაზევის ბოტანიკის შესწავლის სურვილის გაღრმავებაში და განმტკიცებაში დიდად შეუწყო ხელი მისმა უშუალო მასწავლებელმა ანდრეი ნიკოლოზის ძე ბეკეტოვმა. ეს უკანასკნელი იყო კ. ა. ტომირიაზევის ოფიციალური ხელმძღვანელი სუნიერარტერო კურსის დამთავრებამდე.

დიდი მეცნიერი, მორიწავე შეხედულებების მატარებელი ა. ი. ბეკეტოვი თავის დროის მეცნიერების უკანასკნელ მონაპოვითა საქმის კურსში იყო. ზვირს მუშაობდა და მნიშვნელოვანი წვლილი შექონდა მეცნიერებაში.

ა. ი. ბეკეტოვს სწამდა, რომ მეცნარეთა მორფოლოგიის საკითხების შესასწავლად აუცილებელია ექსპერიმენტული კვლევა. ის მტკიცედ აღდა ამა გზა და სხვებსაც აბაღდა ექსპერიმენტულ მუშაობაში.

ა. ი. ბეკეტოვს უყვარდა სტუდენტობა, უყვარდა მშობლიური მეცნიერება. მას ნათლად ჰქონდა შევსებული, რომ ამ მეცნიერების მოხაველი ახალგაზრდობა იყო და ამიტომ ყოველმხრივ ცდილობდა მოსწავლე ახალგაზრდობის გაღრმავებულ, სერიოზულ მუშაობაში ჩაება. იგი იზიარდა სტუდენტობის სამეცნიერო წრეებში და იქ აწევდა მათ დამოუკიდებელ მეცნიერულ და პრაქტიკულ მუშაობას.

კ. ა. ტომირიაზევი დიდად ემადლიერება თავის მასწავლებელს. მის შესახებ იგი წერს: „დიდი მადლობით მახსენდება პეტერბურგის სტუდენტების მთელი თაობისათვის ძვირფასი ანდრეი ნიკოლოზის ძე ბეკეტოვი. ჩენი სტუდენტობის წლებში ის თავის ირველივ იკრებდა ნატურალისტ-სტუდენტებს რეფერატების წასაკითხად, მეცნიერულ კამათისათვის და სხვა...“

კ. ა. ტომირიაზევი თავის მასწავლებელს ა. ი. ბეკეტოვს, მეთვრამე სხვა მეცნიერებთან ერთად, სამართლიანად სთვლიდა ჩ. დარვინის წინამორბედად და თვითონაც საეხებით მომზადებული იყო დარვინის ევოლუციური მოძღვრების მისაღებად.

ცნობილია, რომ ჩ. დარვინის კლასიკური ნაშრომი „სახეობათა წარმოშობა“ გამოქვეყნებული იყო 1859 წელს. ამ ნაწარმოების გამოქვეყნებიდან ორი თვის გავლის შემდეგ პეტერბურგის უნივერსიტეტის პროფესორმა გ. ს. კუტორგამ თავის ლექციებში მსმენელებს გააცნო ამ მოძღვრების შინაარსი.

შემდეგში, იმავე ს. ს. კუტორგას ლექციებზე სტუდენტი კ. ტომირიაზევი პირველად გაეცნო ჩ. დარვინის მოძღვრებას. მალე ჩ. დარვინის ახალ გამოქვეყნებული წიგნზე წაიკიბა და 1864 წელს უფრანკოში დასტამბა სტიკტიები საერთო სახელწოდებით: „ჩ. დარვინის წიგნი, მისი კრიტიკოსები და კომენტატორები“.

ეს სტიკტიები შემდეგ წელიწადს—1865 წელს ცალკე წიგნად გამოვიდა—სათაურით „დარვინის მოძღვრებას მოკლე ნარკვევი“, ხოლო ამ წიგნის მეორე; ვადამუშავევდა გამოცემას ავტორმა „ჩარლზ დარვინი და მისი მოძღვრება“ უწოდა.

ევოლუციური მოძღვრების ათვისებამ მტკიცედ დადებითი როლი შეასრულა კ. ტომირიაზევის სამეცნიერო მუშაობაში.

კ. ა. ტომირიაზევის ზოგად სამეცნიერო შეხედულებების ჩამოყალიბებაზე ვაღვინა იქონია აგრეთვე სახელოვანმა რუსმა ქირურგმა ნ. ი. პირიაგოვმა.

კლემენტი არკადის ძე დიდის პატივისცემით იყო გამქვეალული ამ შესანიშნავ ადამიანისა და მეცნიერის მიმართ, რომლის მოღვაწეობას ის ძალიან დიდად აფასებდა.

სხვა მეცნიერების შორის, რომელთაც თავისი წვლილი შეიტანეს მოხაველი ბუნებისმეტყველის მომზადებაში, აღინიშნული უნდა იყენენ: ლ. ს. ცენკოვსკი, ნ. ნ. სოკოლოვი, ა. მ. ბუტლეროვი, ნ. ნ. ზინინი.

ყოველივე ზემოთნათქვამის გარდა კ. ა. ტომირიაზევის პიროვნების ჩამოყალიბებაში ძალიან დიდი როლი შეასრულა როგორც რუსულმა, ისე უცხოურმა მოწინავე მხატვრულმა ლიტერატურამ.

მომავალმა მეცნიერმა სიკამუყეში უყვარდა რუსეთის და უცხოეთის ლიტერატურის კლასიკოსები. ის დიდის ვატაცებით კითხულობდა მათ თხზულებებს.

იმ ნაწარმოებებს შორის, რომლებშიც მხატვრულ ფორმაში იშვიათი სიმძაფრით და მოქალაქეობრივი გამბედაობით მოცემული იყო მწვევე სოციალური და პოლიტიკური საკითხები, კ. ტომირიაზევის განსაკუთრებით უყვარდა ა. გერკენის „ვინ არის დამნაშავე“, ნ. ჩერნიშევსკის „რა ვაკეთობ“, ნ. ნეკრასოვის და მ. სალტიკოვ-შჩედრინის ნაწერები.

ა. გერკენის ნაწარმოებების შესახებ კ. ტომირიაზევი წერდა: „თითქმის ბავშვობიდანვე შეეყვარევი „ვინ არის დამნაშავეს“ ავტორის კითხვას.

შემდეგში ა. კ. ტომირიაზევი ა. გერცენის და ნ. ჩერნიშევსკის, სხვა ხასიათის ნაწარმოებებსაც დაეწაფა და ბ. ბელინსკის ნ. დობროლიუბოვის და ლ. პისაროვის შრომების ათვისებნათან ერთად მიიღო ის სულიერი საზრდო, რამაც სიკბამუშევე განსაზღვრა მისი საზოგადოებრივი, ფილოსოფიური და სამეცნიერო მისწრაფებანი. ამან კი უდიდესი როლი შეასრულა, რომ ასეთი ჰუმანიტარული დიდი მოქალაქე და მეცნიერი ჩამოყალიბებულიყო.

სტუდენტობის წლები კ. ა. ტომირიაზევიმ ნაყოფიერ მეცადინეობაში გაატარა. იგი თავიდანვე მტკივნეულ დაადგა გარკვეულ გზას და მთელი თავისი ძალ-ღონე, მთელი თავისი ენერჯია მოწინავე იდეების ათვისებას, მოწინავე მსოფლმხედველობის შემუშავებას და არჩეულ სპეციალობის შემოქმედებით დაუფლებას მიაწვდომდა.

ასე, ყოველთვის საუკეთესოსაკენ ახალგაზრდობიდანვე ილტვოდა კ. ა. ტომირიაზევი, ხოლო ყოველივე დადებითი, რაც მის მიერ იყო შესისხლბორცებული, მან შემოქმედებითად განავითარა და თავისი მრავალფეროვანი საქმიანობით, სამშობლოს საკეთილდღეოდ წარმართა.

მართალი იყო იგივე პავლოვი, როდესაც ტომირიაზევის შესახებ ამბობდა: „თვითონ კლიმენტი არკადისძე, მისი საყვარელი მცენარეების მსგავსად, მთელი თავისი სიცოცხლე სინაოლის სვენი მისწრაფოდა, თავისში იმარაგებდა უმაღლეს სიმართლისა და გონების საფანქურს; ამასთან იგი თვითონაც იყო სინათლის წყარო იმ მრავალთაობებისათვის, რომელთაც სინათლისა და ცოდნისკენ მიისწრაფოდნენ და ცხოვრების მკაცრ პირობებში სითბოსა და სიმართლეს ძიებდნენ“.

კ. ა. ტომირიაზევი განსაკუთრებული სითბოთი და სიყვარულით იყო გამსჭვალული მეცნიერობით საუკუნის სამოციანი წლების მოწინავე მოღვაწეთა მიმართ, იგი წერდა, რომ „ძველი მესამოციანელის ტიპური სახესთან განუყრელად არის დაკავშირებული წარმოდგენა, რადაც მყარ ოპტიმიზმზე, კეთილ მერმისის ურყევე რწმენაზე“.

გასული საუკუნის სამოციანი წლების მოწინავე იდეებზე აღზრდილი ჩვენი სახელოვანი მოღვაწე თვითონაც გამსჭვალული იყო ამ ოპტიმიზმით და კეთილ მერმისის რწმენით.

ცნობილია მწერალმა ვ. გ. კოროლენკომ თავის ნაწარმოებში „ორ მხრივ“ პრინციპული იბორისკის სახით კარგად დახატა კ. ა. ტომირიაზევი—დაუმრეტელი ენერჯიით, მომავლის რწმენით—

და ენთუზიაზმით აღსავსე, თავადებული მოღვაწე და მეცნიერი.

1866 წელს პეტერბურგის უნივერსიტეტის თავისუფალი მსმენელმა კ. ა. ტომირიაზევიმ დაამთავრა საუნივერსიტეტო კურსი. წარდგინდო შრომაში მიიღო ოქროს მედალი და მას მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხი მიანიჭეს. უნივერსიტეტის დამთავრების შემდეგ პაბუქმა მეცნიერმა განაგრძო მუშაობა მეცნარეთა ფიზიოლოგიაში.

ჯერ კიდევ სწავლის პერიოდში თავისი პიროვნებით, მოზაღვებით და მუშაობით მან მიიქცია პროფესორების ყურადღება.

როგორც ვთქვით, ა. ბეკეტოვი აღტაცებული იყო კ. ტომირიაზევით და მასზე ძალიან დიდ იმედებს ამყარებდა. ბეკეტოვი იმ ხანებში პეტერბურგის უნივერსიტეტის ფიზიკა-მათემატიკის ფაკულტეტის დეკანად მუშაობდა. მან წამოაყენა კ. ტომირიაზევის კანდიდატურა უცხოეთში სამეცნიერო მივლინებაში გასაგზავნად.

ა. ბეკეტოვის, როგორც კ. ტომირიაზევის ხელმძღვანელ და ფაკულტეტის დეკანს, ამ უკანასკნელისათვის უნდა შეედგინა სამეცნიერო მივლინების „ინსტრუქცია“ ე. ი. უნდა მიეცა გვეგმა იმის, თუ რა უნდა გავცეთ თბილისში უცხოეთში მივლინებულ ახალგაზრდა მეცნიერს. ა. ბეკეტოვიმ ამ ინსტრუქციის შედგენა თვით მივლინებაში მიმავალ მეცნიერს მიანდო. კ. ა. ტომირიაზევი შეასრულა დავალება და საჭირო ინსტრუქცია შეადგინა.

ეს დოკუმენტი, რომელიც დათარღმული არის 1868 წლის 9 სექტემბრით და რომელსაც როგორც ოფიციალურ საბუთს ხელს აწერს ა. ბეკეტოვი, კიდევ ერთხელ ცხადს ხდის, რომ უცხოეთში სამეცნიერო მივლინებაში გამგზავრების მომენტისათვის კ. ტომირიაზევი სრულიად ჩამოყალიბებული და მომწიფებული მეცნიერი იყო. მას ნათლად ჰქონდა წარმოდგენილი თუ რა უბადრუკ მდგომარეობაში იმყოფებოდა მანამაც მეცნარეთა ფიზიოლოგია, რა იყო იმისთვის საჭირო, რომ ამ მეტად მნიშვნელოვანი სფეროს შესწავლა მეცნიერულ ნიადაგზე დამდგარიყო.

მეცნარეთა ფიზიოლოგის, როგორც მეცნიერების დარგის შესაქმნელად კ. ტომირიაზევის საჭიროდ მიანდა მეცნარეებში ჰიმინარე ფიზიოლოგიური პროცესების შესასწავლად ფიზიკისა და ქიმიის მონაპოვრის, და ამ მეცნიერებათა კლენის მეთოდების ფართოდ გამოყენება.

ამასთან ერთად მცენარეთა ფიზიოლოგიის შესწავლა მას წარმოდგენილი ჰქონდა აგრონომიასთან, მიწათმოქმედების მიერ ნაყარნახევ ამოცანებთან მჭიდრო კავშირში.

1868 წელს კ. ტიმირიაზევი უცხოეთში გაემგზავრა.

სამეცნიერო მივლინების დროს ის ჯერ მუშაობდა გვიდელბერგის ცნობილ ქიმიის და ფიზიკის ლაბორატორიებში—ბუნზენთან, კირხოფთან და ჰელმპოლტთან, შემდეგ გაემგზავრა პარიზში და იქ იმუშავა სენ-კლერ დეველის და ბერტოლის ლაბორატორიებში, ამავე დროს პარიზში დაუახლოვდა ბუესენგოს და მასთან დიდად ნაყოფიერად იმუშავა აგრონომიულ ქიმიაში. ერთხანს ტიმირიაზევი კლოდ ბერნართანაც მუშაობდა.

უცხოეთში იგი გაეცნო ბოტანიკისა და მიწათმოქმედების დარგში არსებულ მთელ რიგ სამეცნიერო დაწესებულებებს.

უცხოეთში ყოფნის დროს კ. ა. ტიმირიაზევის ძალიან უნდოდა აღექვსნენ გერციენთან შეხვედრა, თუმცა კარგად იცოდა, რომ ა. გერციენთან სიახლოვე, მისი მხოლოდ ნახვა რუსეთის თვითმპყრობელობის მხრივ სასტიკად იღვევებოდა. მას იმედს ჰქონდა, რომ ა. გერციენს პარიზში ინახულებდა გერციენის მეგობართან გ. ნ. ვირბოვთან, რომელიც თვითონაც ახლო იცნობდა. იმ ხანებში მოვლდნენ ლონდონიდან ა. გერციენის პარიზში ჩასვლის. გერციენი მართლაც ჩაივდა პარიზში. იქ მან მონაწილეობა მიიღო ერთ-ერთ დემონსტრაციასში. ქრონიკული დაავადებით ისედაც დასუსტებული გერციენი დემონსტრაციის დროს გაცივდა, ლოგინში ჩაწვა და აღარ ამდგარა.

კ. ტიმირიაზევი შემდეგნაირად იხსენებდა ამ ამბავს: „გაზეთებმა გვაუწყეს პარიზში გერციენის ჩამოსვლის, და მე კვლავ მომიტოვა იმედი, რომ იგივე ვერ უკლებს დახმარებით ვაეცნობდი ამ დიდ აღამიანს... მაგრამ რამდენიმე დღის შემდეგ, იგივე გაზეთებმა გამოაქვეყნეს თავზარდამცემი ცნობა მისი გარდაცვალების შესახებ“.

ასე, რომ კ. ტიმირიაზევი ვერ აისრულა ნატურა და ვერ ნახა აღამიანი, რომელსაც ასე დიდად აუხებდა და პატივს სცემდა.

სამეცნიერო მივლინება ძალიან კარგი აღმოჩნდა იმ მხრივაც, რომ კ. ტიმირიაზევი დაამყარა პირადი კონტაქტი უცხოეთის მთელ რიგ გამოჩენილ მეცნიერებთან და ზოგ მათგანს კი დაუმეგობრ-

და კიდევ. ამან, რასაკვირველია, დადებითი როლი შეასრულა მის შემდგომ სამეცნიერო მუშაობაში. უცხოეთში ყოფნის დროს მას შუა ჯობინეს, რომ მოსკოვში პეტრესკის სამიწათმოქმედო (სასოფლო-სამეურნეო) და სატყეო აკადემიის სამეცნიერო საბჭომ ფარული კენჭისყრით აირჩიეს ამ აკადემიის ბოტანიკის კათედრის მასწავლებლად.

