

ჩაის, სუბტროპიკულ კულტურათა და ჩაის მრეწველობის
სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტი

ხელნაწერის უფლებით

შოთა ლომინაძე

ციტრუსოვანთა აზოტით კვების
ოპტიმიზაციის საფუძვლები

სპეციალობა: 06.01.04. აგროქიმია

დ ი ს ე რ ტ ა ც ი ა

სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორის
სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად

მეცნიერ-კონსულტანტი: ვალერიან ცანავა, სოფლის

მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი,

სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი,

პროფესორი

ოზურგეთი_ანასეული

2006

დისერტაციის შინაარსი

შესავალი.

1. ლიტერატურის მიმოხილვა.

1.1. აზოტოვანი სასუქების როლი ციტრუსოვანი კულტურების კვებაში.

1.2. სუბტროპიკულ კულტურათა მინერალური კვების დიაგნოსტიკა.

1.3. ციტრუსოვანი მცენარეების ფესვგარეშე გამიკვების ეფექტურობა.

2. აზოტის გარდაქმნა სისტემაში ნიადაგი-სასუქი-მცენარე და შეტანილი აზოტის ბალანსი.

ექსპერიმენტული ნაწილი.

3. კვლევის მიზანი, ამოცანები და მეთოდოლოგია.

4. სუბტროპიკული ზონის და საცდელი ნაკვეთის ნიადაგურ-კლიმატური პირობების დახასიათება.

4.1. კლიმატური პირობები.

4.2. ნიადაგური პირობები.

5. აზოტოვანი სასუქების გავლენა ციტრუსოვანთა მოსავლიანობაზე.

5.1.1. აზოტოვანი სასუქების ფორმების და ნორმების გავლენა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის მოსავლიანობაზე.

5.1.2. აზოტოვანი სასუქების ფორმების და ნორმების გავლენა ფორთოხლის ნაყოფის ხარისხობრივი მაჩვენებლებზე.

5.1.3. აზოტოვანი სასუქების ფორმების და ნორმების გავლენა ნაყოფებში საერთო აზოტის და NO_3 შემცველობაზე.

5.1.4. აზოტოვანი სასუქების ფორმების და ნორმების გავლენა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის მოსავლით აზოტის გამოტანაზე.

5.2.1. ლიმონის მცენარის აზოტით კვების ოპტიმიზაცია.

5.2.2. აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმების შეტანის ხერხების გავლენა ლიმონ მეიერის ნაყოფის ხარისხობრივი მაჩვენებლებზე.

5.2.3. აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმების, შეტანის ხერხების გავლენა ლიმონ მეიერის ნაყოფებში საერთო აზოტის და NO_3 შემცველობაზე.

5.2.4. აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმების, შეტანის ხერხების P:K თანაფარდობის გავლენა ლიმონის მოსავლით აზოტის გამოტანაზე.

5.3.1. აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ნორმებისა და ფორმების ეფექტურობა მანდარინ უნშიუს ბაღში.

- 5.3.2. აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ნორმებისა და ფორმების გავლენა მანდარინის ნაყოფის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე.
- 5.3.3. აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმების, შეტანის ხერხების გავლენა მანდარინის ნაყოფში საერთო აზოტის შემცველობაზე და მოსავლით აზოტის გამოტანაზე.
6. აზოტოვანი სასუქების გავლენა ნიადაგის აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე.
- 6.1. აზოტოვანი სასუქების გავლენა ფორთოხლით დაკავებული წითელმიწა ნიადაგების აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე.
- 6.2. აზოტოვანი სასუქების გავლენა ლიმონითა და მანდარინით დაკავებულ ყვითელმიწა ნიადაგების აგროქიმიური მაჩვენებლებზე.
7. სხვადასხვა ფორმის ესპანური პრეპარატების გავლენა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის მოსავალსა და ნაყოფის ზოგიერთ ქიმიურ მაჩვენებლებზე--148
8. ციტრუსების აზოტით კვების დიაგნოსტიკა.
- 8.1. აზოტოვანი სასუქების ფორმების და ნორმების გავლენა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ახალგაზრდა და ძველ ფოთლებში NO_3 შემცველობაზე.
- 8.2. აზოტოვანი სასუქების ფორმების და ნორმების გავლენა ფორთოხლისა და ლიმონის ფოთლების ქიმიურ შედგენილობაზე.
9. აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ფორმისა და ნორმის ეკონომიკური ეფექტიანობა ციტრუსოვანთა (ფორთოხალი, ლიმონი, მანდარინი) ბაღში.
10. აგროქიმიურ კვლევებში აზოტის სტაბილური იზოტოპის ^{15}N გამოყენების თავისებურებანი.
- 10.1. აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა ციტრუსოვანთა პროდუქტიულობაზე.
- 10.2. აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა ციტრუსოვანთა პროდუქტიულობაზე.
- 10.3. აზოტოვანი სასუქების ფორმების და ნორმების გავლენა ციტრუსოვანთა მიწისზედა მასისა და ფესვთა სისტემის განვითარებაზე.
- 10.4. აზოტოვანი სასუქების წილადობრივი შეტანის გავლენა ლიმონისა და ფორთოხლის პროდუქტიულობაზე და აზოტის გამოტანაზე.
- 10.5. ფორთოხლის, ლიმონისა და მანდარინის მცენარის მიერ აზოტის შეთვისების დინამიკა.

10.6. ციტრუსების მიერ სასუქის აზოტის შეთვისება ^{15}N გვარჯილის გამოყენებისას.

10.7. ფორთოხლისა და ლიმონის კულტურით დაკავებულ წითელმიწა ნიადაგში ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორის N-სერვე+Aთჩ გამოყენებაზე ჩატარებული კვლევის შედეგები.

10.8. ნიადაგში აზოტის დამაგრება ფორთოხლისა და ლიმონის მცენარის ქვეშ ამონიუმის გვარჯილის სხვადასხვა ჯგუფის ნიშანდებული აზოტის ^{15}N შეტანისას.

10.9. აზოტის ბალანსი სისტემაში “ნიადაგი- მცენარე-სასუქი”.

10.10. კარბამიდით მოდიფიცირებული ცეოლითის გავლენა ლიმონისა და ფორთოხლის მცენარის პროდუქტიულობაზე და აზოტის ბალანსზე.

11 დასკვნები.

12 რეკომენდაცია წარმოებას.

გამოყენებული ლიტერატურა.

დანართები.

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

პრობლემის აქტუალობა. მეციტრუსეობა საქართველოს სუბტროპიკული სოფლის მეურნეობის ერთ-ერთი წამყვანი დარგია. სასაიამოვნო გემოს მქონე ოქროსფერი ნაყოფები თავისი დიეტური და არომატული თვისებებით ყოველთვის იპყრობდა ადამიანის ყურადღებას. მათ მრავალმხრივი გამოყენება აქვთ სახალხო მეურნეობაში. ისინი დიდი რაოდენობით შეიცავენ ნახშირწყლებს, ორგანულ მჟავებს და მარილებს, პექტინოვან ნივთიერებებს და ვიტამინებს. ამით აიხსნება ციტრუსოვანი კულტურების ფართო გავრცელება მსოფლიოს იმ ქვეყნებში, სადაც კლიმატურ-ნიადაგობრივი პირობები ამის საშუალებას იძლევა.

საქართველოში ციტრუსოვანთა წარმოების ზრდაში უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება მათი მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგიის სრულყოფას, რომლის უმნიშვნელოვანეს რგოლს მცენარეთა რაციონალური კვების სისტემა წარმოადგენს. აგროლონისძიებების გაუტარებლობამ, განოყიერების სისტემის უგულველყოფამ კატასტროფული გავლენა მოახდინა ციტრუსოვანთა მოსავლიანობაზე და მათ ზრდა

განვითარებაზე. იგი 436,9 ათას ტონიდან (1988წ) 1997წლისათვის 55 ათას ტონამდე დაეცა. 2000 წლისათვის ციტრუსოვანთა წარმოებამ 40 ათასი ტონა შეადგინა და ბოლო წლებში 35-60 ათასი ტონის ფარგლებში მერყეობს. მაშინ როდესაც მოვლა მოყვანის ტექნოლოგიის და მისი უმნიშვნელოვანესი ნაწილის განოყიერების რაციონალური სისტემის გამოყენება მნიშვნელოვან გავლენას მოახდენს ციტრუსოვანთა პროდუქტიულობაზე და სრულიად შესაძლებელია მან 2010 წლისათვის 160-200 ათას ტონას მიაღწიოს.

ციტრუსოვანთა რაციონალური კვების სისტემის დამუშავების მიზნით მეცნიერული კვლევები ჩატარებულია პ.გიგინეიშვილის (1945), მ. გოჩოლაშვილის (1949), მ. გაბისონიას (1966), ი. მარშანიას (1970), ი.გამყრელიძის (1971), მ.ბზიავას (1973), ო.კაჭარავას (1974), ც.ღლონტის (1974), ნ.ცანავას (1980), თ.ჩაჩიბაიას (1983), უ.ბჟალავას (1983), ზ.მიქელაძის (1985), შ.ლომინაძის და ვ.ცანავას (1994), რ.ჯაბნიძის (1999), ჯ.წოწონავას (2002) და სხვათა მიერ.

აღნიშნული მეცნიერების კვლევების შედეგის ანალიზი ადასტურებს აზოტოვან სასუქებზე ციტრუსოვანთა განსხვავებულ რეაგირებას, მაგრამ პრაქტიკულ რეკომენდაციებში ამან ჯერჯერობით სათანადო ასახვა ვერ ჰპოვა.

კვლევის მიზანი და ამოცანები. კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ციტრუსოვანთა აზოტით კვების ოპტიმიზაციის საფუძვლების შესწავლა დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკულ ზონაში მრავალწლიან მინდვრის ცდებზე (მანდარინი, ფორთოხალი, ლიმონი). ცალკეული საკითხების შესასწავლად გამოყენებული იქნა მიკროსაველე და სავეგეტაციო ცდები აზოტის სტაბილური იზოტოპის ^{15}N -ის გამოყენებით.

კვლევის ძირითად ამოცანებში შედიოდა შემდეგი საკითხების შესწავლა:

1. აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ფორმების, ნორმების და ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორების გავლენა აზოტის შეთვისებასა და გარდაქმნაზე ციტრუსოვანთა მცენარეებში (მანდარინი, ფორთოხალი, ლიმონი).

2. კარბამიდით მოდიფიცირებული ცეოლიტების გავლენა აზოტმემცველი ნივთიერებების შეთვისებასა და გარდაქმნაზე ციტრუსოვნებში (ფორთოხალი, ლიმონი).

3. აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმების, აზოტ-ფოსფორ-კალიუმის თანაფარდობის და აზოტოვანი სასუქების ფორმების წილადობრივი შეტანის

გავლენა მანდარინის, ფორთოხალის და ლიმონის ბიოლოგიურ პროდუქტიულობაზე.

4. მცენარეთა მიწისზედა ნაწილისა და ფესვთა სისტემის მიერ აზოტის გამოტანა ნიადაგიდან, ამასთან აზოტის ბალანსის დადგენა სისტემაში “ნიადაგი-მცენარე” ^{15}N -ით ნიშანდებული სასუქების ფორმებისა და ნორმების გამოყენებისას.

5. აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმებისა და აზოტ-ფოსფორ-კალიუმის თანაფარდობის გავლენა ციტრუსოვანთა ნაყოფების ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე, ფოთლებსა და ნაყოფში NO_3 -ის შემცველობაზე, ნიადაგების (წითელმიწა, ყვითელმიწა) აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე.

6. ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ბაღში ტორფის ბაზაზე მიღებული სხვადასხვა ფორმის ესპანური პრეპარატების (ფირმა ინაგროსას) გამოყენების ეფექტურობის საკითხები.

ნაშრომის მეცნიერული სიახლე. პირველად დასავლეთ საქართველოს წითელმიწებზე და ყვითელმიწებზე მრავალწლიანი მინდვრის ცდების პირობებში შესწავლილ იქნა აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმებისა და წილადობრივი შეტანის გავლენა ციტრუსოვანთა ცალკეული სახეობების (მანდარინი, ფორთოხალი, ლიმონი) და ჯიშების ბიოლოგიურ პროდუქტიულობაზე.

აზოტით კვების დიაგნოსტიკის მიზნით გამოყენებული იყო წყვილი რეგრესიის განტოლებები, რომლითაც დადგენილი იქნა კავშირი მოსავალსა და საკვებ ელემენტებს შორის. აზოტის სტაბილური იზოტოპის ^{15}N -ის გამოყენებით დადგენილი იქნა სასუქის აზოტის გარდაქმნა და ბალანსი სისტემაში “ნიადაგი და მცენარე” და ამ პროცესებზე” აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ფორმების, ნორმების და მათი შეტანის წესების გავლენა.

ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება. მრავალწლიანი მინდვრის ცდები საშუალებას იძლევა წითელმიწებზე და ყვითელმიწებზე განსაზღვრულ იქნას აზოტოვანი სასუქების ოპტიმალური ნორმები ციტრუსოვანთა ცალკეულ სახეობებისა და ჯიშებისათვის, რაც უზრუნველყოფს ნიადაგის ნაყოფიერების დონის ზრდას, ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქციის მიღებას და ბუნებაში ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნებას. ჩატარებული კვლევის შედეგებმა ასახვა პოვა “რეკომენდაციაში სასუქების გამოყენებაზე ციტრუსოვნების, ტუნგის და კეთილშობილი დაფნის ნარგაობაში” (რუსულ ენაზე. მოსკოვი, ”აგროპრომიზდა-

ტი, ”მოსკოვი, 1986) და სახალხო მეურნეობის მიღწევათა საკავშირო გამოფენის სტენდებზე, მოსკოვი 1987 წელს.

კვლევის შედეგების დანერგვა. რეკომენდაციები სტაციონარულ ცდებში გამოვლენილი საუკეთესო ვარიანტები დაინერგა ჩაის, სუბტროპიკულ კულტურათა და ჩაის მრეწველობის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის ნატანების ციტრუსოვანთა ექსპერიმენტული მეურნეობის ბაღებში ფერმერულ (გლეხურ) მეურნეობებში.

ნაშრომის აპრობაცია. დისერტაციის მასალები სამეცნიერო ანგარიშის სახით მოსმენილი იქნა ჩაის, სუბტროპიკულ კულტურათა და ჩაის მრეწველობის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოზე 1987 და 2004 წწ., ახალგაზრდა მეცნიერთა და ასპირანტთა საკავშირო კონფერენციაზე (ოზურგეთი-ანასეული, 1987.), საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის ბათუმის სახელმწიფო სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის ახალგაზრდა მეცნიერთა კონფერენციებზე (2000; 2001; 2003.), საკავშირო საკოორდინაციო თათბირზე (ქ. მელიტოპოლი, 1987.), ახალგაზრდა მეცნიერთა და სპეციალისტთა პირველ რესპუბლიკურ სამეცნიერო-პრაქტიკულ კონფერენციაზე “თანამედროვე მეცნი-ერულ-ტექნიკური პროგრესი და საქართველოს ბუნებრივი ეკოლოგიური მდგომარეობა” (წყალტუბო, 1989.), ახალგაზრდა მეცნიერთა და სპეციალისტთა რესპუბლიკურ სამეცნიერო-მეთოდურ კონფერენციაზე “მეცნიერება სოფელს” (თბილისი 1992.), რესპუბლიკურ სამეცნიერო კონფერენციაზე “აგროეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები” (თბილისი, 1998.), საერთაშორისო სამეცნიერო პრაქტიკულ კონფერენციაზე სუბტროპიკული ზონის აგრარული პრობლემები (ქუთაისი 2005.).

პუბლიკაცია. სადისერტაციო თემის ირგვლივ გამოქვეყნებულია 26 სამეცნიერო შრომა და 5 მოხსენებათა თეზისები.

ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა. დისერტაცია წარმოდგენილია კომპიუტერზე ნაბეჭდ 325 გვერდზე და 42 გვერდ დანართზე, შედგება: შესავლის, 10 თავისა და 27 ქვეთავისაგან, დასკვნების, წარმოებისათვის მიცემული რეკომენდაციების, გამოყენებული ლიტერატურის სიისაგან, რომელიც მოიცავს 413. დასახელების წყაროს, მათ შორის 36 ქართული და 377 უცხო ენებზე., აქედან 287 რუსულ ენაზე და 90 ინგლისურ ენაზე. ნაშრომი ილუსტრირებულია 84 ცხრილითა

და 16 დიაგრამით. დისერტაციას თან ახლავს დანართები ...35 ცხრილით და 2 დიაგრამი

შესავალი

მრეწველობისა და სასოფლო-სამეურნეო წარმოების განვითარება, მათი ინტენსიფიკაცია საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდეს ადამიანის ცხოვრების დონე. დაკმაყოფილდეს მისი მოთხოვნილება კვების პროდუქტებზე. მაგრამ, ამავე დროს მის ამ ძალისხმევას თან ახლავს გარემოზე ნეგატიური ზემოქმედება. ეს განსაკუთრებით მკვეთრად ვლინდება ბიოსფეროს ისეთი კომპონენტების მდგომარეობაზე, როგორებიცაა ნიადაგი, მცენარე, ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლები. ცნობილია, რომ სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ინტენსიფიკაციის ნეგატიური ზემოქმედება გამოწვეულია მელიორაციული სამუშაოების, ნიადაგის დამუშავების, მცენარეთა დაცვის საშუალებების გამოყენების მეცნიერული რეკომენდაციების დარღვევით კიდევ უფრო არაკეთილსასურველ ზემოქმედებას ახდენს აგროეკოსისტემაზე სამრეწველო საწარმოთა, სატრანსპორტო საშუალებების გამონაბოლქვი, ტოქსიკური შენაერთებით ტექნოგენური გაბინძურება.

მეციტრუსეობა საქართველოს სუბტროპიკული სოფლის მეურნეობის ერთ-ერთი წამყვანი დარგია. ციტრუსოვანთა ფართო სამრეწველო გავრცელებას განაპირობებს ნაყოფებში ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების მაღალი შემცველობა.

საქართველოში ციტრუსოვანთა გავრცელება იზღუდება მათი ბიოლოგიური თავისებურებებიდან გამომდინარე არასასურველი კლიმატური პირობებით რაც აღნიშნული სახეობების მცენარეების შედარებით დაბალ ყინვაგამძლეობაში გამოიხატება.

საქართველოში ციტრუსებს მთელი სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების 0,62% და დამუშავებული მიწების 1,75% უკავია. წარმოებული სოფლის მეურნეობის საერთო პროდუქციის ღირებულებაში მისი წილი 7,5%-ს შეადგენს ციტრუსოვანი კულტურები ძირითადად გავრცელებულია საქართველოს სუბტროპიკულ ზონაში, სადაც მათი წარმატებული მოვლა-მოყვანის პირობებია.

ციტრუსოვანთა წარმოების ზრდისათვის მნიშვნელობა ენიჭება ამ ძვირფასი კულტურების მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგიის სრულყოფას, რომლის მნიშვნელოვან რგოლს მცენარეთა რაციონალური კვების სისტემა წარმოადგენს. აგროღონისძიებების გაუარესებამ, განოციერების სისტემის უგულვებელყოფამ კატასტროფული გავლენა მოახდინა ციტრუსოვანთა მოსავლიანობასა და შესაბამისად ციტრუსოვანთა წარმოებაზე. ციტრუსოვანთა წარმოება 1988წ 436,9 ათას ტონიდან 1997წ 55 ათას ტონამდე დაეცა (საქ. აგრარულ-სამეწველო და სასურსათო კომპლექსი-მიმდინარე პროცესები, შედეგები და ამოცანები 1998). 2000 წლისათვის მან 40 ათას ტონას მიაღწია და ბოლო წლებში 35-60 ათასი ტონის ფარგლებში მერყეობს მაშინ როდესაც მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგიის სრულად გატარება განოციერების რაციონალური სისტემის გამოყენება მნიშვნელოვან გავლენას მოახდენს ციტრუსოვანთა პროდუქტიულობაზე და სრულიად შესაძლებელია მან 2010 წლისათვის მიაღწიოს 160-200 ათას ტონამდ. (საქ. სოფ. მეურნეობა 2002. სტატისტიკური კრებული 2004)

ციტრუსოვანთა სისტემატიურად მაღალი მოსავლის მიღება შედარებით ღარიბ წითელმიწა და სუბტროპიკულ ეწერ ნიადაგებზე ბევრადაა დამოკიდებული სასუქების პირველ რიგში აზოტოვანი სასუქების სწორ გამოყენებაზე.

სასუქები არა მარტო დადებითად მოქმედებენ ციტრუსოვანი მცენარეების ზრდასა და განვითარებაზე, არამედ არსებით გავლენას ახდენენ ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლებაზეც. ისინი განაპირობებენ მცენარეთა მოსავლიანობის მდგრადობას გარემოს არახელსაყრელ პირობებისადმი, მათ შორის დაბალ ტემპერატურის მიმართ.

მცენარეთა უმეტესი ნაწილისათვის აზოტის წყაროს წარმოადგენს ნიადაგში არსებული ამონიუმი და ნიტრატები. მხოლოდ ზოგიერთ მცენარეს აქვს უნარი შეითვისოს მოლეკულური აზოტი ატმოსფეროსიდან და გადაიყვანოს Yიგი ორგანული ნივთიერების შესაქმნელად.

მალიმიტირებელი როლი ციტრუსოვანთა აზოტის ბიოლოგიურ და სამეურნეო პროდუქტიულობაში განსაზღვრავენ დიდ სამეცნიერო და საწარმოო მნიშვნელობას გამოკვლევებისადმი, რომლებიც უზრუნველყოფენ აზოტოვანი სასუქების რაციონალურ გამოყენებას, არამწარმოებლური დანაკარგების შემცირებას, გარემოს დაცვას დაბინძურებისაგან და პროდუქციის ხარისხის ამაღლებას.

ზემოთაღნიშნული საკითხების გადაწყვეტა უშუალოდ დაკავშირებულია აზოტის ტრანსპორმაციის ძირითადი ეტაპების შესწავლასთან “ნიადაგი- მცენარე” წინამდებარე ნაშრომში განხილულია ციტრუსოვანთა აზოტით კვების ძირითადი მომენტები.

ნიადაგსა და მცენარეებში აზოტის ტრანსფორმაციის საკითხების შესწავლის ფართო შესაძლებლობები, შეტანილი აზოტოვანი სასუქების ბალანსის დადგენის სისტემაში “ნიადაგი-მცენარე”, განაპირობა კვლევაში სტაბილური იზოტოპის N^{15} -ის ფართო გამოყენებამ.

1. ლიტერატურული მიმოხილვა

1.1. აზოტოვანი სასუქების როლი ციტრუსოვანი კულტურების კვებაში

მცენარე ზრდა-განვითარებისთვის საჭირო აზოტის ძირითად წყაროს ნიადაგი წარმოადგენს. მუდმივად მიმდინარე აზოტის ბიოლოგიური წრებრუნვის შედეგად ხდება შეთვისებული აზოტის მარაგის შევსება ორგანული ნივთიერების მინერალიზაციით. როგორც ცნობილია, ნიადაგში აზოტის ძირითადი მარაგი ორგანულ ფორმაშია და მისი მცენარისათვის მისაწვდომობა დამოკიდებულია ნიადაგში მიმდინარე ბიოლოგიური პროცესების (ამონიფიკაცია, ნიტრიფიკაცია) ინტანსივობაზე. ნიადაგში მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმაში არსებული აზოტის მარაგის უმეტესობა განსაკუთრებით სუბტროპიკულ ზონის ნიადაგებში იმდენად მცირეა, რომ ის ვერ უზრუნველყოფს მცენარეების ნორმალურ ზრდა-განვითარებას და აზოტზე მოთხოვნილების უზრუნველსაყოფად აზოტოვანი სასუქების შეტანა აუცილებელია.

ციტრუსები მიეკუთვნებიან უხვად მსხმოიარე მცენარეებს. როგორც მრავალწლიან მცენარეებს, მათ ხანგძლივი პერიოდის განმავლობაში ნიადაგიდან გამოაქვთ საკვები ნივთიერებები და აღარიბებენ ნიადაგს. ციტრუსოვანი მცენარეები სხვა საკვებ ნივთიერებებთან შედარებით განსაკუთრებით ბევრ აზოტს მოიხმარენ. მათი ნაკლებობა კრიტიკულია სწორედ ციტრუსების ყვავილობისა და ნაყოფის გამოღების პერიოდში (Capman, Parker 1942; Steuart, Ukeaton, Reeso 1968; Jan L. 1973). ჩვენი და უცხოელი მეციტრუსეების გამოკვლევებით დასტურდება მჭიდრო

კორელაცია ნიადაგში შეტანილი აზოტოვანი სასუქების რაოდენობასა ციტრუსოვანთა მოსავალს შორის. აზოტოვანი სასუქების გამოყენების სისტემის შემდგომი სრულყოფისათვის აუცილებელია შევისწავლოთ: შეტანილი სასუქების ბალანსი, მცენარეში აზოტის მეტაბოლიზმის თავისებურებები და ნიადაგში ნიტრატული, ამიაკური, ამიდური ფორმები აზოტოვანი სასუქების შეტანისას. ი. მარშანიას (1967, 1970, 1981); ი. გამყრელიძის (1971); მ. ბზიავას (1973); ც. ლლონტის (1970, 1971, 1974, 1975); ო. კაჭარავას (1974); ნ. ცანავას (1980); ი. მარშანიას უბჟალავას (1984); შ. ლომინაძისა და ვ. ცანავას (1994); Минаев В. (2004); P. I. Aso et al (1970, 1983); R . G . J. Koo et al (1974) ნაშრომებში განხილულია აზოტოვანი სასუქების ეფექტიანობა ციტრუსოვნებში, დადგენილია აზოტოვანი სასუქების ნორმებისა და ფორმების გავლენა მოსავლიანობაზე, ნაყოფის ხარისხობრივ მაჩვენებლებსა და ნიადაგის აგროქიმიურ თვისებებზე. პ. გიგინეიშვილის (1945); მ. გოჩოლაშვილის (1949); ი. მარშანიას (1970); ი. გამყრელიძის (1971); მ. ბზიავას (1973); ნ. ცანავას და ჰ. მორჩილაძის (1983); შ. ლომინაძის და ვ. ცანავას (1994) მონაცემებით აზოტო- ვანი სასუქების შეტანით ციტრუსოვანთა მოსავლიანობა იზრდება, 18-30 %-ით, ცალკეული ჯიშების მიხედვით კი უფრო მეტად.

ი. გამყრელიძემ (1971) აზოტოვანი სასუქების შეტანის ვადების და სიხშირის ეფექტიანობის შესწავლით დაადგინა, რომ სამჯერადი შეტანა (40%-ყვავილობამდე, 30%- ყვავილობის შემდეგ და 30%-მეორე ზრდის დასაწყისში) მოსავალს 16%-ით ადიდებს. გაეწრებული ტყის ყომრალ ნიადა-გებში ო. კაჭარავას (1974 ა) მიხედვით რეკომენდებულია აზოტოვანი სასუქების სამ ვადაში შეტანა თანაბარი განაწილებით (თითოეულში ნორმის 33%).

მკვლევართა უმრავლესობა (Бзиава М. 1968, Гамкрелидзе И. 1971, Маршаниа И. 1970, Качарава О. 1974, Бжалава У. 1983ა, Чачибая Т. 1983 ა) უპირატესობას ანიჭებენ ამონიუმის გვარჯილის წილადობრივ შეტანას. მაგრამ ზოგიერთი საზღვარგარეთელი მკვლევარის მონაცემებით (შპორტერ ეტ ალ 1970 ; შაკანტო ეტ ალ 1971 ; ასო ეტ ალ 1980, 1983) აზოტის წლიური ნორმის წილადობრივი და ერთდროული შეტანა დიდ განსხვავებას არ იწვევს და პრაქტიკულად ტოლფასოვანია როგორც მოსავლის, ისე ხარისხობრივი მაჩვენებლების, აგრეთვე ფოთლებში აზოტის შემცველობის მიხედვით.

ჩატარებული გამოკვლევებით (Прианишников Д. 1951, Турчин Ф. 1972, Петербургский А. , Зардалишвили О. 1972) დადგენილი იქნა, რომ მცენარის მიერ ამა თუ იმ ფორმის აზოტის გამოყენება დამოკიდებულია მთელ რიგ თვისებებზე, კერძოდ მცენარის სახეობაზე, ნიადაგის მჟავიანობის დონეზე, ფესვების გამონაყოფის რეაქციაზე, მცენარესა და ნიადაგში კათიონების თანაფარდობაზე.

მინერალური და ორგანული სასუქების შეტანით არსებითად იცვლება ნიადაგის აგროქიმიური თვისებები. ნიადაგის ყველაზე ღრმა ფიზიკურ-ქიმიურ ცვლილებებს იწვევს აზოტოვანი სასუქების ფიზიოლოგიურად მჟავე ფორმები ი. გამყრელიძემ (1966) გვიჩვენა, რომ წითელმიწა ნიადაგში ამონიუმის სულფატის 280 კგ/ჰა ნორმით შეტანის შედეგად ცდის მიმდინარეობის მეხუთე წელს pH წყლის სუსპენზიაში 5,0- დან 3,9- მდე დავიდა, ხოლო 30-ე წელს ის შეადგენს 3,7. ამ ცდაში pH-ზე უფრო მკვეთრად შეიცვალა გაცვლითი და ჰიდროლიზური მჟავიანობა, კერძოდ გაცვლითი მჟავიანობა გაიზარდა 6,4-დან 2,7- მდე, ხოლო ჰიდროლიზური 10,9- დან 14, 9 მგ. ეკვ.-მდე 100 გრამ ნიადაგში.

ამონიუმის სულფატის შეტანისას კათიონებით (Ca^{++} და Mg^{+}) ნიადაგის მნიშვნელოვანი გაღარიბება დადგენილია ნ. კოჩიაშვილის (1971) და ც. ღლონტის (1973) ნაშრომებში. ანალოგიური მონაცემები აქვთ მიღებული C. Anderson (1980) და B. Havelka (1981) ფლორიდის პირობებში. ამის გამო უკანასკნელ პერიოდში დიდი ყურადღება მიექცა მაგნიუმიანი სასუქების ეფექტურობის საკითხებს ციტრუსების ბაღებში . ამ მიმართულებით საინტერესო გამოკვლევები აქვთ ჩატარებული გ. გომიაშვილს, ა. ბერიძეს, მ. ჟედენოვას (1963) ; ო. დათუაძეს (1964); ი. მარშანიას და ჯ. წოწონავას (1973), ციტრუსების ბაღების ნიადაგებში მაგნიუმის მოძრავი ფორმების დეფიციტს აღნიშნული ავტორები ხსნიან მოსავლით ნიადაგიდან მაგნიუმის გამოტანით, ფიზიოლოგიურად მჟავე სასუქების ინტენსიური გამოყენებით მაგნიუმისა და სხვა ფუძეების მოძრავ ფორმებში გადასვლითა და ნალექებით მათი გამოტანით ნიადაგიდან. ამის გამო ჯ. წოწონავა (2002) მიუთითებს სრული მინერალური სასუქების ფონზე MgO -ს 100გ/ზეზე ორ წელიწადში ერთხელ შეტანით, მცენარის მიწისზედა ნაწილების ზრდის პირობების გაუმჯობესებაზე, მცენარის სასარგებლო გამონასკვის პროცენტულ მატებასა და საბოლოოდ მანდარინის მოსავლის ზრდაზე.

ციტრუსების მოსავლიანობის გადიდების საქმეში აზოტოვანი სასუქების წამყვანი როლი დასტურდება სამამულო და უცხოური ლიტერატურული წყაროებით. მეციტრუსეობის ყველა ეკოლოგიურ ზონაში საკვები ელემენტებიდან აზოტი პირველ მინიმუმშია.

ციტრუსების ბაღში აზოტოვანი სასუქების რაციონალური ნორმების დადგენისთვის საქართველოს ტენიან სუბტროპიკებში მნიშვნელოვანი კვლევებია ჩატარებული სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებზე პ. გიგინეიშვილის (1945), მ. გაბისონიას (1966), ი. მარშანიას (1970), ი. გამყრელიძის (1971), ო. კაჭარავას (1974), ნ. ცანავას (1980), თ. ჩაჩიბაიას (1983), უ. ბუღავას (1983), ზ. მიქელაძის (1985), ი. აკბას (1988), ა. გორდელაძის (1988), შ. ლომინაძის და ვ. ცანავას (1994), რ. ჯაბნიძის (1999), ჯ. წოწონავას (2002) და სხვათა მიერ.

აღნიშნულ ავტორთა მონაცემებით აზოტოვანი სასუქები განსაზღვრავენ ციტრუსოვანი მცენარეების ზრდას, მოსავლიანობას, მოსავლის ხარისხს და აგრეთვე ფოსფოროვანი და კალიუმის სასუქების ეფექტურობას. სამამულო და უცხოურ ლიტერატურაში არ არის ერთიანი აზრი აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენის შესახებ ციტრუსოვანთა ბაღებში, მაგრამ ყველა მკვლევარი მიდის ერთ დასკვნამდე, რომ აზოტი განსაზღვრავს ციტრუსების მოსავლიანობას.. (Гамкрелидзе И. 1965 , Маршания И, Бжалава У. 1984, შ. ლომინაძე, ვ. ცანავა 1994 , H. W. Ford et al 1957 , A. Gonchales et. al 1984) .

ჩატარებული მეცნიერული კვლევის შედეგად დადგენილ იქნა, რომ აზოტოვანი სასუქების გადიდებული ნორმით გამოყენება არ იწვევს ციტრუსოვანი მცენარეების მოსავლიანობის ზრდას და რიგ შემთხვევაში შეინიშნება მოსავლიანობის კლება.