ამ ამბავმა კ. ტიმირიაზევი ძალიან გაახარა, რადგან მას ამ არჩევით ჰედაგოგიურ მოღვაწეობასთან ერთად, სამეცნიერო მუშაობის გაშლის საშუალებაც ეძლეოდა.

1870 წელს კ. ტიმირიაზევი სამშობლოში დაბრუნდა და იმავე წელს შემოდგომაზე აღნიშნულ აკადემიაში დაიწყო მუშაობა.

დღი მწოდომებით და სიყვარულით შეუღდა ის თავის სამუშაოს. მოწინავე შეხედულებებით, ინტენსიური მუშაობით, მსმენელებისადმი გულისხმიერი დამოკიდებულებით, პრინციპიალობით და გამებედრობით მან ძალიან შლე, როგორც მოწინავე პროფესორის ისე სტუდენტობის საყოველთაო პატივისცემა და სიყვარული დაიმსახურა.

აი რას წერდა მის შესახებ ცნობილი რუსი მწერალი ვ. გ. კოროლენკო, რომელიც აღნიშნულ აკადემიაში 1874 წლის თებერვლიდან სწავლობდა.

„მაღალი, გამხდარი, ქება, მშვენიერი დიდი თვალებით, ჯერ ახალგაზრდა, მოძაიხე... ის ყველადიერი თავისებურად მშვენიერი იყო.“

თავის ცლებს ქლოროფილზე, რამაც დიდი სახელი მოუხვეჭა, ის გარტგუნულად იშვიათი მხატვრული გემონებით ატარებდა“.

კოროლენკო აღნიშნავდა, რომ ლექციისა თუ მოხსენების დროს, როდესაც კ. ტიმირიაზევი აღუერთიანდებოდა, მთლიანად იპყრობდა აჟღერტორიას და განაგრძობდა:

„ტიმირიაზეს სტუდენტებთან განსაკუთრებული სიმპატიური ურთიერთობა აკავშირებდა... ჩვენ ყველანი ვტარებდით, რომ მასაც აინტერესებდა ის საკითხები, რომლებიც ჩვენ გვაღელვებდა. იგი გამწვალული იყო გულწრფელი, აღმამაღლებელი მხურავლე რწმენით მეცნიერებისა და კულტურისადმი. ახალგაზრდობა ამას აფასებდა“.

1913 წელს ვ. გ. კოროლენკომ მისწერა წერილი კ. ა. ტიმირიაზევის.

წერილი წარმოადგენდა პასუხს ტიმირიაზევისაგან მიღებულ დეგმაზე, რომლითაც ეს უკანასკ-

ნელი სახელოვან მწერალს მისი სამოცი წლის თავის იუბილეს ულოცავდა.

ამ წიგნულში კორონელემ მშვენივრად გამოხატა, როგორც საკუთარი, აგრეთვე აკადემიის სტუდენტების დამოკიდებულება ტიბირიაზეცისადმი.

იგი წყერდა: „ძვირფასო, დიდად პატრეცემული და საყვარელო კლიმენტი არკადის ძე, იმ წლებიდან, რომელთაც იხსენებთ თქვენს ღებუშაში, როდესაც ბედმა ჩვენ, მასწავლებელი და მოწაფე ერთმანეთს შეგვახვედრა პეტროვსკის აკადემიაში,—მე თქვენს შესახებ დამრჩა მოგონება, როგორც ჩემი ახალგაზრდობის ერთ ყველაზე ძვირფას და ნათელ სახეზე.

ყოველთვის ვერ ახერხებ იმის გამოთქმას, რის თქმაც ვინდა ძვირფას ადამიანთათვის. მე კი ჩემს სიცოცხლეში ხშირად მინდოდა მეუქვა თქვენთვის, რომ ჩვენ, თქვენს მოწაფეებს თქვენ გვეყვარდით და პატრეს გცემდით მაშინაც, როდესაც გვეკამათებოდით და მაშინაც, როდესაც ვასწავლავდით, რომ როგორც წმიდათა წმიდა გვეყვარებოდა გონება და ბოლოს, მაშინაც, როდესაც თქვენ ღირვეტორის კაზინეტში მოხვედით ჩვენთან—ამ დაბატებულ სტუდენტთან და როდესაც ამის შემდეგ დარბაზიდან, სადაც ლიევის თანდასწრებით საბჭო მიმდინარებოდა, ჩვენს სმენამდი აღწევდა თქვენი ომაზიანი, პატროსანი ხმა. ჩვენ არ ვიცოდით, რას ამბობდით თქვენ მაშინ, მაგრამ ვიცოდით, რომ ყოველივე ის სასუკეთესო, რაც ჩვენ გაურკვეველად და ბუნდოვნად გვიზიდავდა. სხვა, უფრო სრულ ფორმაში თქვენს გულში გამომახურებას პოულობდა...

ბერგმა დრომ გაწვდა აკადემიის შემდეგ. დრო ნაკლებ შესაძენეს ხდის ასაკობივ განსხვავებას. მაგრამ ჩემთვის თქვენ ახლაც მასწავლებელი ხართ ამ სიტყვის სასუკეთესო მნიშვნელობით“.

აკადემიაში კ. ტიბირიაზევი თავდაპირველად ბოტანიკას კითხულობდა. კარგახნის მანძილზე—1825 წლამდე მას საშტატო ერთეულის უქონლობის გამო, მარტოდმარტო უხდებოდა მთელი პედაგოგიური მუშაობის წარმოება. იგი ლექციებთან ერთად სტუდენტებთან პრაქტიკულ შეცადინეობასაც ატარებდა.

მაგრამ ის შრომას არ შეშინებია და ნაკისრ ვალდებულებას ბრწყინვალედ ასრულებდა. პედაგოგიური მუშაობასთან ერთად, როგორც ამის შესახებ ქვემოთ იქნება საუბარი, ის იმ ხანებში მე-

ტად ინტენსიურ და ნაყოფიერ სამეცნიერო კვლევასაც აწარმოებდა.

აკადემიაში მუშაობის დაწყებიდან მხოლოდ თხუთმეტი წლის განხლის შემდეგ კ. ტიბირიაზევმა, როგორც იქნა მიადწია, რომ მას ასისტენტის ერთი ერთეული მისცეს. ამ საბუშაოზე მან აიყვანა ს. გ. ნოვაშინი. ეს უყანასკნელი, როგორც ცნობილია, შემდეგში აკადემიკოსად იყო არჩეული.

1871 წელს კ. ტიბირიაზევმა დაიცვა დისერტაცია მეცნიერებათა მაგისტრის ხარისხის მოსაპოვებლად თემაზე: „ქლოროფილის სპექტრალური ანალიზი“. ამ დისერტაციის დაცვის შემდეგ იგი აირჩიეს ექსტრაორდინალურ პროფესორად.

1875 წელს კი მან დაამთავრა ნაშრომი „მცენარის მიერ სინათლის ათვისების შესახებ“, ეს შრომა მან დოქტორის ხარისხის მოსაპოვებლად წარადგინა და იმავე წელს დაიცვა. სადოქტორო დისერტაციის დაცვის შემდეგ კ. ტიბირიაზევს დოქტორის სამეცნიერო ხარისხი მიანიჭეს, შემდეგ კი ორდინალურ პროფესორად დაამტკიცეს.

სამიწათმომქმედო (სასოფლო-სამეურნეო) და სატყუო აკადემიაში მუშაობასთან ერთად, კ. ტიბირიაზევმა 1877 წელს დაიწყო მუშაობა მოსკოვის უნივერსიტეტში მეცნარეთა ანატომიის და ფიზიოლოგიის კათედრაზე.

იგი პირველი მეცნიერი იყო მთელს შოფლიოში, რომელმაც ცალკე გამოყო მცენარეთა ფიზიოლოგიის სწავლება და დაიწყო ის დარგში დამოუკიდებელი და სისტემატური უკრისის კითხვა.

მხოლოდ მას შემდეგ, რაც კ. ტიბირიაზევმა გადადგა ეს ნაბიჯი, სხვა უმაღლეს მასწავლებლებშიც, როგორც რუსეთის ისე უცხოეთში, თანდათანობით მის კვალს გაყვნენ და ცალკე დისციპლინის სახით გამოყვეს მცენარეთა ფიზიოლოგია.

უმაღლეს მასწავლებელში მომუშავე მასწავლებლებს კ. ტიბირიაზევი დიდ მოთხოვნილებებს უყენებდა და საკუთარ თავის მიხართაც ძალიან მომთხოვნი იყო.

უპირველეს ყოვლისა იგი სთვლიდა, რომ უმაღლეს მასწავლებლის მასწავლებლად ვერ ივარგებს ის ადამიანი, რომელიც თვითონ არ ეწყვეა შემოქმედებით მეცნიერულ კვლევას, თავისი წვლილი არ შეაქვს იმ დარგის განვითარებაში, რომელსაც იგი ასწავლის.

უმაღლესი სკოლის ისეთ მომუშავეებს, რომლებიც მხოლოდ პედაგოგიურ სამუშაოს ეწყვიან

ხლო კვლევით მუშაობას კი არ აწარმოებენ, ჩვენს მეცნიერი აღარებულ ხელსაწყოებს, რომლებიც მოწოდებული არიან მხოლოდ სხვისი აზრების გადასაცემად.

კ. ტიმირიაზევის თავის გამოსვლებაში, — როდესაც საქმე ეხებოდა კათედრის გაშვას ან და მასწავლებლის ვაკანტურ ადგილზე იმა თუ იმ პიროვნების მოწვევას, — არაერთხელ უთქვამს:

„ვაკანტურ კათედრას მე საერთოდ არ ვუყურებ, როგორც ხერხს გეშე, რომელიც სულერთია რით, ოღონდ კი სასწრაფოდ იყოს დაცობილი“.

ერთ-ერთ თავის გამოსვლაში კ. ტიმირიაზემა შემდეგნაირად ჩამოაყალიბა ის მოთხოვნებიანი, რომელსაც კათედრის გაშვას უყენებდა:

1. „ეს პიროვნება ლიტერატურულად განათლებული უნდა იყოს. ამ სიტყვებში მე ვგულისხმობ ორმაგ ვარაუდებს. ე. ი. როგორც თავის საგნის ლიტერატურის ცოდნას, ისე თავის ან სხვისი აზრების წერილობით ან ზეპირად გადაცემის უნარს.“

2. ეს პიროვნება უნდა იყოს მეცნიერულად განათლებული, ე. ი. ის საფუძვლიანად უნდა იცნობდეს თავის დარგის კვლევით მეთოდებს, ერთი-კუდად უნდა ეპყრობოდეს მათ და უნდა იცოდეს მათი თავის მიზნებისათვის გამოყენება...“

3. ეს პიროვნება განათლებული უნდა იყოს პრაქტიკულად. პრაქტიკულ ცოდნაში, თეორიულ-კაბინეტური, ლაბორატორიული ცოდნისაგან განსხვავებით მე ვგულისხმობ იმ ცოდნას, რომელიც მოიპოება მოვლენებზე პირად დაკვირვებით: ექიმის მიერ — კლინიკაში, ტექნოლოგის მიერ — ქარხანაში, აგრონომის მიერ — მიწაში. ამასვე მიეკუთვნება ის ცნობები, რომელიც მოიპოვება პრაქტიკულ მოღვაწეებთან ხშირი ურთიერთობის გზით, ე. ი. მათი ამოცანების და პირობების, მათი საკითხების და შესაძლებლობის ცოდნა“.

ყოველივე ამასთან ერთად კ. ტიმირიაზევის სურდა, რომ უმაღლესი სასწავლებლის მუშაკი ახალგაზრდობის ქეშმარიტი აღმზრდელი ყოფილიყო. რომ იგი თავისი ქვეყნის კეთილდღეობისათვის მზრუნველი ნამდვილი მოქალაქე ყოფილიყო. ე. ი. სურდა ის, რის საუკეთესო ცოცხალ განსახიერებასაც თვით წარმოადგენდა.

კ. ტიმირიაზევი ღრმად იყო დარწმუნებული, როგორც თვითონ ამბობდა, რომ „მასწავლებელმა 17. კ. ა. ტიმირიაზევი

უნდა მისცეს მოწაფეს არა მხოლოდ ცოდნის, არამედ ამაზედ არანაკლებ მნიშვნელოვანი, — ჩვევების, სამუშაოს ჩატარების უნარის მარაგი, ე. ი. უნდა მოამზადოს მომწოდებელი ახალი მუშაკი, ახალი მეცნიერების ახალი მამოძრავებელი“.

იგი სთვლიდა, რომ უმაღლესი სასწავლებელში აუცილებელია სტუდენტების ყოველმხრივ წაქეზება, რომ ისინი „ღამოუკიდებელ სამეცნიერო გამოკვლევების ჩატარებას“ მიეჩვიონ.

ამიტომ იყო, რომ ლექციებისათვის გულმოდგინედ მომზადებასთან და მეცნიერების უქანსკენელ მონაშაღარით გამდიდრებულ ბრწყინვალე ლექციების კითხვასთან, საღვეტო მასალის დემონსტრირებასა და ლექციის დროს ცდების ჩატარებასთან ერთად ის განსაკუთრებულ ყურადღებას აქცევდა სტუდენტების პრაქტიკული მუშაობის სათანადო მოწყობას და წარმართვას.

სხვათა შორის, აქ ზედმეტი არ იქნება იმის გახსენება, რომ კ. ტიმირიაზევი, ივანე სეჩენოვთან ერთად ის პირველი მეცნიერები იყვნენ, რომელთაც ლექციების დროს ცდების ჩატარება დაიწყეს, რითაც დიდად გაამდიდრეს ლექციები და გაზარდეს მათი ეფექტურობა.

სტუდენტების ჯგოფიანი მომზადების და ნაყოფიერი მეცნიერო მუშაობის წარმოების საჭიროებიდან გამომდინარე კ. ტიმირიაზევა აკადემიის კათედრასთან, — ბერი წვადების, დიდი შრომისა და ნეკრატორიის დახარჯვის შედეგად, — მოაწყო ლაბორატორია და რუსეთში პირველი სავეტერაციო სახლი.

ეს უქანსკენელი მან მოაწყო 1872 წელს იმავე აკადემიის მიწათმოქმედების კათედრის პროფესორის ე. სტეპუტის მონაწილეობით.

დღეისან ეცადა ჩვენი მეცნიერი მოსკოვის უნივერსიტეტშიაც ასეთივე სახლის მოწყობას, მაგრამ არ იქნა და ამ მიზნისათვის შენობის მიღება ვერ მოახერხა.

მაგრამ იგი არ ეკუთვნოდა ისეთ აღამიანებს, რომლებიც სძინელებს წინაშე ქედს იხრიან, სხვას რომ ვეღარაფერს გახდა, მან თავის მიზნის განსახორციელებლად მოსკოვის უნივერსიტეტის შენობის სხვენი გამოიყენა და იქ 1890 წელს მოაწყო მეორე სავეტერაციო სახლი.

კ. ტიმირიაზევის ზრუნვით და მონაწილეობით შედგენილი საქან აკადემიის საცდელი სასოფლო-სამეურნეო სადგურის პროექტი.

მისსავე სახელთან იყო დაკავშირებული ბოტანიკური ბაღის შექმნა და მრავალი სხვა ღონისძიებები, რომლებიც საჭირო იყო სტუდენტების მეცნიერებათა სფეროს და ამასთან ერთად, ხელს უწყობდა სამეცნიერო მუშაობის გაშვას და მცენარეთა ფიზიოლოგიის დაკავშირების მიწათმოქმედების პრაქტიკულ მოთხოვნილებებთან, აგრარომიასა და აგრონომიულ ქიმიასთან.

მთელი თავისი სიცოცხლე კ. ტიმირიაზევი სულ ახალ საშუალებებს ეძებდა, როგორც სწავლების, ისე მასებში ცოდნის შეტანის გასაუმჯობესებლად. ასე მაგალითად, 1896 წელს, მან საჭირო ცოდნის მასებში ფართოდ გავრცელების მიზნით ერთ-ერთ გამოფენაზე მოაწყო სათბური ხელოვნური კულტურისათვის.

კ. ტიმირიაზევი იქვე, გამოფენაზე, აუარაბენელი მასურების თანდასწრებით მრავალი კარგად მოფიქრებული და მშვენივრად შესრულებული ცდა ჩაატარა აღნიშნულ მცენარეთა მინერალურ-ქვების სკოტებთან დაკავშირებით.

პეტროვისკის აკადემიაში და მოსკოვის უნივერსიტეტში მუშაობის წლები, ისე, როგორც შემდგომი პერიოდის მისი მთელი შეგნებული ცხოვრება—განუწყვეტელ ბრძოლას წარმოადგენდა.

კ. ტიმირიაზევის მთელი მოღვაწეობა განუყრელი იყო მის დემოკრატიულ, მოწინავე აზრებთან. სრულიად მართალი იყო ვ. კომაროვი, როდესაც წერდა, რომ „დიადი მეცნიერული სინთეზი, რომელიც მცენარეთა ფიზიოლოგიის მოკვდა კლიმენტი არკადის-ძემ, დაკავშირებულია მის ფართო მეცნიერულ მოსაზრებულობასთან, საბოლოო ანგარიშში მის დემოკრატიულ საზოგადოებრივ შეხედულებებთან“.

მეცნიერებაში შემოქმედებით მუშაობასთან ერთად, კ. ტიმირიაზევი ემზადებოდა იმ მოწინავე ამბებს, რომელსაც ადგილი ჰქონდა, როგორც საერთოდ რუსეთის სინამდვილეში, ისე სტუდენტების ცხოვრებაში: ასე მაგალითად, როდესაც ჩერნიშევსკის გარდაცვლლების ერთ-ერთი წლისთავი სტუდენტებმა აღნიშნეს და იმ დღეს ლექციების მოსამზენად ირ გამოცხადდნენ, კ. ტიმირიაზევიც არ გამოცხადებულა უნივერსიტეტში და ლექცია არ წაუკითხავს.

სტუდენტების ამ საქციელმა და მათი მოქმედების ტიმირიაზევის მხრივ მხარის დაჭერამ დიდად შეაშფოთა უნივერსიტეტის განმგებელი. კ. ტიმირიაზევის საყვედური გამოუცხადეს და მი-

სი საჯაროდ, სტუდენტების თანდასწრებით „დამნაშაისათვის“ გამოცხადება უნივერსიტეტის ფიზიკა-მათემატიკის ფაკულტეტის დეკანს ნ. ბუგაევს დაავალეს. ეს უკანასკნელი დავალების შესასრულებლად იმ დროს შევიდა აუდიტორიაში, როდესაც კ. ტიმირიაზევი ლექციის კითხულობდა. როდესაც მან შეიტყო ნ. ბუგაევის მისგლის მიზეზი, გამოართვა ქალაქი და ხმაბაღლა წაიკითხა მისთვის გამოცხადებული საყვედური. საყვედური პროფესორისადმი ამგვარმა მოპყრობამ სტუდენტებში დიდი მღელვარება გამოიწვია.

კ. ტიმირიაზევი საყვედურის წაკითხვის შემდეგ თქვა: „ახლა კი ამის შესახებ მეტს ნულავილაპარაკებთ, ჩვენ უფრო მნიშვნელოვანი საქმე გვაქვს“. ამ სიტყვებით იგი ლექციას დაუბრუნდა.

კ. ტიმირიაზევის ბიოგრაფიაში უხედა დამოკლება ფაქტები, რომლებიც მეტყველებს მის დემოკრატიულ-საზოგადოებრივი შეხედულებების და მის მოქალაქობრივი გამბედაობის შესახებ.

ამათ რიცხვს მიეკუთვნება შემდეგი ეპიზოდი მისი ცხოვრებაში: ისტორიკოსმა დ. ილიაის-კიმ, რომელიც ცნობილი იყო თავისი რეპუტაციონური შეხედულებებით, ერთ-ერთი ბანკეტის დროს წარმოთქმულ სადღეგრძელოში რუსეთის ინტელიგენციას მიმართა მოწოდებით, რომ იგი შერიგებოდა და გვერდში ამოდგომოდა თვითმპყრობელობას. ნათქვამი სადღეგრძელოს წინააღმდეგ პროტესტი თავისებადა ვ. ტანევემა და ყველს თვალწინ თავისი ჭიქა იატაკზე დაანარცხა. ბანკეტზე მყოფი კ. ტიმირიაზევი, მიუხედავად იმისა, რომ ტანევეს არ იცნობდა, აღფრთოვანებული მივიდა მასთან და სოლიდარობის ნიშნად საჯაროდ ბელი ჩაშარათვა.

რაც დრო გადიოდა, კ. ტიმირიაზევის ურთიერთობა მეფის რუსეთის ოფიციალურ წრებთან სულ მეტად მშვეავდებოდა. მაგრამ იგი კვლავ მჯიჯივდ იღდა მშობლიური ხალხისა და მეცნიერების ინტერესების სადარაჯოზე.

როდესაც 1880 წელს რეპუტული წრების მეშვეობით რუსული მეცნიერების სიამაყე დ. მენდელეევი, საყვედლოად ცნობილი, ყველა დროის და ყველა ხალხთა უდიდესი ქიმიკოსი, მეცნიერებათა აკადემიაში არ აირჩიეს, კ. ტიმირიაზევიმ მას, სხვებთან ერთად, მისწერა წერილი, რომელშიც ღრმა პატივისცემით თანაგრძნობას უცხადებდა დიდ მეცნიერს და თან აღუწერა ეგას გა-

მოსთქვამდა მომხდარი დიდად სამარცხენო ამბის გამო.

როდესაც მოსკოვის უნივერსიტეტში რეაქციულმა წრეებმა დღევა დაუწყეს სახელოვან ფიზიკოს ა. სტოლერტოვს, მის დასაცავად, რუსული მეცნიერების ინტერესების დასაცავად, ისევ კ. ტომირიაზევა აღიბადა ხმა.

დაუსრულებლად შეიძლება მსგავსი ფაქტების ჩამოთვლა.

უსამართლობისადმი, რეაქციისადმი სიძულელით, და პროგრესიული საზოგადოების თვალდებით, სიმორტოს წინააღმდეგ და სიმართლისათვის თავდადებული მგზნებარე ბრძოლით, ყოველივე უარყოფითისადმი შეურიგებლობით კ. ტომირიაზევი გასული საუკუნის რევოლუციონერ-დემოკრატებს — თავის იდეურ მასწავლებლებს ბ. ბელისკის, ა. გერცენს, ნ. დობროლიბოვს, დ. პისარევს და ნ. ჩერნიშევსკის წააგავდა.

ამიტომ იყო, რომ იგი ჯერ პეტროვისკის აკადემიას მოაშორეს და შემდეგ ყველა ღონე იხმარეს, უნივერსიტეტისათვისაც მოეცილებინათ.

1892 წელს მეფის მთავრობამ პეტროვისკის აკადემიაზე მიიტანა იერიში. ამ აკადემიაში, სხვა უმაღლეს სასწავლებლებთან განსხვავებით თავიდანვე თავი მოიყარა სტუდენტებმა არა პრივილეგიური კლასებიდან. იქ, როგორც პროფესორ-მასწავლებლების საგრძნობ ნაწილში, ისე სტუდენტების დიდ უმრავლესობაში ფართოდ იყო გავრცელებული მოწინავე შეხედულებები. ამის გამო მეფის მთავრობას პეტროვისკის აკადემია არასაიმედოდ და რევოლუციური მულღვარების კერად მიაჩნდა.

მეფის მთავრობამ აკადემია დაშლა და იგი სასაფლაო-სამეურნეო ინსტიტუტად გადააკეთა. ხოლო მეფის მთავრობისათვის მიუღებელი პირობები, როგორც მა:წავლებლების, ისე სტუდენტების წრეიდან — სასწავლებლის გარეშე დატოვა.

მათ შორის კ. ტომირიაზევიც იყო.

რამდენიმე წლის შემდეგ, სახელოვან 1898 წელს კ. ტომირიაზევი უნივერსიტეტში ნაშახურობის წლების შესრულების საბაბით შტატში აღარ გააჩერეს და კათედრა დატოვებინეს. ამის შემდეგ იგი უნივერსიტეტში შტატგარეშე განაგრძობდა მოღვაწეობას.

1911 წელს კ. ტომირიაზევა სხვა მოწინავე პროფესორებთან ერთად ცარხზის და მისი წარ-

მომადგენლის მინისტრ კასოს რეაქციული მოქმედების და მათ მიერ უნივერსიტეტის დარბევის პროტესტის ნიშნად დატოვა უნივერსიტეტი.

თუ რეაქციონერები ყოველ ნაბიჯზე სდევნიდნენ კ. ტომირიაზევს, ავიწროებდნენ და ყოველ ღონეს ხმარობდნენ, რომ ხელი შეეშალათ მისი მრავალფეროვანი და დიდად ნაყოფიერი, სამშობლოსა და მეცნიერების საკეთილდღეოდ წარმართული მუშაობისათვის, სამაგიეროდ იგი უყვარდა პროგრესიულ რუსეთს.

მთელი რუსეთის პროგრესიული საზოგადოებრიობა და ტომირიაზევით ამაყობდა და მას უღრესად დიდ პატივს სცემდა.

კ. ტომირიაზევის ირვლევი შემოკრებილი იყო რუსეთის საუკეთესო სამეცნიერო ძალები, მას უღრესად ახლო მეგობრული და მოკრძალებულად ჰქონდა რუსეთის პროგრესიულად მოაზროვნე ბუნებისმეტყველებთან.

კ. ტომირიაზევა აღზარდა მრავალი შესანიშნავი მოწინავე, რომლებიც გვერდში ამოუდგნენ თავის მასწავლებელს მის მრავალფეროვან საქმიანობაში.

მოწინავე საზოგადოებრიობამ დიდი ზემოთ აღნიშნა კ. ტომირიაზევის სამეცნიერო და საზოგადოებრივი მოღვაწეობის ოცდაათი წლისთავი. სახელოვანმა მეცნიერმა და სტუდენტების მრავალი თაობის შესანიშნავმა მასწავლებლებმა ამ თარიღთან დაკავშირებით აუარებელი მიმართებები მიიღო. იუბილარის ულოცავდნენ როგორც მშობლიური, ისე უცხოელი მოწინავე მეცნიერები, უშუალო მოწინავეები — იმ დროისათვის უკვე დაპირიერი მეცნიერები, სოფლის მეურნეობის გარეშე მომუშავე პირები, სტუდენტები და საერთოდ მოწინავე საზოგადოებრიობის სხვადასხვა წრეების წარმომადგენლები.

კ. ტომირიაზევს მიესალმენ არა მარტო მისი საყვარელი დარგის მუშაკები და სტუდენტები, არამედ სულ სხვადასხვა სპეციალობის წარმომადგენლები და მათ შორის სამედიცინო ფაკულტეტის სტუდენტები. ამ უკანასკნელებმა საყვარელ აღამაის და მეცნიერის შემდეგი შინაარსის აღრესი გადასცეს:

«Глубокоуважаемый Климентий Аркадьевич! Мы, студенты-медики Московского университета, приветствуем Вас в день 30-летнего служения Вашего на пользу науки и высшей русской школы. Нам не пришлось

быть непосредственно Вашими учениками, работать под Вашим руководством; тем не менее мы знаем Вас, высоко ценим и уважаем. Не только как учёного хотим мы Вас приветствовать—Ваша заслуга на научном поприще давно уже всем известна, давно оценена и не в одной только России,—мы приветствуем Вас ещё как талантливую популяризатора, как учёного, стремящегося вывести науку из тесного круга немногих избранных и распространить её благотворное влияние на жизнь всех людей. Приветствуем Вас как дорогого для всех студентов профессора, хранителя лучших университетских традиций и стойкого защитника свободного развития студенчества, как человека, прошедшего школу шестидесяти годов, усвоившего её лучшие заветы и идеалы и вот уже целых 30 лет проводящего их в жизнь. Нам крайне дорого то светлое направление, к которому Вы принадлежите. Дорого то глубоко внутреннее толкование явлений природы, которое внушает искреннее желание познать и любить её. Мы счастливы тем, что в день Вашего юбилея можем этими немногими словами выразить Вам нашу любовь и уважение. От души желаем Вам сил и энергии, чтобы ещё много и много лет Вы могли продолжать свою плодотворную деятельность!»

ქ. ტიშირიაშვილის სახელი კარგად იყო ცნობილი საქართველოში. ივანე სეჩენოვის ნაშრომებთან ერთად, მის შრომებს სიყვარულით კითხუ-

* ღრმად პატივცემული კლიმენტი არკადის ძე! ჩვენ, მსოფლიო უნივერსიტეტის სტუდენტ-იმიტო, გილოცავთ მეცნიერების სასარგებლოდ რუსულ უმაღლეს სასწავლებელში მოღვაწეობის 30 წლის თავს, ჩვენ არ გვცხად წილად, რომ უშუალოდ თქვენი მოწოდებები ვითვლით და თქვენ ბელმდარბლობით გვემუშავა. ამის მიუხედავად ჩვენ გინებოთ, დიდად ვაფასებთ და პატივს გცემთ. ჩვენ გვირბა მოგვასწავლეთ არა მარტო რაოდენ მეცნიერება—თქვენი დამსახურება საშეცინო საბიზნეს ცვლასათვის ცნობილია და დიდი ხანია შეუცხებელია, როგორც რუსეთი ისე მის გარეთაც—ჩვენ შესასლმებით აგრეთვე, როგორც ნიკეის პალატარიზატორს, როგორც სწავლულს, რომელიც მიისწრაფის მეცნიერება მცირეობიდან რაგვართა გიწრაფის წრიდან ჩამოიყვანას და მისი საკეთილი ზგავლენა გაავრცელოს ყველა ადამიანის ცხოვრებაზე. მოგვასლმებით თქვენ, როგორც

ლომდენ საქართველოში. ახალგაზრდობა ნატრობდა მის ნახეს, მასთან სწავლას და მუშაობას.

კლიმენტი ტიშირიაშვილი, სხვა ხალხების ყველაზე მოწინავე საზოგადოებრიობასთან ერთად დიდად უყვარდა ქართველ მოწინავე საზოგადოებრიობასაც.

ქართველი ხალხის დიდი პატივისცემა, მისი სოლისკეთება და გერმანებმა მოძვე რუსი ხალხის ამ შესანიშნავი მეცნიერის, ნამდვილ-მოქალაქის და მებრძოლის მისათრ მშვენიერად გამოხატა ორმოცდაათმა ქართველმა სტუდენტმა ობილუს დროს მისთვის გადაცემულ ადრესში, რომელსაც ხელს აწერდა მაშინ მოსკოვის უნივერსიტეტის დოცენტი ალ. ხახანაშვილი, და ქართველი სტუდენტები. მათ შორის იყვნენ შემდეგში საყოველთაოდ ცნობილი სხვადასხვა დარგის მოღვაწენი: კომპოზიტორი დიმიტრი არაყიშვილი, აკადემიკოსი ალექსანდრე ჯავახიშვილი და შესანიშნავი ექვთიმო კოტე ელიოზიშვილი, რომელიც ათეული წლების განმავლობაში ემსახურა სახალხო ჯანმრთელობის დაცვას საქმეს.

ქართველი სტუდენტების მიერ შედგენილი იქ. ტიშირიაშვილსათვის გადაცემული ადრესის დედანი დატულია და ინახება ქ. მოსკოვში. ა ტიშირიაშვილის მუზეუმში, ადრესის ასლი ჩვენ მიერ მიღებული არის სხენებული მუზეუმიდან, მოგვყვის მისი სრული ტექსტი:

„Глубоко уважаемый Климентий Аркадьевич! Примите и от грузин-студентов привет, поздравление и искреннюю благодарность.