აზოტოვანი სასუქების მაღალი ნორმების გამოყენებას დიდი ყურადღება მიექცა უცხოეთში 70-იან წლებამდე, სადაც ერთ ჰექტარიდან 25- დან 30- ტონამდე მოსავლის მიღების შემთხვევაში იყენებდნენ 330კგ აზოტს და უფრო მეტს (I. R Botan, 1959), ხოლო შემდგომ პერიოდში დაიწყო აზოტოვანი სასუქების ნორმების შემცირება, 130 და 250კგ/ჰა-ს ფარგლებში და ციტრუსოვანი მოსავალი აღწევს 31,4- 32,6 ტ/ჰა. ე. ი. აზოტის აღნიშნული ნორმების გამოყენებით მიღებულია პრაქტიკულად თანაბარი მოსავალი. (ი. მარშანია 1991).

ი. გამყრელიძის (1945), ი. მარშანიას (1961), ი. მარშანიას და თ ჩაჩიბაიას (1983), უ. ბჟალავას (1983), ზ. მიქელაძეს (1985), ვ. ცანავასა და შ. ლომინაძის (1994) მიერ ჩატარებულ ცდებში სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებზე აზოტოვანი სასუქების გაზდილი ნორმების გამოყენება ციტრუსოვანთა ახალგაზრდა ბაღებში მოსავლიანობაში არსებითი ცვლილებები არ გამოუწვევია მოსავალში. აზოტოვანი სასუქების ნორმების გადიდება ყოველთვის არ იწვევს მოსავლის ზრდას, პირიქით, აღინიშნება მისი შემცირება დაბალი დოზების გამოყენებასთან.

ი. გამყრელიძემ (1945) და პ. გიგინეიშვილმა (1945) დაადგინეს მანდარინის 8-10 წლიან მცენარისათვის აზოტის ოპტიმალური ნორმა 240 გ/მ²/ზე რეგორც წითელმიწა, ასევე ეწერ ნიადაგებში. ნორმის შემდგომმა გადიდებამ გამოიწვია მოსავლიანობის რამდენამდე შემცირება (ი. გამყრელიძე 1971).

ც. ლლონტის (1973) მონაცემებით, წითელმიწა ნიადაგებზე გაშენებულ ფორთოხლის სრულმოსავლიან ბაღში ოპტიმალურ ნორმად შეიძლება ჩაითვალოს აზოტის ნორმა 250 გ/ზე. შ. ფუტკარძე და კ. თალაკვაძე (1971) აღნიშნულ ნორმას ოპტიმალურად მიიჩნევენ მაღალი მოსავლის მიღებისათვის ამ ტიპის ნიადაგებზე.

მ. გაბისონიას მონაცემებით (1964) ამავე ასაკის ფორთოხლის ნარგაობის აზოტზე მოთხოვნილება შეადგენს 300 გ/ზე.

იაპონიაში 1967 წლამდე მანდარინისა და ფორთოხლის ბარებში იყენებდნენ ჰექტარზე 600- დან 800კგ- მდე აზოტოვან სასუქებს (E. Iuda 1977). შემდგომ პერიოდში მანდარინ უნშიუსათვის აზოტის ნორმა შეადგენდა 300კგ/ჰა, ხოლო ადრე მწიფებადი მანდარინებისათვის კიდევ უფრო ნაკლებს [თ. შაკომოტო, ციტირებულია ი.მარშანიას (1991წ) მიხედვით].

კალიფორნიაში 1970 წლიდან დაიწყეს აზოტოვანი სასუქის ნორმის შემცირება 80-120კგ/ჰა-მდე, რითაც მიღებული იქნა 30-40 ტ/ჰა მანდარინის მოსავალი (N. Chepman, T. Embleton, 1964).

ფლორიდაში 40ტ/ჰა ციტრუსების ნაყოფის მისაღებად იყენებენ 225კგ/ჰა აზოტს [(R.Rolps, ციტირებულია ი. მარშანიას (1991 წ) მიხედვით)].

რკინით მდიდარ წითელმიწა ნიადაგებზე ფორთოხალ ვალენსიასათვის გამოიცადა აზოტოვანი სასუქების სამი ნორმა-50; 100; 200კგ/ჰა (Hernandez, 1981) ნაჩვენებია, რომ აზოტოვანი სასუქების ოპტიმალური ნორმაა 150კგ/ჰა, რომელიც იძლევა ჰექტარზე 33ტ მოსავალს, აღნიშნული ნორმა (И Гамкрелидзе 1965; У

Бжалава 1983;И Маршания; 1984, У. Бжалава 1984, შ.ლომინაძე, ვ.ცანავა1994; Stevartetal,1965; Smit,1966; Snarples et al 1969; Hernandez 1979) მიერ რეკომენდირებულ ნორმებს უახლოვდება.

წითელმიწა ნიადაგების პირობებში აზოტოვანი სასუქების ნორმები დადგენილია ციტრუსოვანი კულტურების მოსავლიანობის მიხედვით გ.აბესაძისა და ი. ნაკაიძის (1991), ი. მარშანიას (1970) მიერ, რომლებიც კვლევის შედეგებიდან აკეთებენ შემდეგ დასკვნებს: როცა თითოეულ მცენარეზე მანდარინის მოსავალი აღემატება 500, ადგილობრივი ფორთოხლის-400, ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის-300, და ლიმონის 400 ცალს, მაშინ აზოტის ნორმა 30-დან 50%-მდე უნდა გადიდდეს.

ციტრუსების ბალის განოყიერებისათვის აზოტის ნორმის შემცირების თანამედროვე ტენდენციას საფუძვლად უდევს სამი ფაქტორი:

1. აგროტექნიკის და მცენარის მინერალური კვების ოპერატიული კონტროლის სრულყოფის ხარჯზე აზოტოვანი სასუქების ეფექტურობის ამაღლება.

2. მოსავლის მიერ სასუქის აზოტის გამოყენების კოეფიციენტის გაზრდა, ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლება და გარემოს გაჭუჭყიანების შემცირება.

3. მსოფლიო ბაზარზე სასუქების ფასის მნიშვნელოვანი ზრდის შედეგად ერთ კილოგრამ შეტანილ აზოტზე მოსავლის მატების რენტაბელობა ყველა სხვა თანაბარ პირობებში ეცემა.

მნიშვნელოვანი კვლევითი სამუშაოებია ჩატარებული ციტრუსოვანთა ბაღებში აზოტოვანი სასუქების ეფექტური ფორმების დასადგენად. მ. გაბისონიას (1964) მონაცემებით ფორთოხლის ბაღებში ამონიუმის გვარჯილა უფრო მაღალ მოსავალს უზრუნველყოფს ვიდრე ამონიუმის სულფატი. ანალოგიური კანონზომიერება ნარჩუნდება შემდგომ პერიოდშიც, (Глонти Ц. 1975, შ. ლომინაძე, ვ. ცანავა 1994).

ნ. ცანავას (1985) მონაცემებით ფორთოხლისათვის აზოტოვანი სასუქების საუკეთესო ფორმებია ნატრიუმის გვარჯილა, ამონიუმის სულფატი და მონტან გვარჯილა. ხოლო შ. ლომინაძის და ვ. ცანავას (1994) გამოკვლევებით გამოვ-ლინდა, რომ ფორთოხალ ვაშინგტონ_ნაველისათვის აზოტოვანი სასუქების ფორმებიდან საუკეთესოა ნაკლებად მჟავე და ტუტე სასუქები, როგორცაა ამონიუმის გვარჯილა, კარბამიდი და ნატრიუმის გვარჯილა.

ი. მარშანამ, ზ. მიქელაძემ (1983) დაადგინეს, რომ ფორთოხლისათვის საუკეთესოა ამონიუმის სულფატის გამოყენება (126,7 კგ. ნაყოფი-ერთ კილო-გრამ შეტანილ აზოტზე). ამონიუმის გვარჯილისა და კარბამიდის ნორმების ზრდით მკვეთრად ეცემა მოსავლის მატება ერთ კგ. შეტანილ აზოტზე გადაანგარიშებით.

სიცილიაში ფორთოხლის სანერგეებში აზოტოვანი სასუქები შეაქვთ კალციუმის ნიტრატის, ამონიუმის სულფატის და შარდოვანას ფორმებით (ინტრიგლიოლონ 1985). ფორთოხლის ხეების პროდუქტიულობა უფრო მაღალი იყო ამონიუმის სულფატის გამოყენებისას, ვიდრე კალციუმის ნიტრატის შეტანისას.

ციტრუსების ბაღში აზოტოვანი სასუქების ფორმები საქართველოს პირობებში შესწავლილი იქნა მ. გაბისონიას (1966) მ. გამყრელიძის (1971), ი.მარშანიას(1970), მ. ბზიავას (1973), ც.ღლონტის (1975), შ. ლომინაძის, ვ. ცანავას (1994), უცხოეთში კი Aso I. et al (1980, 1983), Anderson C. (1980) და სხვათა მიერ დადგენილი იქნა, რომ მიაკური, ნიტრატულ-ამიაკური და ამიდური ფორმების აზოტოვანი სასუქები მნიშვნელოვნად და პრაქტიკულად ერთნაირად ადიდებს ციტრუსების მოსავალს. ამასთან Rondhava (1968), H. I. Okamiro et al (1973)-ს მონაცემებით მეციტრუსეობის მსოფლიო რეგიონებში მანდარინის ბაღების ნიტრატული სასუქებით განოყიერებისას გამოიკვეთა მცირე უპირატესობა ზრდა-განვითარებაში ამიაკურ კვებასთან შედარებით. ანალოგიური მონაცემები მიღებულია მანდარინის ჯიშ სატსუმზე (T. Kato 1980) ცდებში, სადაც შესწავლილია ამიაკური და ნიტრატული აზოტის ასიმილაციის საკითხები.

ციტრუსების ბაღებში აზოტოვანი სასუქების შეტანის წესებსა და ხერხებზე გარკვეული კვლევებია ჩატარებული სამამულო და უცხოელ მეცნიერთა მიერ. გაეწრებული ტყის ყომრალი ნიადაგებისათვის ო. კაჭარავა (1974ა) რეკომენდაციას აძლევს ამონიუმის გვარჯილის შემდეგ ნორმებს; 1-4 წლიან ნარგაობაში 150 , 5-8 წლიანში 300, ხოლო 9- წლიანზე 600 გ/ხეზე.

ამონიუმის გვარჯილისა და კარბამიდის ორმაგი ნორმის ეფექტი განსაკუთრებით მაღალია 4-5 წლიან მანდარინის ბაღში , როცა აზოტის აგროტექნიკური ნორმა შეადგენს 80გრ/ხეზე:იგი უზრუნველყოფს მოსავლის მატებას 35-52% -ის ფარგლებში ერთჯერადი ნორმის გამოყენებასთან შედარებით (თ. ჩაჩიბაია, ი. მარშანია 1983) .

G. Sahata et al (1981) მსუბუქ თიხნარ ნიადაგებზე გაშენებულ ჰამლინის ჯიშის 14-წლიან ნარგაობაში კარბამიდის ნორმების (0,5; 1,0; 1,5; კგ/ხეზე წილადობრივი თებერვალსა და აპრილში) გამოყენებისას ერთ ხეზე ერთ კილოგრამამდე ნორმის მოსავალზე 35,45 კგ შეადგინა ერთ ხეზე. ნორმის შემდგომი ზრდა ამცირებს მოსავალს 32,28 კგ/ხეზე მდე. კარბამიდის შეტანის გარეშე მიღებულია მინიმალური მოსავალი 22,9 კგ/ხეზე.

შ. ლომინაძის (1989), შ. ლომინაძის და ვ. ცანავას (1994) მიერ შესწავლილ იქნა ყვითელმიწა ნიადაგებზე ამონიუმის გვარჯილისა და კარბამიდის შეტანის წესები ლიმონ "მეიერის" ბაღში. მიღებული შედეგებიდან ირკვევა, რომ ლიმონის მოსავლიანობაზე არავითარ გავლენას არ ახდენს ამ სასუქების ორ ვადაში შეტანა, ცალკეულ წლებში ჩამორჩება კიდევ აზოტოვანი სასუქების ერთ ვადაში შეტანის წესს. ანალოგიური მონაცემებია მიღებული L Aso et al (1983) მიერ ტუკუმანის პირობებში.

Поуль Ф. Смит, Вольтер Ройтер (1968) წლების მანძილზე სწავლობდნენ ფორთოხლის სხვადასხვა ჯიშების ნარგაობაში აზოტოვანი სასუქების შეტანის ვადებს და მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ ციტრუსოვნებს-მარადმწვანე მცენარეებს, აქვთ უნარი ორგანიზმში დააგროვონ აზოტი და შემდგომ გამოიყენონ რეუტილიზაციისათვის. ამიტომ აზოტოვანი სასუქების ეფექტს განსაზღვრავს არა შეტანის ვადა, არამედ მისი ნორმა.

მცენარეში და მათ შორის ციტრუსებში აზოტის განაწილება ცალკეულ ორგანოებში ხასიათდება მისი ფოთლებში კონცენტრაციის ზრდით, შემდეგ ფესვებში, ხოლო სხვა ორგანოებში შედარებით ნაკლები შემცველობით. Chapman, W. P. Kelley (1948) მონაცემებით აზოტის შემცველობა ციტრუსების ცალკეულ ორგანოში მერყეობს და ფორთოხლის, გრეიფრუტის და ლიმონის ფოთოლში 2,24%, 2,41% და 1,5%-ია შესაბამისად. ღეროებში აზოტის შემცველობა მერყეობს 0,67-1,0%-ის ფარგლებში. ფესვებში ის 0,82-0,87%, ხოლო ნაყოფებში 0,112-0,174%. ძირითადი საკვები ელემენტებიდან (NPK) აზოტი გაცილებით მეტ გავლენას ახდენს ციტრუსების ფოთლების, ყვავილებისა და ნაყოფების წარმოქმნაზე (ი. მარშანია 1991; შ. ლომინაძე 1989).

აზოტოვანი სასუქების გავლენაზე მცენარეში აზოტის გარდაქმნის საკითხებზე მრავალი მეცნიერის კვლევაა ჩატარებული, მათ შორის უნდა აღინიშნოს ი. გამყრელიძე 1971. ვ. ცანავა 1985.

ნ. ცანავა, თ. კილაძე, შ. ფუტკარაძემ (1984) შეისწავლეს წითელმიწა ნიადაგების პირობებში ამონიუმის გვარჯილის ნორმებისა და შეტანის ხერხების გავლენა მანდარინის ნაყოფში აზოტის შემცველ ნივთიერებების შედგენილობაზე და დაადგინეს რომ ნორმების გადიდებასთან ერთად ნაყოფის რბილობში გაიზარდა თავისუფალი ამინომჟავების საერთო რაოდენობა, ხოლო 500 და მეტი გრ/ხეზე ნორმის გამოყენებით ეს მაჩვენებელი კიდევ უფრო მკვეთრად მატულობს. კანში კი თავისუფალი ამინომჟავების რაოდენობის განსაზღვრამ აჩვენა, რომ მათი რაოდენობა ნაკლებად იზრდება.

ავსტრალიაში (Chapman, 1982) აზოტოვანი სასუქები მანდარინის ბალებში 400-700 გრ/ხეზე. პირველ შემთხვევაში ყოველწლიური შეტანისას აზოტის საშუალო შემცველობა არამსხომიარე ტოტებისა და ყლორტების ფოთლებში შეადგანდა 2,83%-ს, ხოლო მსხომიარეში 2,23%-ს. ერთ ხეზე 700 გ ნორმის გამოყენებისას ეს სიდიდეები 0,11%-ით მაღალი იყო, ამასთან ამ ნორმას გავლენა არ მოუხდენია მოსავლისა და ნაყოფის ხარისხზე.

ი. გამყრელიძის (1967) მონაცემებით, მანდარინის ბაღში აზოტოვანი სასუქების შეტანისას სქელდება ნაყოფის კანი და მცირდება წვენი შემცველობა. აზოტის ნორმის მატებისას (PK ფონზე) იზრდება მანდარინის ნაყოფის კანის სისქე და საერთო შაქრების შემცველობა.

შ. თავდგირიძის, შ. ფუტკარაძის (1976) შ. თავდგირიძის (1979) მიერ დადგენილია მანდარინ უნშიუს ნაყოფის ზრდასა და მექანიკურ შემადგელობაზე, ვიტამინ C-სა და შაქრების დაგროვებაზე დადებითად მოქმედებს შარდოვანას ფორმალდეჰიდური სასუქი (შფს).

ე. ფირცხალაიშვილის (1970) მონაცემების მიხედვით აზოტოვანი სასუქები ზრდის ვიტამინ C-ს შემცველობას ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის სხვადასხვა ორგანოებში. ფორთოხლის ფოთლებში ასკორბინის მჟავას დაგროვებისათვის ყველაზე ეფექტური აღმოჩნდა აზოტოვანი სასუქების ნიტრატული და ამიაკური ფორმები.

R. Reese, R. Koo (1975) ფლორიდაში ფორთოხლების ჰამლინის, პაინეპლისა და ვალენსიას ვარჯზე, მოსავალსა და ნაყოფის ხარისხზე აზოტოვანი სასუქების მზარდი ნორმების გამოყენებით დაადგინეს, რომ ყველაზე მაღალი საუკეთესო ხარისხის მოსავალი მიღებულია აზოტოვანი სასუქის 200კგ/ჰა ნორმით შეტანისას.

აზოტის ნორმის გაზრდით აღინიშნებოდა ნაყოფის მასისა და დიამეტრის მნიშვნელოვნად შემცირება, ხოლო გაიზარდა ნაყოფში წვენის გამოსავლიანობა (56,0% 1,5 კგ/ხეზე ნორმისას და 50,7%- ით კი 0,5 კგ/ხეზე) ამონიუმის სულფატის შეტანისას (R. Koo, R. Reese, 1977; Solata, Arora, 1981).

ცნობილია, რომ აზოტოვანი სასუქები გავლენას ახდენენ არა მარტო მცენარის ზრდა-განვითარებასა და მოსავლიანობაზე, არამედ პროდუქციის ხარისხზეც. J. Aso et al (1983) მონაცემებით აზოტმა გააუმჯობესა ლიმონის ზოგიერთი სასაქონლო და სამრეწველო მაჩვენებელი. განოყიერებულ მცენარეებს ჰქონდათ წვრილი ზომის ნაყოფის მოცემის ტენდენცია უფრო თხელი კანითა და მაღალი მჟავიანობით. აზოტის ნორმის გაზრდით მიღწეულია ლიმონ ლისბონის კანიდან ეთერზეთების უფრო დიდი რაოდენობით მიღება.

სასუქების გავლენას ლიმონ მონაკელოს ეთერზეთების კომპონენტურ შედგენილობაზე სწავლობდნენ ნ. ბადათურია, რ.ბზიავა, ნ. ცანავა და შ.ლომინაძე (1990) მრავალწლიან ცდაში, სადაც იცდებოდა NPK-ს და ორგანული სასუქების (ნაკელი, ტორფ-ნაკელიანი კომპოსტები, სიდერატები, ბალახნარევი, აზოტის გაორმაგებული ნორმა PK-ს ფონზე ნაკელი აზოტის ექვივალენტური რაოდენობით შეტანის ეფექტურობა). ყველა ამ ვარიანტების ნაყოფებში აღინიშნა ეთერზეთების სასიამოვნო არომატის განმსაზღვრელი კომპონენტის ციტრალის (nerals+heraniali) მაღალი შემცველობა. მაქსიმალური რაოდენობა აღინიშნა ვარიანტზე PK+ნაკელი აზოტის ექვივალენტური რაოდენობით შეტანისას. ლიმონ მეიერის ნაყოფი ამ კომპონენტს უმნიშვნელო რაოდენობით შეიცავს. I.Kესტერსონ ეტ ალ (1977)მონაცემებით ფლორიდაში ფორთოხლის ჯიშ პაინეპალ-ზე ჩატარებულ ცდაში მოსავლის (43,5-46,7 ტ/ჰა) და ეთერზეთების გამოსავლიანობის (423-477 კგ/ჰა) მაქსიმუმს უზრუნველყოფს კალიუმის ფონზე N₁₅₇ კგ/ჰა ნორმით შეტანა. ნორმის შენდგომი ზრდა ამცირებს როგორც მოსავლის, ასევე ეთერზეთების გამოსავლიანობას. მინიმალური მოსავალი 27,2-37,0ტ/ჰა და ეთერზეთების

გამოსავლიანობა 225-383კგ/ჰა მიღებულია აზოტის ნორმა 79 და კალიუმის 66 კგ/ჰა შეტანისას.

ო. დათუაძემ (1981) წითელმიწა ნიადაგების პირობებში დაადგინა, რომ მჟავე ნიადაგებზე ციტრუსოვანი კულტურებისთვის უკეთესია კარბამიდის გამოყენება. ამ შემთხვევაში მოსავლის ზრდის პარარელურად მცირდება ნაყოფის ხარისხობრივი მაჩვენებლები, შეინიშნება მსხმოიარობის პერიოდულობის შემცირება.

ნ. ცანავას, ა. ბურჭულაძის (1974) მონაცემებით, ნიადაგის აგროქიმიური თვისებები, განსაკუთრებით მჟავიანობის ფორმები, მკვეთრად მოქმედებენ მანდარინის ნაყოფში აზოტმემცველი ნივთიერებების შემცველობის ცვალებადობაზე. 4,0- ზე ნაკლები pH-ის დროს თავისუფალი ამინომჟავების რაოდენობა 2-4 ჯერ დაბალია.

ც. ლლონტის (1971, 1973) მონაცემებით, ფიზიოლოგიურად მჟავე აზოტოვანი სასუქების გამოყენებისას ნიადაგში მიმდინარეობს ღრმა ცვლილებები, კერძოდ კალციუმით, მაგნიუმითა და კალიუმით გაღარიბება, ჰუმუსის, აზოტისა და ფოსფორის დაგროვება განსაკუთრებით აღინიშნა ამონიუმის სულფატისა და მონტანგვარჯილის შეტანისას.

ვ. ცანავას (1985, 1988) მონაცემებით ირკვევა, რომ აზოტოვანი სასუქების სისტემური შეტანის შედეგად წითელმიწა ნიადაგებში ჩაის პლანტაციის ქვეშ იწვევს ზოგიერთ ცვლილებებს. კერძოდ, ნორმების გადიდებით იზრდება შთანთქმის ტევადობა შთანთქმული ალუმინისა და წყალბადის ხარჯზე, ხოლო შთანთქმული ფუძეების ჯამი ძირითადად ეცემა. ასევე იზრდება მჟავიანობის ფორმები, მოძრავი რკინა და ალუმინი. მცირდება დისპერსია, უმჯობესდება სტრუქტურა და სხვა ფიზიკური მაჩვენებლები.

ჯ. წოწონავას (2002) გამოკვლევებიდან ჩანს, რომ მანდარინის ბაღში აზოტ-ფოსფორიანი სასუქების სისტემური ხანგრძლივი (26 წელი) გამოყენების პირობებში მცენარის შტამბიდან 0-250 სმ- ის არეალისა და ნიადაგის 0-60 სმ-ის სიღრმეში ჰუმუსის შემცველობა 0.2%- ით გაიზარდა უსასუქო ვარიანტთან შედარებით.

წითელმიწა ნიადაგებზე მინერალური სასუქების ხანგრძლივი მოქმედება რთული და წინააღმდეგობრივია, დადებით თვისებებთან ერთად (ჰუმუსის გაზრდა 1,5-2,0 ჯერ NPK ფონის საერთო და მოძრავი ფორმების შემცველობის 2-2,5 ჯერ) ბოლო წლებში, როგორც აღნიშნავს ლ. თავდიშვილი (2003) თავი იჩინა უარყოფითმა

მოვლენებმა ჩაის პლანტაციით დაკავებული წითელმიწა ნიადაგი ძლიერ დამჟავდა; pH_{360} -ის გამონაწურში მიაღწია 3,0 და უფრო ნაკლებსაც, იმატა გაცვლითი და ჰიდროლიზური მჟავიანობის მაჩვენებლებმა, აგრეთვე Al-ის და Fe-ის აქტივობამ, შემცირდა მაგნიუმის, კალციუმის, მანგანუმის, ბორის, ნაწილობრივ თუთიის და სპილენძის შესათვისებული ფორმების რაოდენობა. იგი მიუთითებს, რომ ამ მაჩვენებლებზე ყველაზე მკაფიოდ მოქმედებენ აზოტოვანი, შედარებით ნაკლებად ფოსფორიანი და უფრო ნაკლებად კალიუმისანი სასუქები.

მიუხედავად ასეთი მრავალფეროვანი მეცნიერული კვლევებისა ნათლად იკვეთება გარკვეული განსხვავებები ფორმებისა და ნორმების ეფექტურობაში სახეობრივ და ჯიშობრივ ჭრილში, რეკომენდაციები კი ითვალისწინებენ ერთნაირ ფორმებსა და ნორმებს, განსხვავება მხოლოდ ნორმების რეგულირებაში არის მსხმოიარობიდან გამომდინარე.

1. 2. სუბტროპიკულ კულტურათა მინერალური კვების დიაგნოსტიკა

მცენარეული დიაგნოსტიკის მიზანია სავეგეტაციო პერიოდში ნარგაობის მინერალური კვებით უზრუნველყოფის კონტროლი, რათა გამოინახოს მათი გამოყენების საუკეთესო ხერხები მაღალი მოსავლის მისაღებად.(Соколов А. 1960).

მცენარის კვების კონტროლის ჩასატარებლად გამოიყენება მათი აღრიცხვის ხერხები: ბიომეტრიული, მორფოლოგიური და ფენოლოგიური მაჩვენებლები ვეგეტაციის პერიოდში, ხოლო ვეგეტაციის ბოლოს- მოსავლის ანალიზი, ვიზუალური და ქიმიური დიაგნოსტიკები, ე. ი. მცენარის ექსპრეს ანალიზი ვეგეტაციის განმავლობაში (Церлинг В. 1978).

ლიტერატურაში მოყვანილია ხეხილოვნების, ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების დიაგნოსტიკის მეთოდები (Спиваковский Н. 1970, Зелинская Е, Горелцкая С. с соавт. 1976; Кондаков А. 1976; Рубин С. Бондаренко А. и др.1976; Бзиава М. 1976; Бурчуладзе И.и др. 1976; Годзишвили Г.и др. 1976; Бзиава М. Бурчуладзе И. Цанава В. и др.1982; Цанава Н. Такидзе Р и др. 1983. Минаев В. (2004); ლ. თავდიშვილი 2003).

J.R. Gurdiola et al (1984), Z. Kato et al (1986) ფორთოხლისა და მანდარინის ნარგაობაში ფოთლების ქიმიური ანალიზის მონაცემები გამოიყენეს მოდელირების მეთოდისათვის რამაც მათ შესაძლებლობა მისცა დაედგინათ აზოტოვანი სასუქების ოპტიმალური ნორმები ფოთლებში მინერალურ ნივთიერებათა შემცველობის გათვალისწინებით.

კალიფორნიაში დაბალ და მაღალმოსავლიან ციტრუსოვანთა ნარგაობაში 20-წლიანი გამოკვლევებისა და ფოთლებში N, P, K, Ca და Mg შემცველობის ანალიზის საფუძველზე ააგეს მოდელი (RIS სისტემა) და დაადგინეს, რომ ფოთლებში აზოტის ოპტიმალური შემცველობა შეადგენს 2,4%-ს, P₂O₅-ისა 0,13%-ს, K₂O-სი 0,8%-ს. მოდელის შემოწმებამ უჩვენა სისტემის საკმაოდ სიზუსტე მინერალური კვების დიაგნოსტიკისათვის და მოსავლის პროგნოზირების შესაძლებლობა (Beverson et al 1984).

ანალოგიური კვლევა წითელმიწა და ყვითელმიწა ნიადაგებზე ფორთოხლისა და ლიმონის ბაღებში ჩატარებულ იქნა ნ. ცანავას და შ. ლომინაძის (1990) მიერ. რომლებმაც დაადგინეს, რომ ფორთოხლისა და ლიმონის მოსავლის გარკვეულ რაოდენობას ფოთლებში P, K, Ca, Mg და Mn განსაზღვრული რაოდენობა შეესაბამება.

რ. ტაკიძემ (1972) დაადგინა პირდაპირი კორელაცია ფოთლებში ფოსფორის შემცველობასა და მოსავლიანობას შორის. მანდარინის პლანტაციაში ყველაზე მაღალი მოსავალი მიღებული იყო ფოთლებში ფოსფორის 0,2% შემცველობისას.

ფორთოხლის ფოთლებში აზოტის შემცველობის ოპტიმალური დონე დადგენილ იქნა W. W. Jones et al (1968, 1968a) მიერ.

ლიმონის ფოთლებში აზოტის შემცველობა ურთიერთკავშირშია მოსავალთან, მაგრამ ჯიშების მიხედვით შეიძლება იყოს სხვაობა. ჯ. ჯ. ჟონეს ეტ ალ (1964) ლიმონის ჯიშებს აზოტის შემცველობის მიხედვით ჰყოფს ორ ჯგუფად; პირველ ჯგუფში შეჰყავთ ისეთი ჯიშებია, რომელთა ფოთლებში აზოტის შემცველობა სექტემბერ-ოქტომბერში არ აღემატება 2,0%-ს, მეორე ჯგუფში შეყვანილია ლიმონის ჯიშები, რომელთა ფოთლებში აზოტის შემცველობა 2,5%-მდე აღწევს. პირველ ჯგუფს ავტორი მიაკუთვნებს ჯიშ- მონრეალს, ხოლო მეორეს- ჯიშ ლისბონს.

H. D. Chapman et al (1969) სწავლობდნენ რა სავეგეტაციო ცდების პირობებში ლიმონის ფოთლებში აზოტის შემცველობას, დაადგინეს, რომ ჯიშ ლისბონისთვის ფოთლებში აზოტის ოპტიმალურ კონცენტრაციად შეიძლება მივიჩნიოთ 2,25-2,40%.

S. Chapter (1973) მიხედვით აზოტის შემცველობას ციტრუსების (გრეიფრუტი) ფოთლებში და ნაყოფებში ასეთი სახე აქვს:მშრალ ფოთლებში იგი იცვლება 2,31-2,76%-ის ფარგლებში, ახალგაზრდა ნაყოფებში იცვლება 113-118 მგ. 100 მლ წვეწმში, ხოლო მთლიანად ნაყოფში კი 2,00-2,44%-ის ფარგლებში.

O.G.Taylor et al (1960) ჯიშ ევრიკას ფოთლებისთვის აზოტის ოპტიმალურ კონცენტრაციად თვლიან 2,5%-ს.

ინდოეთში მსუბუქ თიხნარ ნიადაგებზე კარბამიდის ნორმების (0,5;1,0; 1,5;კგ/ხეზე) გამოცდისას დაადგინეს, რომ აზოტის ნორმის გაზრდით მცირდება ნაყოფის მასა და დიამეტრი. ფოთლებში აზოტის შემცველობა 1,5 კგ/ხეზე ნორმის დროს იყო 2,7% , ხოლო საკონტროლოში 2,2 % (შანატო ეტ ალ 1981).

J. Aso et al (1980) მიიჩნევენ, რომ მანდარინის და ფორთოხლის ფოთლებში აზოტის შემცველობა არაპირდაპირ კავშირშია მოსავლიანობასთან,მაგრამ აზოტის გამოყენების დროს ეს დამოკიდებულება უფრო ცხადია ფოთლებში აზოტის მაღალი დონის შემცველობის დროს (ნოემბერი და თებერვალი). ლიმონისათვის აზოტის 40, 80, და 120 გ/ხეზე ნორმებს შორის და ჯიშების ზრდის სიძლიერის მიხედვით უკუკავშირი გამოვლინდა. ლიმონ ლისბონის მაქსიმალური მოსავლიანობა აღინიშნებოდა ფოთლებში აზოტის 2,1-დან 2,3% შემცველობისას,ხოლო გენოვას ჯიშში - 2,4-დან 2,6%-მდე შემცველობის დროს (Aso et al 1983).

ფოთლის დიაგნოსტიკის მონაცემებით იტალიაში ციტრუსოვანთა ნარგავებში მაკრო და მიკრო-ელემენტების ოპტიმალური შემცველობა მშრალ ნივთიერებაზე გადაანგარიშებით უნდა იყოს: N- 2,4-2,6; P- 0,12-0,16; K- 0,7-1,09; Ca- 3,0-5,5; Mg- 0,26-0,6 % და სხვა (Racili, 1986).

ა. ბიტერის, მ. ჩებოტარიოვასა და ბ. გოძიაშვილის (1987) მონაცემებით, დოლომიტის ფქვილის შეტანა მკვეთრად ამცირებს კალიუმის შეღწევას ციტრუსოვანთა ფოთლებში, ზოგჯერ ორჯერაც კი (1,4%- დან N₃₀₀P₇₅K₂₀₀ ვარიანტი 0,7%-მდე, დოლომიტის ფქვილის შეტანისას ორი გაცვლით მუავიანობის მიხედ

1.3. ციტრუსოვანი მცენარეების ფესვგარეშე გამოკვების ეფექტურობა

გასული საუკუნის მეორე ნახევარში აგროქიმიის განვითარებაში მნიშვნელოვანი ადგილი დაიკავა სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა ფესვგარეშე დამატებითმა გამოკვებამ, რაც საკვები ნივთიერებების ინტენსიური შთანთქმის პერიოდში მცენარის კვების გასძლიერებლად სასუქის შეტანის დამატებითი ხერხია. გარდა ამისა აღნიშნულ მცენარეთა კვებას, ფესვით დამატებით კვებასთან შედარებით მთელი რიგი უპირატესობა გააჩნია: ჯერ ერთი იხარჯება ნაკლები სასუქი და მეორე, სასუქის საკვები ნივთიერებები არ გარდაიქმნება ძნელხსნად ფორმებად და ნაერთებად. ამ მიმართულებით მნიშვნელოვანი კვლევებია ჩატარებული, როგორც ჩვენთან ისე საზღვარგარეთ.