Позвольте и нам принять маленькое участие в сегодняшнем празднике и скромно поделиться с Вами нашими мыслями и чувствами.

ყველა სტუდენტისათვის და პროფესორისათვის ძვირფასი, საუკეთესო საუნვერსიტეტო ტრადიციების მატარებელი და სტუდენტების თავისუფალი განვითარების უზრუნველმცველი, როგორც ადამიანს, რომელმაც გაიარა სამოციანი წლების სკოლა, შეითვისა მისი ნაანდობივი საუკეთესო იდეალები და აიყვანა წი წელწილია რაც ატარებს მათ ცოვრებაში. ჩვენთვის უაღრესად ძვირფასია ის ნათელი მიმართულება, რომელსაც თქვენ ეკუთვნით. ძვირფასია ბუნების მოვლენათა ის მტკიცე საინტერესო ახსნა, რომელიც გვიწინგავს მისი შესწავლის და სიყვარულის გულწრფელ სურვილს. ჩვენ ბედნიერები ვართ, რომ თქვენი ინიციული დღეს ამ მცირე სიტყვებით შეგვიძლია გამოვთქვათ ჩვენი თქვენდამი სიყვარული და პატივისცემა. სთელი და გულით გისურვებთ ძალას და ენერჯიას, რომ უკიდურ მრავალი წლის განმავლობაში შესძლოთ თქვენი ნაყოფიერი მოღვაწეობის გაგრძელება.

С гимназической скамьи хорошо знакомое нам имя Кл. Арк. Тимирязева по чудной книге „жизнь растений“, которая была чуть ли не единственной книгой приводящей нас в столкновение с окружающей средой, в университете имя это стало вполне сознательно дорогим и милым. Такие гиганты, как Кл. Арк. Тимирязев, тянут нас с дальной „роскошной Грузии“ к центру. Увидеть, послушать и поучиться у такого великого человека, окунуться его фотосерией— вот что нас влечет сюда. И мы можем гордиться, что наши научные интересы и юбилейские порывы удовлетворены. Каждому из нас, слушатель-ли Ваш в университете, в учебном ли обществе, на публичной ли лекции, кому только выпало счастье притти в общении с великим деятелем науки, с живой талантливой личностью, знает как заразительно, гласко и неизгладимо воздействие этого благотворного общения; во всех Вы с одинаковым успехом развиваете горячее влечение к истинной науке. Ваша неутомимая деятельность в области-ли собственных научных исследований, в популяризации-ли научных истин, в обучении-ли слушателей— студентов, неутомимое и смелое отстаивание научных истин и охранение их от вредных влияний, непоколебимая мощность, проявляющаяся во всей Вашей деятельности— служат для нас лучшим примером жизни и имеют для нас и воспитательное значение. Вы не похожи на ученого глубокоушедшего в свою специальную область и невольно отрывающегося от того что творится кругом. Нет, Ваш умственный горизонт шире и глубже; Вы оглядываетесь кругом, любите и окружающее, знаете его нужды и умеете притти им на помощь. И видим что профессор, читавший утром блестящую лекцию „Об усвоении света растением“ или „О физиологическом значении хлорофилла“, вечером выступает с пламенной речью перед ученым обществом— „Об общественных задачах ученых обществ“, а завтра читает публичную лекцию „Факторы органической эволюции“, или энергично и страстно отстаивает научные

истины в лекции „Витализм и наука“; или вторя отвечал на критику Пфёрфера, а сегодня занимается обработкой сочинений Ч. Дарвина на русском языке или пишет предисловие к какому-нибудь учебнику, выходящему под его редакцией; в это же время печатает новые свои исследования, а через несколько времени он же популяризует их перед обществом.

Эта широкая научная и общественная деятельность пробуждает в нас неизяемые чувства уважения, любви и благодарности к Вам; после этого понятно, что Вы для нас дороги и милы, что можем гордиться Вами. И в далеком будущем, и вдали от Вас имя Ваше будет для нас всегда памятным и ценным. Примите от нас за все это искреннюю благодарность, глубокоуважаемый Климентий Аркадьевич.

Чествуя Вас в этот достопамятный для нас день, мы вместе с тем празднуем торжество русской науки. Пророчество Ломоносова нельзя как лучше сбылось и теперь: „И может собственных Платонов и быстрых разумом Невтонов Российская земля рождать“. Кто может так сильно заставить уважать русские имя в области мысли, науки и гуманности, как не Вы лучший русский представитель истинного знания! Вы двигаете русскую научную мысль наиболее естественно и успешно в направлении точного знания. Вы стяжали в области науки русскому имени прочную славу и далеко за пределами отечества. Поэтому мы в праве видеть в сегодняшнем празднике и прозвонке русской науки. И если сегодняшний день Вам мил и приятен, для нас он дорог и памятен!

Не нам конечно оценивать значение сегодняшнего дня, как праздника науки. Довольно нам знать, что Ваши исследования стоят на ряду с ценнейшими приобретениями науки и приняты европейской и американской науками.

Еще раз примите от нас привет, поздравление и искреннюю благодарность глубокоуважаемый Климентий Аркадьевич ждем

Вам эт дупн здравствовтвх на многия и многия лета на пользу науки отечества и нас утациеся молודהжи*.*

ასე გამოხატეს, რევოლუციამდელ პერიოდში ქართველმა ახალგაზრდებმა ის გრძნობები, რომელითაც კ. ტიმირაზოვის მიზართ გამსჭვალული იყო ქართველი ხალხი.

*) ტექსტი იხებუება თანამედროვე რუსული „ორთოგრაფიით.“
„ღრმად სპირიტუალური კლიმენტი არკადის ძე! შიილეთ ქართულ სტუდენტებისასგან სალამი, მოლოცვა და გულწრფელი მადლობა.“

ნება შევავითი ჩვენც, დღევანდელ დღესასწაულში პატარა მონაწილეთა მიყოლით და მორიდებთ გაგიზიაროთ ჩვენი აზრები და გრძნობები.

გაინახის დროიდან ჩვენთვის კარვად არის ცნობილი კლიმენტი არკადის ძე ტიმირაზოვის სახელი მისი ცხოვრება წიგნის „მცენარის სიცოცხლის“ გამო, იგი თითქმის ერთვით წიგნი იყო, რომელიც გვახალხვად გარემომცველ სუბკარპათიან, უნივერსიტეტში კ. ა. ტიმირაზოვის სახელი სწავლით შეგებულად ძვირფასი და საყარაველი ვახდა. ისეთი გიგანტები, როგორც კლიმენტი არკადის ძე ტიმირაზოვი, ჩვენ შორეულ, „მშუბრი სპორთელოდან“ ცენტრისაკენ გვიხილავს. ვნახით, მიუყენებოთ და ვისწავლით ასეთ დიდ ადამიანთან, გაუცხოეთ მის ფოტოსფეროში—აი რა სურვილით მივდევართ აქეთ და ჩვენ შეგვიძლია ვინაჟათო, რომ ჩვენს სამეცნიერო ინტერესებში და ახალგაზრდული დროლავა დამკვიფოილებულმა. თვითოდ ჩვენთანგანა ვისაც თქვენითვის უსუნია უნივერსიტეტში, სამეცნიერო საზოგადოებებში ან საჯარო ლექციებზე, ვისაც კი წილად ზედა მეცნიერების დიდ მოღვაწესთან, სიცოცხლით სავსე ტალანტურ პროფესიანთან ურთიერთობის ბედნიერება. იცის თუ რაგორი გახადმდებია, ღრმად და წარუშლელი ამ საკეთილო ურთიერთობის ზემოქმედება. ყველაზე თქვენ ერთნაირი წარმატებით აწივითარებთ კემპარტი მეცნიერებისადმი გაცოცხლებულ ინსურაფებსა. თქვნი დულაღვი მოღვაწეთა სამეცნიერო ცვლილ თუ მეცნიერულ კემპარტიან პოპულარიზაციის ან მამაჟლების—ს უდენტეს ის სწ ვლებეს სა:შემი, მეცნიერულ კემპარტიანთა დიულაჟი, გაბედული დაცვა და მათზე მა მე გაუღე:ათა წინააღმდეგ ბრძოლა. მივსლ თქვენ მოქმედებაზე გამოქმდევეთილ შედეგარეული ძალა ჩვენთვის ცხოვრების საუკეთესო მაგალიტის წარმოადგენს და აქმზრდელიობითი მისიშეშლობაც აქვს. თქვენ არ გეგნებთ ისეთ მეცნიერს, რომელიც ღრმად არის ჩაფლული თავის საკეთილურ სფეროში და უნებლიეთ შორდება ცხოვრებას. არა, თქვნი ღონებრივი ჰორიზონტი უფრო ფართოა და ღრმაა. თქვენ იყურებთ ირველიც, გიგანტი გარემო, იცით მისი გაჭირვება და დამარტავი შევილიათ.

ვებდაეთ, რომ პროფესორი, რომელიც დილით „მღენარის მიერ სინათლის შთანთქმის“ ამ „ქლონოფილის ფიზიოლოგიური მისშეშლობის“ შესახებ ბრწყინვალე ლექციებს კითხულობდა, საღამოს, სწავლულ საზოგადოების წინაშე ზგნებარულ სიტყვით გამოდის „სწავლული საზოგადოებების საზოგადოებრივი ამოცანების“ საკითხზე, ხოლო ზედა კითხვებოლბს საჯარო ლექციის „ორგანული ევოლუციის ფაქტორე-

1916 წელს კ. ტიმირაზოვის მოწაფეებმა გამოცემისთვის მასწავლებლისადმი მიძღვნილი კრებული, რომლის შედგენა და დასტამება განზრახული იყო მაშინ, როდესაც მთელი მოწინავე საზოგადოებრივობის მიერ განსაკუთრებული პატივისცემით ჯდა საყვარულით იყო აღ-

ბის“ შესახებ, ამ ენერგიულად და მგზნებლად იცის მეცნიერულ შემხარბებებს ლექციით—„გიტოლიზმი და მეცნიერება“; გუშინ პასუხი ვასკა პეფერის ხოლო დღეს კი ჩ. დარვინის შრომების რუსულ თარგმანზე მუშაობს ან სწერს წინასიტყვაობას სახელმძღვანელოსათვის, რომელიც მისი რედაქციით გამოდის. ამავე დროს ბეჭდაეს ახალი გამოკვლევების შედეგები, ხოლო ცოტა ხნის შემდეგ საზოგადოების წინაშე მათი პოპულარიზაცია არის გაუცხვებული.

ეს დართო მეცნიერული და საზოგადოებრივი მოღვაწეობა ჩვენში აღივიბებს თქვენს მიმართ სიყვარულის, პატივისცემის და მადლობის დაუშრეტელ გრძნობებს; ყოველივე ამის შემდეგ ვასტამება, რომ თქვენ ჩვენთვის ძვირფასი და საყვარელი ხართ, რომ შეგვიძლიან ვინაჟათო თქვენი. შორეულ მთავალში.—თქვენგან შორს ყოფნის დროსაც, თქვენი სახელი ჩვენთვის მუდამ მახსოვლით და ძვირფასი იქნება. ყოველივე ამის გამო, ღრმად სპირიტუალური კლიმენტი არკადის ძე. მიიღეთ ჩვენგან გულწრფელი მადლობა.

ამ დღეისავე დღეს თქვენი საიუბილეო თარიღის აღნიშვნასთან ერთად ვეზიზიბთ რუსული მეცნიერების გამარჯვებას. ახლაც საუკეთესოდ ვამარჯვებდ ლომონოსოვის წინასწარმეტყველებას; „я шаюет содств. нных пат. тов и дачеих па.учаю Непт.ион Росс.иных оахт.и.и.и.и.“.ის შეუძლია ასე ძლიერად აიძლოს პატივი სცენ რუსულ სახელს ახრის, მეცნიერების და ჰუმანიტრობის სფეროში თუ არა თქვენ, კემპარტი ცოდნის საუკეთესო რუს წარმომადგენელს!

სამუშაობის სახლებებს იქითაც მეცნიერების დარგში თქვენ მოუპოვეთ რუსულ სახელს ურყევი დიდება. ამის გარეშე ჩვენ უიღუბა გვაქვს დღევანდელ ზეიშში რუსული მეცნიერების ზეიში დაინახოთ, და თუ დღევანდელი დღე თქვენივის სანდომიანია და სასიამოვნოა, ჩვენთვის იგი ძვირფასი და დაუვიწყარია!

რასაკვირველია ჩვენ არაჯაჟიკის დღეანდელი დღის, როგორც მეცნიერების ზეიშის დღის მნიშვნელობის შეფასება, ჩვენთვის საკმარისია იმის ცოდნა, რომ თქვენი გამოკვლევები მეცნიერების უდიდეს მონაწილეთა გვერდით დგას და მიღებულა ევროპულ და ამერიკულ მეცნიერებების მიერ. ძვირფასო კლიმენტი არკადის ძე! კიდევ ერთხელ მიიღეთ ჩვენგან საღამი, მოლოცვა და გულწრფელი მადლობა. გულისტ გისურვებთ ჯანმრთელობის მრავალ წლების მანძილზე სამუშაობის და ჩვენს—მოსწავლულ ახალგაზრდობის საკეთილდღეოდ“ (ადრესის მიმართვის მთავარი ინიციატორი ყოფილა მაშინ მოსკოვის უნივერსიტეტის სტუდენტი, ამაჟამად საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი პროფ. ალ. ჯავახიშვილი; ადრესის ტექსტი რუსულ შეუდგენია. ავტორი).

ნიშნული მხკოვანი მეცნიერის დაბადების 70 წლის-თავი.

ქ. ტიმირიაზევის სახელობაში მოწოდების დი-დალ სანატორიუს სტატებთან ერთად კრებულში მოთავსებული იყო მისი მოღვაწეობის მშვენიერად დამახასიათებელი შემდეგი ლექსი:

„Взгляни, учитель наш, на мать твоих питомцев—
Их тысячи рассеяны по обшину Руси:
От кафедральных сих родник тебе петровцев
До участкового инструктора в глуши.

И все они сплзненною стеною
Ведут борьбу с народною нуждой,
Завести помоя, дашные тобою,
Храпя в душе моральный облик твой...“.

რეკლუციამდელი რუსეთის მწარე სინამდვი-ლის ზეგავლენით და რეაქციულ ძალებთან განუ-წყვეტელი შეტაკებების პროცესში ქ. ტიმირიაზევი დარწმუნდა, რომ მისი საყვარელი მეცნიერება და საყვარელი სამშობლო თვითმპყრობელობის პირობებში ვერ გაიხარებდა.

ქ. ტიმირიაზევისათვის სულ უფრო ნათელი გახდა, რომ მეცნიერების გასანეთარებლად და ყველა მისი შესაძლებლობის ხალხს ინტერესების ნამდვილ სამსახურში ჩასაყენებლად ახალი, ექს-პლოატატორთა ბატონობისგან თავისუფალი სახელმწიფოებრივი წყობა იყო საჭირო.

აღამიანი, რომელიც მთელი თავისი სიცოცხლე თავგანწირულად იბრძოდა სახალხო ინტერესებში-სათვის, როგორც უკვე ზემოთ იყო ნათქვამი, დი-დი აღერთოვანებით შეხვდა დიდი ოქტომბრის რევოლუციას და დაუყოვნებლივ გვერდში ამოუდ-გა ახალგაზრდა საბჭოთა ხელისუფლებას.

მიუხედავად ასაკისა და ავადმყოფობისა, ქ. ტი-მირიაზევა მრავალხარისე მჩქეფარე მოღვაწეობა გაწალო.

ის დიდი პატივისცემითა და სიყვარულით მი-წვეული იყო მოსკოვის განახლებულ უნივერსი-ტეტში, ენერგიულ მონაწილეობას ღებულბდა სახელმწიფოებრივ და საზოგადოებრივ საქმიანობაში.

მ. ი. კალინინის სიტყვებით რომ ვთქვათ, „ამ დროს დიდი მეცნიერი პროლეტარიატთან ერთად ახალგაზრდული ენერჯიით ჩაება ბრძოლაში პრო-ლეტარიატის მხარეზე“.