საქართველოს სუბტროპიკული ზონის ციტრუსოვან კულტურებში კერძოდ მანდარინში ქ.თალაკვადის (1975ა) მიერ შესწავლილია ფესვგარეშე გამოკვების ეფექტურობის საკითხი. მან შეისწავლა კარბამიდით და მიკროელემენტებით ფესვგარეშე გამოკვება. მიღებული მონაცემების საფუძველზე ავტორი აღნიშნავს, რომ მანდარინის, როგორც ახალგაზრდა, ასევე ძველი ფოთლები კარგად ითვისებენ ბორს, ნაყოფში ბორის შემცველობა საკმარისია, მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ მანდარინის ნაყოფის კანში ბორი გაცილებით მეტია ვიდრე რბილობში.

ქ. თალაკვადის (1975) მიერ შესწავლილია ფესვგარე კვების გავლენა მანდარინის ნერგების ზრდასა და განვითარებაზე. მიღებული მონაცემებით ირკვევა, რომ მცენარის წონა მატულობს 43%-ით B-ით ფესვგარეშე კვების შედეგად, ხოლო თუთიით კვებისაგან-56%-ით ნიადაგში შეტანასთან შედარებით. ყოველივე ამას ქ.თალაკვადე იმით ხსნის, რომ მცენარეთა შეფოთვლისათვის ფესვგარეშე კვება საკმარისი არ არის. რაც შეეხება ფესვთა სისტემას, მისი ყველაზე მეტი ზრდა (34%-ით მეტი საკონტროლოზე) აღინიშნება ბორის შეტანის ვარიანტზე, ხოლო თუთიის შეტანისას 2%-ით მატულობს.

ქ. თალაკვადის (1973) მონაცემებით მანდარინის მცენარის ფესვგარეშე გამოკვებისას ფესვით გამოკვებასთან შედარებით მნიშვნელოვანი სხვაობა ნაყოფის ხარისხის გაუმჯობესებაში არ აღნიშნულა. საერთოდ ბორი და თუთია ხელს უწყობენ ნაყოფების ხარისხის გაუმჯობესებას. მაგ. საკონტროლოსთან შედარებით იზრდება

შაქრების შემცველობა. ხოლო ვიტამინ C შემცველობა ყველაზე დიდია კარბამიდის 1%-იანი, B-ის 0,1%-იანი, Zn-0,1%- იან ხსნარების შესხურების ვარიანტზე, (შესაბამისად 41,8%-ს 41,8%; 38,3%), ხოლო ძნ ჰკვ/ჰა ნიადაგში შეტანით ვიტამინ C-ს რაოდენობა 45,4%-მდე იზრდება.

ე.ჯაყელის, გ. სარჯველაძის, ლ. ხარებავას (1988) მიერ ჩატარებულია ციტრუსოვან კულტურებში მცენარეთა ფესვგარეშე გამოკვება ესპანური პრეპარატის “ამინოლ-ფორტეს 2%-იან ხსნარით. ჩატარებული კვლევის შედეგად ირკვევა, რომ ციტრუსოვანი მცენარეების დამუშავება “ამინოლ-ფორტეს” წყლის ხსნარებით დადებით გავლენას ახდენს ნაყოფის სამეურნეო მაჩვენებელზე და პრაქტიკულად არ ცვლის აქროლადი კომპლექსის შემადგენლობას.

2. აზოტის გარდაქმნა სისტემაში «ნიადაგი-სასუქი-მცენარე» და შეტანილი აზოტის ბალანსი

ნიადაგში მინერალური აზოტის ტრანსფორმაცია იწყება შეტანის მომენტიდან და პროცესის ინტენსივობა დამოკიდებულია ნიადაგის ტიპზე, არის რეაქციაზე, ნიადაგის ფიზიკო-ქიმიურ თვისებებზე, მცენარის ბიოლოგიურ თავისებურებებზე და სხვა. (Зардалишвили О, 1970; Кореньков Д 1976; Дელას 1963, Вროადბენტ, 1968;).

აზოტის სტაბილური აზოტოპის ^{15}N -ის გამოყენებით ჩატარებულია გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ნიადადგურ-კლიმატური პირობების, მცენარის ბიოლოგიური თავისებურებების და გამოყენებული აზოტოვანი სასუქების ფორმების მიხედვით ნიადაგში შეტანილი აზოტის 60-დან 50%-მდე რჩება ნიადაგში (Турчин Ф. 1964; Блэк К 1973; Сапожников Н 1973; 1973а; Кореньков Д 1976; Ониани О и др. 1980; Смирнов П. Кидин Б 1982; Ефимов В 1986). N^{15} -ის მცენარეთა მიერ აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი საშუალოდ შეადგენს შეტანილი ნორმის 30-60%-ს (Замиатина Б. и др. 1963; Цанава В 1964, 1965; Андрееви Е и др. 1968; Смирнови И. 1970; Кореньков Д 1976; Цанава В и др. 1977; Гамзиков Г. и др. 1985; Ефимов В и др. 1985; legg et al 1967; Atansiu et al 1971; Westerman et al 1972; Edwards et al 1974; Remy et al 197; Dev, Rennte, 1979).

И. Л. Лавров-ამ (1978) შეაჯამა რა ყოფილ საბჭოთა კავშირში, ვიეტნამში, გერმანიაში სავსე პირობებში ^{15}N -ით ჩატარებული მრავალწლიანი ცდების შედეგები, გვიჩვენა, რომ შეტანის წელს კარტოფილი ითვისებს შეტანილი აზოტის

საშუალოდ 40%-ს, სელი-34%-ს, ვ.ცანავას (1988) ნ.ცანავას, მ. ცირიკიძის (1988), მონაცემებით აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი ჩაისა და მანდარინისათვის 25-40%-ს ფარგლებში მერყეობს.

^{15}N -ის გამოყენებით დადგენილია მკვეთრად გამოხატული დადებითი კორელაცია ვაზინგტონ-ნაველის ფესვებისა და ფოთლების აზოტის ^{15}N -ით გამდიდრებასა და მათში ფერმენტების ნიტრატრედუქტაზასა და გლუტამატ-დეჰიდროგენაზის აქტივობას შორის. აღნიშნული ფერმენტების აქტივობა აზოტის ასიმილაციაში და საერთო აზოტის მაღალი შემცველობა აღინიშნება სასუქის ორმაგი დოზით შეტანისას. ნორმის შემდგომი ზრდა იწვევს ფერმენტების აქტივობისა და საერთო აზოტის მნიშვნელოვან შემცირებას ფოთლებში ერთმაგ ნორმასთან შედარებით (Трапаидзе М., 1987).

მანდარინით დაკავებულ ნიადაგში ამილური, ამიაკური და ნიტრატული აზოტის წყაროების ტრანსფორმაციისა და მცენარეში მათი შეღწევის შესწავლამ (Цанава Н., 1973; Цирекидзе М., 1977) გვიჩვენა, რომ აზოტიოვანი სასუქების შეტანის პირველ საათებში მიმდინარეობს აზოტის ჩართვა ნიადაგისა და მცენარის აზოტშემცველ ნაერთებში, მაგრამ შეტანიდან 9 თვის შემდეგ აღინიშნება არსებითი სხვაობა აზოტის განაწილებაში ნიადაგის აზოტის ფრაქციების მიხედვით გამოყენებული აზოტოვანი სასუქების ფორმების შესაბამისად. მანდარინით დაკავებულ მოკირიანებულ ნიადაგში ამონიუმის სულფატი სწრაფად ნიტრიფიცირდება, კარბამიდიდან ინტენსიურად წარმო-იქმნება ამიაკი და ხდება ამონიუმის გვარჯილის აზოტის ჩართვა ნიადაგის ძირითად ორგანულ ნივთიერების შემადგენლობაში. მჟავე ნიადაგებში ყველა ეს პროცესი შენელებულია, ხოლო ამონიუმის სულფატის ნიტრიფიკაცია უმნიშვნელოდ ხდება (Цанава В. 1976; Цанава В. с соавт. 1975).

სავეგეტაციო ცდების პირობებში მანდარინით დაკავებულ წითელმიწა ნიადაგებზე არსებითი სხვაობა შეინიშნება ამონიუმის სულფატის, ამონიუმის გვარჯილის და კარბამიდის გარდაქმნაში. კარბამიდის აზოტი უფრო სწრაფად ნიტრიფიცირდება და შედის ნიადაგის ძირითად ორგანულ ნივთიერებათა შემადგენლობაში (Цанава Н., Ломтадзе З. Цирекидзе М. 1979).

საფეხურებრივი ჰიდროლიზის მეთოდით წითელმიწა ნიადაგში აზოტის ფრაქციული შემადგენლობის შესწავლამ აჩვენა, რომ ამიაკური და ამილური აზოტი

დიდი რაოდენობითაა $6n$ H_2SO_4 ჰიდროლიზით მიღებულ ფრაქციაში, ხოლო ნიტრატული-არაჰიდროლიზებულ ნარჩენში.

ვ. ცანავამ, ნ. ცანავამ (1980) მანდარინზე ჩატარებული სავეგეტაციო ცდების პირობებში შეისწავლეს რა სასუქის აზოტის ჩართვა ნიადაგის ორგანულ ნივთიერებათა შემადგენლობაში, დაადგინეს, რომ ნიადაგის ორგანულ ნივთიერებათა აზოტის ძირითადი მასა გადადის ჰიდროლიზატში $6n$ H_2SO_4 -ით ჰიდროლიზისას, ხოლო $0,5n$ და $1n$ ჰიდროლიზისას ჰიდროლიზდება მხოლოდ ადვილად ჰიდროლიზებადი ნაერთები.

ამონიუმის სულფატი თავისი ფიზიოლოგიური მჟავიანობის შედეგად ყველაზე ნაკლებად ერთვება ორგანული აზოტის სხვადასხვა ფრაქციაში. ერთის მხრივ აზოტოვანი სასუქების შეტანა ხელს უწყობს ნიადაგის აზოტის დამატებით გადასვლას ადვილად მისაწვდომ ფორმაში. მეორეს მხრივ კი სასუქის აზოტის დაგროვებას ორგანული ხსნადი ნაერთების სახით, რომლებიც წარმოადგენენ მარაგს მცენარეთა კვებისათვის.

აზოტით კვების უფრო მაღალი დონისას მცენარეში ძლიერდება ნივთიერებათა ცვლა, რაც ხელს უწყობს აზოტის უკეთ გადაადგილებას მცენარის მიწისზედა ორგანოებში და ფესვთა სისტემის განვითარებას (Замятина В., 1970 ; Сирота Л., 1973; Aleksie et al, 1968).

არ უარყოფენ რა ზემოთ აღნიშნულ ფაქტს, მცენარეში ნიადაგის აზოტის შეღწევადობის მატების ძირითად მიზეზად მკვლევართა უმეტესობა მიიჩნევს სასუქების გავლენით ნიადაგის ორგანული ნაერთების მინერალიზაციის გაძლიერებას როგორც სუფთა ქიმიური გზით, ისე მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობით (Турин Ф., 1965; Сапожников Н. с соавт., 1968; Кудеяров В. с соавт 1969; Смирнов П., 1970; Муравин Э., 1989 ; Лягг ეტ ალ, 1967).

საერთოდ ცნობილია, რომ ნიადაგის აზოტის ორგანული შენაერთები ძირითადად მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ნაშთების მიკრობიოლოგიური დაშლის პროდუქტებს წარმოადგენენ. ნიადაგში კი უპირატესად შედის მცენარეული ნაშთები, რომელშიც აზოტის შემცველობა მერყეობს 0.1-დან 4%-მდე მშრალი ნივთიერების სახით თუმცა შესაძლებელია მცენარეულ ნაშთებში ამ შემადგენლობის მეტ ფარგლებში მერყეობა მცენარის სახეობის, ასაკისა და ცალკეული ორგანოების მიხედვით. (Parsons, Tinslei 1975). აზოტის შემცველობა

მიკროორგანიზმების უჯრედებში ბევრად უფრო მეტია 5-10% მშრალ ნივთიერებაზე გადაანგარიშებით და ამ აზოტის უმეტესი ნაწილი წარმოდგენილია სტრუქტურული ცილებით. აღნიშნული ორგანული აზოტი მიკროორგანიზმების მოქმედებით ნიადაგში მინერალიზაციას განიცდის და გადადის მინერალურ ფორმაში, რომლის შემდეგ ხდება მისი გამოყენება მცენარის მიერ.

ნიადაგში არსებული ორგანული აზოტის მობილიზაცია სხვადასხვა ინტენსივობით მიმდინარეობს, რაზეც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სასუქების ამიაკური ფორმები ნიტრატულთან შედარებით (Захарченко И.с соавт.1968; Бродбенд 1968). ამიაკური აზოტი წარმოადგენს აზოტით კვების საუკეთესო წყაროს ჰეტეროტროფული მიკროორგანიზმებისათვის, რომლებიც ნიადაგური ორგანული ნივთიერებების აზოტის მობილიზაციას ახდენენ.

¹⁵N ნიშანდებული აზოტის გამოყენებით ჩატარებულმა გამოკვლევებმა აჩვენეს, რომ ნიადაგში შეტანილი აზოტოვანი სასუქი არ არის მხოლოდ კულტურული მცენარის კვების წყარო. ამავდროულად მას იყენებენ ნიადაგის მიკროორგანიზმები და იგი ურთიერთკავშირშია ნიადაგის სხვა კომპონენტებთან. ნიადაგში მინერალური სასუქების ტრანსფორმაციის ძირითადი პროცესებია: იმობილიზაცია, ამონიუმის ფიქსაცია, ოკლუდირება, ნიტრიფიკაცია და დენიტრი-ფიკაცია.

ნიადაგში მიმდინარე აზოტის მინერალიზაცია-იმობილიზაციის პროცესები ციკლურ ხასიათს ატარებენ. ამასთან დაკავშირებით Jansson-ის (1958) მიერ ჩამოყალიბებული იქნა აზოტის შიდაწარმოადგური წრებრუნვის თეორია. ზოგიერთი მკვლევარის აზრით (Paul, June, 1981), იანსონის კონცეფცია შიდაწარმოადგური აზოტური ციკლის შესახებ, შედარებით სრულყოფილად ასახავს მინერალიზაცია-იმობილიზაციის პროცესებზე თანამედროვე წარმოდგენებს. ამ თეორიის ძირითად საფუძველს მინერალიზაციისა და იმობილიზაციის პროცესის მუდმივი და კონკურენტული მიმდინარეობა წარმოადგენს. დაშლის სუბსტრატის აზოტი მუდმივად გარდაიქმნება არაორგანულიდან ორგანულ ფორმაში ასიმილაციური პროცესებით და პირიქით. ორგანულ ფორმიდან არაორგანულში დაშლისა და მინერალიზაციის გზით. აზოტის წრებრუნვის პროცესების შედეგად, სისტემაში “ნიადაგი-მცენარე” გროვდება აზოტი არაორგანულ ფორმაში (NH_4^+ , NO_3^-). დაგროვებული მინერალური აზოტი, შემდგომში მისაწვდომი ხდება სხვა პროცესებისათვის- შეთვისება მცენარეებით ან ნიტრიფიცირდება, ასეთ

შემთხვევაში ლაპარაკობენ სუფთა ანუ ნეტო-მინერალიზაციაზე. შესაძლებელია სხვა სიტუაციაც როცა სისტემაში ერთგვარ ნახშირბადოვანი შენაერთები და ამ შემთხვევაში ჭარბი ენერგია შესაძლებელს ხდის მოკრობთა პლაზმის დამატებითი ოდენობით წარმოქმნა, რაც ზრდის არაორგანულ აზოტზე მოთხოვნილებას.

ს. იანსონის (Iansson S, 1958) შიდაწიდაგურ აზოტურ ციკლის თანახმად, ნიადაგის ორგანული აზოტი იყოფა აქტიურ ფაზად, რომელიც წარმოადგენს ძირითად მიკრობულ ბიომასას და მათი დაშლის პროდუქტებს და პასიურ ფაზად, რომელიც თავის მხრივ წარმოადგენს მიკრობიოლოგიური დაშლისადმი მდგრად ორგანულ მასას, ეს უკანასკნელი პრაქტიკულად არ მონაწილეობენ შიდაწიდაგურ აზოტურ ციკლში. იანსონის აზრით, აქტიური ფაზა ნიადაგის ორგანული აზოტის საერთო ოდენობის არაუმეტეს 10-15%-ს შეადგენს. ამასთან იგი არ გამოირიცხავს შენაერთების გადასვლას ერთი ფაზიდან მეორეში.

პირდაპირმა მიკროსკოპირებამ და ფიზიკურ-ბიოლოგიურმა მეთოდებმა (Jenkinson 1976, 1988) გვიჩვენა, რომ ნიადაგებში ბიომასის რაოდენობა ბევრად აღემატება იმ რაოდენობებს რომლებსაც აღნიშნავდნენ მეოცე საუკუნის 70-იან წლებამდე (Van Veen, Paul, 1979; Anderson, domsch 1978; Jenkinson, Ladd 1981). ნიშანდებული იზოტოპების ^{13}C , ^{14}C , ^{15}N გამოყენებამ შესაძლებელი გახადა დაედგინათ თუ როგორია არაორგანული და ორგანული აზოტის და ორგანული ნახშირბადის დინამიკა სისტემაში მათი დამატების შემთხვევაში (Кудеяров В.1989)

В. Н. Кудеяров (1989) აღნიშნავს, რომ დიაგნოსტიკური მიზნებისათვის მნიშვნელოვანია იმის ცოდნა, თუ რა შენაერთები და რა რაოდენობით შეფარდებით უზრუნველყოფენ მცენარეთა აზოტით კვებას ნიადაგურ პირობებში. იგი აქვე აღნიშნავს რომ უმრავლეს შემთხვევაში მეცნიერები ცდილობენ დაადგინონ მცენარეთა მიერ შესათვისებელი აზოტის რაოდენობა, რომლებიც აქტუალური ან პოტენციურ მდგომარეობაშია. აქტუალური მარაგების შემადგენლობაში შესათვისებელი აზოტისას, ჩვეულებრივ აღნიშნავენ ნიტრატებს და შთანთქმულ-გაცვლით ამონიუმს. რომლებიც ნიადაგებშია საანალიზო ნიმუშების აღების მომენტში, ხოლო შესათვისებელი აზოტის პოტენციური მარაგების დადგენა ხდება ნიადაგის უნარის მიხედვით, განსაზღვრულ პირობებში მოახდინოს, მინერალური აზოტის (NH_4^+ , NO_3^-) მობილიზაცია იქ არსებული ორგანული ნივთიერებებიდან.

ნიადაგში მინერალური აზოტის დაგროვება, რომელიც ხდება ორი პროცესის- მინერალიზაციისა და იმობილიზაციის შედეგად იძლევა ნეტომინერალიზაციის სიდიდეს. მისი დადგენა შესაძლებელია ბიოლოგიური ტესტების გამოყენებით, რაც ხდება, ტემპერატურისა და ტენიანობის განსაზღვრულ პირობებში მცენარეთა გამოზრდისა და ნიადაგის ინკუბირების გზით (Кудеяров В. 1989).

ნიადაგში აზოტის მინერალური ნაერთების გარკვეული ნაწილის დამაგრება ხდება ასევე NH_4 და NO_3 თიხამინერალებით ფიქსაციის შედეგად, რომელთაც გააჩნიათ სამფენოვანი კრისტალური ბადე, როგორცაა მონტმორილონიტი, ვერმიკულიტი და ჰიდროქარსები (Смирнов П, 1977ა, Хауცკ 1968).

ამიაკური სასუქის აზოტის არაცვლადი ფიქსაცია განპირობებულია დიფუზიის გზით NH_4 შეღწევით ნიადაგის თიხამინერალების კრისტალურ მესერში (Смирнов П с соавт. ,1963, Смирнов П.,1977ა).

ნიადაგში როგორც ნიტრატული, ისე ამიაკური აზოტის დამაგრებაში ძირითად როლს ასრულებს ბიოლოგიური იმობილიზაცია, რომელსაც ახორციელებს თითქმის ყველა მიკროორგანიზმი (Возняжковская Ю.1969, Турчин Ф.1972).

დადგენილია, რომ ნიადაგში ერთდროულად მიმდინარეობს აზოტის მობილიზაციის და იმობილიზაციის ორი ურთიეთსაწინააღმდეგო პროცესი. ამიაკური წყაროს შეტანისას სჭარბობს იმობილიზაციის პროცესი, ხოლო სხვა შემთხვევაში მობილიზაცია და იმობილიზაცია ერთნაირი ინტენსივობით მიმდინარეობს.

წითელმიწა ნიადაგებში იმობილიზაციური აზოტი გამოიყენება 7-16%-ით (Цанавა В. 1965). უნდა აღინიშნოს, რომ ნიშანდებული აზოტის გამოყენების მაქსიმუმის (16% საერთო შემცველობიდან) გამოყენება ჩაის მცენარის მიერ შეინიშნება არანიშანდებული აზოტოვანი სასუქების დამატებითი შეტანისას.

მიუხედავად იმისა, რომ ნიადაგში დამაგრებული სასუქის აზოტი სუსტად მისაწვდომია მცენარისათვის, მისი მინერალიზაცია მაინც ხდება 5-6-ჯერ უფრო ინტენსიურად , ვიდრე ნიადაგის ძირითადი ორგანული აზოტისა (Цанавა В.1965, Смирнов П. ,1970).

ნიტრიფიკაციის, როგორც ბიოლოგიური პროცესის ინტენსივობა დამოკიდებულია ნიადაგის ბიოლოგიურ აქტიურობაზე, რომელიც თავის მხრივ განისაზღვრება ისეთი ფაქტორებით, როგორცაა ნიადაგის მჟავიანობა,

ტემპერატურა, წყალის შემცველობა (Мишустин Е. 1956, Фробишер М. 1965, Саникидзе Г. 1969, 1978, Переверзев В. и др., 1970, Блек К., 1973, Шанбанович Г. 1974, Мишустин Е., и др. 1978, Уокер Н., 1979; Alexsonder 1965, Anderson et al 1971; Apltauier 1979; Tillotson et al 1982).

ნიტრიფიკაციის პროცესი წითელმიწა ნიადაგებში ლიმიტირებულია ნიადაგის ხელისშემშლელი რეაქციით ($\text{pH}-4,5-0,5$), ხოლო ყამირის პირობებში სუსტა-დაა გამოხატული. მ. დარასელიას (1952), ნ. დარასელიას (1960), ვ.ცანავას თანავტორებთან (1968,1970): ნ. ცანავას (1979)ა, ა. მესხიძის (1982) მონაცემებით წითელმიწა ნიადაგებში, რომლებიც ხასიათდება ნიადაგის არის მჟავე რეაქციით, ნიტრიფიკაცია ძალიან ნელა მიმდინარეობს. მჟავე რეაქციის უარყოფითი გავლენა უფრო ღრმავდება ფიზიოლოგიურად მჟავე მინერალური სასუქების შეტანით. მინერალურ სასუქებთან მცენარეული მასის (ჩაის ხმელი ფოთლები) დამატება მნიშვნელოვნად ახშობს ნიტრიფიკაციას. ნიტრიფიკაციული პროცესების ჩახშობა მცენარეული ნარჩენების შეტანისას აიხსნება ჩაის ფოთლში ტანინის მნიშვნელოვანი შემცველობით(10-20%).

ვ. ცანავას (1974) და ნ. ცანავას (1979) ცდებში ნიადაგში შეტანილი ამონიუმის სულფატი ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ნაკლებად ექვემდებარება ნიტრიფიკაციას და მისი ძირითადი მასა ნარჩუნდება ამიაკური ფორმით. კარბამიდი ინტენსიურად ერთვება ნიტრიფიკაციის პროცესში და 20 დღის შემდეგ ნიტრატული აზოტის დაახლოებით 50% წარმოდგენილია შეტანილი სასუქის აზოტით.

Primo Millo et al (1983) მონაცემებით ციტრუსოვნები ნიადაგიდან შთანთქავენ აზოტს ძირითადად NO_3^- ის ფორმით და ნაკლები პროპორციით NH_4^+ ის ფორმით.

F. Intrigliola –m (1985) , რომელიც სწავლობდა აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენას ფორთოხლის კვების პროცესსა და პროდუქტიულობაზე ,დაადგინა, რომ აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ფორმების შთანთქმა და გადაადგილება ციტრუსოვნებში, ისევე როგორც სხვა მცენარეებში მნიშვნელოვნად განპირობებულია მთელი რიგი შინაგანი და გარეგანი ფაქტორებით.

აზოტშემცველი ნივთიერებების სხვადასხვა ფრაქციათა თანაფარდობა ერთი და იმავე სახეობის სასოფლო-სამეურნეო მცენარის ფოთლებში იცვლება ნიადაგურ-კლიმატური პირობების, განათების, ჯიშობრივი სხვაობის, მოყვანის

ხერხების, თანმხლები კათიონების, აზოტოვანი სასუქების ნორმების, ფორმებისა შეტანის ხერხების მიხედვით.(Измаилов С., 1975; Цанава В., 1985;Измаилов С., 1986; Osamu et al, 1978).

ბ. ცანავას (1973) მონაცემებით სასუქების შეტანიდან 5 და 30 საათის შემდეგ მანდარინის მცენარეთა ფესვებში ამიაკური გვარჯილისა და კარბამიდის შემთხვევაში ამიაკური და ამიდური აზოტის დიდი რაოდენობით დაგროვება, ხოლო კალციუმის გვარჯილის გამოყენებისას ძლიერდება ნიტრატების აღდგენა ამიაკამდე როგორც ფესვებში, ისე ფოთლებში.

ნიტრატული აზოტი უფრო სწრაფად ერთვება ფოთლის წყალხსნად ცილებში, ვიდრე ფესვებში. სულფატამონიუმის ამიაკური აზოტის რაოდენობა ფესვებისა და ფოთლების წყალხსნად ცილებში ექსპოზიციის მიხედვით საკმაოდ ნელა იზრდება აზოტის სხვა ფორმებთან შედარებით.

J.Kato (1980) განსაზღვრავდა ^{15}N -ის ამინომჟავებში ჩართვის სისწრაფეს მანდარინის სამწლიანი მცენარის ფესვებში, ფოთლებსა და ნაყოფებში K^{15}NO_3 - დან და $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. ამონიუმის სულფატით კვებისას ნიშანდებული აზოტი პირველ რიგში ერთვებოდა გლუტამინისა და გლუტამინის მჟავას შემადგენლობაში, შემდეგ ასპარაგინის, ალანინის და ბოლოს პროლინში. K^{15}NO_3 -ით კვებისას ფესვებში აქტიურად სინთეზირდებოდა ასპარაგინი, გლუტამინის მჟავა, ამავე დროს გლუტამინის წარმოქმნის სიჩქარე ფესვებში შედარებით დაბალი იყო, ვიდრე გამოკვებისას. ნავარაუდევია, რომ ციტრუსოვანი ხეების კვებისას ნიტრატული და ამიაკური აზოტი ფესვებიდან ზევით ნიტრატებისა და ასპარაგინის სახით გადაადგილება.

სხვადასხვა ფორმის აზოტოვანი სასუქების გამოყენება არ აისახება ფორთოხლისა და მანდარინის ნაყოფების აზოტოვან შემადგენლობაში. PK-ის ვარიანტებზე საერთო აზოტის შემცველობა მნიშვნელოვნად დაბალია ცილოვანი აზოტის დაბალი შემადგენლობის ხარჯზე (Цанава Н. Киладзе Т. Путкарадзе Ш. Тавдгиридзе Г., 1985). თავისუფალ ამინომჟავათა შემცველობა მანდარინებში შედარებით მაღალია ვიდრე ფორთოხლებში. მანდარინის ნაყოფებში კარბამიდის შეტანისას თავისუფალ ამინომჟავათა საერთო შემცველობა ნაკლებია, ხოლო ფორთოხლის ნაყოფებში მეტი (ფორთოხალში ძირითადად ასპარაგინისა და პროლინის ხარჯზე, ხოლო მანდარინებში – პროლინისა და ამინოზეთოვანი მჟავას

ხარჯზე). კარბამიდის და შარდოვანა ფორმალდეჰიდური სასუქის შეტანისას თავისუფალ ამინომჟავათა შემცველობა მანდარინებში 5-10-ჯერ მაღალია ამონიუმის გვარჯილისა და ამონიუმის სულფატთან შედარებით.

¹⁵N-ის გამოყენებით ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად დადგინდა, რომ სხვადასხვა კულტურებით დაკავებულ ნიადაგებში აზოტის ამიაკური და ნიტრატული ფორმების გამოყენების კოეფიციენტები ახლოსაა ერთმანეთთან (Замиятина В. и др., 1967, Турчин Ф. 1972;Бражник С. 1973; Коренькови Д. и др.1977; Ониани О и др. 1980).

ამასთან ერთად ზოგიერთი მკვლევარი აღნიშნავს ნიტრატული აზოტის უფრო ინტენსიურ გამოყენებას, ვიდრე ამიაკურისა, რაც აიხსნება NH₄⁺ იონის ბიოლოგიური და ფიზიკურ-ქიმიური მნიშვნელოვანი შთანთქმით და ამასთან დაკავშირებით მცენარისთვის მისი მისაწვდომობის შემცირებით (Андреева Е. и др. 1966; Бобрицкая М. и др. 1969; Becker et al 1978).

მ. ცირეკიძის (1977) ნ. ცანავას, ზ. ლომთაძის, მ. ცირეკიძის (1980) მიერ შედგენილია შეტანილი აზოტის ბალანსი მანდარინის ორწლიანი ნერგებით დაკავებულ ნიადაგებზე ჩატარებულ სავეგეტაციო ცდებში, რომელმაც გვიჩვენა, რომ აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი ამონიუმის სულფატის, კარბამიდის და ამონიუმის გვარჯილასათვის შესაბამისად შეადგენს 18,3-35,8-24,0%-ს, ნიადაგში დამაგრებულია 56,2-35,9-36,9%, აორთქლების შედეგად დანაკარგები – 25,5-28,3-39,1%.

აორთქლებით დანაკარგების მაღალი პროცენტი ამონიუმის გვარჯილის შეტანისას აიხსნება წითელმიწა ნიადაგების მოკირიანებისას დენიტრიფიკაციისა და ნიტრიფიკაციის პროცესების გაძლიერებით.

ნ.ცანავამ, ზ. ლომთაძემ, მ. ცირეკიძემ (1980) ნ. ცანავამ, მ. ცირეკიძემ (1988) გააკეთეს აზოტის ცალკეული სტატიების ანალიზი შეტანილი აზოტის ბალანსის ლიზიმეტრული და სავეგეტაციო ცდების პირობებში მანდარინ “kovano- vaseTi” დაკავებულ წითელმიწა ნიადაგებზე ანასეულში და ალუვიურ ნიადაგებზე კოლხეთის დაბლობში. დადგენილია, რომ კოლხეთის დაბლობის ტუტე ალუვიურ თიხნარ ნიადაგებში აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი ამონიუმის სულფატისა, ამონიუმის გვარჯილისა და კარბამიდისთვის შესაბამისად შეადგენს 66,0; 40,9; 37,5%, ნიადაგში აღმოჩენილია 22,0; 24,8; 35,6%, გამორეცხვის შედეგად დანაკარგები

0,005; 0,001; 0,002%-ს შეადგენს, გაზობრივი ფორმით დანაკარგები კი 11,9; 24,3; 26,9% შესაბამისად აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა.

კულტურულ მცენარეთა მიერ სასუქის აზოტის ათვისებიზე დიდ გავლენას ახდენს კლიმატური პირობები (ტენით უზრუნველყოფა და ტემპერატურული რეჟიმი) და მიწათმოქმედების სისტემა (Смирнов П, и др.1972; Бабрицкая М и др.1974; Бражник С., 1975; Техина М 1976; Кидин. Б и др, Debrecent, 1975; Peschke et al, 1978).

В.Б. Замятина, Н.М.Варюшкина и Л.И. Кирпанова-ს (1972) მიერ ჩატარებული სავეგეტაციო ცდებით დადგენილია, რომ მცენარის მიერ აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი იზრდება განმეორებით შეტანისას. პირველ წელს იგი შეადგენს დაახლოებით 35%-ს, მესამე წელს კორდიან გაეწრებულ მძიმე თიხნარ ნიადაგში 71%-ს, კორდიან გაეწრებულ მძიმე ქვიშნარ ნიადაგში 56%-ს. ამავდროულად გაიზარდა სასუქის აზოტის წილი მცენარის მიერ საერთო აზოტის გამოტანაში,

აზოტის ნორმები ნიადაგისა და მცენარის განსხვავებული ტიპების მიხედვით სხვადასხვანაირად მოქმედებენ აზოტის გამოყენების კოეფიციენტზე (Иванов Р. и др.1984). სასუქის აზოტის გამოყენების სიდიდე დამოკიდებული იყო მცენარის ბიოლოგიურ თავისებურებებზე და მან მოიმატა აზოტის მზარდი ნორმების შეტანისას.

П.М. Смирнов и А.А.Суков-ის (1970)სავეგეტაციო ცდებში კორდიან გაეწრებულ ნიადაგებში აზოტის 300მგ/კგ ნორმით შეტანისას, სასუქის სხვა- დასხვა ფორმის გამოყენების კოეფიციენტმა 56-63% შეადგინა, ხოლო 150 მგ/კგ ნორმით შეტანისას- 52-57%. აზოტოვანი სასუქების ნორმების გადიდებას ყოველთვის მივყავართ მოსავლიანობის მატებისაკენ (Carter et al,1967).

გაეწრებულ ნიადაგზე ფორთოხლის ბაღში ამონიუმის სულფატის, კარბამიდისა და ამონიუმის გვარჯილის გამოყენების შესწავლისას ი. მარშანიამ და ზ. მიქელაძემ (1983) აღნიშნეს, რომ აზოტის გამოყენების კოეფიციენტმა რომელიც გამოთვლილი იქნა სხვადასხვა მეთოდით, ერთ აგროტექნიკურ ნომისას საშუალოდ სამი წლის განმავლობაში შეადგინა; ამონიუმის სულფატისათვის -29%, კარბამიდისათვის -16% და ამონიუმის გვარჯილისათვის 25%, ხოლო ორმაგი და სამმაგი ნორმის შემთხვევაში შესაბამისად- 15,0_11.4 და 15,3_11.4%.

უ. ბჟალავას (1983 ა) მონაცემებით ლიმონ ქართულისა და მეიერის 5-7-წლიანი ბაღში მოსავლით სასუქის გამოყენების კოეფიციენტი ძალზე დაბალია. საშუალოდ სამი წლის განმავლობაში იგი არ აღემატება ლიმონ ქართულისათვის 9,4%-ს და ლიმონ მეიერისათვის 11,9%-ს, მოსავალმა ერთ კილოგრამ შეტანილ აზოტზე შესაბამისად შეადგინა 46 და 66 კგ. აზოტის ნორმის გაზრდით ორჯერ მცირდება აღნიშნული კოეფიციენტი, აგრეთვე მოსავალი ერთ კილოგრამ აზოტზე. ამ მიმართებით ორივე ჯიშის ლიმონში აზოტოვანი სასუქების ფორმებს შორის (ამონიუმის გვარჯილა, კარბამიდი, ამონიუმის სულფატი) პირველი ადგილი ამონიუმის სულფატს უჭირავს.

წითელმიწა ნიადაგების პირობებში მანდარინის 15ტ/ჰა მოსავლისას აზოტის გამოტანამ შეადგინა 27კგ, დანაკარგი დენიტრიფიკაციისას დაახლოებით 5-7კგ-ია, ხოლო არაცვლადი ფიქსირებული ამონიუმის რაოდენობა აღწევდა 5-კგ-ს ერთ ჰექტარიდან. შემოდგომა-ზამთრის პერიოდში აზოტის გამორეცხვით დანაკარგმა წელიწადში ნიადაგში არსებული საერთო რაოდენობიდან 50-60% შეადგინა (Гамკრელიძე ი. ,1965).

ლიტერატურული მონაცემებით, ნიადაგში აზოტის საშუალოზე დაბალი დოზით შეტანისას ზოგი მცენარე იყენებს მას 70-75%-ს (Гамკრელიძე ი. 1971). სუბტროპიკული კულტურების (ჩაი, ციტრუსი) მოსავლით გამოიტანება აზოტის უმნიშვნელო რაოდენობა (20-40 კგ ერთ ჰექტარიდან).

ნიადაგში აზოტოვანი სასუქების გამოყენებისას ატმოსფერული ნალექებით გამორეცხილი აზოტის რაოდენობა ნიადაგიდან ხშირად საკმაოდ მნიშვნელოვანია.

მ. დარასელიას (1949), ი. გამყრელიძის (1971) მონაცემებით დასავლეთ საქართველოში უხვი ატმოსფერული ნალექების პირობებში უსასუქო ნიადა-გიდან საშუალოდ სამი წლის განმავლობაში ერთი ჰექტარიდან 34კგ აზოტი ირეცხებოდა, ხოლო სასუქის გამოყენებისას - 44,2 კგ. პლანტაციებში, სადაც არ იყო შეტანილი აზოტოვანი სასუქები, ერთ ჰექტარზე მიღებული იქნა 1000კგ ჩაის ფოთოლი, ხოლო განოყიერებული პლანტაციებიდან -4000კგ. ჩაის ფოთლის მოსავლით აზოტის საერთო გამოტანამ პირველ შემთხვევაში შეადგინა 10კგ ერთ ჰა-ზე, ხოლო მეორეში კი 40კგ. ამ შემთხვევაში ატმოსფერული ნალექების მოქმედებით სუბტროპიკებში აზოტის გამორეცხვითი დანაკარგები უფრო მეტია, ვიდრე მისი გამოტანა მოსავლით.

მ. დარასელიას (1951) მონაცემებით ლიზიმეტრების პირობებში ნიადაგიდან ატმოსფერული ნალექებით გამორეცხილმა აზოტმა შეტანილი აზოტოვანი სასუქის 50% შეადგინა, სასუქის აზოტის ნაწილი შეითვისა ლიმონმა, ნაწილი კი დამაგრდა ნიადაგში.

წითელმიწა ნიადაგებზე მანდარინებზე ჩატარებული სავეგეტაციო ცდების პირობებში (Цанავა Н., 1973; Цанავა Н, Ломтадзе З, Цирекиძე М 1979) არსებითი სხვაობა აღინიშნა ნიადაგში ამონიუმის სულფატის, ამონიუმის გვარჯილისა და კარბამიდის აზოტის გარდაქმნაში. კარბამიდის აზოტი უფრო სწრაფად ნიტრიფიცირდება და გადადის ძირითად ორგანულ ნივთიერებათა შედგენილობაში.

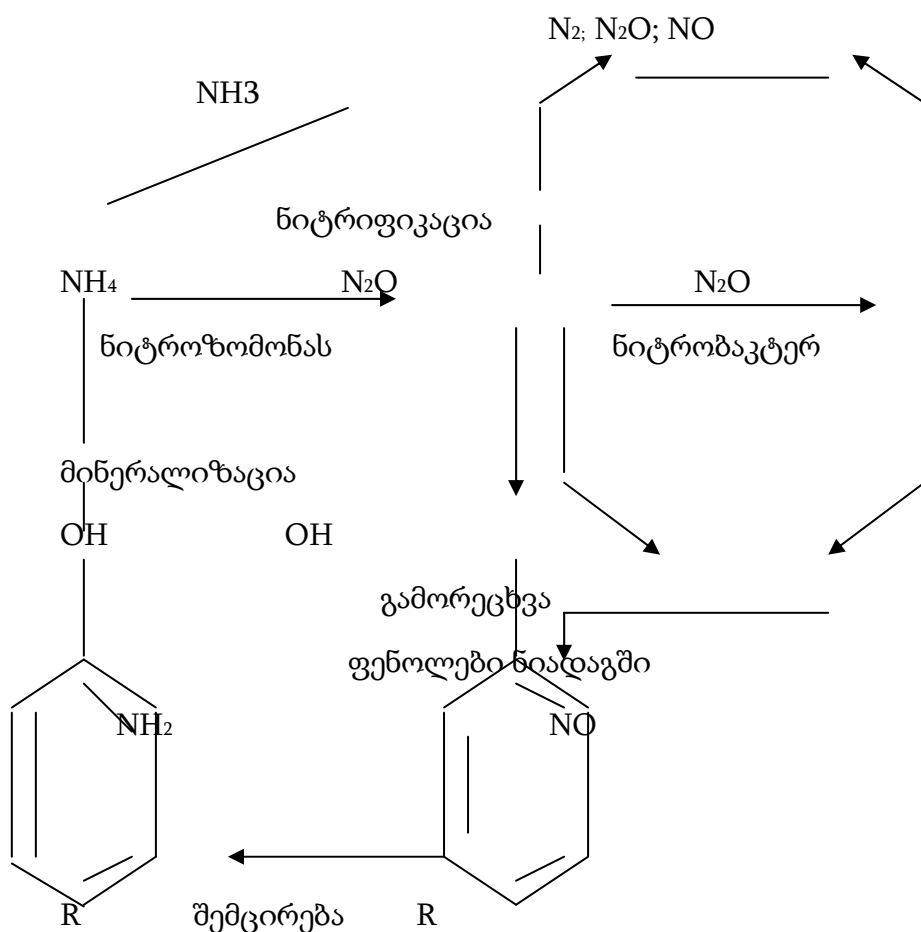
თანამედროვე პერიოდში სხვადასხვა ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებში ჩატარებულ მრავალრიცხოვან ლიზიმეტრულ და სავეგეტაციო ცდებით გამოვლენილია, რომ შეტანილი სასუქის ნაწილი იკარგება ნიადაგიდან აზოტის გაზისებრი ნაერთების აორთქლების შედეგად (ამიაკი, აზოტის ჟანგი, ქვეჟანგი) და ნიტრატების გამორეცხვით.

ნიადაგიდან აზოტის დანაკარგის ერთ-ერთ სტადიას წარმოადგენს დანაკარგები ამიაკის აორთქლებით, რაც ხდება ამიაკური სასუქების, განსაკუთრებით კარბამიდის; ზედაპირული შეტანისას როგორც კირით მდიდარ ტუტე ნიადაგებში, ასევე მჟავე ნიადაგებში (Мовсумов В., 1969; Макаров Б., и др. 1984; Филимонов Д. и др.1986; Gasser, 1964).

A. Low et al (1961) ლაბორატორიული კვლევის საფუძველზე დაასკვნეს, რომ ზედაპირული შეტანისას აზოტი იკარგება აზოტოვანი სასუქების ყველა ფორმის გამოყენებისას, ყველაზე მეტად კი კარბამიდის შემთხვევაში. მჟავე ნიადაგებზე კარბამიდის აზოტის დანაკარგებ იუფრო მცირე იყო, ხოლო ამონიუმის სულფატის შემთხვევაში დანაკარგი საერთოდ არ აღნიშნულა. ამიაკის აორთქლებით გამოწვეული დანაკარგები უფრო გამოიხატება ნიადაგის ადსორბციის ნაკლები უნარინობისა, კარბამიდის მაღალი ნორმებისა და მისი დიდი ზომის გრანულებისას, არის ნეიტრალური და ტუტე რეაქციისას, მაღალი ტემპერატურის, ტენიანობისა და ნიადაგური აირცვლისას (Коренков Д. и др. 1976, Overrein, 1967; Rashid, 1977).

ნიადაგში მიმდინარეობს მთელი რიგი პროცესები, რომელთა შედეგად აზოტის დაჟანგული ფორმები (ნიტრატები, ნიტრიტები) აღდგებიან აზოტის ჟანგამდე ან მოლეკულურ აზოტამდე. რაც იწვევს ნიადაგში აზოტის მნიშვნელოვან დანაკარგებს. სქემატურად ეს პროცესი მოცემულია ნახ.2.1.-ში.

დადგენილია, რომ სასუქის აზოტის დანაკარგების ძირითადი მიზეზია წარმონაქმნები დენიტრიფიკაციის პროცესში, რომელსაც იწვევს დენიტრიფიკატორი მიკროორგანიზმები (Макаров Б 1968; Кузнецов С. 1970; Борисов Н. и др.1972; Блюм Б. и др.,1974; Смирнов П. Педишюс Р. 1974; Тавдишвили Ю. 1983; Цанава В. Цанава Н. Картозия Д. 1985)



ნახ. 2.1. ნიტრატების აღდგენის სქემა პრეისმანი (1983) მიხედვით.

ამჟამად გამოქვეყნებულია მთელი რიგი მიმოხილვები ნიტრატების და ნიტრიტების აღდგენის ბიოქიმიური პროცესების საკითხებზე (Ильина Т.

1973;Макаров Б. 1975; Hauk, 1968;Perr, 1973).ატმოსფეროში აორთქლებადი ნაერთების ძირითადი ფორმებია : ელემენტარული აზოტი (N_2) და აზოტის ქვეჟანგი (N_2O).ვლინდება აგრეთვე აზოტის ჟანგისა და ამიაკის გარკვეული რაოდენობა (Борисова Н., Зерцалов П.,1966; Сиирнов П. ,Педишюс Р.,1974).

აზოტის აირისებრი დანაკარგები იწყება სასუქის შეტანისთანავე და პირველ ერთ_ორ თვეში მაქსიმუმს აღწევს (Смирнов П. 1970; Кореньков Д. и др.1974; Ефимов В. 1986).

ნიადაგიდან აზოტის დაკარგვის რაოდენობა დამოკიდებულია სასუქის ფორმებზე, ნიტრატული ფორმებიდან მეტი იკარგება, ვიდრე ამიაკურიდან (Смирнов П. 1970;1979; Макаров Б. 1981; Кудеяров и др. В 1987). მნიშ-ვნელოვან როლს ასრულებს შეტანა აზოტოვანი სასუქების (Смирнов П. 1977; Долгов С. Соколов О. и др 1987). მცენარეულობის არსებობისას დანაკარგები ნაკლებია მცენარეთა მიერ მინერალური აზოტის შეთვისების ხარჯზე (Смирнов П. и др. 1967; Зардалишвили О. и др. 1976; Макаров Б. 1977; Динчев Д. и др.1978; Тавдишвили Ю. 1983;Рეგელ 1978).

საქართველოს ციტრუსოვანთა ნარგაობაში შეტანილი მინერალური აზოტის არამწარმოებლური დანაკარგები 11-50%-ს აღწევს (Цирекидзе М. Цанава Н. и др 1980).

სამამულო და უცხოური ლიტერატურის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ შეტანილი აზოტის დანაკარგებში მაქსიმალური ხვედრითი წილი აორთქლებაზე მოდის, ხოლო გამორეცხვა კი უმნიშვნელოა (Бобрицкая М.и др.1963; 1965; 1966; 1968; 1969;Безлюдый Н. и др.1973; Варюшкина Н. и др. 1974;Цанава В. и др. 1976; 1985ა; Базилинская М. и др. 1977;Киропанова Л. и др.1979; More et al 1978; Faurie et al 1979).

აზოტის დანაკარგები სასუქისა და ნიადაგის აზოტის ჩათვლით, რომლის მობილურობა იზრდება აზოტოვანი სასუქების სისტემატური შეტანისას. ქმნის მდინარეების, წყაროების და სხვათა დაბინძურების საფრთხეს. ეს საკითხი ყველაზე აქტუალურია ინტენსიური მიწათმოქმედების რაიონებისათვის, რომლებისთვისაც დამახასიათებელია ნიადაგების ჩამდინარე წყლის რეჟიმი. და სადაც სისტემატურად შეიტანება მინერალური სასუქების მაღალი ნორმები. ასეთ ზონას მიეკუთვნება დასავლეთ საქართველო.

ექსპერიმენტული ნაწილი

3. კვლევის მიზანი, ამოცანები და მეთოდика

ლიტერატურული მონაცემების ანალიზი ადასტურებს ციტრუსოვანთა განსხვავებულ რეაგირებას აზოტოვან სასუქებზე სახეობრივ და ჯიშობრივ ჭრილში. საქართველოს სუბტროპიკებში შესწავლილია ციტრუსოვანთა კვების საკვანძო საკითხები, მაგრამ დღემდე არაა დაზუსტებული. აზოტოვანი სასუქების მოქმედება ცალკეულ სახეობებსა და ჯიშებზე. წინამდებარე ნაშრომის მიზანია მანდარინის, ფორთოხლის და ლიმონის სხვადასხვა ჯიშებზე აზოტოვანი სასუქების ეფექტურობის შესწავლა და აზოტით კვების თავისებურებების დადგენა.

ამ მიზნით ვიკვლევდით შემდეგ საკითხებს:

– აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ფორმების გავლენა აზოტის შეთვისებაზე და გარდაქმნაზე ციტრუსოვან მცენარეებში (მანდარინი, ფორთოხალი, ლიმონი);

– აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა აზოტის შეთვისებასა და გარდაქმნაზე ლიმონის, ფორთოხლის და მანდარინის მცენარეებში;

– კარბამიდით (შარდოვანა) მოდიფიცირებული ცეოლითების გავლენა აზოტშემცველი ნივთიერებების შეთვისებასა და გარდაქმნაზე ციტრუსებში;

– ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორების გავლენა აზოტოვანი სასუქების ფორმებიდან აზოტის შეთვისებასა და გარდაქმნაზე მანდარინის, ფორთოხლისა და ლიმონის მცენარეების მიერ (^{15}N -ის გამოყენებით);

– აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა, ნორმების, წილადობრივი შეტანის, ასევე აზოტისა ფოსფორისა და კალიუმის თანაფარდობის გავლენა მანდარინის, ფორთოხლისა და ლიმონის ბიოლოგიურ პროდუქტიულობაზე;

– მცენარეთა მიწისზედა ნაწილისა და ფესვთა სისტემის მიერ აზოტის გამოტანა ნიადაგიდან (^{15}N -ის გამოყენებით);

– ციტრუსებით (მანდარინი, ფორთოხალი, ლიმონი) დაკავებულ ნიადაგებში სასუქის აზოტის ბალანსის დადგენა სისტემაში “ნიადაგი-მცენარე” ^{15}N -ით ნიშანდებული აზოტოვანი სასუქების ფორმების და ნორმების გამოყენებით;

– აზოტოვანი სასუქების ნორმების, ფორმების და აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის შეფარდების გავლენა ციტრუსების ნაყოფის ძირითად ხარისხობრივ

მაჩვენებლებზე, მექანიკურ შედგენილობაზე, ფოთლებში და ნაყოფში NO₃-ის შემცველობაზე;

– ციტრუსების აზოტოვანი კვების დიაგნოსტიკა;

– აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების გავლენა მანდარინით, ფორთოხლით და ლიმონით დაკავებული ნიადაგების აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე;

– ფორთოხალ ვაშიგტონ-ნაველის ბაღში ტორფის ბაზაზე მიღებული სხვადასხვა ფორმის ესპანური პრეპარატების (ფირმა ინაგროსას) გამოყენების ეფექტურობის საკითხები.

აღნიშნულ საკითხებზე გამოკვლევები ჩავატარეთ 1980-1998 წლებში ჩაის, სუბტროპიკულ კულტურათა და ჩაის მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ანასეულის საცდელ-საწარმოო მეურნეობასა და ნატანების ციტრუსების ექსპერიმენტულ მეურნეობაში დაყენებულ მრავალწლიან ცდებში. სავეგეტაციო ცდების პირობებში შევისწავლეთ აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების გავლენა მანდარინის, ფორთოხლისა და ლიმონის ნარგაობაზე. საველე პირობებში კი აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების გავლენა ფორთოხლის ნარგაობაზე, ასევე ამ სასუქების ფოსფორთან და კალიუმთან თანაფარდობის გავლენა მანდარინის და ლიმონის მცენარეებზე.

სავეგეტაციო ცდებში გამოვიყენეთ აზოტის იზოტოპი ¹⁵N გამდიდრებული აზოტოვანი სასუქი (ცხრილი 3.1.), ცხრილ 3.2.-ში, მოცემული სავეგეტაციო ცდების ნიადაგების აგროქიმიური დახასიათება.

მანდარინის ნარგაობაში აზოტოვანი სასუქის (კარბამიდის და ინჰიბიტორების) გავლენის შესწავლისათვის ნიადაგი აღებულ იქნა მანდარინის საცდელი ნაკვეთიდან PK+Ca+ ნაკელი-ის ვარიანტიდან, რომელიც ი. გამყრელიძის მიერ იყო დაყენებული. ცდა დავაყენეთ 1989 წელს. დარგვის წინ შეტანილ იქნა ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები. ცდაში გამოყენებული იყო 9კგ ტევადობის ჭურჭლები. ნიშანდებული აზოტოვანი სასუქი კარბამიდის სახით და ინჰიბიტორები KMP (1-კარბამოილ-3(5) მეთილპირაზოლი) და IΓ(ციანგუანიდინი) შეტანილ იქნა 1990 წლის 29 მაისს. ინჰიბიტორების KMP და IΓ გავლენის შესასწავლად ნიტრიფიკაციის პროცესზე ნიადაგში განსაზღვრულ იქნა აზოტის მინერალური და ორგანული შენაერთები, ინჰიბიტორების შეტანიდან 7, 15, 30, 45 და 60 დღის

შემდეგ აღებულ ნიადაგის ნიმუშებში ცდის დასრულების შემდეგ (60 დღის შემდეგ) მცენარეულ და ნიადაგის ნიმუშებში განისაზღვრა საერთო აზოტი.

სასუქები შეტანილ იქნა შემდეგი ნორმებით: P_2O_5 - 0,1, K_2O - 0,1 და N -0,1g ერთ კილოგრამ ნიადაგზე; ინჰიბიტორები $KMP-2$, $ЦГ-2-10$ მგ ერთ კილოგრამ ნიადაგზე. ცდის სქემა მოცემულია ცხრილ 3.1.- ში.

ფორთოხლისა და ლიმონის ნარგაობაში აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების გავლენის შესასწავლად სავეგეტაციო ცდები დაყენებულ იქნა წითელმიწებზე. ცდებში გამოვიყენეთ 12კგ ტევადობის ჭურჭლები.

ნიმანდებული აზოტოვანი სასუქები შეტანილ იქნა ცდის მიმდინარეობის პერიოდში ორჯერ, ხოლო ინჰიბიტორი N -სერვე (ნიტრაპირინი) 1,5% აზოტის ნორმის შეტანილი იქნა დაკვირვების პირველ წელს და ATC (4-ამინო-1,2,4-ტიროზოლი) 1,5% აზოტის ნორმის მეორე წელს. მინერალური სასუქები შეტანილ იყო შემდეგი ნორმებით: P_2O_5 -0,2; K_2O -0,2; N -0,416; Ca -2,18g ერთ კილოგრამ ნიადაგზე. ცდების სქემები მოყვანილია ცხრილში 3.1.

ორი წლის შემდეგ ცდა მოვხსენით. აღვრიცხეთ მცენარის მიწისზედა ნაწილის და ფესვთა სისტემის მასა მიწისზედა და ფესვთა სისტემის ცალკეულ ნაწილებში (ფოთლები, ტოტები, 1-2წლიანი; 3-4წლიანი; ფესვები შემწოვი 1მმ-ზე<, გამტარი 1მმ-ზე> და ღერძულა) განვსაზღვრეთ საერთო აზოტის შემცველობა კელდალი-ოდელბაუერის მიხედვით.

NH_4 და NO_3 აზოტის მინერალური ფორმები განვსაზღვრეთ K_2SO_4 -ის 0,5n გამონაწურში. ამისათვის ნიადაგის წონაკი (100გ) მრავალჯერადად დავამუშავეთ აღნიშნული ხსნარით ამიაკზე ხარისხობრივი რეაქციის შეწყვეტამდე ნესლერის რეაქტივის მიხედვით. გარდა აზოტის შესათვისებელ ფორმების გამორეცხვის დაჩქარებისა, ცენტრიფუგირებით შესაძლებელი გახდა ნიადაგიდან მოგვეცილებინა წვრილი ფესვები. გამონაწურში ამიაკის მთლიანად გამოდევნის შემდეგ გადადენით განვსაზღვრეთ ამიაკური და ნიტრატული აზოტი. ნიტრატებს წინასწარ ვაღდგენდით დევარდის შენადნობით. გადადენის შემდეგ დარჩენილი ხსნარის ნეიტრალიზაციის შემდეგ ვწვავდით გოგირდმჟავაში და ვსაზღვრავდით ორგანულ ხსნად აზოტს კელდალის მიხედვით.

K_2SO_4 -ის 0,5_n ხსნარში დამუშავების შემდეგ ნიადაგს ვაშრობდით, ვწმენდით ფესვებისგან, ვფქვავდით და ვწვავდით კელდალის მიხედვით ძირითადი ორგანული ნივთიერების აზოტის განსაზღვრისათვის.

სავეგეტაციო ცდა კარბამიდისა და ამონიუმის გვარჯილის ნორმების მიხედვით ფორთოხალსა და ლიმონზე დავაყენეთ 1989წ. ცდაში გამოვიყენეთ 12კგ ტევადობის ჭურჭლები. მცენარეები დარგული იყო PK-ფონზე 1988 წლის 20 ოქტომბერს. აზოტი გამდიდრებული ^{15}N -ით შევიტანეთ 1989 წლის 27 აპრილს. აზოტის ერთმაგი პირველი წილი აზოტოვანი სასუქების წილადობრივი გამოყენების ვარიანტში შევიტანეთ 27 აპრილს, მეორე კი 1989 წლის 28 მაისს. ცდის სქემები ორივე კულტურისთვის მოყვანილია ცხრილში 3.1.

სასუქები შეტანილ იქნა ცდის მიმდინარეობის პერიოდში ერთხელ შემდეგი ნორმებით: P_2O_5 -0,2; K_2O - 0,2; N-0,21; ცეოლითი კარბამიდით-0,23გ ერთ კილოგრამ ნიადაგზე.

მცენარეში ^{15}N -ის გადაადგილება ნიადაგიდან ორივე კულტურისათვის შევისწავლეთ ცდის იმ ვარიანტებში, სადაც კარბამიდი და ამონიუმის გვარ-ჯილა შეგვქონდა წილადობრივად. ფოთლებს ვიღებდით პირველი ნორმის შეტანიდან 1, 5, 20 და 30 დღის შემდეგ და მეორე ნორმის შეტანიდან 1, 5, 20 და 30 დღის შემდეგ საერთო აზოტს ვსაზღვრავდით კელდალ-იოდელბაუერის მიხედვით.

მცენარეები ამოვიღეთ 2 წლის შემდეგ. დავანაწევრეთ ცალკეულ ნაწილებად ისევე როგორც აზოტოვანი სასუქების ფორმების ცდის შემთხვევაში. ლიმონის ნაყოფებში განსაზღვრეთ საერთო აზოტი, ^{15}N -ით გამდიდრება კელდალ-იოდელბაუერის მიხედვით, ხოლო ნიადაგში აზოტის ფრაქციული შემადგენლობა იგივე მეთოდით, რომელიც გამოვიყენეთ აზოტოვანი სასუქების ფორმების ცდაში.

იზოტოპური შემადგენლობა განსაზღვრეთ დ. რიტენბერგის (1948), ნ.. ვარი-უშკინას (1969), ვ. ზამიატინის (1975) სპექტრულ-ემისიური და მასსპექტრომეტრული მეთოდით, ^{15}N -ის ანალიზატორზე “იზონიტრომატი-5200” და МИ-1201 მარკის მას-სპექტრომეტრზე.

გამოკვლევები ასევე ჩავატარეთ აგროქიმიის განყოფილების მრავალწლიან საველე ცდის პირობებში 1974წელს ორწლიანი ნერგებით გაშენებულ ფორ-თოხალ ვაშინგტონ-ნაველით დაკავებულ წითელმიწა ნიადაგზე (ანასეული). ცდა დაყენებული იქნა 1976 წელს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა კანდიდატის ნ.

კანავას მიერ ისე, რომ შენარჩუნებული იყო სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა კანდიდატის მ. გაბისონიას 1952 წლის ცდის ვარიანტები. მოცემული ცდის მცენარეები დაილუპა 1971-1972 წლების ზამთრის ყინვების შედეგად. ცდის დაყენებამდე ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლები მოყვანილია ცხრილში 3.2.

ქვემოთ მოგვყავს ცდის სქემა აზოტოვანი სასუქების ნორმებისა და ფორმების მიხედვით.

აზოტოვანი სასუქების ნორმები	აზოტოვანი სასუქების ფორმები
1. PK+Ca+Mg-ფონი	1. უსასუქო
2. ფონი+(NH ₄) ₂ SO ₄ -0,5ნორმა.	2. PK+Ca+Mg-ფონი
3. ფონი+(NH ₄) ₂ SO ₄ -1ნორმა	3. ფონი+(NH ₄) ₂ SO ₄
4. ფონი+(NH ₄) ₂ SO ₄ -2ნორმა	4. ფონი+(NH ₄) ₂ SO ₄ 60%+NH ₄ NO ₃ 40%
5. ფონი+(NH ₄) ₂ SO ₄ -3ნორმა	5. ფონი+NH ₄ NO ₃
6. ფონი+NH ₄ NO ₃ -0,5ნორმა	6. ფონი+(NH ₂) ₂ CO
7. ფონი+NH ₄ NO ₃ -1ნორმა	7. ფონი+ NaNO ₃
8. ფონი+NH ₄ NO ₃ -2ნორმა	
9. ფონი+NH ₄ NO ₃ -3ნორმა	

ცდის განმეორება ექვსჯერადია. ყოველ დანაყოფში ექვსი მცენარეა 2 დამცავი და 4 სააღრიცხვო. სულ თითოეულ ვარიანტში 24 სააღრიცხვო მცენარეა. მცენარეთა კვების ფართი 2.2x3.0 მ. სასუქები შეგვკონდა აგროწესების მიხედვით. მოკირიანება ერთი გაცვლითი მჟავიანობის მიხედვით ჩავატარეთ 1979-1982 წწ.

P₂O₅ 300 K₂O 200 ფონის სახით შეგვკონდა ორ წელიწადში ერთხელ, ნაკელი 20კგ/ხეზე-1974,1980,1986,1990 წწ. აზოტოვანი სასუქების ერთჯერადი ნორმა შეადგენდა 150 გ/ხეზე.

საველე ცდა მანდარინზე დაყენებული ორწლიანი ნერგებით იქნა ყვითე-ლმიწა ნიადაგზე 1978წ. ჩაის, სუბტროპიკული კულტურათა და ჩაის მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ნატანების ციტრუსების ექსპერიმენტულ მეურნეობაში ჩრდილოეთ ექსპოზიციაზე. ცდის დაყენებამდე ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლები მოცემულია ცხრილში 3.2.

ქვემოთ მოგვყავს ცდის სქემა აზოტოვანი სასუქების ფორმებზე და მათი თანაფარდობა ფოსფორთან და კალიუმთან.

1. P₁K₁+ტორფი
2. P₁K₁+ტორფიN₁(NH₂)₂CO
3. P₁K₁+ტორფი N₂ (NH₂)₂CO

4. P₂K₂+ტორფი N₁ (NH₂)₂CO
5. P₂K₂+ტორფი N₂ (NH₂)₂CO
6. P₂K₂+ტორფი N₁NH₄NO₃
7. P₁K₁+ტორფი N₁ (NH₂)₂CO+ნაკელი.

ცდის განმეორება 5-ჯერადია თითოეულ დანაყოფში 4 სააღრიცხვო და ერთი დამცავი მცენარეა. სულ ვარიანტში 20 მცენარეა, რომელზეც წარმოებდა მოსავლის აღრიცხვა. მანდარინის ბალი მთლიანად დატერასებულია. სასუქები შეგვექონდა ცდის სქემის მიხედვით. 1979 წ. მინერალური სასუქები შევიტანეთ შემდეგი ნორმით N₁₅₀ P₂O₅ 60K₂O 60, ხოლო 1980 წლიდან კი N₂₅₀ P₂O₅ 250 K₂O 150 გრ/ხეზე, ტორფი 30კგ/ხეზე, ნაკელი 20კგ/ხეზე, ორგანული სასუქი ცდის ჩატარების პერიოდში შევიტანეთ 3-ჯერ- 1980, 1981 და 1985 წწ.

საველე ცდა ლიმონზე დაყენებული იქნა 1979 წ. ყვითელმიწა ნიადაგებზე ისტიტუტის ნატანების ექსპერიმენტულ მეურნეობაში წვერმაღალაზე 2-წლიან ნერგებზე. მცენარეთა განლაგება 1.5x2.2 მ-ზე, კვების არე 3.3მ². ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლები ცდის დაყენებამდე მოცემულია ცხრილში 3,2. ცდის სქემას აქვს შემდეგი სახე.

1.უსასუქო

2.P₁K₁

3.N₁P₁ (N კარბამიდი ნორმის ერთჯერადად შეტანით)

4.N₁K₁(Nკარბამიდი ნორმის ერთჯერადად შეტანით)

5.N₁P₁K₁ (N კარბამიდი ნორმის ერთჯერადად შეტანით)

6.N₁P₁K₁ (N კარბამიდი ნორმის წილაღობრივად შეტანით)

7.N₁P₁K₁ (N ამონიუმის გვარჯილა ერთჯერადად შეტანით)

8.N₁P₁K₁ (N ამონიუმის გვარჯილა წილაღობრივად შეტანით)

9.N₁P₂K₁ (N კარბამიდი ნორმის ერთჯერადად შეტანით)

10.N₁P₁K₁ (N კარბამიდის ნორმის ერთჯერადად შეტანით)+
ნაკელი 15კგ/ხეზე

11.N₂P₂K₂ (N კარბამიდის ნორმის ერთჯერადად შეტანით)+
ნაკელი 15კგ/ხეზე

12.N₂P₁K₁ (N კარბამიდის ნორმის ერთჯერადად შეტანით)

13.N₂P₂K₂ (N კარბამიდის ნორმის წილაღობრივად შეტანით)

ლიმონ მეიერის ცდაში განმეორება 5-ჯერადია, თითოეულ დანაყოფზე 6 მცენარეა-2 დამცავი 4 სააღრიცხვო. ყოველ ვარიანტში სულ 20 სააღრიცხვო მცენარეა. სასუქები შეგვექონდა 1979-1984 წწ. N₄₀ P₂O₅ 150 K₂O 100 გ/ხეზე. 1985 წლიდან

აზოტის ნორმა შეადგენდა 150 გ/ხეზე. 1980, 1981 და 1985 წწ. შვეიცანეთ ნაკელი 15 კგ/ხეზე. კირი ერთი გაცვლითი მჟავიანობით შეტანილი იყო 1980 წ. 1980-1981 წწ. მთელ ნაკვეთზე შვეიცანეთ ტორფი. მცენარეთა მოვლა ტარდებოდა ციტრუსოვანი კულტურების აგროწესების მიხედვით (1979).

საველე ცდა ფორთოხალზე დაყენებული იქნა 1988 წ, წითელმიწა ნიადაგების პირობებში მრავალწლიანი მინდვრის ცდაში გამოთავისუფლებულ ფორთოხლის მცენარეებზე, ფესვგარეშე გამოკვების სახით. საკვები ხსნარები მომზადდა 1%-იანი ხსნარის სახით ესპანური ფირმის “ინაგროსას” პრეპარატებით. თითოეულ მცენარეზე შევასხურეთ 2 ლ ხსნარი წელიწადში 3ჯერ. ცდის სქემა ასეთია.