ქ. ტიმირიაზევი არჩულ იქნა მოსკოვის საბ-ჭოს ლეპუტატად.

გახტემა „პრავდამ“ სპეციალური სტატია უძ-ღვნა ამ ამბავს სახელწოდებით: „კლიმენტი ტი-მირიაზევი მოსკოვის საბჭოს წევრია“.

იმავე ვახტე „პრავდამ“ შემდეგ გამოქვეყნე-ბული იყო დ. ბენდის ლექსი: „მეცნიერსა და მებრ-ძოლს, პროფე.ორ ქ. ა. ტიმირიაზეუს“ ლექსში ვკითხულობთ:

Седой мудрец, дшшой скозь многие ты моложе,
Пусть первый ты среди нас, пусть ты пока—оди,
Том знаменательной для нас и том дороже
Приветный голос твой и вид твоих очин.
Сегодня ты двоимм вончеп орослом,
В его силнии тной образ вансегда,
В потощтво хорейдт поэмышнннм символем
Сюэза мощшого—науки и труда.

ქ. ტიმირიაზევი შეეკმნა მუშაობის იშვიათი პირობები, — ის ამას ნათლად ხედავდა და დიდი-რობდა ეს შესაძლებლობა ხალხის საკეთილად გამოყენებინა. პედაგოგიურ-მეცნიერულ, სახელ-მწიფოებრივ და საზოგადოებრივ მუშაობასთან ერთად იგი პოულობდა დროსა და ენერჯიას, რომ ხელახალი გამოცემისათვის მოეხადებინა თავ-ვისი ნაშრომები, დაეწერა მათთვის წინასიტყ-ვაობა.

ამ მუზნებარე საქმიანობით იყო გატაცებული ჩვენი მეცნიერი, როდესაც 1920 წელს 20 აპრილს ვაკივდა და ფილტვების ანთებით გახდა ავად. მდგონარეობა სულ უფრო უარესდებოდა. მაგრამ მას კალმისთვის ხელი არ გაუშვია. სწორედ ამ დროს გამოვიდა მისი წიგნი „მეცნიერება და დემოკრატია“.

ქ. ტიმირიაზევა 1920 წლის 22 აპრილს სა-კუთარი წარწერით თავისი წიგნი გაუგზავნა ვ. ი. ლენინს. რამდენიმე დღის შემდეგ სახელო-ვანმა მეცნიერმა ვ. ი. ლენინისგან მიიღო შემდე-გი შინაარსის წერილი:

„ძვირფასო კლიმენტე არკადის-ძე! დიდად გამაღობთ თქვენი წიგნისა და კეთილი სიტყვე-ბისათვის. პირდაპირ აღტაცებული ვყავი, როცა ვკითხულობდი თქვენს შვნიშვნებს ბურჟუაზიის წინააღმდეგ და საბჭოთა ხელისუფლების სასარ-გებლოდ. მაგრად გართმევთ ხელს და სულითა და გულით ვისურვებთ ჯანმრთელ ბას, ჯანმრ-თელობას და ჯანმრთელობას!

თქვენი ვ. ულანოვი (ლენინი)
(ვ. ი. ლენინი, თხზულებანი, ტომი 35, გამოცემა მეოთხე, 1953 წ. გვ. 472)

ასეთი მაღალი შეფასება მისცა კ. ტიმირიაზის დიდმა ლენინმა.

ამ წერილმა დიდად გაახარა მსოფლიო მეცნიერი.

მას მკურნალობდა კომუნისტი ექიმი ბ. კ. ვეისბროდი. საუბრის დროს კ. ტიმირიაზემა უთხრა: „...გადავციტე ვლადიმერ ილიას ძეს, რომ აღტაცებული ვარ თეორიასა და პრაქტიკაში მის მიერ მსოფლიო საკითხების გენიალური გადაჭრით. მე ბედნიერებად მიმაჩნია, რომ მისი თანამედროვე და მისი სახელგანთქმული მოღვაწეობის მოწამე ვარ“.

1920 წლის 27 აპრილს დამით კ. ტიმირიაზევი გარდაიცვალა.

კ. ტიმირიაზევის ხსენება უკვდავია. მის მეცნიერულ მემკვიდრეობას დღეს დიდის ყურადღებით და ინტერესით სწავლობენ, აღრმავებენ ჩვენი მეცნიერები.

კ. ტიმირიაზევი თავისი შრომებით დღესაც ემსახურება მის საყოველთაო სახალხო საქმეს, სოციალისტურ სამშობლოს.

კ. ტიმირიაზევის ცხოვრებისა და მოღვაწეობის შესახებ რუსულ ენაზე ლიტერატურა თანდათან უფრო მდიდრდება. ეს არის შედეგი იმ სულ უფრო და უფრო მზარდი ინტერესისა, რომელიც გამოიწვევლია კ. ტიმირიაზევის ცხოვრება-მოღვაწეობის და მისი მეცნიერული მემკვიდრეობისადმი სიყვარულთ.

მარტო უკანასკნელი ათეული წელი რომ ავიღოთ თვით კ. ტიმირიაზევის შრომების მრავალჯერ გამოცემასთან ერთად, კ. ტიმირიაზევის ცხოვრება-მოღვაწეობის, მისი მეცნიერული ღვაწლის, მეცნიერული მემკვიდრეობის განვითარების სხვადასხვა საკითხებისადმი მიძღვნილია მრავალი წერილი, გამოქვეყნებული სხვადასხვა ეურნალ-გაზეთებში და სამეცნიერო შრომთა კრებულებში.

მის ცხოვრებას, მოღვაწეობას, ფილოსოფიურ და მეცნიერულ შეხედულებებს სპეციალური ადგილი აქვს დათმობილი ამასწინათ გამოქვეყნებულ საბჭოთა კავშირის ხალხების ფილოსოფიურ და საზოგადოებრივ-პოლიტიკური აზროვნების ისტორიის ნარკვევში, „მოსკოვის უნივერსიტეტის ისტორიაში“, რუსული ფილოსოფიისა და მეცნიერების ისტორიისადმი მიძღვნილ ნარკვევებში. კ. ტიმირიაზევის შრომებს დართული აქვთ სპეციალური ნარკვევები კ. ტიმირიაზევის ცხოვრება-მოღვაწეობის ანდა მისი მეცნიერული მემკვიდ-

რეობის ამა თუ იმ საკითხების შესახებ (რომელთა შორის განსაკუთრებით აღსანიშნავია ვ. ნ. კომაროვის ნარკვევი: „კ. ა. ტიმირიაზევის ცხოვრება და შემოქმედება“).

ყოველივე ამასთან ერთად, აღნიშნული უკანასკნელი ათეული წლის მანძილზე, გამოქვეყნდა მონოგრაფიები, რომლებიც კ. ტიმირიაზევის ცხოვრება-მოღვაწეობას შეეხება. ამთა რიცხვს მიეკუთვნება შემდეგი ავტორების შემდეგი შრომები: С. А. Новиков — „Тими язов“ Москва—Ленинград, 1946 г.; А. И. Карчагин — „К. А. Тимирязев, жизнь и творчество“ Огиз 1948 г.; Г. В. Платонов — „Мировоззрение К. А. Тимирязева“, Москва 1951 г.; Л. С. Цетлин — „К. А. Тимирязев“ Москва 1952 г.; !. В. Платонов — „Клименг Аркашевич Ти иряев“ Москва 1955 г. და სხვა.

* * *

საყოველთაოდ ცნობილია, თუ რაოდენ ფართო გამოხატულება პოვა ჩ. დარვინის წიგნმა „სახეობთა წარმოშობაზე“, რომელშიც მან თავისი ევოლუციონური მოძღვრება ჩამოაყალიბა.

ჩ. დარვინის ევოლუციური მოძღვრება წარმოადგენდა დარვინისადმი ბუნებისმეტყველების უმნიშვნელოვანესი მონაბოგარის, სოფლის მეურნეობაში დაგროვილი აურაცხელი ფაქტების და მეცნიერულ და ცხოველურ სამყაროზე დაკვირვებით მოპოვებული მასალის საფუძველზე ორგანული სამყაროს განვითარების მატერიალისტურ გაგებას.

მიუხედავად მთელი რიგი ხარვეზებისა, რომელიც თავიდანვე გააჩნდა დარვინის მოძღვრებას და რომელთა ბრწყინვალე კრიტიკა მოგვცეს მარქსიზმ-ლენინიზმის კლასიკოსებმა, — ჩ. დარვინის ევოლუციური მოძღვრება წარმოადგენდა მეცნიერულ თეორიას, რომელიც აღამინან აიარაღებდა ორგანულ სამყაროს მოვლენებში გასარკვევად და ამ მოვლენებზე სამოქმედოდ. ამასთან, იგი თავისი ბასრი მახვილით მიმართული იყო იდეალიზმის, თეოლოგიისა და თეოლოგიის წინააღმდეგ.

ყოველივე ამის გამო იყო, რომ ჩ. დარვინის აღნიშნული ნაშრომის გამოქვეყნებისთანავე დარვინის ევოლუციურ მოძღვრებას, მასში არსებული ხარვეზების კრიტიკასთან ერთად, ესოდენ დიდ შეფასება მისცეს მარქსმა და ენგელსმა, ხოლო შემდეგში — ვ. ი. ლენინმა.

„სახეობათა წარმოშობის“ გამოქვეყნებისთანავე ჩ. დარჯინის მოძღვრებას ალტაცებით შეხედნენ რუსეთის XIX ს. სამოციანი წლების მოწინავე მოაზროვნენი. როგორც უკვე ზემოთ იყო აღნიშნული, წიგნის გამოქვეყნებიდან ორი თვე არც კი იყო გასული, რომ მოსკოვის უნივერსიტეტის პრაფესორმა ს. ს. კუტორგამ თავის ლექციებზე მსმენელებს გააცნო ამ წიგნის არსი.

1864 წელს დ. პისარემა ალტაცებული წერილები უძღვნა ჩ. დარჯინის ევოლუციურ მოძღვრებას.

ნიკოლოზ ჩერნიშევსკის ცნობილი თანამებრძოლი მ. ანტონოვიჩი ერთი პირველთაგანი გამოვიდა პრესაში ჩ. დარჯინის ევოლუციური მოძღვრების საკითხებზე. მან მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა იმ ხანებში ამ მოძღვრების დაცვასა და პროპაგანდაში.

ჩ. დარჯინის აღნიშნული წიგნი ითარგმნა და 1864—65 წლებში რუსულ ენაზე ორჯერ გამოიცა.

გასული საუკუნის სამოციან და სამოცდაათიან წლებში გამოქვეყნებული იქნა მ. ო. და ე. ო. კოვალევსკების ნაშრომები, რომლებიც ჩ. დარჯინის მოძღვრების დასაბუთებას და მის შემდგომ განვითარებას წარმოადგენდა.

ევოლუციური მოძღვრების დაქვიდრებაში, მის დაცვა-განვითარებაში ძალიან დიდი როლი შეასრულეს ი. მენჩიკოვმა, ი. სერენოვმა, ი. პავლოვმა, ი. მიჩურინმა და სხვა გამოჩენილმა რუსმა ბუნებისმეტყველებმა.

ამას მთელ რიგ სხვა მნიშვნელოვან პირობებთან ერთად იმანაც შეუწყო ხელი, რომ რუსეთში მოწინავე მეცნიერები მ. ლომონოსოვიდან და მ. რადისჩევიდან მოყოლებული და კ. რულიეით და ა. მეტროპოვით დამთავრებული, გამოსთქამდნენ აზრებს ორგაიული სამყაროს განვითარების შესახებ. ხოლო გამოჩენილი რუსი რევოლუციონერ-დემოკრატების შეხედულებები ბუნებაზე, განუწყველდ იყო ორგანული სამყაროს ისტორიული განვითარების იდეისაგან.

ჩ. დარჯინის მეცნიერული ნაშრომების გამოკვეყნების შემდეგ რუსეთი დარჯინიზმის მეორე სამშობლოდ, რუსოქმედებითი დარჯინიზმის ნამდვილ კერად იქცა.

ერთი პირველთაგანი, რომელმაც გაბედულად მოკიდა ხელი დარჯინის ევოლუციური მოძღვრების

პროპაგანდას, მის დაცვას და შემოქმედებით განვითარებას. კლიმენტი ტიმირაზევი იყო.

ზემოთ უკვე აღუნიშნეთ, რომ კ. ტიმირაზევემ ჯერ კიდევ სტუდენტობის დროს გამოაქვეყნა წერილები და შეიძღვე წიგნები ჩ. დარჯინის ძოძღვრების შესახებ.

ისე, როგორც მთელმა რიგმა მისმა ნაშრომებმა და პირველ რიგში „მეცნიარის სიკაცებზე“, კ. ტიმირაზევის წიგნმა ჩ. დარჯინი და მისი მოძღვრება განააქოოგებული პოპულარობა მოიპოვა. იგი მრავალჯერ არის გამოცემული რუსულ ენაზე, და დიარტარგნილია როგორც საბჭოთა კავშირის ხალხების, ისე უკო ენებზე.

სტუდენტობიდან დაწყებული, მთელი სიცოცხლის მანძილზე კ. ტიმირაზევი სიტყვით და საქმით ევოლუციური მოძღვრების მტვზებარე პროპაგანდისტი და დამტველი იყო. ამასთან იგი მთელი თავისი კვლევითი მუშაობით შემოქმედებითად ანვითარებდა ამ მოძღვრებას.

ჩ. დარჯინის მეცნიერულ მოძღვრებას მომხრეებთან ერთად, მოწინააღმდეგეებიც აღმოუჩნდა, როგორც უცხოეთში, ისე რუსეთში. დარჯინიზმის მომხრეთა და მოწინააღმდეგეთა შორის იმეოათი სიმწყარო ბრძოლა გაჩაღდა.

1885 წელს ნ. დანილევსკიმ გამოაქვეყნა წიგნი — „დარჯინიზმი“.

ანტიდარჯინისტი დახილევსკის „დარჯინიზმი“ მთლიანად მიმართული იყო იმ დადებითისა და მეცნიერულის წინააღმდეგ, რაც დარჯინის ევოლუციურ ძოძღვრებაში იყო მკაცრული.

ანტიდარჯინისტი ნ. დანილევსკი თავს დაესხა დარჯინიზმს იმის გამო, რომ, როგორც თვითონ წერდა, ჩ. დარჯინის ევოლუციური მოძღვრება თავდაყო აყენებდა მანამდის საყოლთაოდ მიღებულ შეხედულებებს. ნ. დანილევსკი თვლიდა, რომ დარჯინის მოძღვრება ნიადაგს აცლიდა ავტოთე იმ მსოფლმადეგობრებას, რომელსაც იგი და მისი თანამოაზრენი იზიარებდნენ. მისივე თქმით, ჩ. დარჯინის მოძღვრება ანტიციტად მატერიალისტურ შეხედულებას ორგანულ სამყაროზე და ამის გაყო „უზუნაეს გონებას“ ბუნებაში ადგილს აღარ უტოვებდა. რომ დარჯინიზმით უკუგდებული იყო ყოველგვარი მისტიციზმი.

ყოველივე ამის გამო, დანილევსკის დარჯინიზმი „საშინელ მოძღვრებად“ მიიჩნდა.

„რუსკი ვესტნიკი“ — ჟურნალში, რომელიც კატკოვის რედაქტორობით გამოდიოდა, დანილევ-

სკის „დარეინიზმის“ შესახებ დაისტამბა ნ. სტრახოვის წერილი სახელწოდებით — „დარეინიზმის სტრუქტურა უარყოფა“, რომელშიც ეს უკანასკნელი ხორბის ასახმა დაწინაურების დაწინაურების მეცნიერული არსის წინააღმდეგ ილაშქრებდა.

ეს ის რეაქციონერი ნ. სტრახოვი იყო, რომელიც გააფრთხილებდა ებრაელ მატერიალიზმს.

დარეინიზმის ვიკირეაქციონერს განაზღვრებელი ლახვარი ჩასცა კ. ტიმირიაზევი.

მან ნათლყო ნ. დანილევსკის და ნ. სტრახოვის პოზიციის ანტიმეცნიერული არსი. საზოგადოებას ცხადყო დაანახვა, თუ რაიგი არაკეთილმინდობით ხერხებს მიმართავდნენ ჩ. დარეინის მოწინააღმდეგეები, თუ როგორ აყალბებდნენ ისინი ჩ. დარეინის და მისი მომხრეების აზრებს.

1887 წელს მოსკოვში პოლიტექნიკური მუზეუმის დარბაზში კლიმენტი არკადის-ძე ტიმირიაზევი წაითხა ბრწყინვალე საჯარო ლექცია თემაზე — „უარყოფილია თუ არა დარეინიზმი“.

ლექციამ იმდენად წარმატებით ჩაიარა, რომ მსმენელთა საერთო აღტაცება, ხოლო ჩ. დარეინის მოძღვრების მტრების გაშმაგება გამოიწვია. თავის ლექციაში ავტორმა გააცხადებდა ევოლუციური მოძღვრების მოწინააღმდეგეთა წინააღმდეგული ლებები.

ამის შემდეგ კ. ტიმირიაზევი დასტამბა მთელი რიგი წერილები, რომლებშიც იგი ჩ. დარეინის მოძღვრებას იცავდა და ამ მოძღვრების მოწინააღმდეგეებს ანადგურებდა. ერთი ამ წერილთაგანი წარმოადგენდა ნ. სტრახოვის მიერ ტიმირიაზევის საწინააღმდეგოდ გამოქვეყნებულ სტატიის პასუხს.

გ. კომაროვი თავის ნარკვევში „კ. ტიმირიაზევის ცხოვრება და შემოქმედება“ ჩვენი მეცნიერების მიერ ხსენებულ ანტიდარეინისტების წინააღმდეგ შესანიშნავად ჩატარებული ბრძოლის შესახებ წერდა: „ნ. დანილევსკისა და ნ. სტრახოვის წინააღმდეგ წარმოებულ პოლემიკაში კ. ტიმირიაზევი მოგვცა კუმაროვად იდურობა მგზნებარების და მალაღობის პრინციპულობის ნიმუშები.“

კ. ტიმირიაზევის ბრწყინვალე ტემპერამენტმა, მისი ძირითადი სამეცნიერო იდეების სრულმა ვარკვეულობამ, წარმოდგენა მეცნიერებაზე, როგორც ხალხისადმი სამსახურზე, მალაღობა იდურობამ, დარეინიზმის პროპაგანდა აღამაღლეს გასული საუკუნის რუსული საზოგადოებრივი აზრის ყველაზე საუკეთესო ნიმუშებამ.

დ. ანტიდარეინისტების წინააღმდეგ მიმართულ კ. ტიმირიაზევის სტატიებში ჩვენ ნათლად ვხედავთ ისტორიულსა და ლიტერატურულ საწყისებს. ვხედავთ როგორც დაწინაურების დაწინაურების მეცნიერებელ სარკაზმს, ისე დობროლიუბოვების სიძულვილს ყოველგვარი რეაქციონერის მიმართ. აქვე ჩანს მტრების რეაქციულ შეხედულებების და მსხვერვისას, პოზიტიური წარმოდგენათა შემუშავების ჩერნიშევსკისათვის ჩვეული უნარი.

ჩ. დარეინის ევოლუციური მოძღვრების დასაცავად კ. ტიმირიაზევის ბრძოლის დღი მნიშვნელობა ჰქონდა, როგორც რუსეთის პირობებში, ისე მის საზღვრებს გარეთ. იგი წარმოადგენდა მეცნიერების მონაპოვარის დაცვას იდეალიზმისა და საერთოდ ყოველგვარი ანტიმეცნიერული შეხედულებების შემოტევისაგან.

ამასთანავე, როგორც ცნობილია, ტიმირიაზევი მეცნიერულ ევოლუციურ მოძღვრების შემოქმედებით განითარებასთან ერთად, ვაბედულად და მეცნიერული მონაცემებით აღჭურვილია გაილაშქრა მთელი რიგი უცხოეთი ანტიდარეინისტების, საერთოდ ბიოლოგიაში ვიტალიზმის და იდეალიზმის სხვადასხვა ნაირსახეობის წინააღმდეგ.

კ. ტიმირიაზევი ბრძოლა დანილევსკისთან, სტრახოვთან და მათ მომხრეებთან გაშალა მაშინ, როდესაც თვითმპყრობელობა შეტევავს გადადიოდა და მოწინავე მეცნიერების, მოწინავე მეცნიერული შეხედულებებისა და მეცნიერების კერების საწინააღმდეგო ზომებს ანორცხებდა.

დანილევსკებისა და სტრახოვების მხარეზე მთელი რეაქციული ბანაკი იყო. კ. ტიმირიაზევის კარგად ესმოდა ეს. იგი წერდა: „მინისტრები, პეტერბურგის გავლენიანი წრეები... კაპიტალი (რომლის გარეშე ნ. დანილევსკის სქელი ტომები სინათლეს ვერ ნახავდა), ლიტერატურა (ისეთი ცნობილი კრიტიკოსის სახით, როგორც ი. სტრახოვი ითვლებოდა), ბეჭდვითი სიტყვის მაშინ გაბატონებული ყოველდღიური ორგანოები, ფილოსოფიები, ოფიციალური მეცნიერება (აკადემია აპირებდა დანილევსკისათვის უმაღლესი პრემიის მინიჭებას) — ყოველივე ნ. დანილევსკის მხარეზე იყო, როდესაც მე მის წინააღმდეგ ვაიყობი“.

კ. ტიმირიაზევი, რომელიც ყველაზე მალა აყენებდა ხალხის და ნამდვილი მეცნიერების ინტერესებს, არ შეშინდა და თავისი

ვალი, როგორც მოქალაქემ და მეცნიერმა პირნათლად მოიხადა.

მეცნიერული ევოლუციური მოძღვრების დაცვამ და ამ მოძღვრების შემოქმედებითმა განვითარებამ, საერთოდ მის მოწინავე მოღვაწეობასთან ერთად, გაბატონებულ წრეებში ტიმირიაზევის მრავალი მტერი მოუპოვია. ისინი გაათფრებით სდევნიდნენ სახელოვან მეცნიერს. აი რას წერდა ზოგიერთი მათგანი შესახებ კ. ტიმირიაზევი: „მეფის რუსეთის ტიპური წარმომადგენელი თავ. მესჩერსკი დარეინინსზე ჩემი წიგნების და სტატიების შესახებ შემდეგს წერდა: „პეტროვსკის აკადემიის პროფესორი ტიმირიაზევი სახელმწიფო ხარჯზე აძეგებს ბუნებიდან ღმერთს“. „სფეროებში“ ვაგლენიანი უჯრულისტის ამგვარმა შეფასებამ, განმტკიცებულმა მეცნიერებათა აკადემიის (დომინციონის სახით) და ლიტერატურის (ინტელიგენციაში გაუღუნის მქონე სტრახოვის სახით) ჩემდამი აშკარა მტრული დამოკიდებულებით, — ხელი გაუხსნეს დანილევსკისადმი კეთილად განწყობილ მინისტრს (ოსტროვსკის) და წააქეზეს ჩემს წინააღმდეგ ზომების მისაღებად“.

ვერავითარმა დევნამ და მიღებული ზომებმა ვერ გასტყვეს კ. ტიმირიაზევის მებრძოლი სულისკვეთება, მისი მგზნებარე ენტუზიაზმი. თავის ცხოვრების ყველაზე მძიმე პერიოდებშიც კი ის არცერთხელ არ შეყოყმანებულა და სამშობლოს უანგარო სამსახურისათვის, სახალხო საქმისათვის არ უღალატებია და არც ორჯანიულ სამყაროს განვითარების შესახებ მეცნიერული მოძღვრების გაღრმავებასა და პროპაგანდაზე აუღია ხელი.

1896 წელს მან, პავლოვის, მენზბირის და პეტროვსკის მონაწილეობით მესამე გამოცემისათვის ხელახლა თარგმნა ჩ. დარეინის კლასიკური ნაშრომი — „სახეობათა წარმოშობა“, სწორედ ეს თარგმანი დაედო საფუძვლად ჩ. დარეინის ამ წიგნის შემდგომ გამოცემებს, რომლებიც საბჭოთა პერიოდში იყო განხორციელებული.

1910 წელს ჩვენმა მეცნიერმა რუსეთის მთელი რიგი გამოჩენილი მეცნიერების მონაწილეობით გამოსცა საეციალური კრებული — „დარეინის სხვადასა“.

კ. ტიმირიაზევის, ისე როგორც მისი მოღვაწეობის ყველა სფეროში, ასევე შემოქმედებითი დარეინიზმის პროპაგანდასა და გავრცელებაშიც იმეათი

ხელშეწყობი პირობები შეექმნა დიდი ოქტომბრის რევოლუციის გამარჯვების შემდეგ.

კ. ტიმირიაზევი ყოველთვის იმის ცდაში იყო, რომ მეცნიერება ცხოვრებასთან დაეკავშირებინა, თავისი სამეცნიერო მუშაობა ცხოვრების მოთხოვნილებებისათვის დაექვემდებარებინა.

იგი ღრმად იყო გასწავლული იმ აზრით, რომ ობიექტურად არსებულ სინარდული შეიძლება შეცნობილი იყოს, რომ ისტორიული განვითარების მანძილზე მეცნიერება სულ უფრო ღრმად იჭრება ბუნების საიდუმლოებაში. ამასთან იგი ვანუწყებულე უსვამდა ხაზს იმ აზრს, რომ მეცნიერებას არა მხოლოდ უნდა აეხსნა ეს თუ ის მოვლენა, არამედ უნდა გამოენახა გზა ამ მოვლენებზე შემოქმედების მოსახდენად!

აი, მაგალითად რას წერდა იგი მცენარეთა ფიზიოლოგიის შესახებ: „მცენარეთა ფიზიოლოგიის მისწრაფების მიზანი მდკომპარებობს იმაში, რომ შეისწავლოს და ახსნას მცენარეული ორგანიზმის სასიცოცხლო მოვლენები. და არა მხოლოდ შეისწავლოს და ახსნას ისინი, არამედ ამ შესწავლის და ახსნის გზით სასებო დაუწყებლობას აღამიანის გონიერებას, ისე რომ მას შეეძლოს ნებისმიერად შეცვალოს, შეწყვიტოს ან გამოიწვიოს ეს მოვლენები. ფიზიოლოგი ვერ დაკმაყოფილება დაქვეითების პასიური როლით, იგი არის მოქმედი აღამიანი, რომელიც მართავს ბუნებას“.

ეს აზრები მკიდროდ იყო დაეკავშირებული იმ ამოცანასთან, რომელსაც კ. ტიმირიაზევი სოფლის მეურნეობისთვის უყენებდა მეცნიერებას. იგი წერდა: „მეცნიერება მოწოდებულია იქითკენ, რომ უფრო ნაყოფიერი გახადოს მიწათმოქმედის შრომა“.

თავისი მუშაობის დაწყებისთანავე კ. ტიმირიაზევი ძალიან დიდ ყურადღებას აქცევდა სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების მოსაქლეიანობის გაზრდას.

ამიტომ იყო, რომ უნივერსიტეტის დამთავრების შემდეგ იგი წავიდა სიმბირსკის გუნდრიაში საცდელ მინდორზე საშუალოდ. ეს მინდორი, სხვა სამ საცდელ მინდორთან ერთად მოწყობილი იყო თავისუფალი ეკონომიური საზოგადოების მიერ. საცდელ მინდორებს უნდა შეესწავლათ

თუ რა შედეგები მოსდრეს სხვადასხვაგვარ აგრო-
ნომიულ ღონისძიებებს და როგორ მოქმედებენ ეს
ღონისძიებები მოსავალზე. ამ სათუშაოებს ხელ-
მძღვენილობდა დ. მენდლერევი.

კ. ტომირიაზემა მთელი რიგი საინტერესო
დაკვირვებები ჩატარა, ამასთან ერთად საცდელ
მინდორზე მუშაობის დროს დაიწყო ფოთლების
ჭაერით კვების საკითხის შესწავლა.

ამ გამოკვლევასთან დაკავშირებით მან შექმნა
მეტად საინტერესო და მნიშვნელოვანი ხელსაწყო.

ამ მმართველებით ჩატარებული მუშაობის შე-
დეგი, კ. ტომირიაზემა მოხსენების სახით წარად-
გინა რუს ბუნებისმეტყველთა და ექიმთა პირველ
კრებაზე, რომელიც 1868 წელს შედგა.

ეს იყო პირველი ნაბიჯი, რომელიც კ. ტომი-
რიაზემა გადადგა იმ სფეროში, სადაც შემ-
დეგში ასეთ დიდ წარმატებებს მიაწყო და თა-
ვისი გამოკვლევებით მთელი ეპოქა შექმნა. ტომი-
რიაზევი თავიდანვე გრძნობდა დიდ შინაგან შესა-
ძლებლობას და მან ნათლად განსაზღვრა თა-
ვისი მეცნიერული მოღვაწეობის მიზანი: თავი-
დანვე მოკლდა ხელი ერაერთ ძირითად პრობ-
ლემას, მზის სხივების ზეგავლენით ნახშირბადის
შეთვისებას მცენარის მწვანე ნაწილს მიერ.

24 წლის კ. თ. ტომირიაზემა გადაწყვიტა შე-
დგომოდა ამ მეტად რთულ საინტერესო საკით-
ხის დამუშავებას და მთელი თავისი ნაყოფიერი
სიცოცხლის განმავლობაში სხვა მრავალ საინტე-
რესო საკითხებთან ერთად გულმოდგინედ იკვლევ-
და ფორტინიზმთან დაკავშირებულ საკითხებს.
მან მიზნად დაისახა ჩატარებინა ისეთი ცდები,
რომელნიც უდავოდ დაამტკიცებდნენ, რომ მცე-
ნარის მიერ ენერჯის დაგროვების წყაროს მზის
სინათლე წარმოადგენს. იმისათვის, რომ გარკვეულ
და ყოფილიყო კერძოდ რაში მდგომარეობის
სინათლის მოქმედება მცენარის მიერ ნახშირბადის
შეთვისებაზე.

ეს აბრი, რომ მწვანე მცენარეები მზის სხივის
ენერჯის დახმარებით ანბორცილებენ ორგანიული
ნივთიერების სინთეზს ნახშირბადიდან და წყლი-
დან, პირველად გამოთქმული იყო რ. მიიერის მიერ
1845 წელს. მის შემდეგ მრავალი მკვლევარი ეზე-
ბოდა ამ საკითხს. თანამედროვე მცენარეთა ფი-
ზიოლოგიის და აგროქიმიის ფუძემდებელი ბუსენ-
გო, უფრო აღრე პრინცი, ინკენაუზი, სენაბიე,
სოსიური მიდიოდნენ იმ დასკვნამდე, რომ ფოტო-
სინთეზი უაღრესად დიდმნიშვნელოვანი მოვლენაა

სამყაროში, მაგრამ იმ დროს ბევრი რამ ამ სა-
კითხში მეცნიერულად არ იყო დასაბუთებული.
იმ დროისთვის, როდესაც კ. ტომირიაზემა
მოპოვდა ხელი ამ საკითხის შესწავლას, თითონ
ტომირიაზევის სიტყვებით თუ ეტყვი, შემდეგ-
ნაირი მდგომარეობა იყო: „შეიძლება ითქვას—
რომ სოსიურის დროიდან მოყოლებული ამ მოვ-
ლენის გაკვირვების მხრივ მეცნიერებამ სრულიად არ
წაიწია წინ.“

კ. ტომირიაზევი ამ საკითხის შესწავლას შემ-
დეგნაირად უდგებოდა: „საქიროა შევისწავლოთ
ამ მოვლენის ფიზიკური და ქიმიური პირობები,
უნდა განსაზღვროთ ამ პროცესში პირდაპირ თუ
არა პირდაპირ მონაწილე მზის სხივის შემადგენ-
ელი ნაწილები, უნდა თვალი გავადევნოთ მათ
ბედს მცენარეში მათ მოსპობამდე, ესე იგი, მათ
შინაგან მუშაობად გარდაქმნამდე; უნდა განისაზ-
ღვროს შეგნებულმა მოქმედებამ ძალასა და წარსო-
ბულ მუშაობას შორის. აი ის ნათელი, თუმცა
შეძიმება შორეული ამოცანა, რომლის მოსაძლწე-
ვადაც საქიროა, რომ ფიზიოლოგების მთელი ძალ-
ღონე ერთსულეოდნად იქნას მიმართული“.