საკონტროლო

ამინოლ ფორტე

ჰუმიფორტე N-6

ქულათო ფორტე

კადოსტიმი

ფოსნუტრენი

ნიადაგის აგრიქიმიური მაჩვენებლები მოყვანილია ცხრილში 3.2. ესპანური პრეპარატები ჩვენთან შემოტანილი იქნა 1987 წ. და იქედან ჩვენ გამოვიყენეთ აღნიშნული 5 ფორმა ხე-დანაყოფის მიხედვით საველე ცდის პირობებში. პრეპარატების თითოეული ფორმა გამოყენებული იქნა იყო 3-3 მცენარეზე რამაც სულ შეადგინა 15 საცდელი და 3 საკონტროლო მცენარე. დაკვირვებას ვაწარმოებდით ორი წლის განმავლობაში.

ციტრუსებზე მინდვრის ცდებში მოსავლის აღრიცხვის გარდა ყოველწლიურად ვიღებდით მანდარინის, ლიმონისა და ფორთოხლის ნაყოფის ნიმუშებს მათში მურის მიხედვით C ვიტამინის, ბერტნარის მიხედვით ნახშირწყლების, ტიტრული მჟავიანობის და მექანიკური შემადგენლობის განსაზღვრისათვის. (Петербургский A.1963). ნაყოფებში ასევე განვსაზღვრეთ NO₃ იონ-სელექტიური მეთოდით და საერთო აზოტი კელდალის მიხედვით. ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის კანში განისაზღვრა ეთერზეთების შემცველობა გინზბურგის მეთოდით.

ციტრუსებში ფოთლის დიაგნოსტიკის საკითხების შესწავლისათვის ვიღებდით ახალ წარმოქმნილ ფოთლებს, რომელებშიც ისაზღვრებოდა აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი, კალციუმი, მაგნიუმი და მანგანუმი ერთ გამონაწურში,

გინზბურგ შეგლოვასა და ვულფუსის (1963) მიხედვით. აზოტი განვსაზღვრეთ კელდალის, ფოსფორი-ონიანის მიხედვით, კალიუმი ალოვან-ფოტომეტრზე, კალციუმი-კომპლექსომეტრზე, მაგნიუმი ყვითელ-ტიტანით-ფოტო-კოლორიმეტრზე, მანგანუმი-პიროსულფატური მეთოდებით. ციტრუსების ძველსა და ახალ ფოთლებში განვსაზღვრეთ NO₃ იონ-სელექტიური მეთოდით.

წითელმიწა და ყვითელმიწა ნიადაგების ნაყოფიერებაზე აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ფორმისა და ნორმის გავლენის შესწავლის მიზნით ცდების მიმდინარეობის დროს აღებულ ნიადაგის ნიმუშებში ვსაზღვრავდით საერთო ჰუმუს-ტიურინის მიხედვით ნიკიტინის მოდიფიკაციით (Орлов Д. Гришина Л. 1981), საერთო N- კელდალის მიხედვით, pH (H₂O, KCl) , შთანთქმულ ფუძეების ჯამს-კაპენის და გლიკოვიცის მიხედვით, P₂O₅-სა და K₂O-ს ონიანის მიხედვით, ჰიდროლიზური N-ტიურინის და კონონოვას მიხედვით; CaO-სა და MgO-ს კომპლექსომეტრულად (Агрoхимические методы исследования почв 1975; ო.ონიანი, გ მარგველაშვილი 1976).

ჩატარებული კვლევების შედეგად მიღებული მონაცემები დამუშავებულ იქნა დისპერსიული ანალიზით დოსპეხოვისა (1985) და იუდინის (1980) მიხედვით, გაანგარიშება გაკეთდა კომპიუტერული პროგრამის Exsel-ის გამოყენებით.

ცხრილი 3.1

სავეგეტაციო ცდების სქემა და იზოტოპით გამდიდრებული აზოტოვანი სასუქების

N	აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა ფორთოხლისა და ლიმონის პროდუქტიულობაზე	სასუქის ნორმა მგ/ჭურ	¹⁵ Nატომ % სიჭარბე
1	2	3	4
1	PKCa-ის ფონი		
2	ფონი +(15NH ₂) ₂ SO ₄	5000	15.80
3	ფონი +Na ¹⁵ NO ₃	5000	15.29
4	ფონი + ¹⁵ NH ₄ Cl	5000	8.32
	ამონიუმის გვარჯილის გავლენა ფორთოხლისა და ლიმონის პროდუქტიულობაზე		
1	PKCa-ის ფონი		
2	ფონი + ¹⁵ NH ₄ NO ₃	5000	11.60
3	ფონი +NH ₄ ¹⁵ NO ₃	5000	16.55
4	ფონი + ¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃	5000	21.03
	აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორების გავლენა ფორთოხლისა და ლიმონის პროდუქტიულობაზე		
1	PKCa-ის ფონი		
2	ფონი +(15NH ₂) ₂ SO ₄		
3	ფონი +(15NH ₂) ₂ SO ₄ +N-serve+ATC 1.5% აზოტის დოზის	5000	15.80
4	ფონი +(15NH ₂) ₂ CO	5000	15.80
5	ფონი +(15NH ₂) ₂ CO+N-serve+ATC 1.5% აზოტის დოზის	5000	16.00
		5000	16.00

1	კარბამიდისა და ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორების გავლენა მანდარინის პროდუქტიულობაზე		
2	PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO		
3	PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO+KMP 2მგ/კგ ნადაგზე	900	
4	PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO+IIF 2მგ/კგ ნადაგზე	900	
4	PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO+IIF 10მგ/კგ ნადაგზე	900	
აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა ფორთოხლისა და ლიმონის პროდუქტიულობაზე			
1	PKCa-ის ფონი		
2	ფონი +(¹⁵ NH ₂) ₂ CO-1 ნორმა		
3	ფონი +(¹⁵ NH ₂) ₂ CO-2 ნორმა	2500	21.41
4	ფონი +(¹⁵ NH ₂) ₂ CO-3 ნორმა	5000	21.41
5	ფონი +(¹⁵ NH ₂) ₂ CO-1 ნორმა წილადობრივად ¹⁴ N 60% IV ¹⁵ N 40%	7500	21.41
6	ფონი +(¹⁵ NH ₂) ₂ CO-1 ნორმა წილადობრივად ¹⁵ N 60% IV ¹⁴ N 40%	2500	21.41
7	ფონი + ¹⁵ NH ₄ NO ₃ -1 ნორმა	2500	21.41
8	ფონი + ¹⁵ NH ₄ NO ₃ -2 ნორმა	2500	14.98
9	ფონი + ¹⁵ NH ₄ NO ₃ -3 ნორმა	5000	14.98
10	ფონი + ¹⁵ NH ₄ NO ₃ -1 ნორმა წილადობრივად ¹⁴ N 60% IV ¹⁵ N 40%	7500	14.98
11	ფონი + ¹⁵ NH ₄ NO ₃ -1 ნორმა წილადობრივად ¹⁴ N 60% IV ¹⁵ N 40%	2500	14.98
12	ფონი + ¹⁵ NH ₄ NO ₃ -1 ნორმა წილადობრივად ¹⁴ N 60% IV ¹⁵ N 40%	2500	14.98
1	PK+Ca (ფონი)		
1	ფონი + კარბამიდით მოდიფიცირებული ცელოლოთი შეტანით	2750	23.39
2			

ცხრილი 3.2

ნიადაგის აგროქიმიური დახასიათება (ცდის დაყენებამდე)

ცდის სახე	ნიადაგის ტიპი	ნიადაგის სიღრმე, სმ	საერთო ჰუმუსი, %	საერთო აზოტი, %	მჟავიანობის ფორმები მგ.ექვ./100გ			pH		შთანთქმული ფუძეების ჯამი მგ.ექვ./100გ ნიადაგში	მომრავი შენაერთები მგ/100გ. ნიადაგში					ნიადაგის წონა კვების არე
					გაცვლითი	Al ³⁺	ჰიდროლი ფონი	KCl	H ₂ O		ჰიდროლი ფონი	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	
სავეგეტაციო ცდა მანდარინზე	წითელ-მიწა	0-20	3.8	0.20	2.3	1.75	-	5.5	-	-	18.5	2.3	7.9	-	-	9.0კგ
სავეგეტაციო ცდები ფორთხალსა და ლიმონზე	წითელ-მიწა	0-20	2.92	0.20	2.50	2.38	6.2	4.0	5.1	4.1	19.9	2.0	7.0	110.2	19.8	12.0კგ
საველე ცდა მანდარინზე	ყვითელ მიწა	0-15	2.75	0.21	2.04	1.8	7.9	3.9	-	11.8	13.4	35.5	19.5	68.8	17.9	10.0მ ²
			2.72	0.20	2.00	1.7	8.2	3.7	-	10.1	8.8	30.7	17.8	69.1	63.0	
საველე ცდა ფორთხალზე	წითელ-მიწა	15-30	4.69	0.20	2.10	1.87	7.56	3.85	4.92	10.9	10.6	74.0	56.0	133.0	9.6	6.63 მ ²
			3.11	0.18	3.51	3.12	7.86	3.89	4.62	8.5	9.0	27.0	49.0	64.6	14.0	
საველე ცდა ლიმონზე	ყვითელ მიწა	0-15	1.58	0.10	5.35	4.76	8.56	3.81	4.80	7.5	6.9	15.0	30.0	61.2	20.2	3.3 მ ²
			2.58	0.18	1.12	0.64	8.54	3.92	5.31	12.21	12.8	33.0	16.50	77.0	18.3	
			1.60	0.16	2.43	1.11	9.50	3.50	4.90	9.83	8.3	18.0	21.70	79.4	66.0	

		45																
		0-15-30																

4. სუბტროპიკული ზონისა და საცდელი ნაკვეთების ნიადაგურ-კლიმატური პირობების დახასიათება

4.1. კლიმატური პირობები

დედამიწაზე ჰავის ძირითადი ელემენტების მრავალფეროვნება იწვევს კლიმატის მრავალფეროვნებას. გ. სელიანოვი (1961) ხმელეთზე გამოყოფს შემდეგ კლიმატურ სარტყელებს: არქტიკულს, პოლარულს, ზომიერს, სუბტროპიკულსა და ტროპიკულს.

სუბტროპიკულ სარტყელს ტროპიკულსა და ზომიერს შორის გარდამავალი კლიმატი ახასიათებს. აქ სავეგეტაციო პერიოდი თბილი და ხანგრძლივია, ზამთარი კი თბილი და შედარებით მოკლე, ამიტომ ამ სარტყელს ახასიათებს ორი სავეგეტაციო პერიოდი: ზაფხულის, რომელიც ხასიათდება მაღალი ტემპერატურით და ზამთრის, როდესაც ტემპერატურა 15⁰ზე დაბალია. ზამთრის პერიოდში ამ სარტყელში ვეგეტირებენ სითბოს ნაკლებად მომთხოვნი მცენარეები (ხორბალი, ქერი, ძირხვენები, ჯვაროსანნი და სხვა) ზაფხულში კი სითბოს მოყვარული კულტურები (ბრინჯი, ბამბა, სოია, სიმინდი), ამრიგად, წლის განმავლობაში ორი სავეგეტაციო პერიოდის არსებობა და წლიურად ორი მოსავლის შესაძლებლობა სუბტროპიკული სარტყლის ერთ-ერთი აგრონომიული ნიშანია.

ი.ა. გოლცბერგის (1936) მონაცემების მიხედვით, სუბტროპიკული სარტყელი დედამიწის ორივე ნახევარსფეროზე 20-43⁰-ს შორის განლაგებული. სუბტროპიკული სარტყლის სამხრეთით, ტროპიკულ და სუბტროპიკულ სარტყლებს შორის საზღვრად თვლიან იმ რაიონებს, სადაც ყველაზე ცივი თვის საშუალო ტემპერატურა 18⁰F-ს ქვევით არ ეცემა. ჩრდილოეთით კი სუბტროპიკულ და ზომიერ სარტყლებს შორის საზღვრად გ. სელიანოვი (1930, 1936) თვლის რაიონებს, სადაც ყველაზე ცივი თვის საშუალო ტემპერატურა 0⁰F-ს ქვევით არ ეცემა. სუბტროპიკული ზონის ზედა საზღვარი დამოკიდებულია მის გეოგრაფიულ მდებარეობაზე. სამხრეთ რაიონებში სუბტროპიკული ტყეები გვხვდება 3000 მ სიმაღლეზე, ჩრდილოეთით რაიონებში კი სუბტროპიკული მცენარეები 500-600მ-ს ზევით არ ვცვლდება.

სუბტროპიკული კლიმატის მეორე აგრონომიული ნიშანი იმაში მდგომარეობს, რომ ამ კლიმატის პირობებში შესაძლებელია მრავალწლიანი სუბტროპიკული მცენარეების გაშენება. გ.სელიანოვი (1961) აღნიშნავდა: “ნამდვილი სუბტროპიკების თავისებურებაა ის, რომ ისინი ტროპიკების ზონასა და ზომიერ სარტყელს შორის მდებარეობენ. პირველისათვის დამახასიათებელია წლის თერმული პერიოდების უქონლობა, ე. ი წლის მანძილზე ტემპერატურის თანაბარი სვლა. ხოლო მეორესათვის_ნათლად გამოხატული ბიოლოგიური, პასიური ზამთრის სეზონი, რაც უწყვეტი ვეგეტაციის შესაძლებლობას გამორიცხავს“.

სუბტროპიკულ ზონაში საშუალო წლიური ტემპერატურა არ არის 13-15⁰C-ზე უფრო დაბალი, მაგრამ მარტო საშუალო წლიური ტემპერატურა ზონის ეკოლოგიურად სწორად შეფასებისათვის საკმარისი არ არის, აუცილებელია ყველაზე ცივი თვის საშუალო ტემპერატურის გათვალისწინება.

სუბტროპიკული მცენარეების გავრცელებას ყველა სხვა ფაქტორებზე მეტად ზამთრის მინიმუმი ზღუდავს. ყველაზე ყინვაგამძლე სუბტროპიკული მცენარეები იტანენ-15-20⁰- მდე ყინვებს.

სუბტროპიკული კლიმატისათვის დამახასიათებელია ის, რომ ყველაზე თბილი თვის საშუალო ტემპერატურა უნდა იყოს 20⁰-ზე მაღალი, ხოლო აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი-3000⁰ C-ზე მეტი.

ატმოსფერული ნალექები სუბტროპიკული კლიმატის ერთ-ერთი ძირითადი მაჩვენებელია. ნალექების რაოდენობის მიხედვით სუბტროპიკულ ქვეყნებს ყოფენ

ორ ჯგუფად: ტენიან სუბტროპიკებად, სადაც ნალექების წლიური რაოდენობა 1000მმ-ს არ აღემატება და მშრალ სუბტროპიკებად სადაც ნალექების წლიური რაოდენობა 1000მმ-ზე ნაკლებია.

ტენიან სუბტროპიკებს მიეკუთვნება ამიერკავკასიის შავი ზღვის სანაპირო რაიონები.

საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზონის კლიმატური მაჩვენებლები წარმოდგენილია ცხრილებში 4.1 და 4.2. შედარებისათვის აღნიშნულ ცხრილებში მოტანილია აგრეთვე მსოფლიოს სუბტროპიკული ზონის ქვეყნების კლიმატური მაჩვენებლები.

ცხრილი 4.1

სუბტროპიკული ზონის ქვეყნების სხვადასხვა პუნქტის კლიმატური პირობები

პუნქტების დასახელება	გეოგრაფიული განედები	საშუალო წლიური ტემპერატურა, °C	აქტიური ტემპერატურა, °C	ყველაზე ცივი თვის საშუალო ტემპერატურა, °C	აბსოლუტური მინიმუმის საშუალო, °C	აბსოლუტური მინიმუმის, °C
კანტონი (ჩინეთი)	23°0'	21.9	8000	12.1	+1.7	-0.3
ლოს-ანჯელესი (აშშ)	34°03'	16.9	6200	12.6	+1.8	-2.2
კატანია (სიცილია)	37°30'	18.3	6700	10.8	+2.4	-0.5
ვალენსია (ესპანეთი)	39°28'	16.1	5500	9.2	+0.0	-8.2
იაფა (პალესტინა)	32°03'	17.9	7000	11.2	+1.0	-4.0
მიაზაკი (იაპონია)	31°56'	–	5400	7.2	-5.0	-7.2
ნიცა (საფრანგეთი)	43°42'	–	3900	6.5	-2.2	-10.0
ნაგასაკი (იაპონია)	32°44'	15.5	5000	5.8	-3.2	-5.6
ტრაპიზონი (თურქეთი)	41°01'	14.8	4600	6.3	-1.8	-3.7
სოხუმი (საქართველო)	43°21'	14.9	4700	6.2	-4.2	-11.8
სოჭი (რუსეთი)	43°34'	14.7	4400	6.0	-6.0	-12.6
ბათუმი (საქართველო)	41°40'	14.6	4400	6.5	-3.7	-7.5

შავი ზღვის სანაპირო ტენიან სუბტროპიკულ ზონაში შედის: აჭარის, გურიის, იმერეთის, სამეგრელოსა და აფხაზეთის რაიონები. ეს ზონა ჩრდილოეთით კავკასიონის ფერდობზე, ტუაფსეს ჩრდილოეთით, ჩრდილო განედის 44° 30' -ზე და

აღმოსავლეთ გრძედის 38° 05'-ზე იწყება და სამხრეთით გრძელდება თურქეთის სახელმწიფო საზღვრამდე, სადაც მისი გეოგრაფიული კოორდინატებია: ჩრდილო განედის 41° 31' და აღმოსავლეთ გრძედის 41° 38' დასავლეთით მას შავი ზღვა ესაზღვრება, აღმოსავლეთით კი ლიხის მთის კალთები (ჩრდილო განედის 42° 08' და აღმოსავლეთის გრძედის 43° 01').

ცხრილი 4.2

ატმოსფერული ნალექები, ღრუბლიანობა და მზის რადიაციის ხანგრძლივობა სუბტროპიკული ქვეყნების სხვადასხვა პუნქტებში

პუნქტების დასახელება	ატმოსფერული ნალექების ჯამი, მმ			ღრუბლიანობა	ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობა, %	მზიანი საათების რაოდენობა, %	წვიმიანი დღეები
	წლის განმავლობაში	თბილ სეზონში	ცივ პერიოდში				
კანტონი (ჩინეთი)	1429	962	467	60/50	74	823	31
ასამა (ინდოეთი)	2399	2029	370	52	81	–	27
მიაზაკი (იაპონია)	2549	1756	793	48	75	1034/52	62
კატანია (სიცილია)	553	110	443	58	73	807/42	81
ვალენსია (ესპანეთი)	486	200	286	39	68	–	33
იაფა (პალესტინა)	501	90	411	44	70	–	56
ლოს-ანჯელესი (აშშ)	385	42	343	26	–	1394/71	31
სადოლეო (აშშ)	1437	995	542	46	–	1070/54	40
ბათუმი (საქართველო)	2465	1085	1377	66	79	647/35	83
სოხუმი (საქართველო)	1571	677	694	60	70	737/401	76

შავი ზღვის სანაპირო სუბტროპიკულ ზონის სიგრძე მ. ხარებავას (1964) მონაცემებით სამხრეთიდან ჩრდილოეთის მიმართულებით 400კმ-ს აღემატება, სიგანე კი 120კმ-მდეა. შავი ზღვის სანაპირო სუბტროპიკული ზონის ტერიტორია იყოფა დაბლობ და მთაგორიან ნაწილებად. დაბლობი ნაწილი კოლხეთის დაბლობის სახელწოდებითაა ცნობილი. ის ჩრდილოეთით იწყება მდ. კელასურთან (სოხუმი), აღმოსავლეთით აღწევს ზესტაფონამდე, ხოლო სამხრეთით მდ. კინტრიშთან (ქობულეთის რაიონი) მთავრდება.

შავი ზღვის სანაპიროზე არსებული კლიმატური პირობები განპირობებული არ არის მისი განედური მდებარეობით (ჩრდილო განედის $41^{\circ} 30'$ და $44^{\circ} 30'$). აქ საშუალო წლიური ტემპერატურა ნორმალურზე 2-3⁰ჩ-ით მაღალია. ამავე დროს ამ ზონაში ნალექების წლიური რაოდენობა გაცილებით მეტია, ვიდრე იმავე განედზე სხვა ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში.

შავი ზღვის სანაპიროზე თბილი და ტენიანი კლიმატის არსებობას ხელს უწყობს შემდეგი პირობები:

1. თბილი და ღრმა ზღვის სანაპიროზე მდებარეობა. ცნობილია, რომ წყლის დიდი აუზები, ოკეანეები, ტბები სითბოს აკუმულატორის როლს ასრულებენ. ზღვა გაცილებით ნელა თბება და ცივდება, ვიდრე ხმელეთი. წლის ცივ პერიოდში მისი ტემპერატურა უფრო მაღალია, ვიდრე ხმელეთისა და ის ხმელეთისათვის სითბოს ერთ-ერთ მნიშვნელოვან წყაროს როლს ასრულებს, თბილ პერიოდში კი ის აგრილებს ხმელეთს.

2. ჩრდილოეთისა და ჩრდილო-დასავლეთის მხრიდან კავკასიონის მთების არსებობა.

შავი ზღვის სანაპიროზე სუბტროპიკულ მცენარეთა გავრცელებას ძირითადად ზამთრის ყინვები ზღუდავს. სუბტროპიკული მცენარეები ჩრდილოეთიდან შემოჭრილი ცივი ჰაერის მასებისგან ზიანდებიან. ჩრდილოეთიდან და ჩრდილო-დასავლეთიდან შავი ზღვის სანაპიროს ცივი მასებისაგან იცავს კავკასიონის მთები. ჩრდილოეთის ცივი დინებები ზოგჯერ დასავლეთიდან შემოუვლის კავკასიონის მთებს, გადმოივლის შავ ზღვას და შემოდის სანაპიროზე, მაგრამ ეს დინებები თბილი ზღვის გავლის დროს თვითონაც თბება და ზღვის სანაპიროზე საკმაოდ შემთბარი აღწევს, მაგრამ თუ ამ ცივმა დენებმა გადმოლახა მთაგრეხილი, დაეშვა დაღმავალი დენის სახით, ყოველ 100მ-ზე დაშვებისას 1⁰ჩ-ით თბება და სუბტროპიკულ რაიონებში მისი ტემპერატურა უკვე საკმაოდ მაღალია.

3. თბილი დინების გავლენა. შავი ზღვის სანაპიროს სუბტროპიკული ზონა განიცდის დასავლეთიდან თბილი და წყლის ორთქლით მდიდარი, ხოლო სამხრეთიდან და სამხრეთ-დასავლეთიდან თბილი და მშრალი დინების გავლენას, რომლითაც სითბო და ნალექები შემოაქვთ.

4. ოროგრაფიული პირობები, სუბტროპიკული ზონა სამი მხრიდან შემოფარგლულია აფხაზეთის, სამაგრელოს, იმერეთის, გურიისა და აჭარის

მთებით. დასავლეთიდან ის გაშლილია შავი ზღვისკენ, საიდანაც მოედინება დასავლეთის დინება. დასავლეთიდან თბილი და ღრმა ზღვა, ჩრდილოეთიდან კავკასიონის ქედი, აღმოსავლეთიდან და სამხრეთიდან თბილი დინება, სამი მხრიდან მთებით შემოფარგულობა და დასავლეთის თბილი და ტენიანი დინება განაპირობებენ შავი ზღვის სანაპიროზე ტენიანი სუბტროპიკული კლიმატის არსებობას.

სითბო, რომელზედაც გავლენას ახდენს ზღვა, ჰაერის მასების ცირკულაცია, ზღვიდან დაშორება, ზღვის დონიდან სიმაღლე და ოროგრაფიული პირობები, ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კლიმატური მაჩვენებელია შავი ზღვის სანაპიროს სუბტროპიკული ზონისათვის. აქ საშუალო წლიური ტემპერატურა 15⁰ჩ-მდე აღწევს, ხოლო გაგრასა და სოხუმში, რომლებიც თბილი ზღვისკენ მიქცეულ, სამხრეთისა და სამხრეთ-დასავლეთისაკენ დაქანების ფერდობებზე მდებარეობენ, გამოირჩევიან ტემპერატურის უფრო მაღალი დონით. საშუალო წლიური ტემპერატურა ზღვის დონიდან ყოველ 100 მეტრის სიმაღლეზე დაახლოებით 0,5⁰ C-ით მცირდება. ამ ზონაში ყველაზე ცივი თვე იანვარია. სოხუმში იანვრის საშუალო ტემპერატურა 6⁰ C-ით ტოლია.

შავი ზღვის სანაპირო სუბტროპიკულ ზონაში მაქსიმალური ტემპერატურა იშვიათად არის იმ დონის, რომ ზიანი მიაყენოს სუბტროპიკულ მცენარეებს. სოხუმში მაქსიმალური ტემპერატურა 38⁰ C-ია, ხოლო ბათუმში 35-36⁰C ივლისისა და აგვისტოს საშუალო თვიური ტემპერატურა 22-24⁰ C-ია. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 4000-4800⁰C-მდეა და ის ყველაზე მეტია გაგრასა და სოხუმში.

სავეგეტაციო პერიოდი იწყება 15 მარტიდან და მთავრდება დეკემბრის დასაწყისში. სავეგეტაციო პერიოდი ყველაზე ხანგრძლივია გაგრაში, სოხუმში და ბათუმში.

შავი ზღვის სანაპიროზე, ზოგჯერ ცივი ჰაერის შემოჭრის შედეგად მყარდება საკმაოდ მკაცრი ყინვები, რომლებიც დიდ ზიანს აყენებენ სუბტროპიკულ მცენარეებს. აბსოლუტური მინიმუმი სოხუმში 12⁰ C-ს და ბათუმში 7,5⁰ C-ს უდრის.

მეციტრუსეობის წარმოების პრაქტიკიდან ცნობილია, რომ 8⁰-ზე ზიანდება მანდარინის ერთწლიანი ამონაყრები. ყინვების თვალსაზრისით უკეთესი პირობებია აჭარასა და აფხაზეთში.

შავი ზღვის სანაპიროს თბური რეჟიმი ტიპურ სუბტროპიკულ ქვეყნებთან (ჩინეთისა და ფლორიდის) შედარებით განსხვავებულია, კერძოდ შავი ზღვის სანაპიროზე ვეგეტაციის პერიოდში გაცილებით ტემპერატურის დონე დაბალია, ამავე დროს ჩვენთან უფრო მოკლეა ვეგეტაციის პერიოდი და აქედან, გამომდინარე, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამიც საკმაოდ ნაკლებია. აქ უფრო მკაცრი ყინვები იცის, ვიდრე სუბტროპიკულ ქვეყნებში.

გარდა თბური რეჟიმისა, სუბტროპიკული ზონის კლიმატის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია ნალექები. შავი ზღვის სანაპიროზე ჰაერის თავისებური ცირკულაციისა და რელიეფური პირობების სიჭრელის გამო, ნალექების რაოდენობისა და წლის დროების მიხედვით მისი განაწილების მხრივ მრავალფეროვნებას აქვს ადგილი. შავი ზღვის სანაპიროს სუბტროპიკულ ზონაში ნალექების წლიური რაოდენობა 1200-დან 3000მმ-მდე მერყეობს და ყველაზე მეტია აჭარასა და გურიაში.

ნალექების განაწილება წლის დროების მიხედვით მცენარისათვის უფრო ხელსაყრელია აფხაზეთში, ვიდრე აჭარაში, სოხუმში ყველაზე უფრო მშრალ თვეში ნალექების რაოდენობა 97მმ უდრის, ყველაზე ნალექიან თვეში 135მმ, ხოლო ეს მაჩვენებლები ბათუმისათვის გადიდებულია 1,5-2-ჯერ მეტია.

შავი ზღვის სანაპიროს სუბტროპიკული ზონა ნალექების რაოდენობისა და განაწილების მიხედვით განსხვავდება ტიპური სუბტროპიკული რაიონებისაგან (ჩინეთი, ფლორიდა). საქართველოს სუბტროპიკულ ზონაში ნალექები დიდი რაოდენობით ზამთარში და შემოდგომაზე მოდის, როდესაც ის მცენარისთვის არ არის საჭირო, ხოლო მცირე რაოდენობით მოდის გაზაფხულსა და ზაფხულში. ჩინეთში და ფლორიდაში ზამთარი და შემოდგომა მშრალია და ნალექების უმეტესი ნაწილი მოდის სავეგეტაციო პერიოდში. შავი ზღვის სანაპიროს სუბტროპიკულ ზონაში ნალექების განაწილების ხასიათი გაზაფხულზე და ზაფხულში გატარებულ იქნას ტენის დეფიციტის საწინააღმდეგო ღონისძიებების გატარებების აუცილებლობას ქმნის.

სუბტროპიკულ კლიმატს განაპირობებს აგრეთვე ჰაერის ტენიანობა. შავი ზღვის სანაპიროს სუბტროპიკულ ზონაში ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობა მაღალია და დაახლოებით ისეთივე კანონზომიერებით იცვლება რაიონების მიხედვით, როგორც ნალექები. ზაფხულის პერიოდში შეფარდებითი ტენიანობა

უფრო მაღალია 75-83%-მდე ვიდრე ზამთარში 70-76%. მიზეზი ამისა ის არის, რომ ზამთარში ამ ტერიტორიაზე აღმოსავლეთის მშრალი ქარები ჭარბობს, ზაფხულში კი დასავლეთის ტენიანი.

შავი ზღვის სანაპიროზე ზღვის დონიდან 300მ სიმაღლემდე თოვლი ზოგჯერ სრულებით არ მოდის, ან თუ მოდის, მალე დნება. ხანდახან აღინიშნება ერთი ზამთრის განმავლობაში თოვლის რამდენჯერმე მოსვლა. თოვლს ამ ზონაში ზიანი მოაქვს, ამტვრევს რა სუბტროპიკული მცენარის ტოტებს და ხის ვარჯსაც, მაგრამ თუ თოვლის საფარველი მაღალია და ფარავს მოზარდ მცენარეებს, იგი მათ ყინვებისაგან იცავს.

სუბტროპიკულ ზონაში ზაფხულის პერიოდში მზე ზენიტთან ახლოს არის და რადიაცია მაღალია (16-18 კალორია), ზამთარში კი მზე დაბლაა და შესაბამისად რადიაციაც მცირეა (4-5 კალორია). პროფ. გ.სელიანინოვის (1961) მიხედვით მზიანი საათების წლიური რაოდენობა სოხუმში 2055 საათს შეადგენს, ბათუმში კი საგრძნობლად ნაკლებია (1722).

წლის თბილ პერიოდში შავ ზღვაზე წნევა უფრო მაღალია, ვიდრე ხმელეთზე. ამიტომ ქარები ზღვიდან ხმელეთისკენ ქრიან, ცივ პერიოდში კი პირიქით და ქარებიც ხმელეთიდან ზღვისკენ ქრიან. შავი ზღვის სანაპიროს სუბტროპიკულ ზონაში გავრცელებულია აგრეთვე ბრიზები, რომლებიც ზღვასა და ხმელეთს შორის ტემპერატურის სხვაობის შედეგად წარმოიქმნება. დღისით ხმელეთი ზღვაზე თბილია და ქარიც ზღვისკენ ქრის.

პროფ. გ. სელიანინოვის (1961) მიხედვით სუბტროპიკული ზონა თავისი ტემპერატურული პირობებით გარდამავალია ტროპიკულ და ზომიერ სარტყელს შორის. სუბტროპიკულ ნიშნად იგი თვლის: 0⁰-ს იზოთერმას განსაზღვრული სუბტროპიკული სარტყლის უკიდურესი ჩრდილო საზღვრით; 2. სუბტროპიკული კულტურების კულტივირების შესაძლებლობას ღია გრუნტში. წლის განმავლობაში ტემპერატურის ცვალებადობა ზუსტად ექვემდებარება შემდეგ კანონზომიერებას: გაზაფხულზე ტემპერატურა თვიდან-თვემდე მატულობს და ივლის-აგვისტოში მაქსიმუმს აღწევს, ხოლო სექტემბრიდან თანაბარ კლებას იწყებს და იანვარში მინიმუმამდე ეცემა.

პროფ. გ.სელიანინოვა (1961) შავი ზღვის სანაპიროზე სუბტროპიკულ მცენარეთა დარაიონებას საფუძვლად დაუდო ძირითადი აბსოლუტური მინიმუმის

საშუალო და გაითვალისწინა ტენით უზრუნველყოფა, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამთან ერთად. ამ მაჩვენებლების მიხედვით შავი ზღვის სანაპირო მან დაყო რამდენიმე ზონად, მათ შორის პირველი არის ციტრუსოვნების ზონა, სადაც აბსოლუტური მინიმუმების საშუალო 4-6^{0C}-ია.

ციტრუსოვნების ზონაში იგი გამოყოფს ლიმონის, მანდარინის, ჩაის, ტუნგის ხის და დაფნის ქვეზონებს. მანდარინის ქვეზონას (აბსოლუტური მინიმუმის საშუალო 4-6⁰ C) გაცილებით უფრო დიდი ტერიტორია უჭირავს, ვიდრე ლიმონებისას.

სასოფლო სამეურნეო კულტურათა უმრავლესობა, როგორც ცნობილია, ვეგეტაციას იწყებს საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის 10^{0C} დადგომასთან ერთად. აქედან გამომდინარე აგროკლიმატური დარაიონებისათვის გამოყენებულია 10^{0C}-ზე მაღალი აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები. ჯამების განაწილების მიხედვით გ. გაგუამ (2001) საქართველოს ტერიტორიაზე გამოყო სარტყლები და ქვესარტყლები. 3500^{0C}-ზე მეტი ტემპერატურათა სუბტროპიკული ქვესარტყელი, რომელიც მოიცავს კოლხეთის დაბლობს ზღვის დონიდან 250-300მ სიმაღლემდე. ამ ქვესარტყელში 10^{0C}-ზე მეტი ტემპერატურიანი პერიოდის საშუალო ხანგრძლივობა 230 დღეზე მეტია.

დ. შაშკოს (1967) ტანიაზობის მაჩვენებლის მიხედვით დასავლეთ საქართველოში გამოიყოფა ზონები: ჭარბად დანესტიანებული, დანესტიანების კოეფიციენტი >1.2, ძლიერ დანესტიანებული (1.2-1.0), საკმაოდ დანესტიანებული (1.0-0.6), დანესტიანებული (0.6-0.45).

გამოზამთრების პირობების მიხედვით გამოყოფენ თბილ, რბილ და ცივ რეგიონებს, აქედან თბილი ზამთრის ტიპი დაყოფილია ძალიან თბილ, თბილ და ზომიერად თბილ ქვეტიპებად.

აგროკლიმარტური პოტენციალისა და ტერიტორიული განაწილებით გ. გაგუა (2001) გამოყოფს ვერტიკალურ ზონებს (ცხრილი 4.3):

1 ჯგუფში მოქცეულია კოლხეთის დაბლობი ზღვის დონიდან 250მ სიმაღლემდე.

1. ჯგუფში-საქართველოს ბარი 500მ სიმაღლემდე.

2. ჯგუფში ვრცელდება 500-დან 750-800მ სიმაღლემდე.

3. ჯგუფში-800მ-დან მეხილეობის სამრეწველო მიზნით გავრცელების ზედა საზღვრამდე.

გ.გაგუას (2001) აგროკლიმატური პროდუქტიულობის შეფასების სკალის მიხედვით ჩვენი საცდელი ნაკვეთები მოქცეულია 1 ჯგუფში ზღვის დონიდან 250მ სიმაღლემდე. დასავლეთ საქართველოს ეს ზონა ხასიათდება ტენიანი სუბტროპიკული კლიმატით, რაც ძირითადად განპირობებულია მისი გეოგრაფიული ადგილმდებარეობით. აქ აღინიშნება შედარებით თბილი ზამთარით და ზომიერი ზაფხულით, რომელიც გამოწვეულია თბილი შავი ზღვის სიახლოვით. ზღვის სანაპიროსთან ახლომდებარე ქედები, ერთ მხრივ ჩრდილოეთი სიცივის დამცველია, მეორეს მხრივ ისინი წარმოადგენენ ქარებისათვის ბარიერს (ზღვის მხრიდან), რომელთაც მოაქვთ სითბო და ტენი.

ცხრილი 4.3

აგროკლიმატური პროდუქტიულობის შეფასების სკალა

აგროკლიმატური პროდუქტიულობის ხარისხი	ჯგუფი	პროდუქტიულობის მაჩვენებელი	
		აგროკლიმატური პოტენციალი	აგროკლიმატური ინდექსი ბალებში
ძალიან მაღალი	I	>3.2	>211
მაღალი	II	3.2-2.4	210-158
საშუალო	III	2.4-1.7	157-112
დაბალი	IV	<1.7	<111

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, სუბტროპიკულ ზონაში, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი მერყეობს 3500-4800⁰ C-ის ფარგლებში სავეგეტაციო პერიოდის (10⁰ C-ზე მაღალი ტემპერატურით) 230-260 დღის ხანგრძლივობისას, ხოლო ნალექები მერყეობს წელიწადში 1300-2500მმ-ის ფარგლებში (Селянинов Г. 1961). შეფარდებითი ტენიანობა საკმაოდ თანაბრად ნაწილდება სანაპიროზე (75-83%), მაგრამ იზრდება სამხრეთისაკენ (Надарая Г, 1966). შეფარდებითი ტენიანობა განსაკუთრებით მაღალია (80-85%) საქართველოს შავი ზღვის სანაპიროზე.

ჩვენს მიერ ჩატარებულ კვლევებში გამოყენებული საველე და სავეგეტაციო ცდები განლაგებული იყო ანასეულსა და ნატანებში (წვერმაღალაზე) (ოზურგეთის რაიონი), ამიტომ მოკლე კლიმატური დახასიათებისათვის გამოვიყენეთ ანასეულის მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემები

1980-1993წწ ტემპერატურული მაჩვენებლები მოყვანილია ცხრილში 4.4 დანართი 1. ექსპერიმენტის მიმდინარეობის ყველა წელს ტემპერატურის მატება აღინიშნება თებერვლიდან (გამონაკლისია 1985 და 1991წლები, როცა ტემპერატურა საგრძნობლად დაბალი იყო ვიდრე იანვარში) და მაქსიმუმს აღწევდა აგვისტოში. ყველაზე ცივი თვის ჰაერის საშუალო ტემპერატურა მერყეობს 5.3-7.3^{0C} ფარგლებში. ყველაზე თბილი თვის საშუალო ტემპერატურა კი 19.3-22.5^{0C} ფარგლებში.

ცდების ჩატარების 14 წლის განმავლობაში წლის საშუალო ტემპერატურა მერყეობდა 13.1-14.1⁰ C-ის ფარგლებში, რომელიც მრავალწლიურ საშუალოს 1^{0C} ჩამორჩება. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამმა შეადგინა 4700⁰ჩ.

10^{0C}-ზე ზევით საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურა იწყება მარტის ბოლო რიცხვებიდან და გრძელდება დეკემბრის დასაწყისამდე.

ჰაერის საშუალო ტემპერატურა 5 თვის მანძილზე 15^{0C}-ზე მეტია და 2 თვის განმავლობაში 20^{0C}-ზე მეტი.

საშუალოდ აბსოლუტური მინიმუმი წლების განმავლობაში მერყეობდა 1.0-7.0^{0C}-ის ფარგლებში, ხოლო აბსოლუტური მაქსიმუმი კი 35.1-39.3⁰ჩ-ის ფარგლებში (დანართები 2 და 3).

კვლევის ჩატარების პერიოდში 2 ზამთარი(1984-1985წწ და 1990-1991წწ) შედარებით სუსხიანი იყო. აღნიშნულ წლებში ახალგაზრდა მცენარეები ყინვისაგან დაზიანდნენ და ამის გამო 1985წ ლიმონის მოსავალი არ მიგვიღია. ცდის 14 წლის საშუალო მონაცემებით ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა 10-ჯერ იყო მრავალწლიურ საშუალოზე დაბალი, 2-ჯერ მაღალი (ცხრილი 4.4).

ცნობილია, რომ ციტრუსოვანთა მოსავლიანობა დიდად არისდამოკიდებული ნიადაგის წყლით უზრუნველყოფაზე. 14 წლის საშუალო მონაცემებით (ცხრილი 4.5 დანართი 4) მხოლოდ 8-ჯერ მოვიდა მრავალწლიურ საშუალოზე ნაკლები ნალექი, ხოლო 4-ჯერ მრავალწლიურზე მეტი. ნალექების საშუალო რაოდენობა ცდის წამოების 14 წლის მანძილზე საშუალოდ 35მმ-ით ნაკლებია მრავალწლიან მაჩვენებლებთან შედარებით.

ლიტერატურული წყაროებით (Селянинов Г 1961, მგელაძე 1998) ირკვევა, რომ ციტრუსები დიდად მომთხოვნიან ჰაერის ტენიანობისადმი. საკვლევ ობიექტზე შეფარდებითი ტენიანობის ცვლელადობა თვეების მიხედვით (ცხრილი 4.4, დანართი 5) ისევე როგორც ნალექები. ამ ზონაში ზაფხულის პერიოდში ჰაერის

შეფარდებითი ტენიანობა უფრო მაღალია, ვიდრე ზამთარში. ზაფხულში 81-84%-მდე აღწევს, ზამთარში კი 77-80%-ს. ეს მდგომარეობა აიხსნება იმით, რომ ზამთრის პერიოდში აღნიშნულ ტერიტორიაზე აღმოსავლეთის მშრალი ქარები ჭარბობს, ზაფხულსი კი დასავლეთის ტენიანი

ჩვენი კვლევის ობიექტზე თოვლის საბურველი მყარი არ იცის, ზოგიერთ წლებში ის საერთოდ არ წარმოიქმნილა, ზოგჯერ ერთი ზამთრის განმავლობაში რამდენჯერმე წარმოიქმნა და გაქრა. თოვლის საბურველის საშუალო სიმაღლე არ აღემატებოდა 0.5-1.0მ-ს.

ოზურგეთის რაიონში ქარებიდან ძირითადად ცდების მიმდინარეობისას აღინიშნა აღმოსავლეთის ქარები, დასავლეთის ქარები და აგრეთვე ბრიზები, რომელიც ზღვასა და ხმელეთს შორის ტემპერატურის სხვაობის შედეგად წარმოიქმნა.

საერთოდ კი უნდა აღინიშნოს, რომ ცდის წარმოების პერიოდში ქარები არ იყო იმდენად ძლიერი, რომ სერიოზულად დაზიანებულიყო ციტრუსები.

ცხრილი 4.4

ჰაერის საშუალო ტემპერატურა °F და ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობა

თვეები	ჰაერის საშუალო ტემპერატურა °F მრავალი წლის საშუალო (ცნობარი 1980)	ჰაერის საშუალო ტემპერატურა °F ცდის ჩატარების წლებში (1980-1993წ)	ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობა (1980-1993წწ)
I	7.1	6.6	79
II	7.2	5.3	79
III	8.4	7.3	77
IV	11.5	11.8	77
V	15.8	16.1	82
VI	20.0	19.3	81
VII	22.8	21.4	82
VIII	23.2	22.5	84
IX	20.3	18.9	82
X	16.6	14.2	81
XI	12.2	10.7	80
XII	8.6	6.5	80
საშუალო	14.5	13.4	80

მოსული ატმოსფერული ნალექები (მმ)

თვეები	მრავალი წლის საშუალო (ცნო-ბარი 1980)	საშუალო ცდის ჩატარების წლებში (1980-1993)	მოსული ატმოსფერული ნალექები თბილ და ცივ თვეებში	
			თბილ თვეებში (IV-X)	ცივ თვეებში (IX-III)
I	205	206		
II	177	231		
III	150	126	მრავალი წლის საშუალო 1140	მრავალი წლის საშუალო 975
IV	88	99		
V	74	105	ცდის წლების საშუალო (1980-1993წწ) 1060	ცდის წლების საშუალო (1980-1993წწ) 1018
VI	128	118		
VII	145	122		
VIII	181	159		
IX	245	245		
X	279	212		
XI	225	208		
XII	218	247		
სულ	2115	2079		

4.2. ნიადაგური პირობები

საქართველოს ტენიანი სუბტოპიკების თავისებურმა, ბუნებრივ გეოგრაფიულმა და გეოლოგიურმა პირობებმა განსაზღვრა სპეციფიკური ტიპის ნიადაგების წარმოქმნა. დიდი რუსი ნიადაგმცოდნე ვ. დოკუჩაევი დაინტერესდა და მოგვცა პირველი მეცნიერული გამოკვლევები სუბტოპიკული ნიადაგების გენეზისსა და თვისებებზე.

დასავლეთ საქართველოში მრავალი მიკრორაიონია, მათვის დამახასიათებელია არაერთნაირი გეოგრაფიული აგებულება, მკვეთრად განსხვავებული კლიმატური პირობები, გეოლოგიური ქანების მრავალსახეობა. ამის გამო აქ გვხვდება თითქმის ნიადაგის ყველა ტიპი და მცენარეულობა. თავისებურებათა ერთობლიობამ განაპირობა ტენიან სუბტოპიკებში ნიადაგის

ისეთი ტიპების წარმოქმნა როგორცაა: წითელმიწა, ყვითელმიწები, სუბტროპიკული ეწრები და მათი სახესხვაობები.

საქართველოს სუბტროპიკული ზონის სოფლის მეურნეობაში წამყვანი სუბტროპიკული და ტექნიკური კულტურები- ჩაი, ციტრუსები, კეთილშობილი დაფნა, ტუნგო, თამბაქო, ეთერზეთოვანი და ცხიმზეთოვანი ძირითადად წითელმიწა, ყვითელმიწა და სუბტროპიკულ ეწერ ნიადაგებზეა გაშენებული. აღნიშნულ კულტურათა მოსავლის დონეს განსაზღვრავს ამ ნიადაგების ფიზიკური თვისებები და აგროქიმიური მაჩვენებლები. რადგანაც ჩვენ შევისწავლეთ წითელმიწა და ყვითელმიწა ნიადაგებზე გაშენებული ციტრუსოვანთა პლანტაციების პროდუქტიულობა. ამიტომ შემოვიფარგლებით მხოლოდ ამ ორი ძირითადი ნიადაგის ტიპის დახასიათებით. საერთოდ ეს ნიადაგები ხასიათდებიან მაღალი მჟავიანობით, შთანთქმის დაბალი ტევადობით, შეიცავენ ერთნახევარ ჟანგულებს, ღარიბია შთანთქმული ფუძეებით და აქედან გამომდინარე ხასიათდებიან დაბალი ბუნებრივი ნაყოფიერებით.

წითელმიწა ნიადაგებს უჭირავთ დასავლეთ საქართველოს შავი ზღვის სანაპიროს სამხრეთ-დასავლეთი ნაწილი, იმერეთის ქედის შტოს ბორცვოვანი მთისწინები და გურიის მაღლობები. დასავლეთ საქართველოს ტენიანი სუბტროპიკების წითელმიწა ნიადაგების გენეტიკური და აგრონომიული დახასიათება მოცემულია ს. ზახაროვის (1934), მ. საბაშვილის (1936, 1948, 1965), დ.გედევანიშვილის (1936), მ. დარასელიას (1949, 1974) ნაშრომებში. ტენიანი სუბტროპიკების ყველაზე გავრცელებული ნიადაგწარმომქმნელ ქანს წარმოადგენს ვულკანური მთის ქანების გამოფიტვის პროდუქტების: ანდეზიტები, ბაზალტები, პორფირიტული ტუფები და ნალექის მესამეული ნაფენები-თიხნარი, ქვიშიან-თიხნარი ფიქალები. წითელმიწები ვითარდებიან წითელი ფარის გამოფიტვის მძლავრ (10-12 მ-მდე) ქერქზე (Ромашкевич А. თანავტორებით 1971).

საქართველოს ტერიტორიაზე განასხვავებენ წითელმიწების სამ ძირითად ჯგუფს: პირველი-ტიპიური ანუ არადიფერენცირებული, მეორე-დიფერენცირებული პროფილით და მესამე-სუსტად განვითარებული წითელმიწები (Герасимов, И. 1979). ჩაის პლანტაციების წითელმიწა ნიადაგებში ჰუმუსის შემცველობა მერყეობს 5-დან 12%-მდე და იგი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ნიადაგის გაკულტურების დონეზე. საერთო აზოტის შემცველობა ზედა

ჰორიზონტში აღწევს 0,33%-ს, საერთო ფოსფორისა 0,12-0,22%-ს, მოძრავი ფოსფორის (ონიანის მიხედვით)- 25-40მგ-ს 100გრ ნიადაგში. საერთო კალიუმი 1,0-1,2%-ს, ხოლო მოძრავისა 15-20მგ 100გრ ნიადაგში (Сабაშვილი М. 1948, Бзиава М. Цанава В. Чануквадзе Ф. და სხვა 1986; შ. ფალავანდიშვილი 2002). წითელმიწა ნიადაგების ჰუმუსი ღარიბია აზოტით, რასაც მოწმობს C:N-ის შეფარდება, რომელიც 13-14-ის ფარგლებშია (Конована М.1972;Бзиава М. 1973; Зони С.1974).

ყამირი წითელმიწები ღარიბია არა მარტო აზოტის მოძრავი ფორმებით, არამედ მოძრავი ფოსფორითაც, რომლის შემცველობა მერყეობს 1-დან 6მგ-მდე 100გრ ნიადაგში (Ониანი О.1974); რაც შეეხება საერთო კალიუმს (1,0-1,2%) და მის მოძრავ ფორმებს (18-15მგ 100გრ ნიადაგში ტრუოგის მიხედვით და 16-20მგ 100გრ ნიადაგში ონიანის მიხედვით) მათი შემცველობით წითელმიწები უფრო მდიდარია, ვიდრე ფოსფორითა და აზოტით.

მიუხედავად იმისა, რომ წითელმიწები მძიმე თიხნარი მექანიკური შედგენილობისაა (“ფიზიკრი თიხის” შემცველობა აღწევს 70-80%-ს, მსხვილი მტვრისა-33.7%-ს, ხოლო წვრილი მტვრისა 43.7%), მათ გააჩნიათ აგროტექნიკურად სრულფასოვანი სტრუქტურა და კარგი წყლიერ-ფიზიკური თვისება. სტრუქტურულობის კოეფიციენტი აღწევს 90-95%-ს, ნიადაგის საერთო ფორიანობა მერყეობს 70-75%-ის ფარგლებში, სიღრმეში იგი კლებულობს. (Долидзе Д 1969, Глонти Т. თანაავტორებით, 1974). წითელმიწები არ არის გაჯერებული ფუძეებით, ღარიბია ტუტეებით და ტუტოვან-ნაცროვანი ელემენტებით, მაგრამ მდიდარია Fe და Al ჰიდროქსიდებით. წითელმიწები ხასიათდება მაღალი გაცვლითი მჟავიანობით, ნიადაგის რეაქცია მჟავა (pH=4.0-5.5).

ციტრუსოვანთა მოვლა-მოყვანისათვის ნიადაგური პირობებიდან ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია არეს რეაქცია.

ნიადაგის მჟავიანობის შესწავლის საფუძველზე მთელმა რიგმა მკვლევარებმა (Годзиашვილი Г. 1948; Саришვილი И. 1958; 1971) დაასკვნეს, რომ ციტრუსოვანი კულტურების მოყვანა შესაძლებელია pH_(kcl) 5.5-დან 6,0-მდე მჟავიანობისას.

ჩვენი კვლევის ობიექტის მეორე ტიპის ნიადაგი, რომელზეც კვლევა მიმდინარეობდა არის ყვითელმიწა ნიადაგი. პ. ფაგლერისა (1935) და მ. საბასვილის (1948) მონაცემების მიხედვით ყვითელმიწა ნიადაგები ითვლება წითელმიწების წამომქმნელ გარდამავალ სტადიად. წითელმიწებიდან ყვითელმიწები გამოირჩევა

რიგი თვისებებით. ისინი დაკავშირებულია მთისწინა დანაწევრებული რელიეფის პირობებში მხოლოდ თიხა ფიქალების და რკინის დაბალი შემცველობის კენჭკაჭროვან ნაფენებთან (Ромашкевичи А. 1972, 1974).

სხვა ავტორების მონაცემებით ყვითელმიწები ვითარდებიან არა მარტო ფიქალებზე, არამედ რკინითა და ალუმინით ნაკლებად მდიდარ სხვა ქანების გამოფიტვის პროდუქტებზე: ელუვიის დელუვიის საშუალო და მჟავე მაგმატურ ქანებზე, ელუვიის კირქვებზე და ტერასების თიხნარ ნაფენებზე (Зирини Н. და სხვა 1979).

ს. ზახაროვის (1934) და “სსრკ ნიადაგების კლასიფიკაციისა და დიაგნოსტიკის მითითებების” (1977) თანახმად ყვითელმიწები იყოფა ტიპიურ და გაეწრებულ ნიადაგებად. გაეწრებულ ყვითელმიწა ნიადაგებს ი.გერასიმოვი (1966) და ა. რომაშკევიჩი (1972) უწოდებენ ელუვიურ-ლებიან ყვითელმიწებს, ხოლო ს.ზახაროვი (1934), ვ.კოვდა (1934) და მ. საბაშვილი (1965) სუბტროპიკულ გაეწრებულს, ს. ზონი ნ. შონია-ყვითელმიწა ფსევდო ეწერებს.

თ. ურუშაძის (1997) მონაცემებით ყვითელმიწები იყოფა სამ ქვეტიპად: ტიპიური, გაეწრებული და გალებებული, რომელთა წარმოქმნას ხელს უწყობს რელიეფური, კლიმატური და გამოფიტვის პირობები.

წითელმიწებთან შედარებით ყვითელმიწები შეიცავენ ალუმინისა და რკინის ნაკლებ ერთნახევარ ჟანგეულებს (მ. საბაშვილი 1948, თ. ურუშაძე 1997). ეს ნიადაგები მძიმეა, აქვთ სუსტად გამოხატული მიკროაგრეგატულობა და სუსტი სტრუქტურა. ისინი ხასიათდება ნაკლებად ხელსაყრელი ფიზიკური თვისებებით, ვიდრე წითელმიწები.

ყვითელმიწების მექანიკური შედგენილობა პროფილის მიხედვით შესაძლებელია არ იცვლებოდეს, მაგრამ იშვითად ზედა ჰორიზონტები ღარიბია ლექიანი ნაწილაკებით. მათი განაწილების ხასიათი პროფილის მიხედვით გამოყოფს ყვითელმიწებს გაეწრებულ-ყვითელმიწა ნიადაგებიდან, მაგრამ ბოლო წლების გამოკვლევებით არ მტკიცდება ეწერწამოქმნის პროცესის მიმდინარეობა დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკულ ნიადაგებში, მორფოლოგიური ნიშნებით ზოგიერთი ყვითელმიწების ჩრდილოეთის ეწერ ნიადაგებთან დიდი მსგავსების მიუხედავად ი. გერასიმოვი (1966), ს. ზონი (1969) და სხვა. ფსევდოეწრებიდან ეწერ ნიადაგების განმასხვავებელ ნიშნად მიიჩნევენ ლექის ფრაქციის სტაბილურ

შედგენილობას ნიადაგის პროფილის მიხედვით, რაც დამახასიათებელია ფსევდოეწერი ნიადაგებისათვის, რომლებიც კარგავენ მხოლოდ რკინას. ყამირ ნიადაგების ზედა ჰორიზონტში ჰუმუსის შემცველობა შეადგენს 4-6%-ს, აზოტისა 0.2-0.4%-ს, რეაქცია მჟავაა, ხოლო გაცვლითი ფუნქციების ჯამი აღემატება ალუმინს, $C:N$ თანაფარდობა მერყეობს 0.5-დან 0.25-მდე (Зонн С. 1987).

წითელმიწებზე და ყვითელმიწებზე გაშენებულია ჩაის პლანტაციები, ციტრუსებისა და ტუნგის ბაღები, ასევე სხვა ძვირფასი სუბტროპიკული კულტურები. ამ ნიადაგების ნაყოფიერება პირდაპირ დამოკიდებულებაშია სასუქების გამოყენებასთან-ნიადაგის გაკულტურების დონესთან დაკავშირებით მათი ნაყოფიერება მნიშვნელოვნად იზრდება.

მინერალური სასუქებიდან აღნიშნულ ნიადაგზე მეტად ეფექტურია აზოტოვანი სასუქები. ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების ეფექტი დაკავშირებულია ამ ელემენტების მცენარისათვის შესათვისებელი ფორმების შემცველობასთან ნიადაგში. აგრეთვე, გარდა ჩაის მცენარისა, ყველა ნარგაობაში საჭიროა ნიადაგის მოკირიანება.

5. აზოტოვანი სასუქების გავლენა ციტრუსოვანთა მოსავლიანობაზე

5.1.1. აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების გავლენა

ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის მოსავლიანობაზე

ტენიან სუბტროპიკებში მცენარეთა სამეურნეო პროდუქტიულობის ამაღლება დამოკიდებულია მათი გარემო პირობებისადმი მოთხოვნილების დაკმაყოფილების დონეზე და მათ შორის საკვები ელემენტებით, განსაკუთრებით აზოტით უზრუნველყოფაზე. ციტრუსოვანთა ბაღებში გამოყენებული აზოტოვანი სასუქების ასორტიმენტი პრაქტიკულად ამოიწურება ამონიუმის სულფატით, ამონიუმის გვარჯილით, ნატრიუმის გვარჯილითა და კარბამიდით. ამ ფორმათა ეფექტურობა დამოკიდებულია ნარგაობის სახეობრივ შედგენილობასა და ნიადაგის აგროქიმიურ თვისებებზე (ი.მარშანია 1970, ი.გამყრელიძე 1971, მ.ბზიავა 1973).

აზოტოვანი სასუქების ფორმების და ოპტიმალური ნორმებისა დადგენა აქტუალურია გარემოს ნიტრატებით დაჭუჭყიანებისაგან დაცვის თვალსაზრისითაც.

იგი ყველაზე მისაწვდომი და ქმედითი ხერხია გარემოს დაცვისა და იმავდროულად აგროცენოზის მაღალი პროდუქტიულობის შენარჩუნების მიმართებით.

ციტრუსოვანთა სხვადასხვა სახეობა, ჯიში თუ ფორმა თავისებურად რეაგირებს აზოტოვანი სასუქების ფორმებზე, ნორმებსა და შეტანის ვადებზე. სწორედ ამ თავისებურებათა გათვალისწინება უზრუნველყოფს სასუქების მაქსიმალურ ეფექტს, რაც დღეისათვის ნაკლებადაა შესწავლილი. აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების ეფექტურობას წითელმიწა ნიადაგების პირობებში ვსწავლობდით ფორთოხლის (ჯიში ვაშინგტონ-ნაველი) ხანგრძლივი საველე ცდების პირობებში.

ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლები ცდის დაყენებამდე, ცდის სქემა და ისტორია მოცემულია მესამე თავში ფორთოხლის სამეურნეო პროდუქტიულობაზე აზოტოვანი სასუქების გავლენის კვლევის შედეგები მოყვანილია 5.1.1.1.-5.1.1.2 ცხრილებში, 5.1.1.1. ნახაზზე, ხოლო ცალკეული წლების მიხედვით დანართებში 6. და 7.

14 წლის საშუალო მონაცემების (ცხრილი 5.1.1.1.) შედარებისას ჩანს, რომ მაქსიმალური მოსავალი მიღებულია ამონიუმის სულფატისა და ამონიუმის გვარჯილის 150 გრ/ხეზე ნორმის გამოყენებისას, უმნიშვნელოდ ჩამორჩება 75 გრ/ხეზე შეტანის ვარიანტი, რომელიც ეკონომიკურად და გარემოს დაბინძურების თვალსაზრისით უფრო მომგებიანია.

აზოტის ნორმის შემდგომი ზრდით პროდუქტიულობა მკვეთრად მცირდება ორივე ფორმის აზოტოვანი სასუქის შემთხვევაში. ასეთივე ტენდენცია აღინიშნებოდა თითქმის კვლევის მიმდინარეობის ყველა წელს. ანალოგიური მონაცემები აქვს მიღებული L.W.Kasterson et al (1977) floridis pirobebsi. A.Gonsales et al (1984) კუბაში ჩატარებული გამოკვლევებით (ფორთოხლის ჯიში “ვალენსია-ლეითი”) ნაჩვენებია, რომ აზოტის 240გ/ხეზე ნორმა ამცირებს მოსავალს. ჩვენს შემთხვევაში მოსავლის კლება განსაკუთრებით მკვეთრადაა გამოხატული N₃₀₀ და N₄₅₀ გ/ხეზე ამონიუმის სულფატის შეტანისას. მოსავლიანობა დამოკიდებულია ჯიშზე და შეადგენს 88-75%-ს. ამონიუმის გვარჯილის შეტანისას, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ მაქსიმალური მოსავლიანობა მიღებულია N₁₅₀ გ/ხეზე გამოყენებისას, ნორმის გაზრდის შედეგი აქაც მოსავლიანობის კლებაა. ამონიუმის გვარჯილის 300 და 450 გ/ხეზე ნორმით შეტანა უზრუნველყოფს ფონთან შედარებით მოსავლიანობის 9-12%-ით მატებას.

ეკვივალენტების (%) გაანგარიშების მეთოდის გამოყენებით (Кук Дж. 1970) დადგინდა, რომ ამონიუმის სულფატის გამოყენებისას, 14 წლის საშუალო მონაცემებით დაახლოებით 13,1კგ/ხეზე მოსავალი მიიღება 75გ/ხეზე ნორმის შეტანისას (ნახაზი 5.1.1.1.) მოსავლიანობის ასეთი დონე აღინიშნებოდა 1980-1983წწ და 1980-1987წწ მოსავლის საშუალო მაჩვენებლებშიც, მოსავლიანობის ამ დონეს უზრუნველყოფს ამონიუმის გვარჯილის 56-60 გ/ხეზე ნორმის შეტანა. აქედან გამომდინარე ამონიუმის სულფატის ეფექტი 75-80-ს ფარგლებში მერყეობს ამონიუმის გვარჯილის ეფექტთან შედარებით. ნორმების შემდგომი ზრდა N₁₅₀

ცხრილი 5.1.1.1..

აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა ფორთოხალ
ვაშინგტონ-ნაველის მოსავალზე

აზოტოვანი სასუქების ნორმები PKCaMგ-ის ფონზე გ/ხეზე	1980-1987წწ საშუალო		1988		1989		1990		1991		1992		1993		1988-1993წწ საშუალო		14წლის საშუალო		მატება ფონთან შედარებით	
	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	1 ან N-ით ზ.
PKCaMგ- ფონი	12.3	100	14.7	100	9.0	100	9.3	100	7.3	100	10.3	100	10.0	100	10.6	100	11.4	100	-	-
ფონი+(NH ₄) ₂ SO ₄ 75	14.1	115	15.1	103	12.8	142	10.7	115	8.1	111	12.8	124	13.0	130	12.1	114	13.1	115	1.7	22
ფონი+(NH ₄) ₂ SO ₄ 150	13.9	113	19.9	135	13.7	152	15.1	162	8.3	114	12.9	125	11.8	118	13.6	128	13.7	120	2.3	15
ფონი+(NH ₄) ₂ SO ₄ 300	10.3	83	13.6	92	12.5	139	11.1	119	6.0	82	7.1	69	9.5	95	9.9	93	10.1	88	-1.3	-
ფონი+(NH ₄) ₂ SO ₄ 450	7.9	64	12.2	83	7.2	80	12.0	129	5.9	81	9.1	88	10.3	103	9.4	88	8.6	75	-2.1	-
ფონი+NH ₄ NO ₃ 75	14.4	117	19.1	130	11.6	129	10.5	113	8.0	109	12.1	117	13.5	135	12.4	117	13.4	117	2.0	26
ფონი+NH ₄ NO ₃ 150	15.5	126	15.4	105	10.0	111	11.9	128	8.6	118	10.6	103	12.6	126	11.5	108	13.5	118	2.1	14
ფონი+NH ₄ NO ₃ 300	13.9	113	15.7	107	11.5	127	8.9	96	7.4	101	11.0	107	12.8	128	11.2	106	12.5	109	1.1	3.7
ფონი+NH ₄ NO ₃ 450	14.1	115	17.2	117	11.9	132	10.5	119	9.3	127	10.1	98	11.0	110	11.6	109	12.8	112	1.4	3.7

ცდის სიზუსტე, % 5.79 10.60 8.89 7.00 10.10 6.80 7.35
 უას 05, კგ/ხეზე 2.14 3.69 3.97 2.51 2.11 2.05 2.45
 კოეფიციენტი V% 14.69 18.20 20.89 12.30 22.70 15.30 16.31

ცხრილი 5.1.1.2..

აზოტოვანი სასუქების ფორმები გავლენა ფორთოხალ

ვაშინგტონ-ნაველის მოსავალზე

აზოტოვანი სასუქების ფორმები PKCa Mg-ის ფონზე	1980-1987წწ საშუალო		1988		1989		1990		1991		1992		1993		1988-1993 წწ საშუალო		14წლის საშუალო		მატება უსასუქოსთან შედარებით	მატება ფონთან შედარებით
	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ NPK-ით კგ.	კგ N-ით კგ.
უსასუქო	9.9	81	17.2	91	85	71	180	87	92	92	97	92	73	97	83	103	104	82	-	-
PKCa Mg-ფონი	12.2	108	108	100	100	104	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2.3	4.6
ფონი+ (NH ₄) ₂ SO ₄	12.7	104	109	100	100	95	100	100	98	100	103	107	105	108	103	105	103	104	2.8	4.3
ფონი+ (NH ₄) ₂ SO ₄ 60% NH ₄ N O ₃ 40%	13.7	112	136	105	104	94	107	109	82	88	103	104	102	104	101	102	104	102	3.8	5.8
ფონი+ NH ₄ N O ₃	15.7	129	124	103	104	102	104	100	100	104	102	105	100	109	102	106	103	108	5.9	9.1
ფონი+ (NH ₂) ₂ SO	15.7	129	121	103	104	102	104	100	100	107	104	107	108	104	103	106	103	101	6.5	9.9
ფონი+ N ₂ ¹⁵ N O ₃	17.8	142	122	105	103	106	101	102	102	102	103	103	105	101	105	106	103	102	6.8	9.4

ცდის სიზუსტე, % 6.76 6.20 9.54 8.10 8.00 8.30 7.51

უსას⁰⁵, კგ/ხეზე 2.38 3.98 3.27 3.88 2.40 3.12 2.73

კოეფიციენტი V% 16.37 13.90 21.40 18.20 17.90 18.70 17.21

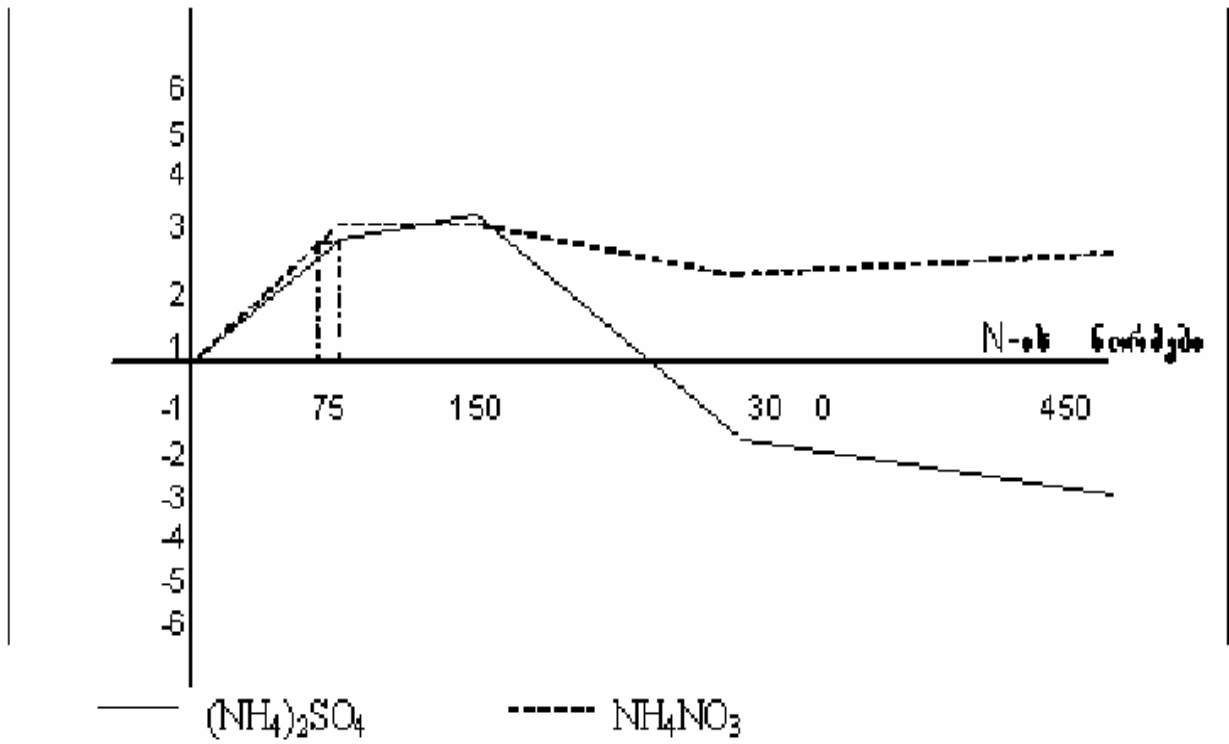
გ/ხეზე უზრუნველყოფენ 2.3-2.0კგ/ხეზე მატებას, ხოლო ამონიუმის სულფატის ნორმის შემდგომი ზრდა (300-450გ/ხეზე) იწვევს მოსავლიანობის მკვეთრ დაცემას და

ის ფონის ვარიანტის მოსავლიანობას ჩამორჩება. ამონიუმის გვარჯილის ნორმის ზრდა კი უმნიშვნელო(1.1-1.4კგ/ხეზე) მატებას იძლევა. მოსავლიანობასა და აზოტოვანი სასუქების ნორმებს შორის ანალოგიური დამოკიდებულება აღინიშნა კუბაშიც (Pეარტ E. ეტ ალ 1986).