ტომირიაზევი სამართლიანად წერდა: „მე ვი-
ყავი პირველი ბოტანიკოსი, რომელმაც ლაპარაკი
დაიწყო მცენარის მარადისობის კანონის შესახებ
და ამის შესაბამისად თვით სიტყვა „შუქი“ შეე-
ცვალე გამოთქმით „სხივური ენერჯია“. ეს არ იყო
ერთი სიტყვის მეორეთი უბრალო შეცვლა, არა-
მედ არსებითად სცვლიდა ძირითად თვალსაზრისს
და ეტქს. იწყებდა თვით ფაქტების სისურვეში.
ენერჯის შესახებ სწავლების თვალსაზრისზე დად-
გომის შემდეგ მე პირველმა გამოვთქვი აზრი:
უფრო ლოლიკური იქნება იმის აღიარება, რომ
ნახშირბევის დაშლის პროცესი დამოკიდებული
უნდა იყოს მზის სხივების ენერჯიაზე და არა
მათ სიმკვთოროზე“.

კ. თ. ტომირიაზემა დაიწყო სპექტრის ცალკე-
ული ნაწილების მოქმედების შესწავლა. ცნობი-
ლია, რომ მზის სპექტრის სხვადასხვა ნაწილები
სხვადასხვა ენერჯის მომცემნი არიან. რომ
წითელი ფერი ყველაზე მეტი ენერჯის მქონეა.
მიუხედავად იმისა, რომ ყვითელი ფერი აღამიან-
ის თვალისათვის ყველაზე მეტად მკვეთრია,
მას ნაკლები ენერჯია მოაქვს, ხოლო ლურჯი-ის-
ფერ სხივები ყველაზე ნაკლებ ენერჯიას იძლე-
და აი დადგა საკითხი, ნახშირბადის დაშლისას
მოქმედების მაქსიმუმი რისი თანხედენია, სხი-

ვის მიერ მოტანილ ენერჯის მაქსიმუმისა თუ ამ სხივის სიძველეთის სუბიექტური შეგარბობის დაქ-სიმუშისა. ზუსტად დაყენებული ცდებში მან დაამ-ტყია, რომ მცენარის მიერ ნახშირბადის შეთე-სებაში ყველაზე მეტ მონაწილეობას იღებენ წი-თელი და არა ყვითელი სხივები. ეს ახალი თეა-საზრისი, დიდ წინააღმდეგობას შეხვდა ინგლისელ ფიზიკოს დრეპერის ცდების მხრივ; ამასთან ერ-თად მის წინააღმდეგ გაილაშქრეს გერმანელ ბო-ტანიკოს-ფიზიოლოგებმა საქსმა და პფეფერმა.

დ. მენდელეევის ლაბორატორიაში მომუშავე, იშვიათი ნიკის მქონე ექსპერიმენტატორ-ბოტა-ნიკოსმა კ. ტიმირიაზევმა სულ ადვილად შესძლო ფიზიკოს-დრეპერის ცდებში შეცდომის პოვნა და შემდეგ მეტად ზუსტ და ჩატარებულ ცდებით სწორი შედეგების მიღება.

საქმე იმაში იყო, რომ დრეპერი სინათლის სხივს პრიზმაში მეტად ფართო ხერხელით ატა-რებდა, რის გამოც სუფთა სპექტრის ვერ იღებდა. ხერხელის შეერწოვებით ტიმირიაზევმა შესძლო სუფთა სპექტრის მიღება. ზაგრამ ასეთი ზუსტი მუ-შაობის დროს საჭირო იყო თვით ფოტოსინთე-ზის აღრიცხვის უაღრესი სიზუსტით წარმოება და კ. ა. ტიმირიაზევმა 1868 წელს შექმნა ხელ-საწყო, რომელიც აღწერილი აქვს წერილში: „ხელ-საწყო ფოტოლების ჰაერით კვების გამოკვლევისათ-ვის“. ამ ხელსაწყოს დახმარებით მან გამოიმუშავა გაზების ანალიზისათვის ისეთი მეთოდი, რომელ-იც 0,001 კუბ. სანტიმეტრის სიზუსტით ახერ-ხებდა გაზის ანალიზის წარმოებას. ტუთილად კი არ იყო, რომ გამოჩენილმა ფრანგმა ქიმიკოსმა ბერ-ტლომ ასე მიმართა ტიმირიაზევს: „ყოველთვის, როდესაც კი თქვენ ჩამოდიხართ ჩვენთან პარიზ-ში, თან მოგაქვთ გაზების ანალიზის ათასჯერ უფრო მგრძობიარე მეთოდი.“

კ. ა. ტიმირიაზევის გამოკვლევების შედე-გად დადგენილი იყო, რომ ფოტოსინთეზის მაქ-სიმუმი წითელ სხივებში მიმდინარეობს და რომ ყველაზე კარგად წითელი სხივების შთანთქმა მცე-ნარის მწვანე ნაწილების მიერ ხდება. მწვანე ნაწი-ლების შემთვრავი პიგმენტი ქლოროფილის შემც-ველი ქლოროფილის მარცვალად კ. ტიმირიაზევის სიტყვით წარმოადგენს „...იმ ორგანოს, რომელ-შიაც არაორგანიული ნივთიერება ნახშირბედა

და წყალი ორგანიულად გადაიქცევა... ქლოროფი-რის მარცვლი მსოფლიოში ეს ის ფოქუსია, ის წერტილია, რომელშიც მზის სხივის ოცუხეა ძალა ქიმიურ ძაბვად, გადაიქცევისა იკრებება, გროვდება იმისთვის, რომ შემდგომ განთავისუფლ-დეს და გამოვიწიოს მოძრაობის იმ სხვადასხვა-გვარ ფორმებში, რომელთაც ეხვდებით როგორც ცხოველურ, ისე მცენარულ ორგანიზებში. ამგვარად, ქლოროფილის მარცვლი გამოსავალ წერ-ტილს წარმოადგენს ყველა ორგანიულ მოძრაობე-ბის. ყოველივე იმის, რასაც ჩვენ სიცოცხლეს ეუ-წოდებთ“.

ტიმირიაზევმა ქლოროფილის შესწავლა დაი-წყო მისი შთან-ქმის სპექტრის შესწავლით. აქაც ისევ, როგორც ყველგან და ყოველთვის, ტიმირია-ზევის მახვილმა გონებამ შესძლო შთანთქმის სპექტ-რის შესწავლის გაუმჯობესება და თავის კვლე-ვებით შედეგად წინამორბედებთან შედარება, გაცილებით უფრო ზუსტად განსაზღვრა ქლოროფილის შთანთქმის მაქსიმუმი და შერეები. ამ ახალი გამოკვლევის საფუძველზე მან დაადგინა კავშირი ქლოროფილის მიერ სინათლის შთანთქ-მასა და ფოტოსინთეზ შორის. მისმა გამოკვლევებმა დაგვიანხებეს, რომ ქლოროფილი წარმოადგენს ქი-მიურ და ბაქტერიურ სენსიბილიზატორს. ესე იგი ეს ის ნივთიერებაა, რომელიც შთანთქმავს მზის სხივის ენერჯისა და შემდეგ მიმართავს მას რთულ ორგანიული შენარების წარმოსაქმნელად. აქვე-რად ტიმირიაზევმა წამოაყენა დიდმნიშვნელოვანი მოსაზრება მცენარის კოსმიური როლის შესახებ. რომ მცენარე შთანთქმულ მზის ენერჯის იყენებს ორგანოული ნივთიერებების შექმნისათვის, ეს ორ-განიული ნივთიერებები კი ცხოველების და და-მიანების საკვებასა და სათბობს წარმოადგენს.

ამგვარად. თვით ტიმირიაზევის სიტყვებით თუ ეიტყვით, ქლოროფილის მარცვლი აჟ ის ორ-განო, ის ლაბორატორიაა, რომელშიც ხდება ორ-განულ ნივთიერებების გამომუშავება, ეს ორგა-ნიული ნივთიერებები ემსახურება მთელ მცენა-რულ და ცხოველურ სამყაროს. შვის სხივები, რომლებსაც იჭერს ქლოროფილი, იხარჯება ნახშირბედად და შლის და ორგანული ნივთიერებე-ბის წარმოსაშობად წარმოებულ მუშაობაზე და ამგვარად მზარადება ქიმიურ ძაბვის სახით, რომ-ლითაც ესარგებლობთ ამ ნივთიერებების-საკვებად და სათბობად დახარჯვის დროს“.

ამის შესახებ ვ. კომაროვი წერდა: «ტიმირია- ზეცა ნათლყო, რომ ცოცხალი საშუაროს ფუნდა- მენტალური ფაქტი—მცენარეთა კვება—ენერჯის მარადისობის კანონს ექვემდებარება, რომ მცენა- რეების მიერ ნახშირბადის შეთვისების მიზნით მზის ენერჯია უპირველეს ყოვლისა ტიმირიაზეცმა დაადგინა, რომ სინათლე არის ამ ასინოციასის მი- ზეში. იმ ხანებში თელიდნენ, რომ მსოფლიოს პროტოპლაზმა სინათლის მოქმედებით მხოლოდ ღიზინდებდა. ტიმირიაზევი კი გამოძინარებდა ენერჯის მარადისობის პრინციპიდან და ამტკი- ცნობდა, რომ თვით სინათლის ენერჯია იქცევა მცენარით ასიმილირებული ნახშირბადის პოტენ- ციურ ენერჯიად.» გამო კვლევების დასაწყისშივე ტიმირიაზევის მიერ დასახული მიზანი— დამტკიცება იქნა, რომ მზის სხივის ენერჯია წარ- მადგენს სიცოცხლის ერთადერთ წყაროს, მილ- წეული იქნა. აი თვით კ. ტიმირიაზევის სიტყვები: «დამტკიცებინა, რომ მზე სიცოცხლის წყაროა, ასეთი იყო ამოცანა, რომელიც დავისახე ჩემი მეცნიერული მუშაობის პირველი ნაბიჯებიდანვე, მის დაბრუნებამ და ყოველმხრივ ვანხორციელებ- დი ნახევარი საუკუნის განმავლობაში.»

ფოტოსინთეზის საკითხში კ. ტიმირიაზეცმა მოგვცა ბევრი დიდმნიშვნელოვანი მასალა, რო მელიც ძირითადად ახლაც ძალაშია. მისმა შრო- მებმა ფოტოსინთეზის მექანიზმის საკითხის კვლე- ვა მტკიცე მეცნიერულ საფუძველზე დააყენა.

საქიროა კიდევ აღინიშნოს, რომ კ. ტიმირია- ზევის გამოკვლევები მცენარეთა ფიზიოლოგიაში მკიდროდ იყო დაკავშირებული სოფლის მეურნეო- ბის პრაქტიკასთან, აგრონომიულ მეცნიერებე- მთან. აი რას წერს თვით ტიმირიაზევი: «ჩემს მეცნიერული სპეციალობის—მცენარეთა ფიზიო- ლოგის არჩევის დროს გარკვეულად ვხელმძღვანელობდი მის მიწათმოქმედებასთან დამოკიდებუ- ლებით, ამ ურთიერთობას მეტად მარტვად ვსაზღვრავდი. მეცნიერება მოწოდებულია მიწათ- მოქმედის შრომა უფრო ნაყოფიერი გახადოს.»

კ. ა. ტიმირიაზევის მრავალფეროვანი შრომე- ბი უპასუხებენ მის თავდაპირველადვე დასახულ მიზანს.

ჯერ კიდევ 1867 წელს სიმბირსკის საცდელ მინდორზე იგი მუშაობდა მინერალური სასუქების

მარცვლოვანი კულტურების მოსაყალზე გავლენის საკითხზე.

ამ შრომების შედეგები აგრონომიული მეცნიე- რების დიდ მონაპოვარს წარმოადგენს.

განსაკუთრებით ამხვილებდა იგი ყურადღებას აზოტის როლზე მცენარის სიცოცხლეში. ნიადა- ვის აზოტის მთავარ წყაროდ კ. ა. ტიმირიაზევი პარკისან მცენარეებს თვლიდა. დიდმნიშვნელო- ვანია მისი ლექცია: «მცენარეები აზოტის წყა- როს წარმოადგენენ», რომელსაც თავდაპირველად აუტორმა «მცენარის აზოტის წარმოშობა» უწოდა.

1891 წელს საშინელი გავლენის შედეგად მისა- ხლეობა დიდ უზედურებაში ჩავარდა. ტიმირიაზეცმა 1892 წელს 26 მარტს მოსკოვში წაიკითხა ლექცია: «მცენარის ბრძოლა გვალვის წინააღმდეგ», რომე- ლშიაც მან განავითარა თავისი შეხედულებები მცენარის წყლის რეციკლის საკითხებზე. მან ამ ლექ- ციაში დაახასიათა გვალვისგამძლე მცენარეთა ტი- პები, და შეეცადა სოფლის მეურნენა შეეიარაღე- ბინა ისეთი ცოდნით რომელიც მათ შესაძლებ- ლობას მისცემდა გაეგოთ მცენარის მოთხოვნე- ლებები გვალვიან წლებში და შეძლებისდაგვარად უზრუნველყოთ უფრო მაღალი მოსავლის მიღება.

გარდა ამისა, ტიმირიაზევი პრაქტიკულად გამოს- თქვამდა აზრს მშლავრი სარწყავი სისტემის შექმნის შესახებ. სადაც წყლის მოწოდებლად მზის და ქარის ძრავების უფასო ენერჯია უნდა ყოფილიყო გამოყენებული.

კ. ტიმირიაზევი საყოველთაოდ ცნობილი იყო აგრეთვე, როგორც მეცნიერული ცოდნის საუც- ხოო პოპულარიზატორი.

იგი სვლიდა, რომ ხალხს ესაქიროებოდა ცოდნა, რომ ფართო მასებისათვის საჭირო იყო მეცნიერების მონაპოვრის გაცნობა.

ამოცანას, რომელსაც იგი ამ მხრივ თავის თავს უყენებდა ძირითადად საჯარო ლექციების და პოპულარული შრომების გამოქვეყნების მეშ- ვეობით ანხორციელებდა.

მისი საჯარო ლექციები აურაცხელ ხალხს იზი- დავდა. თანამედროვენი ერთხმად აღნიშნავენ, რომ ლექციებზე დასწრების მსურველთა დიდი

რაოდენობის გამო, ძალიან ძნელი იყო ამ ლექციებზე მოხებრა.

პაპულარულ სამეცნიერო შრომები სწრაფად ვრცელდებოდა და ძალიან მალე ხდებოდა საკირო მათი ხელახალი გამოცემა.

ქ. ტიმირიაზევის მიერ შესრულებულ პაპულარულ სამეცნიერო ნაშრომებს მეტად მნიშვნელოვანი თავისებურება ახასიათებდა. ვადმოცემის იშვიათ მართვ და გასაგებ ფორმისთან ერთად, რაც წიგნს მისაწვდომსა და მისაზილს ხდიდა, წიგნიც მისაჩინოებდა ღრმა მეცნიერული ცოდნის შემცველი იყო. იგი მკითხველს საერთოების შესახებ არსებული სულ ახალი მონაცემების საქმის კურსში აყენებდა. ამასთან წიგნში მოცემული ამ ახალი მონაცემების მნიშვნელოვანი ნაწილი თვით ავტორის კვლევის შედეგს წარმოადგენდა.

ერთი სიტყვით, ფართო მკითხველსათვის მისაზილი და გასაგები ნაწარმოები, იმავე დროს ღრმად მეცნიერული ნაშრომი იყო.

ქ. ა. ტიმირიაზევის კალამს მეგობრული ასეთი ნაშრომი ეკუთვნის. ისინი ფართოდ არიან ცნობილი. მათ შორისაა ავტრეტვე საუცხოო წიგნი— „მცენარის სიცოცხლე“.

ქ. ტიმირიაზევი თავის საჯარო ლექციებს ძალიან ხშირად მოსკოვის პოლიტექნიკურ მუზეუმში კითხულობდა.

1876 წელს მან აღნიშნული მუზეუმის სალექციო დარბაზში ლექციების მთელი ციკლი წაიკითხა საერთო სახელწოდებით:— „მცენარის სიცოცხლე“. ეს შესანიშნავი ციკლი სულ ათი ლექციისაგან შედგებოდა.

ლექციებმა აურაცხელი მსმენელი მიიზიდა და საყოველთაო აღტაცება გამოიწვია.

ეს ლექციები ავტორმა 1878 წელს ცალკე წიგნად გამოაცა. ამ გამოცემის წინასიტყვაობაში იგი წერდა: „თითქმის უკვე მეოთხედო საუკუნეა, რაც როგორც რუსულ, ისე დასავლეთ ევროპის ბოტანიკურ ლიტერატურაში იგრძნობა ისეთი ნაწარმოებების ნაკლებობა, რომლებიც ყველასათვის მისაწვდომ ფორმად იძლეოდნენ მცენარეთა ფიზიოლოგიის თანამედროვე მდგომარეობას. ამ ლექციების დაბეჭდვით მსურს ნაწილობრივ მაინც შევკავს ეს ხარვეზი“.

„მცენარის სიცოცხლე“ ისეთი აღტაცებით მიიღო მკითხველმა საზოგადოებრივობამ და ისეთი მრავალრიცხოვანი მკითხველი მოიპოვა, რომ ყოველგვარ მოლოდინს გადააჭარბა. წიგნის ასე-

თი წარმატება სრულიად დამსახურებული იყო, როგორც ნაწარმოების ბრწყინვალე ლიტერატურული ფორმით, ისე მისი მეცნიერული შინაარსით.

პირველი გამოცემის წინასიტყვაობიდან სრულიად გარკვევით ჩანს, რომ წიგნის ავტორს მიზნად ჰქონდა დასახული ფართო მკითხველსათვის მცენარის სიცოცხლის შესახებ მიწოდებინა მისაზილი და ადვილად გასაგები, ამავე დროს მეცნიერების უქანსენილი მონაპოვარი გამდიდრებული პაპულარული ნაშრომი.

ქ. ტიმირიაზევი გამოსთქამდა აზრს, რომ ბოტანიკური ცოდნის მასებში გავრცელებას, საერთო საგანმანათლებლო მნიშვნელობასთან ერთად ის უდიდესი მნიშვნელობაც ჰქონდა, რომ ხელს უწყობდა მეცნიერულ მიწათმოქმედების განვითარებას. ნათქვამს ავტორი დასძენდა: „მოვა დრო და მცენარეთა ფიზიოლოგია ისეთსავე როლს შეასრულებს აგრონომიის მიმართ, როგორც აქ დამიანის ფიზიოლოგია ასრულებს მედიცინის მიმართ“.

მოტანილი სიტყვებიდან ერთხელ კიდევ ნათლად ჩანს, რომ ქ. ტიმირიაზევის მეცნიერება, მეცნიერული კვლევა, სპეციალური თუ საერთო განათლება არ წარმოედგინა, საზოგადოებრივ მოთხოვნილებასთან, ცხოვრებასთან მჭიდრო კავშირის გარეშე.

ქ. ტიმირიაზევის სიცოცხლეში „მცენარის სიცოცხლე“ რუსულ ენაზე ცხრაჯერ გამოიცა. უქანსენილი მეცხრე გამოცემა განხორციელებული იყო ოქტომბრის რევოლუციის შემდეგ—1920 წელს; ხოლო შემდეგში ქ. ტიმირიაზევის სხვა ნაშრომებთან ერთად, „მცენარის სიცოცხლე“ მრავალჯერ იქნა გამოცემული. „მცენარის სიცოცხლე“ სხვა ერებზეც თარგმნა და გამოიცა.

ცნობილი ინგლისელი მეცნიერი ლუიჯი ფელდსკოტი „მცენარის სიცოცხლის“ ინგლისურ თარგმანის გამოქვეყნების შემდეგ წერდა: „მე დიდის ინტერესით ვკითხულობ მას. ჩემთვის ინგლისში დიდი მონაპოვარი იყო მკითხველთა ფართო წრისათვის მისაწვდომი ასეთი ბრწყინვალე სახელმძღვანელო—მცენარეთა ფიზიოლოგიის შესავალის მიღება, ეს თითქმის ყველაზე საინტერესო წიგნია, ჩემს მიერ ოლსენზე წაითხულ წიგნთან შორის“.

ლუიჯი ფელდსკოტთან ერთად სხვა მეცნიერები ერთხმად აღნიშნავენ ამ ნაშრომის იშვიათ ღირებებს და სავსებით საზოგადოებრივად თვლიდნენ,

რომ ნაშრომს ამ დარგში, არცერთ ენაზე ბადალი არ მოეპოვებოდა.

აი რას წერდა მის შესახებ ტიმირიაზევის მასწავლებელი, პროფესორი ა. ბევეტოვი.

„პროფ. ტიმირიაზევის „მცენარის სიცოცხლემ“ ჩვენი განათლებული საზოგადოებისაგან უკვე მიიღო სათანადო შეფასება, რაც მიუხედავად სეროლოგიული შინაარსისა, მისი ფართო გავრცელებით მტკიცდებოდა. ამის მიზეზი ოსტატური გადმოცემაა. მე არ ვიცნობ ბოტანიკის შესახებ არც ერთ პოპულარულ ნაწარმოებს... არც ერთ ენაზე, რომელიც ჩვენი ავტორის ნაწარმოებს შეედრებოდეს.“

პროფ. ტიმირიაზევის წიგნი... მთელი ზოგადი ბოტანიკის შეუქმნულ გადმოცემას შეიცავს, მაგრამ მისი ყურადღებით წაითხვის შედეგად მკითხველი სრულსა და საფუძვლიან წარმოდგენას იღებს მცენარის გარეგან და შინაგან (ანატომია) აგებულებისა და ყველა მისი ფიზიოლოგიური ფუნქციების შესახებ. ამასთან ერთად იგი დიდი ინტერესით იკითხება. ყოველივე ეს მიღწეულია არა მხოლოდ უაღრესად ნიჭიერი გაიმოცემით, არამედ ღრმად მოფიქრებული გეგმითაც.“

„მცენარის სიცოცხლეში“ ნკითხველის თვალწინ იშლება მცენარეული სამყაროს მთლიანობის სურათი

წიგნში თანმიმდევრობით არის განხილული მცენარის ორგანოები, მათი აღნაგობა და ფუნქციები, მცენარეში მიმდინარე ფიზიოლოგიური პროცესები. მკითხველი ნათლად ხედავს იმ განუყრელ ერთიანობას, რომელიც არსებობს ორგანოს ფორმასა და ფუნქციას შორის. ხედავს იმ გაუთარშველ კავშირს, რომელიც არსებობს მცენარესა და გარემოს შორის.

შემოქმედებითი ღარვინიზმის პოზიციიდან გამომდინარე კ. ტიმირიაზევი „მცენარის სიცოცხლეში“ მკითხველს არწუხებს იმამ, რომ ორგანული სამყაროს განვითარების ახსნა-გაგება სრულებითაც არ საჭიროებს რაიმე განსაკუთრებულ, არამატერიალური საწყისებს, არსებობის და მისი ამ განვითარებაში მონაწილეობის დაშვებას. პირიქით, ის ცხადს ხდის, რომ ასეთი დაშვება ყოველგვარ ნიადაგს მოკლებულია და მთლიანად ეწინააღმდეგება მეცნიერებას.

კ. ტიმირიაზევი იმუთითებს გარემო პირობებზე, როგორც ორგანიული სამყაროს განვითარების მთავარ ფაქტორზე. ავტორი ცხადს ხდის, რომ

ბუნებაში არსებული მიზანშეწონილება წარმოადგენს ისტორიული განვითარების შედეგს, წარმოადგენს მოვლენას, რომელიც ორგანიულ ფორმათა გარეშე პირობებთან შედეგების შედეგად არის განვითარებული.

წიგნმა ძალიან დიდი როლი შეასრულა მცენარეთა ფიზიოლოგიის, როგორც მეცნიერების დარგის ჩამოყალიბებასა და განვითარებაში. ამასთან ერთად მან დიდად შეუწყო ხელი ამ დარგისადმი, ცხოველი ინტერესის გაღვივებას.

კ. ტიმირიაზევი „მცენარის სიცოცხლის“ ერთ-ერთი გამოცემის წინასიტყვაობაში წერდა: „ამ წიგნის მკითხველებიდან ყველა რომელიც წიგნება ბოტანიკის, მაგრამ ყოველი მათგანი, ვიმედოვნებ, ამ წიგნიდან გამოიტანს სწორ წარმოდგენას იმის შესახებ, თუ როგორ ეპყრობა მეცნიერება თავის ამოცანებს, როგორ იმეგობრება ახალ და მყარ ქემპარტებებს, ხოლო ამგვარი კითხვით მოპოებული ზუსტი აზროვნების ჩვევა მას გამოადგება სხვა უფრო რთულ ფაქტებზე მსჯელობის დროს, ფაქტებზე, რომლებსაც მისი ნება სურვილის დამოუკიდებლად ცხოვრება წააღებებს.“

კ. ტიმირიაზევის ამ წიგნით მთელი თაობები ეცნობოდა მეცნიერების ერთ ერთ მნიშვნელოვან დარგს.

ე. კომაროვი მოხუცებულობის ეპოქაში „მცენარის სიცოცხლის“ შესახებ წერდა, რომ მან ეს წიგნი წაიკითხა „როდესაც საშუალო სკოლის მოსწავლე იყო, განმეორებით უკვე უფრო შეგნებულად წაიკითხა ის, როდესაც სტუდენტი იყო, არაოთხელ გადაღუთხვს ეს იგი მაშინაც, როდესაც ახალგაზრდა პროფესორი იყო და ახლაც არაა წინააღმდეგი ჩახხედოს ამ ფორმითა და შინაარსით მშვენიერ წიგნში“.

კ. ტიმირიაზევის მოწაფე, ე. ვოტჩალი, რომელსაც თვითონაც დიდი ღვაწლი მიუძღვის მცენარეთა ფიზიოლოგიის განვითარებაში, შემდეგნაირად აფასებდა თავის მასწავლებლის ამ წიგნს: „ისეთი არაჩვეულებრივი წარმატება, რომელიც წინააღმდეგობის იმას, რომ ამ წიგნს, — ჩვეულებრივი ტიპის კარგ პოპულარულ წიგნზე, — გაცილებით მეტი ღირებულება გააჩნია. მისი „მცენარის სიცოცხლე“ წინასწარ იმოქმედებდა იმ ეპოქაში ოსტატობით დაწერილი იყო, არა როგორც მხოლოდ მცენარეთა ფიზიოლოგიის საფუძვლებზე პოპულარულ

ლი გადმოცემა. მისი შინაარსი მოიცავს საკითხების გაცილებით უფრო ფართო სფეროს. მთელ წიგნში წითელ ზოლად მოჩანს ავტორის მისწრაფება, რომ მკითხველში აღძრას ინტერესი არა მხოლოდ შედეგების მიმართ, არამედ თვით გამოკვლევის პროცესის, მისი მეთოდოლოგიის, ფიზიოლოგიის მიწათმოქმედებასთან დაკავშირების მიმართაც ძნელი არ არის იმის დანახვა, თუ რაოდენ დიდი აღმზრდელი მნიშვნელობა აქვს გადმოცემის ამგვარ სისტემას და რა დიდი დახელოვნება მოითხოვა ამან ავტორისაგან“.

პრეზენტაციის მუშათა კურსებზე, — რომლებმაც რევოლუციამდელ რუსეთში დიდი როლი შეასრულა მუშათა განათლების საქმეში — საბუნებისმეტყველო ლიტერატურიდან ძალიან დიდი მოთხოვნილებით „მცენარის სიციცხლე“ სარგებლობდა.

ამ კურსების ერთერთი მონაწილე წერდა: „სამეცნიერო-პოპულარული ლიტერატურიდან პირველ ადგილზე ტოლუპოვარი „მცენარის სიციცხლე“ იღდა“.

ი. მიჩურინმა, როდესაც მას მიმართეს ხის ფესვგარეშე კვებას საკითხზე, კ. ტიშირიაზევის „მცენარის სიციცხლეზე“ მიუთითა. პასუხში იგი წერდა: „ყველა ცნობებს ამ კითხვაზე თქვენ მიიღებთ განსვენებულ პროფ. კ. ტიშირიაზევის წიგნში, რომელსაც „მცენარის სიციცხლე“ ეწოდება; ამ მშვენიერი წიგნის წაკითხვით თქვენ მიიღებთ სრულ წარმოდგენას ყველა იმ ხსნარებსა და მარილებზე, რომლებიც საჭიროა მცენარეთა კვებისათვის, საერთოდ ყველაფერს იმის შესახებ, რაც კი მცენარეს ესაჭიროება“.

მ. გორკი, დიდად აფასებდა კ. ტიშირიაზევის როგორც მოქალაქეს, მებრძოლს და მეცნიერს, ამასთან ერთად მას „მეცნიერული ცოდნის საუკხოო პოპულარიზატორს“ უწოდებდა. ჯერ კიდევ 1911 წელს იგი აღნიშნავდა, იმ ფაქტს, რომ კ. ტიშირიაზევის სახელი და მისი ნაშრომი „მცენარის სიციცხლე“ რუსეთის დაშორებულ დასახლებულ ადგილებშიაც კი კარგად იყო ცნობილი. ამ შესანიშნავ წიგნს თავისი მნიშვნელობა დღესაც არ დაუკარგავს. მას დიდს ინტერესით კითხულობენ, როგორც საბჭოთა კავშირში, ისე მისი საზღვრების გარეთ.

5. წუწუნავა.

შ ი ნ ა ა რ ს ი

I მეცნიერება და საზოგადოება. მცენარის შინაგანი და გარეგანი აგებულება .	3
II უჯრედი	23
III თესლი	36
IV ფესვი .	50
V ფოთოლი	67
VI ღერო	84
VII ზოდა	103
VIII ყვავილი და ნაყოფი	126
IX მცენარე და ცხოველი	146
X ორგანულ ფორმების წარმოშობა	164
დამატება I მცენარე, როგორც ძალის წყარო	184
დამატება II მცენარეთა სპეცაროს ერთიანობა	204
დამატება III მცენარე—სფინქსი	211
დამატება IV მცენარის ბრძოლა გველის წინააღმდეგ	223
კლიმენტი არკადის ძე ტიმირიაზევი და მისი ნაშრომი „მცენარის სიცოცხლე“	249



რედაქტორი ს. საყვარელიძე
გამომცემლობის რედაქტორი ვლ. გოგოლაშვილი
გარეკანი და ტიტული გ. დიას
ტექნოლოგიური გ. მებრძელო
კორექტორები: თ. შაჩაბელი
ნ. ჩიჩიანი
ნ. ლორთქიფანიძე

გადაეცა წარმოებს 12/IX-55 წ., ხელმოწერილია დასაბეჭდად 5/VIII-56, სასტამბო ფორმათა რაოდენობა 27,88, საადრიცხო ფორმათა რაოდენობა 24,70, ანაწეობის ზომა 9X12, ქალაქის ზომა 60X921/8, შიკვეთის № 951, უე 07344, ტირაჟი 7000, ფასი 20 მან. 30 კაბ.

საქმედგამის სტამბა, თბილისი, მეტელოჯი.

Типография Грузмедгиза, Тбилиси, Медгородок.

К. А. ТИМИРЯЗЕВ
ЖИЗНЬ РАСТЕНИЯ
(На грузинском языке)
Обложка и титул — Г. Дика
Министерство просвещения ГССР
Детюнидат
Тбилиси
1956