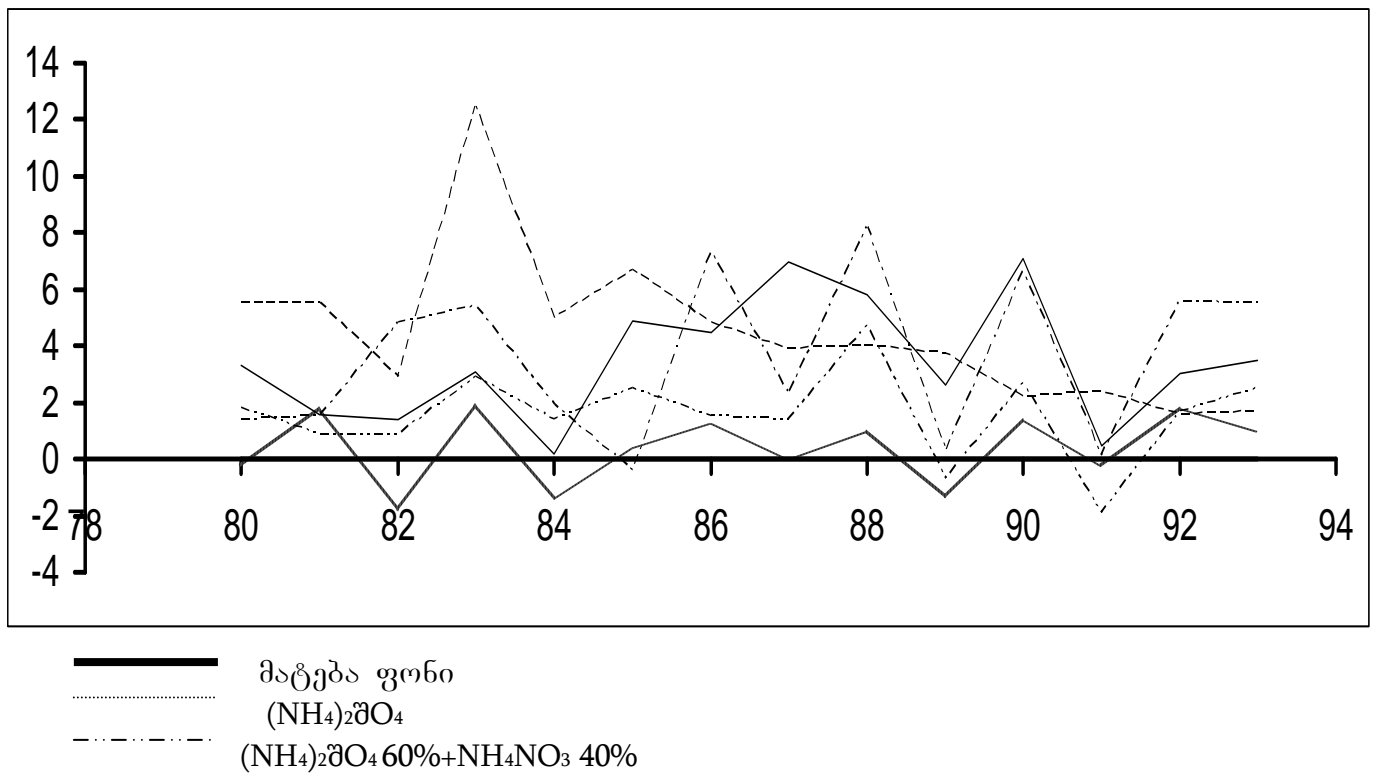
აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ფორმის აგროტექნიკური ნორმით (150გრ/ხეზე) გამოყენების გამოცდის 14 წლიანმა შედეგებმა გვიჩვენა ტუტე და ფიზიოლოგიურად ნაკლებად მჟავე ფორმების დიდი უპირატესობა (ნახაზი 5.1.1.2.), თუმცა მოსავლიანობა მნიშვნელოვნად მერყეობს, მაგრამ ეს ტენდენცია სტაბილურია წლების მიხედვითაც. ცხრილი 5.1.1.2.-ის ანალიზიდან ირკვევა, რომ მოსავლის მატებამ უსასუქო ვარიანტთან შედარებით შეადგინა 2,2-6,4კგ/ხეზე, ხოლო მატებამ აზოტოვანი სასუქების გამოყენებით ფონთან შედარებით შეადგინა 0.5-4.1კგ/ხეზე, განსაკუთრებით გამოირჩევა ნაკლებად მჟავე ფორმის აზოტოვანი სასუქები (3.6-4.1კგ/ხეზე), როგორცაა ამონიუმის გვარჯილა, კარბამიდი და ნატრიუმის გვარჯილა.

ცხრილი 5.1.1.2-დან ჩანს რომ 14 წლის საუალო მონაცემებით ამონიუმის სულფატის შეტანა ფონთან შედარებით 0.5 კგ/ხეზე ზრდის ფორთოხალ ვაშინგტონ ნაველის მოსავალს ამონიუმის სულფატისა და ამონიუმის გვარჯილის მონაცვლეობა (60% ნორმის ამონიუმის სულფატის, ხოლო 40% ამონიუმის გვარჯილა) ხსნის ამონიუმის სულფატის, როგორც ფიზიოლოგიურად ძლიერ მჟავე სასუქის უარყოფით გავლენას ფორთოხლის ზრდა განვითარებაზე და მატება 1.5 კგ/ხეზე ტოლია. ამონიუმის გვარჯილა უზრუნველყოფს 3.6 კგ/ხეზე მატებას. მაქსიმალური ეფექტი 3.9-4.1კგ/ხეზე მატება აღინიშნება კარბამიდის და ნატრიუმის გვარჯილის შეტანისას.

აღნიშნული ცდის 14 წლის მონაცემებში გამოვლენილი კანონზომიერებები სავსებით ეთანხმებიან დასკვნებს, რომლებიც გაკეთებული იყო ამავე ცდების 6 წლიანი მონაცემების განხილვისას (Цанавა Н. Г. Ломинадзе Ш. Д. Касторнова Е. Н. Долидзе З. В. 1987).



ნახ. 5.1.1.1.. აზოტით უზრუნველყოფის დონის გავლენა ფორთოხალ
ვაშინგტონ-ნაველის პროდუქტიულობაზე



—————	NH ₄ NO ₃
-----	NH ₂ PO ₄
-----	NaNO ₃

ნახ.5.1.1.2 ფორთოხლის ბაღში აზოტოვანი სასუქების ფორმები გამოყენების შედარებითი ეფექტურობა

5.1.2 აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ფორმებისა და ნორმების გავლენა ფორთოხლის ნაყოფის ხარისხობრივი მაჩვენებლებზე

ციტრუსოვანი მცენარეების აზოტით კვების რეგულირების ძირითადი მიზანია მაღალ ხარისხოვანი ნაყოფების მიღება მოსავლიანობის მატებასთან ერთად. ციტრუსოვანთა ნაყოფის ხარისხი მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული სხვა-დასხვა ფაქტორების, როგორცაა ნიადაგობრივ-კლიმატური, ჯიშობრივი თავი-სებურებები, მინერალური კვება და სხვა, გავლენაზე (Глonti И.1972; Гогия В. 1985). ამის ნათელი დადასტურებაა აგრეთვე ნ. ცანავას, შ. ლომინაძის, ე. კასტრონოვას და ზ. დოლიძის (1987) ჩატარებული კვლევების შედეგების მათემატიკური დამუშავების მონაცემები, საიდანაც ირკვევა, რომ აზოტოვანი სასუქები, განსაკუთრებით ნატრიუმის გვარჯილა, განაპირობებს მაღალ ხარისხობრივი მაჩვენებლების მქონე დაახლოებით 2/3 მოსავლის მიღებას, ხოლო დანარჩენი მოსავლის ხარისხი დამოკიდებულია შემთხვევით ფაქტორებზე.

14 წლიანი მაცნიერული კვლევის პერიოდში მინერალური კვების გავლენის შესასწავლად ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ნაყოფის ხარისხზე. მოსავლის აღრიცხვასთან ერთად ტარდებოდა ნაყოფის აღება საანალიზოდ, რომელშიც განვსაზღვრეთ ნაყოფის მექანიკური შემადგენლობა ცალკეული ვარიანტების მიხედვით. მონაცემები წლების მიხედვით მოყვანილია 10, 11, 12, 13, დანართებში, ხოლო საშუალო მონაცემები კი 5.1.2.1. ცხრილში.

როგორც 5.1.2.1. ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ ამონიუმის სულფატისა და ამონიუმის გვარჯილის ნორმების გადიდებით მცირდება ნაყოფის წონა 2-10გრ-ით, ხოლო ფონთან შედარებით ყველა ვარიანტზე მიღებულია 2-15გრ-ით ნაკლები

ნაყოფები. რაც შეეხება რბილობისა და კანის თანაფარდობას ნორმის შესაბამისად ორივე ფორმის აზოტოვანი სასუქებისათვის მცირდება. საერთოდ საანალიზოდ აღებული ნაყოფის მასიდან 65-69% ეკუთვნის რბილობს და 31-35% კი კანს. განსაკუთრებით შეიძლება აღინიშნოს ის ნაყოფები, რომლებიც მიღებულია

ცხრილი 5.1.2.1.

ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ნაყოფის მექანიკური შედგენილობა

(1984-1990 წწ საშუალო)

აზოტოვანი სასუქების ფორმები და ნორმები PKCaMg-ის ფონზე გ/ზე	ერთი ნაყოფის წონა გ	რბილობი		კანი		წვენის გამოსავალი	
		გ	%	გ	%	გ	% რბილო-დან
აზოტოვანი სასუქების ნორმები							
PKCaMg- ფონი	158.4	104.6	66.0	53.8	34.0	76.9	73.5
(NH ₄) ₂ SO ₄ 75	175.8	117.6	66.9	58.2	33.1	89.9	76.4
(NH ₄) ₂ SO ₄ 150	173.3	114.9	66.3	58.4	33.7	84.6	73.6
(NH ₄) ₂ SO ₄ 300	171.8	116.6	67.8	55.2	32.2	83.5	71.6
(NH ₄) ₂ SO ₄ 450	160.6	110.9	69.0	49.7	31.0	76.5	68.9
NH ₄ NO ₃ 75	178.5	120.1	67.3	58.4	32.7	86.6	72.1
NH ₄ NO ₃ 150	168.9	117.1	69.3	51.8	30.7	83.5	71.3
NH ₄ NO ₃ 300	168.7	111.2	65.9	57.5	34.1	82.7	74.3
NH ₄ NO ₃ 450	167.8	111.5	66.4	56.3	33.6	84.5	75.8
აზოტოვანი სასუქების ფორმები							
უსასუქო	156.2	105.8	67.7	50.4	32.3	81.5	77.0
PKCaMg-ფონი	161.4	110.8	68.6	50.6	31.4	87.3	78.8
(NH ₄) ₂ SO ₄	181.4	117.2	64.6	64.2	35.4	88.4	75.4
(NH ₄) ₂ SO ₄ 60% NH ₄ NO ₃ 40%	162.1	105.5	65.1	56.6	34.9	77.5	73.4
NH ₄ NO ₃	182.3	121.5	66.6	60.8	33.4	90.2	74.2
(NH ₂) ₂ CO	177.6	117.9	66.4	59.7	33.6	90.3	76.6

Na ¹⁵ NO ₃	161.4	105.6	65.4	55.8	34.6	81.3	76.9
----------------------------------	-------	-------	------	------	------	------	------

ამონიუმის სულფატისა და ამონიუმის გვარჯილის 75-150გ/ხეზე შეტანის შედეგად.

წვენის გამოსავალი რბილობიდან ორივე ფორმის აზოტოვანი სასუქების ნორმების გადიდებისა მცირდება 4-13გრ-ით ამონიუმის სულფატის გამოყენებისას და 2-4გრ-ით ამონიუმის გვარჯილის გამოყენებისას.

აზოტოვანი სასუქების ფორმების გამოყენების შედეგად კარგი მექანიკური მაჩვენებლებით ხასიათდება ის ნაყოფები, რომლებიც მიღებულია ტუტე და ნაკლებად მჟავე აზოტოვანი სასუქების ვარიანტზე, სადაც განსაკუთრებით შეიძლება გამოიყოს ამონიუმის გვარჯილა და კარბამიდი (ცხრილი 5.1.2.1.)

ციტრუსებისათვის და მათ შორის ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ნაყოფისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ვიტამინ C და შაქრების შემცველობას, რაზეც მნიშვნელოვნად მოქმედებს მინერალური კვება.

5.1.2.2. და 5.1.2.3. ცხრილებში მოყვანილია ფორთოხლის ნაყოფის რბილობის ქიმიური ანალიზის შედეგები. მოცემული ცხრილებიდან ჩანს, რომ ყვლა ბიოქიმიური მაჩვენებელი წლების მიხედვით არათანაბრად იცვლება. მჟავიანობა ნაყოფის წვენისა პირველ ორ წელს იზრდება და შემდეგ მცირდება აზოტოვანი სასუქების ცალკეული ვარიანტების მიხედვით. ვიტამინ C მაქსიმალური შემცველობით ხასიათდება 1984-1985წწ მიღებული ნაყოფები, რომლებიც მოყვანილია ამონიუმის სულფატის 75გრ/ხეზე და ამონიუმის გვარჯილის 75-150გრ/ხეზე ზომიერ ნორმების ვარიანტებში. შემდგომ წლებში ადგილი აქვს C ვიტამინის კლების ტენდენციას. ნაყოფში შაქრების შემცველობა წლების მიხედვით არის სხვადასხვა. პირველი ორი წლის განმავლობაში ადგილი აქვს მათ ზრდას, ხოლო მომდევნო ორ წელს თითქმის არის თანაბარი მაჩვენებლები ზოგიერთი ვარიანტის გამოკლებით, როგორცაა N₁₅₀გრ/ხეზე ორივე ფორმის აზოტოვანი სასუქების ვარიანტები, სადაც შაქრების შემცველობა აღწევს 5.40-5.05გრ/100მლ. წვენში. რაც შეეხება შაქრების ჯამურ შემცველობას ამონიუმის სულფატისათვის მერყეობს 9.3-11.03გრ-მდე/100მლ. წვენში, ხოლო ამონიუმის გვარჯილის შემთხვევაში 8.7-11.0გრ-მდე/100მლ. წვენში.

ცხრილი 5.1.2.2.

აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა ფორთოხალ

ვაშინგტონ-ნაველის ნაყოფის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე

აზოტოვანი სასუქების ფორმები PKCaM გ-ის ფონზე გ/ზეზე	1984				1985				1986				1990				
	მუვიანობა ლიმონწყავზე გადაანგარიშებით, გრ/100 მლ. წინაში	ვიტამინ C, მგ %	მონოშაქრები, გ/100მლ. წინაში	შაქრების ჯამი, გ/100მლ. წინაში	მუვიანობა ლიმონწყავზე გადაანგარიშებით, გრ/100 მლ. წინაში	ვიტამინ C, მგ %	მონოშაქრები, გ/100მლ. წინაში	შაქრების ჯამი, გ/100მლ. წინაში	მუვიანობა ლიმონწყავზე გადაანგარიშებით, გ/100 მლ. წინაში	ვიტამინ C, მგ %	მონოშაქრები, გ/100მლ. წინაში	შაქრების ჯამი, გ/100მლ. წინაში	მუვიანობა ლიმონწყავზე გადაანგარიშებით, გ/100 მლ. წინაში	ვიტამინ C, მგ %	მონოშაქრები, გ/100მლ. წინაში	შაქრების ჯამი, გ/100მლ. წინაში	ეთეროვანების შემ. კანის მასაზე გადაანგარ., მგ%
PKCaM გ- ფონი	1.48	65.51	4.50	9.60	1.74	81.3	3.20	7.10	1.28	79.41	4.09	7.16	1.49	5.86	4.76	8.33	0.31
(NH ₄) ₂ S O ₄ 75	1.39	61.14	4.90	11.80	1.53	80.4	3.55	7.00	1.23	60.00	3.80	8.25	1.43	6.27	4.42	9.59	0.30
(NH ₄) ₂ S O ₄ 150	1.31	63.32	4.20	7.60	1.42	75.9	2.45	6.29	1.26	60.2	4.31	9.35	1.58	6.45	5.40	11.00	0.36
(NH ₄) ₂ S O ₄ 300	1.04	51.97	5.80	7.50	1.49	70.5	3.15	6.56	1.19	76.0	4.09	1.03	1.39	5.73	4.77	11.03	0.44
(NH ₄) ₂ S O ₄ 450	1.34	57.65	5.50	9.20	1.53	71.4	3.00	6.90	1.49	66.5	4.79	8.89	1.34	5.94	4.31	7.99	0.38
NH ₄ NO ₃ 75	1.65	67.26	4.10	9.00	1.59	93.9	3.00	6.55	1.28	67.37	3.59	9.05	1.42	6.83	3.98	10.04	0.37
NH ₄ NO ₃ 150	1.08	43.82	2.60	6.90	1.48	84.33	3.60	7.43	1.14	68.00	3.89	8.74	1.48	6.70	5.05	11.05	0.42
NH ₄ NO ₃ 300	1.22	42.36	3.60	8.30	1.29	80.84	3.15	6.66	1.22	71.18	3.69	9.05	1.39	6.37	4.20	10.31	0.41
NH ₄ NO ₃ 450	1.30	62.67	4.60	8.50	1.47	88.85	3.15	6.30	1.34	87.44	4.93	8.74	1.41	7.40	5.18	9.19	0.38

ცხრილი 5.1.2.3

აზოტოვანი სასუქების ფორმები გავლენა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ნაყოფის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე

	1984	1985	1986	1990
--	------	------	------	------

აზოტოვანი სასუქების ფორმების ფონზე	სუფიქსი	გადაანგარიშებით, გ/100	ვიტამინ C, მგ %	მონოშაქრები, გ/100მლ. წვენი	შაქრების ჯამი, გ/100მლ. წვენი	სუფიქსი	გადაანგარიშებით, გ/100	ვიტამინ C, მგ %	მონოშაქრები, გ/100მლ. წვენი	შაქრების ჯამი, გ/100მლ. წვენი	სუფიქსი	გადაანგარიშებით, გ/100	ვიტამინ C, მგ %	მონოშაქრები, გ/100მლ. წვენი	შაქრების ჯამი, გ/100მლ. წვენი	სუფიქსი	გადაანგარიშებით, გ/100	ვიტამინ C, მგ %	მონოშაქრები, გ/100მლ. წვენი	შაქრების ჯამი, გ/100მლ. წვენი	ეთერზეთების შემ. კანის მასაზე გადაანგ., მგ%
უსასუქო	1.14	58.74	3.60	9.00	1.05	70.55	3.30	6.10	1.50	71.81	3.85	9.53	1.09	64.64	3.45	7.55	0.36				
PKCaMg-ფონი	1.25	61.36	3.70	8.20	1.40	84.96	3.10	6.74	1.14	62.52	3.31	8.55	1.32	73.16	3.40	7.47	0.35				
(NH ₄) ₂ SO ₄	1.15	63.55	4.00	8.50	1.62	77.79	3.20	6.30	1.11	84.27	3.45	7.63	1.38	70.67	3.60	7.40	0.38				
(NH ₄) ₂ SO ₄ 60% NH ₄ NO ₃ 40%	1.07	63.33	3.70	8.20	1.51	90.63	3.70	7.70	1.32	85.32	3.85	8.40	1.29	76.98	3.70	7.95	0.30				
NH ₄ NO ₃	1.37	55.90	6.00	9.90	1.44	71.25	3.60	7.00	1.43	90.32	3.36	7.95	1.40	80.57	4.80	8.65	0.31				
(NH ₂) ₂ CO	1.48	61.14	5.10	10.60	1.23	82.96	3.15	6.20	1.50	70.96	4.95	7.95	1.35	72.05	4.12	8.40	0.33				
Na ¹⁵ NO ₃	1.39	56.34	3.30	7.70	1.25	75.45	3.35	6.20	1.53	73.23	4.24	8.00	1.32	66.89	3.32	6.95	0.36				

ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ნაყოფის მოცემული ბიოქიმიური მაჩვენებლები ადასტურებს ნ. ცანავას, შ.ლომინაძის და სხვათა (1987) მიერ მიღებულ თეორიულ გაანგარიშებებს, სადაც მოყვანილია, რომ 12-16 წლიანმა ფორთოხალმა უნდა მოგვცეს მოსავალი 15-20კგ/ხეზე აზოტოვანი სასუქების 75-150გრ/ხეზე შეტანის დროს. მიღებული მოსავალი უნდა შეიცავდეს C ვიტამინს 60-65მგ% და შაქრების ჯამს 7-12გრ/100მლ. წვენიში.

5.1.2.3. ცხრილიდან ჩანს, რომ ყველა ფორმის აზოტოვანი სასუქების შეტანისას წლების მიხედვით ფონის ვარიანტთან შედარებით ნაყოფის მოცემული ქიმიური მაჩვენებლები იცვლება არათანაბრად. ვიტამინ C შემცველობა ბოლო წლების ნაყოფის ქიმიური მაჩვენებლებიდან ჩანს, რომ იზრდება ყველა ფორმის აზოტოვანი სასუქების გამოყენებისას და მაქსიმუმს მიაღწია 1986 წელს ამონიუმის გვარჯილის (90.3მგ%) გამოყენებისას ფონთან შედარებით, რაც შეეხება შაქრების ჯამს აზოტოვანი სასუქების ფორმების მიხედვით დიდი განსხვავება არ შეინიშნება.

ფორთოხლის ნაყოფის ხარისხობრივ მაჩვენებლებთან ერთად ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა მინერალური კვების გავლენა ნაყოფის კანში ეთერზეთების შემცველობაზე, რისთვისაც კანში ცალკეული ვარიანტების მიხედვით განვსაზღვრეთ

ეთერზეთების შემცველობა და შედეგები მოყვანილია ცხრილებში 5.1.2.2. და 5.1.2.3.. საიდანაც ირკვევა, რომ ეთერზეთების გამოსავლიანობა ამონიუმის სულფატის და ამონიუმის გვარჯილის ნორმების გამოყენებისას გაზრდილია ფონთან შედარებით და მაქსიმუმი აღინიშნა აზოტის 150-300გრ/ხეზე შეტანისას.

აზოტოვანი სასუქების ფორმები განსხვავებულად მოქმედებენ ფორთოხლის ნაყოფის კანში ეთერზეთების შემცველობაზე. ცხრილ 5.1.2.3-ში მოყვანილი ნაყოფის ხარისხობრივი მაჩვენებლების განსხვავება გამოწვეულია აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ფორმის გავლენით. როგორც ზემოთ ავლნიშნეთ შაქრებისა და C ვიტამინის შემცველობა ძალიან მაღალია ამონიუმის გვარჯილის და კარბამიდის ვარიანტებზე, ხოლო დაბალია ნატრიუმის გვარჯილის ვარიანტზე. ეთერზეთების შემცველობა კი კანში მაღალია ამონიუმის სულფატის N₃₀₀ გ/ხეზე (0.44მგ%) და ამონიუმის გვარჯილის N₁₅₀ გ/ხეზე (0.42 მგ%) გამოყენებისას.

5.1.3. აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების გავლენა

ნაყოფებში საერთო აზოტისა და NO₃-ის შემცველობაზე.

ციტრუსების გაშენების მიზანია მაღალხარისხოვანი ნაყოფის მიღება, რომლისგანაც მიიღება დიეტური პროდუქტი. იგი მდიდარია ორგანული მჟავებით, შაქრებით, ნაცრის ელემენტებით, პექტინებით, ენზიმებითა და ვიტამინებით (C, B, A). ციტრუსების ნაყოფის კანი, ყვავილები და ფოთლებიც ფართოდ გამოიყენება პარფიუმერიაში და კულინარიაში. ციტრუსების, კერძოდ ფორთოხლის ნაყოფს თვლიან ხილთა მეფედ.

ციტრუსების მოვლა-მოყვანის დროს დიდი ყურადღება ექცევა აღნიშნული მაჩვენებლების სტანდარტებთან შესაბამისობას, რომლის რეგულირების ერთ-ერთ მთავარ რგოლს წარმოადგენს მინერალური კვება (Гамкრелидзе И. 1971; Бзиава М.1973; Трапаидзе М.1987; Ломинадзе Ш. 1990). ამავე დროს გათვალისწინებული უნდა იქნას ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქციის მიღება, რომ იგი არ უნად შეიცავდეს ტოქსიკურ ნივთიერებებს (მძიმე მეტალები, ნიტრატები, ფტორი, ქლორი და სხვა) იმაზე მეტი რაოდენობით რაც მცენარისათვის არის დასაშვები და შეიძლება ხელსაყრელ გარემო პირობებში დაგროვდეს (ვ. გოგუაძე, რ.ჯაბნიძე 2003).

მინერალური სასუქები და მათ შორის აზოტოვანი სასუქები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ ციტრუსოვან მცენარეთა ცალკეულ ნაწილებში აზოტის შემცველობაზე, გამონაკლის არ წარმოადგენს მათი ნაყოფებიც (ლომინაძე III, 1990, ვ.ცანავა, შ.ლომინაძე 2000). ამ ამოცანის შესასწავლად ცდის მიმდინარეობის პერიოდში საანალიზოდ აღებულ ნაყოფების რბილობსა და კანში განვსაზღვრეთ საერთო აზოტი და NO₃. ჩატარებული მუშაობის შედეგები მოყვანილია ცხრილებში 5.1.3.1; და 5.1.3.2.

5.1.3.1. ცხრილში მოყვანილი მასალებიდან ჩანს, რომ აზოტოვანი სასუქების ნორმები ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ნაყოფის რბილობსა და კანში საერთო აზოტის შემცველობაზე მნიშვნელოვნად მოქმედებს, ამონიუმის სულფატისა და ამონიუმის გვარჯილის ნორმების გადიდება ნაყოფში საერთო აზოტის შემცველობას უმნიშვნელოდ ადიდება ფონთან შედარებით როგორც რბილობში ისე კანში, მაგრამ არ აღემატება 1%-ს. საერთო აზოტის შემცველობა ნაყოფის რბილობში იცვლება 0,6-0,9%-ის ფარგლებში, ხოლო კანში კი 0,5-0,8%-ის ფარგლებში. ცალკეულ წლებში აღინიშნა უფრო მაღალი მაჩვენებლები საერთო აზოტის შემცველობისა რბილობსა და კანში, ხოლო ყველაზე დაბალი შემცველობა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ნაყოფში აღინიშნა 1985 წლის მოსავალში. ამონიუმის სულფატისა და ამონიუმის გვარჯილის ნორმებს შორის არ არის სხვაობა საერთო აზოტის შემცველობისა ნაყოფის რბილობსა და კანში, სადაც არ აღემატება 0,1-0,3%-ს.

ცხრილ 5.1.3.1. –ის მონაცემებიდან ჩანს, რომ აზოტოვანი სასუქების ფორმები ვერ ახდენს მკვეთრ გავლენას ფორთოხლის ნაყოფის რბილობსა და კანში საერთო აზოტის შემცველობაზე. მოცემული აზოტოვანი სასუქების ფორმებიდან მაღალი მოსავალი როგორც აღვნიშნეთ 5.1.1. თავში მიღებულია ამონიუმის გვარჯილის, კარბამიდის და ნატრიუმის გვარჯილის შეტანისას. მიღებული მოსავლის რბილობსა და კანში საერთო აზოტის შემცველობა საშუალოდ 0,80-0,98 და 0,62-0,67%-ის ფარგლებშია, რომელიც ამონიუმის სულფატის და მონტანგვარჯილის ვარიანტებზე მიღებული ნაყოფების მაჩვენებლებზე 0,02-0,22 და 0,05-0,26%-ით დაბალია შესაბამისად ნაყოფის ცალკეული ნაწილებისა.

მინერალური სასუქების კერძოდ აზოტოვანის გავლენა მოსავალში ტოქსიკური ნივთიერების დაგროვებაზე აღინიშნება ნიტრატების არსებობით, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს მოსახლეობის ამ პროდუქტით დაკმაყოფილების დროს.

ო.ზარდალიშვილის (1992) გამოკვლევებით ირკვევა, რომ მცენარეში ნიტრატების დაგროვებაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სასუქების ფორმები. ნიტრატების შემცველობა მცირდება მცენარეში ნელმოქმედიანი აზოტოვანი სასუქების გამოყენებითაც, შესაბამისად ამისა აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების გავლენა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ნაყოფში NO₃-ის შემცველობაზე მოცემულია ცხრილში 5.1.3.2. საიდანაც ირკვევა, რომ მკვეთრი სხვაობა ამ მიმართებით არ აღინიშნება აზოტოვანი სასუქების ნორმებს შორის. მცირედით უსწრებს ამონიუმის გვარჯილის ნორმების (75-150გრ/ხეზე) გავლენით მიღებულ ნაყოფებში NO₃-ის შემცველობა (0,16-0,35მგ 100გრ/წვენში). უფრო მაღალი ნორმების შემთხვევაში კი NO₃-ის შემცველობა ამონიუმის სულფატის ვარიანტზე მაღალია ამონიუმის გვარჯილის ვარიანტთან შედარებით. რაც შეეხება აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენას ფორთოხლის ნაყოფში ნიტრატების შემცველობაზე არ გამოიკვეთა მკვეთრი სხვაობა მათ შორის, თუ მხვედველობაში არ მივიღებთ ამონიუმის გვარჯილის ვარიანტს. მიღებული შედეგები გვაძლევს საშუალება რომ ფორთოხლის ნაყოფები მიეკუთვნება ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტს რადგან 1კგ ციტრუსი არ უნდა შეიცავდეს 50 მგ/კგ-ზე მეტ NO₃ (ი. ცომია, ზ. ჩანქსელიანი, თ. ნარეშელი 1998; ვ.გოგუაძე, რ.ჯაბნიძე 2003).

ცხრილი 5.1.3.1.

აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების გავლენა ფორთოხლის ნაყოფის რბილობსა და კანში საერთო აზოტის შემცველობაზე (%)

აზოტოვანი სასუქების ნორმები და ფორმები PKCaMg-ის ფონზე გ/ხეზე	1984წ		1985		1986		3 წლის საშუალო	
	კანი	რბილობი	კანი	რბილობი	კანი	რბილობი	კანი	რბილობი
აზოტოვანი სასუქების ნორმები								
PKCaMg- ფონი	0.73	0.38	0.09	0.06	1.04	1.47	0.64	0.62
(NH ₄) ₂ SO ₄ 75	0.76	0.94	0.20	0.17	0.90	1.30	0.80	0.62
](NH ₄) ₂ SO ₄ 150	1.02	0.67	0.13	0.08	1.03	1.25	0.66	0.73
(NH ₄) ₂ SO ₄ 300	0.54	0.68	0.21	0.19	0.90	1.30	0.72	0.55
(NH ₄) ₂ SO ₄ 450	1.30	1.19	0.27	0.20	0.90	1.35	0.91	0.82

NH ₄ NO ₃ 75	0.75	0.68	0.23	0.19	0.96	1.35	0.72	0.65
NH ₄ NO ₃ 150	0.58	1.35	0.23	0.21	0.84	1.53	0.96	0.55
NH ₄ NO ₃ 300	0.83	1.01	0.24	0.15	1.21	1.65	0.94	0.76
NH ₄ NO ₃ 450	1.22	0.51	0.01	0.16	0.92	1.20	0.62	0.72
აზოტოვანი სასუქების ფორმები								
უსასუქო	0.93	1.19	0.19	0.23	0.97	1.06	0.83	0.69
PKCaMg-ფონი	1.00	1.29	0.11	0.11	1.25	1.25	0.89	0.79
(NH ₄) ₂ SO ₄	0.90	1.01	0.56	0.61	0.75	1.20	0.94	0.73
(NH ₄) ₂ SO ₄ 60% NH ₄ NO ₃ 40%	0.99	1.07	1.00	1.09	0.87	1.40	1.18	0.95
NH ₄ NO ₃	0.92	1.30	0.20	0.25	0.90	1.40	0.98	0.67
(NH ₂) ₂ CO	0.56	0.59	0.62	0.69	0.86	1.58	0.95	0.68
Na ¹⁵ NO ₃	0.62	0.69	0.15	0.13	1.11	1.68	0.83	0.62

ცხრილი 5.1.3.2.

ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ნაყოფში NO₃-ის შემცველობა

აზოტოვანი სასუქების ნორმები და ფორმები PKCaMg-ის ფონზე გ/ზეზე	მგ/100გ	%	მგ/1კგ ნაყოფში
აზოტოვანი სასუქების ნორმები			
PKCaMg- ფონი	0.71	0.0007	7.1
(NH ₄) ₂ SO ₄ 75	0.56	0.0005	5.6
(NH ₄) ₂ SO ₄ 150	0.44	0.0004	4.4
(NH ₄) ₂ SO ₄ 300	0.43	0.0004	4.3
(NH ₄) ₂ SO ₄ 450	0.55	0.0005	5.5
NH ₄ NO ₃ 75	0.91	0.0009	5.1
NH ₄ NO ₃ 150	0.60	0.0006	6.0

NH ₄ NO ₃ 300	0.42	0.0004	4.2
NH ₄ NO ₃ 450	0.38	0.0004	3.8
აზოტოვანი სასუქების ფორმები			
უსასუქო	0.69	0.0007	6.9
PKCaMg-ფონი	0.56	0.0005	5.6
(NH ₄) ₂ SO ₄	0.63	0.0006	6.3
(NH ₄) ₂ SO ₄ 60% NH ₄ NO ₃ 40%	0.40	0.0004	4.0
NH ₄ NO ₃	0.69	0.0007	6.9
(NH ₂) ₂ CO	0.65	0.0006	6.5
Na ¹⁵ NO ₃	0.63	0.0006	6.3

5.1.4. აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების გავლენა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის მოსავლით აზოტის გამოტანაზე

ციტრუსები მიეკუთვნებიან უხვად მსხმოიარე მცენარეებს. ისინი ერთი და იმავე ნაკვეთზე დიდხანს იზრდებიან. ყოველწლიურად მოსავლით ნიადაგიდან გამოაქვთ საკვები ნივთიერებები, რომლის ნაწილი უკან აღარ უბრუნდება, ამით ნიადაგი კიდევ უფრო ღარიბდება. იმისათვის, რომ არ დაირღვეს მიწათმოქმედებაში საკვები ელემენტების ბალანსი ამისათვის საჭიროა ადამიანის ჩარევა, რომელმაც უნდა მოახდინოს ორგანული და მინერალური სასუქების გამოყენება. ყველა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მაღალი მოსავლის მიღება სრულიად წარმოუდგენელია მინერალური სასუქების გამოყენების გარეშე. ეს საკითხი კარგადაა მოცემული მრავალი მეცნიერის გამოკვლევებში როგორცაა დ. პრიანიშნიკოვი (1953) ა. სოკოლოვი (1960) ი. ტურჩინი (1972) ჯ. კუკი (1975) ი. მარშანია (1970), ი. გამყრელიძე (1971), მ. ბზიავა (1973), ნ. ცანავა (1980), ვ. ცანავა, შ. ლომინაძე (1994) და სხვა.

15-20 წლიან ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის მოსავლით აზოტის გამოტანაზე აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების გავლენა შესწავლილი იქნა წითელმიწა ნიადაგების პირობებში ნაყოფის მექანიკური შედგენილობის და მასში საერთო აზოტის შემცველობის სამი წლის საშუალო მონაცემების საფუძველზე 14

წლის მოსავალის საშუალოზე გადაანგარიშებით მიღებული მონაცემები აზოტის გამოტანაზე მოყვანილია ცხრილებში 5.1.4.1. და 5.1.4.2.

5.1.4.2. ცხრილიდან ჩანს რომ ამონიუმის სულფატისა და ამონიუმის გვარჯილის ნორმების გადიდებით ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის მოსავალი მცირდება ორივე ფორმისათვის აზოტის ზღვრულ ნორმას წარმოადგენს N-150გ/ხეზე სადაც მოსავლით (13,7-13,5კგ/ხეზე) გამოიტანება აზოტი წელიწადში დაახლოებით 93-113გ/ხეზე. ასეთი მოსავლის შემთხვევაში 1ჰა ფართობიდან ერთ ტონა ფორთოხალს გამოაქვს 6,8-8,4 კგ აზოტი. აზოტოვანი სასუქების უფრო მაღალი ნორმების შემთხვევაში ადგილი აქვს მოსავლით ნიადაგიდან აზოტის გამოტანის გადიდებას, რომელიც ერთი ტონა მოსავლისათვის შეადგენს დაახლოებით 8.7-9,3 კგ. ეს აიხსნება არა მოსავლის რაოდენობით არამედ მაღალი ნორმების შემთხვევაში ხდება ნაყოფში საერთო აზოტის რაოდენობის ზრდა.

აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა ნიადაგიდან ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის მოსავლით აზოტის გამოტანა შესწავლილია ასევე წითელმიწა ნიადაგების პირობებში და შედეგები მოცემულია ცხრილ 5.1.4.2.-ში. საიდანაც ირკვევა, რომ აზოტოვანი სასუქების ფორმებს შორის მკვეთრი სხვაობა არ შეინიშნება მონტანგვარჯილის ვარიანტის გარდა, სადაც მიღებული მოსავალი საშუალოდ 14,2კგ/ხეზე ითვისებს ნიადაგიდან 156 გრ აზოტს ეს კი ერთი ტონა მოსავლისათვის შეადგენს 10,9კგ., რაც შეეხება სხვა ფორმის აზოტოვან სასუქებს რომლებიც იძლევა საშუალოდ 16,3-16,8კგ/ხეზე მოსავალს ნიადაგს აღარიბებენ წელიწადში 142-127 გ. აზოტით. ერთი ტონა მოსავლისათვის შეადგენს დაახლოებით 8.7-7,5 კგ. აზოტს. როგორც აზოტოვანი სასუქების ნორმებს შორის ისე აზოტოვანი სასუქების ფორმებს შორის ნიადაგიდან აზოტის გამოტანის ერთ-ერთი ფაქტორია ნაყოფში (რბილობს და კანში) საერთო აზოტის მაღალი შემცველობა. ყოველივე ეს ჩვენი აზრით გამოწვეული უნდა იყოს აზოტოვანი სასუქების მაღალი ნორმებით, ასევე მათი სხვადასხვა ფორმებით და თვით მცენარის ბიოლოგიური თავისებურებებით.

მიღებული მონაცემები კიდევ ერთხელ ადასტურებს ზემოთ აღნიშნულ აზოტ-ვანი სასუქების ეფექტურ ნორმას წარმოადგენს (75-150გ/ხეზე) და ფორმებს შორის ჩვენს შემთხვევაში გამოიკვეთა ამონიუმის გვარჯილის, კარბამიდის და ნატრიუმის გვარჯილის უპირატესობა, სადაც მიღებულია ფორთოხალ-ვაშინგტონ-ნაველის

მაქსიმალური მოსავალი, რომელიც არის ეკოლოგიურად სუფთა ვინაიდან მათში ნიტრატების შემცველობა არ ცილდება დასაშვებ ნორმებს.

ცხრილი 5.1.4.1

აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის მოსავალით აზოტის გამოტანაზე

აზოტოვანი სასუქების ნორმები და ფორმები PKCaMg-ის ფონზე გ/ზე	14 წლის საშუალო მოსავალი კგ/ჰაში	1 ცალი ნაყოფის წონა, გ		მთლიანი მოსავლის მასა, კგ/ზე		საერთო აზოტი, % 2. წლის საშუალო		აზოტის გამოტანა მოსავლით, კგ/ზე			1. ტ. მოსავლით გამოტანილი აზოტი კგ
		რბილობი	კანი	რბილობი	კანი	რბილობი	კანი	რბილობი	კანი	სულ	
PKCaMg- ფონი	11.4	107.2	54.6	7.55	3.85	0.64	0.62	0.048	0.024	0.072	6.3
(NH ₄) ₂ SO ₄ 75	13.1	118.5	61.8	8.61	4.45	0.80	0.62	0.068	0.027	0.095	7.2
] (NH ₄) ₂ SO ₄ 150	13.7	114.5	58.8	9.05	4.65	0.66	0.73	0.059	0.034	0.093	6.8
(NH ₄) ₂ SO ₄ 300	10.1	118.3	57.2	6.81	3.29	0.72	0.55	0.049	0.018	0.067	6.6
(NH ₄) ₂ SO ₄ 450	8.6	117.2	55.1	5.85	2.75	0.91	0.82	0.053	0.022	0.075	8.7
NH ₄ NO ₃ 75	13.4	121.6	62.1	8.87	4.53	0.72	0.65	0.064	0.029	0.093	6.9
NH ₄ NO ₃ 150	13.5	121.4	53.6	9.36	4.14	0.96	0.55	0.090	0.023	0.113	8.4
NH ₄ NO ₃ 300	12.5	117.3	62.5	8.34	4.16	0.94	0.76	0.084	0.032	0.116	9.3
NH ₄ NO ₃ 450	12.8	111.5	58.5	8.39	4.41	0.62	0.72	0.052	0.32	0.084	6.6

ცხრილი 5.1.4.2

აზოტოვანი სასუქების ფორმები გავლენა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის მოსავალით აზოტის გამოტანაზე

აზოტოვანი სასუქების ფორმები PKCaMg-ის ფონზე	14 წლის საშუალო მოსავალი კგ/ჰაში	1 ცალი ნაყოფის წონა, გ		მთლიანი მოსავლის მასა, კგ/ზე		საერთო აზოტი, % 2. წლის საშუალო		აზოტის გამოტანა მოსავლით, კგ/ზე			1. ტ. მოსავლით გამოტანილი აზოტი, კგ
		რბილობი	კანი	რბილობი	კანი	რბილობი	კანი	რბილობი	კანი	სულ	

უსასუქო	10.4	106.0	54.4	6.87	8.53	0.83	0.69	0.057	0.024	0.081	7.7
PKCaMg-ფონი	12.7	119.0	53.0	8.78	3.92	0.89	0.76	0.078	0.031	0.109	8.6
(NH ₄) ₂ SO ₄	13.2	122.3	71.3	8.34	4.86	0.94	0.73	0.073	0.035	0.113	8.6
(NH ₄) ₂ SO ₄ 60% NH ₄ NO ₃ 40%	14.2	106.3	58.8	9.14	5.06	1.18	0.95	0.108	0.048	0.156	10.9
NH ₄ NO ₃	16.3	125.1	67.3	10.6	5.70	0.98	0.67	0.104	0.038	0.142	8.7
(NH ₂) ₂ CO	16.6	119.1	62.8	10.87	5.73	0.95	0.68	0.103	0.039	0.142	8.5
Na ¹⁵ NO ₃	16.8	113.5	61.8	10.87	5.93	0.83	0.62	0.090	0.037	0.127	7.5

5.2.1 ლიმონის მცენარის აზოტით კვების ოპტიმიზაცი

საქართველოში მეციტრუსეობის განვითარების ძირითად გზას ინტენსიფიკაცია წარმოადგენს, რაც განპირობებულია ციტრუსოვანთა ბიოლოგიური თავისებურებებითა და საქართველოს სუბტროპიკების კლიმატური პირობებით.

გ. სელიანოვის (1961) და გ. მელაძის (1991) მიერ მოცემულია ზონის ეკოლოგიური შეფასება და ციტრუსოვანთა გაადგილების დეტალური სქემა, რომელშიაც გათვალისწინებულია საქართველოს სუბტროპიკული ზონის მაკრო-, მეზო და მიკროკლიმატური თავისებურებანი.

პლანტაციების ფართობის ერთეულის პროდუქტიულობის გაზრდა უშუალოდ არის დაკავშირებული ნიადაგის საკვები ელემენტებით უზრუნველყოფასა და აგროტექნიკასთან. ამ პრობლემის გადაწყვეტა შეუძლებელია მეცნიერულად დამუშავებული განოყიერების სისტემის გარეშე. მიუხედავად მრავალრიცხოვანი პუბლიკაციების, რეკომენდაციებისა და მეთოდური მითითებებისა, აღნიშნული საკითხი ჯერ კიდევ აქტუალურად რჩება, რადგან ციტრუსოვანთა სხვადასხვა სახეობები და ჯიშები კვების სისტემას სხვადასხვა მოთხოვნებს უყენებენ. ამის გამო სასუქების გამოყენება მოითხოვს მათი მოქმედების დეტალურ შესწავლას. ეს საკითხი მით უფრო აქტუალურია, რომ კვების ძირითადი ელემენტის-აზოტის უკმარისობა ან ნიადაგში ჭარბი რაოდენობით შემცველობა, განაპირობებს მოსავალსა და მის ხარისხს. როგორც ცნობილია, აზოტი აუცილებელია მცენარის, კერძოდ ციტრუსოვანთა ვეგეტაციური ორგანოებისა და ნაყოფების ზრდის და ხარისხობრივი მაჩვენებლების გაუმჯობესებისათვის. ის ახანგძლივებს ნაყოფების შენახვის ვადას და აძლიერებს მათ

დაავადებისადმი გამძლეობას. დადგენილია, რომ ციტრუსოვანთა ხეები, რომლებიც არასაკმარისი ოდენობით იღებენ აზოტს, ინვითარებენ თხელკანიან ნაყოფებს, გლუვი ზედაპირითა და ბაცი ფერით. ამავე დროს აზოტის ჭარბი ოდენობით მიღებისას ვითარდება მცირე რაოდენობის წვრილი ნაყოფები, C ვიტამინის დაბალი შემცველობით. (Shorter N.H, Cripps J. E.L, 1970).

ე. გოჩოლაშვილის (1979) მონაცემებით, ლიმონის მცენარის მაქსიმალური საასმილაციო ზედაპირის შექმნა განპირობებულია ნიადაგში აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის 1:1:1 შეფარდებით შეტანისას.

კვების ოპტიმიზაცია საშუალებას იძლევა არამარტო უზრუნველყოთ მცენარის მაქსიმალური პროდუქტიულობა და ხარისხობრივი მაჩვენებლები, არამედ თავიდან ავიცილოთ საკვები ელემენტების არარაციონალური ხარჯვა. ეს პირველ, რიგში ეხება აზოტს, რომლის გამოყენების კოეფიციენტი, შეტანილი სასუქებიდან, მინდვრის პირობებში 30-50%-ს არ აღემატება.

ჩვენს მიერ მინდვრის ცდის პირობებში შესწავლილი იქნა ლიმონ მეიერის აზოტით კვების ოპტიმიზაციის რეჟიმი. ცდის სქემა საშუალებას იძლეოდა შეგვესწავლა ლიმონის მცენარის მოთხოვნილება ძირითად საკვებ ელემენტზე, დაგვედგინა გამოყენებული სასუქის ფორმის-კარბამიდის ოპტიმალური ნორმა და შეტანის სახეები, აგრეთვე N:P:K ურთიერთშეფარდება. ცდის ისტორია და ნიადაგის ტიპის დახასიათება მოცემულია ექსპერიმენტული ნაწილის მესამე- მეოთხე თავში.

მცენარეთა მოსავლიანობის მონაცემები ცალკეული წლების მიხედვით მოყვანილია დანართ 14-ში, ხოლო 1984-1988 და 1988-1992 წლების საშუალო მოსავლიანობა კი ცხრილ 5.2.1.1.-ში, საიდანაც ჩანს, რომ ლიმონ მეიერის მცენარის მოსავლიანობა აზოტოვანი სასუქის შეტანით მკვეთრად იზრდება P_1K_1 ვარიანტთან შედარებით. 8 წლის საშუალო მაჩვენებლებიდან ჩანს, რომ კარბამიდის გამოყენებით ლიმონის მოსავლიანობა 60-80%-ით იზრდება, ხოლო მისი ორგანულ სასუქებთან და ფოსფორ-კალიუმის შემთხვევაში კი 130%-ით. ამონიუმის გვარჯილა ლიმონის მცენარის მოსავლიანობას 127%-ით ზრდის. ასეთი ტენდენცია მეტნაკლებად აღინიშნება დაკვირვების ყველა წელს.

NPK-ს შედარებითი ეფექტიანობის შესწავლა (ნახ. 5.2.1.1. და ცხრილი 5.2.1.2.) გვიჩვენებს, პირველ რიგში მათ დადებით გავლენას ლიმონის ხეების

პროდუქტიულობაზე. საკვები ელემენტებით უზრუნველყოფის შეფარდებითი დარღვევა უარყოფითად მოქმედებს პირველ რიგში აზოტის დეფიციტის დროს.

ცხრილი 5.2.1.1.

აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნომების შეტანის წესების და N:P:K

თანაფარდობის გავლენა

ლიმონ მეიერის მოსავალზე

ცდის სქემა	1984-1988წწ საშუალო		1989		1990		1991		1992		1989-1992წწ საშუალო		8 წლის საშუალო	
	კგ/ზეზე	%	კგ/ზეზე	%	კგ/ზეზე	%	კგ/ზეზე	%	კგ/ზეზე	%	კგ/ზეზე	%	კგ/ზეზე	%
უსასუქო	3.3	137	2.2	73	3.9	83	3.6	75	2.8	61	4.1	97	3.2	97
P ₁ K ₁	2.4	100	3.0	100	4.7	100	4.8	100	4.6	100	4.2	100	3.3	100
N ₁ P ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	3.9	162	3.6	120	8.3	176	6.7	139	8.4	182	6.7	159	5.3	160
N ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	4.6	192	4.2	140	9.0	191	6.3	131	8.5	185	7.0	166	5.8	175
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	4.7	196	4.1	136	9.2	196	6.1	127	8.0	174	6.8	162	5.7	173
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^{xx}	4.4	183	3.4	113	7.4	157	5.7	119	8.3	180	6.2	147	5.3	160
N ₁ P ₁ K ₁ -NH ₄ NO ₃ ^x	6.7	179	3.4	113	10.9	232	6.6	137	12.5	263	8.2	195	7.5	227
N ₁ P ₁ K ₁ -NH ₄ NO ₃ ^{xx}	4.7	196	3.3	110	9.2	196	5.0	104	7.7	167	6.3	150	5.5	166
N ₁ P ₂ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	5.0	208	3.5	116	9.6	204	6.3	131	8.2	178	6.9	164	5.9	180
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x +ნაკველი	3.9	162	3.8	126	6.2	132	7.6	150	7.2	156	6.2	148	5.0	151
N ₂ P ₂ K ₂ -(NH ₂) ₂ CO ^x +ნაკველი	6.6	275	3.4	113	11.3	240	8.1	169	12.3	267	8.7	207	7.6	230
N ₂ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	4.8	200	3.3	110	7.2	153	6.6	137	8.4	182	6.4	152	5.6	170
N ₂ P ₂ K ₂ -(NH ₂) ₂ CO ^{xx}	3.5	146	3.8	126	8.2	174	5.2	108	9.2	200	6.6	157	5.0	151

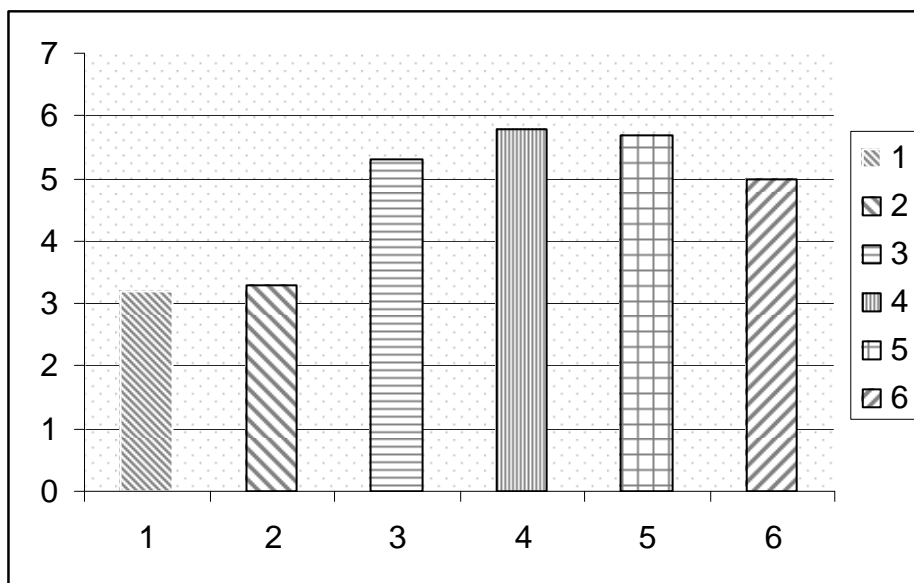
ცდის სიზუსტე, % 10.53 11.42 12.13 9.16 8.02
uas 05, კგ/ზეზე 1.33 0.80 1.05 1.56 1.84
კოეფიციენტი V% 15.42 16.28 19.18 18.33 16.18
X-ერთდროული XX-წილადობრივი

ფოსფორისა და კალიუმის მცირე უზრუნველყოფისას პროდუქტიულობა 1984-1988-წლებში ეცემა 68%-მდე, კონტროლთან შედარებით (უსასუქოდ). აზოტისა და ფოსფორის შეტანისას (ცხრილი 5.2.1.2.) მოსავლის მატება 60%-ს შეადგენს, ხოლო აზოტისა და კალიუმის შეტანისას-75,7%-ს. მოცემული საკვები ელემენტების შეტანა (NPK) პროდუქტიულობას ადიდებს 72,7%-ით, ე.ი. თითქმის იგივე რჩება, რაც აზოტისა და კალიუმის შეტანისას არის მინერალური და ორგანული სასუქების

ერთობლივი გამოყენება (NPK+ნაკელი) არ იძლევა მოსავლის შემდგომმა მატებას. ეს აიხსნება ორგანული სასუქების შეტანის ვადებით. მ.ზზიავას (1973) მიერ დადგენილია, რომ ნაკელის შეტანის პირველ წლებში არ არის მოსავლის მნიშვნელოვანი მატება, ზოგჯერ კი კლებაც აღინიშნება. მომდევნო წლებში ორგანულ ნივთიერებათა მინერალიზაციის ინტენსივობის გაზრდასთან ერთად ნაკელის ეფექტიანობა მნიშვნელოვნად იზრდება, ე.ი. აქვს ხანგრძლივი შემდეგქმედების ტენდენცია.

კარბამიდის ნორმებისა და საკვები ელემენტების შეფარდების გავლენა ლიმონის პროდუქტიულობაზე (ნახ 5.2.1.2. და ცხრილი 5.2.1.3.) გვიჩვენებს, რომ აზოტის აგროტექნიკური ნორმის შეტანა მოსავალს 72,7%-ით ზრდის ფონთან შედარებით. ნორმის გაორმაგებამ არ გამოიწვია პროდუქტიულობის შემდგომი ზრდა, რაც გამოწვეულია საკვები ელემენტების შეფარდების დარღვევით. ფოსფორიანი სასუქების ნორმის გადიდება უზრუნველყოფს მოსავლის მატებას 79%-ით. განსაკუთრებულ ყურადღებას იქცევს ნაკელის ეფექტიანობის მაჩვენებლები. ნაკელის გამოყენება NPK-აგროტექნიკური ნორმის ფონზე იძლევა მოსავლის მატებას მხოლოდ 51,5%-ით, მაშინ როცა ნაკელის გამოყენება NPK-ორმაგი აგროტექნიკური ნორმის ფონზე იძლევა მოსავლის მაქსიმალურ მატებას- 130%-ით. ასეთი ფაქტები, როცა ადგილი აქვს მოსავლიანობის შემცირებას საკვები ელემენტების სიმცირით ან სიჭარბით გამოწვეულს, განზოგადებულია А.Демолон (1961), У. Эндриус (1959) და Кук Дж. У. (1970) -ის სამეცნიერი შრომებში.

აზოტოვანი სასუქების ფორმების (კარბამიდი და ამონიუმის გვარჯილა) ერთდროული და სხვადასხვა ვადებში შეტანის შედარებითი ეფექტიანობის შესწავლამ (ნახ.5.2.1.3. და ცხრილი 5.2.1.4.) გვიჩვენა, რომ ამონიუმის გვარჯილა უდავოდ კარგ შედეგს იძლევა ლიმონის ნარგაობებში. მოსავლის მაქსიმალური მატება -127%, აღინიშნა ამონიუმის გვარჯილის მთელი ნორმის ერთდროული შეტანისას. ასეთივე წესით კარბამიდის შეტანისას მოსავლის მატებამ 73% შეადგინა. აზოტოვანი სასუქების ორივე ფორმის წილადობრივმა (სხვადასხვა ვადებში) შეტანამ მოსავლის უფრო მცირე მატება მოგვცა. აზოტოვანი სასუქების მთლიანი ნორმის ერთდროული შეტანის უპირატესობა აღნიშნულია P.S.Aso et al, (1980), W.W. Jones et al (1968 ა, ბ) ნაშრომებში. ამონიუმის გვარჯილის მთლიანი ნორმის, სხვადასხვა ვადებში მთლიანი ნორმის შეტანით მოსავლის ძალიან მცირე მატება (66%) სუბტროპიკული ზონის ყვითელმიწა ნიადაგების პირობებში დამატებით შესწავლას მოითხოვს.



1. უსაუქო, 2 PK, 3. NP, 4 .NK, 5. NPK, 6. NPK+ნაკელი,

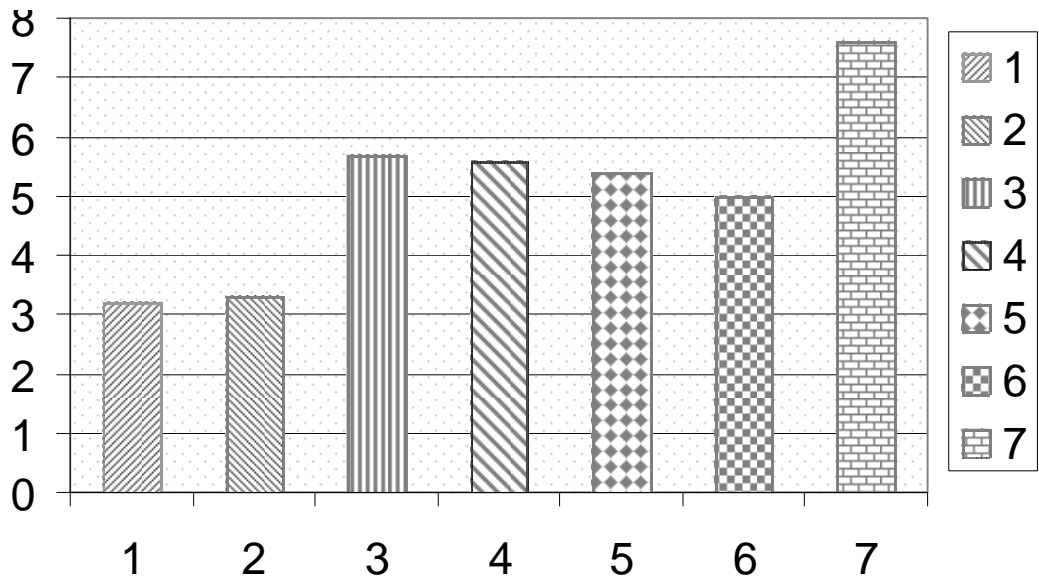
ნახ: 5.2.1.1. საკვები ელემენტების გავლენა ლიმონ მეიერის მოსავლიანობაზე

ცხრილი 5.2.1.2.

საკვები ელემენტების გავლენა ლიმონ მეიერის პროდუქტიულობაზე
(N -(NH₂)₂CO)

ცდის სქემა	8 წლის საშუალო მოსავალი, კგ/ზეზე	მატება უსაუქო ვა- რიანტთან შედარებით		მატება მეორე ვარი- ანტთან შედარებით	
		კგ/ზეზე	%	კგ/ზეზე	1კგ N-ით კგ

უსასუქო	3.2	–	–	–	–
P ₁ K ₁	3.3	0.1	3.1	–	–
N ₁ P ₁	5.3	2.1	65.6	2.0	13.3
NK ₁	5.8	2.6	81.2	2.5	16.6
N ₁ P ₁ K ₁	5.7	2.5	78.1	2.4	16.0
1 1 1+ნაკელი	5.0	1.8	56.2	1.7	11.3

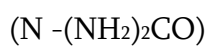


1. უსასუქო, 2. PK, 3. NPK, 4. N₂PK, 5. NP₂K, 6. NPK+ნაკელი,
7. N₂P₂K₂+ნაკელი

ნახ: 5.2.1.2. კარბამიდის ნორმების და საკვები ელემენტების თანაფარდობის
გავლენა ლიმონ მეიერის მოსავლიანობაზე.

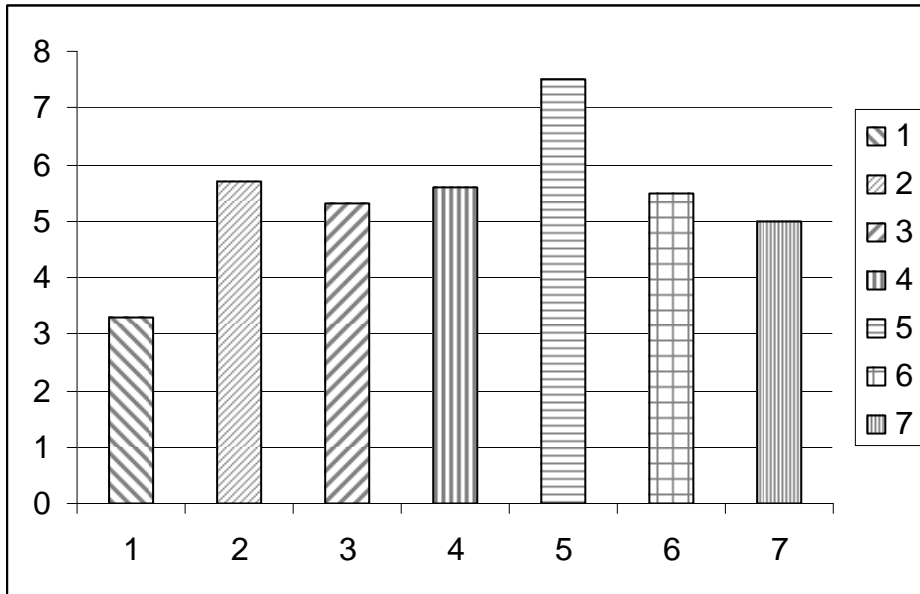
ცხრილი 5.2.1.3.

საკვები ელემენტების გავლენა ლიმონ მეიერის პროდუქტიულობაზე.



ცდის სქემა	8 წლის საშუალო მოსავალი, კგ/ზეზე	მატება უსასუქო ვარიანტთან შედარებით, კგ/ზეზე	მატება მეორე ვარი- ანტთან შედარებით	
			კგ/ზეზე	1 კგ N-ით კგ

უსასუქო	3.2	–	–	–
P ₁ K ₁	3.3	0.1	–	–
N ₁ P ₁ K ₁	5.7	2.5	2.4	16.0
N ₂ P ₁ K ₁	5.6	2.4	2.3	7.6
N ₁ P ₂ K ₁	5.9	2.7	2.6	17.3
N ₁ P ₁ K ₁ +ნაკელი	5.0	1.8	1.7	11.3
N ₂ P ₂ K ₂ +ნაკელი	7.6	4.4	4.3	7.2



1. PK, 2 PK+N^x_m, 3. PK+N^{xx}_m, 4 . PK+N^x_{2m}, 5. PK+N^x_{aa},

6. PK+N^{xx}_{aa}, 7.P₂K₂+N^{xx}_{2m}.

ნახ: 5.2.1.3. აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და შეტანის წესების ეფექტურობა ლიმონ მეიერის მოსავლიანობაზე.

ცხრილი 5.2.1.4.

აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და შეტანის წესების ეფექტურობა ლიმონ მეიერის პროდუქტიულობაზე.

ცდის სქემა	8 წლისაშუალო მოსავალი, კგ/ზეზე	მატება უსასუქო შედარებით		ვარიანტთან
		კგ/ზეზე	%	1 კგ საკვებით კგ
P ₁ K ₁ -(ფონი)	3.3	–	–	–
ფონი +N ₁ ·(NH ₂) ₂ ჩO ^b	5.7	2.4	72.7	16.0

ფონი +N ₁ -(NH ₂) ₂ βO ^{bb}	5.3	2.0	60.6	13.3
ფონი +N ₂ -(NH ₂) ₂ βO ^b	5.6	2.3	69.7	7.6
ფონი +N ₁ -NH ₄ NO ₃ ^b	7.5	4.2	127.3	28.0
ფონი +N ₁ -NH ₄ NO ₃ ^{bb}	5.5	2.2	66.6	14.6
P ₂ K ₂ N ₂ -(NH ₂) ₂ βO ^{bb}	5.0	1.7	51.5	5.6

X-ერთდროული XX-წილადობრივი.

5.2.2. აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმების და შეტანის ხერხების გავლენა ლიმონ მეიერის ნაყოფის ხარისხობრივი მაჩვენებლებზე

ლიმონი მართალია ხეხილოვან კულტურებში შედის მაგრამ მისი ნაყოფი ითვლება ყველაზე ძვირფას სამკურნალო და გამაცოცხლებელ ნაყოფად ავადმყოფებისათვის, რადგან იგი სხვა ციტრუსოვნებთან შედარებით უფრო მდიდარია ბიოაქტიური ნაერთებით, C ვიტამინითა და ორგანული მჟავებით. იგი ყველაზე უფრო ეფექტური საშუალებაა სურავანდის წინააღმდეგ, ლიმონით წარმატებით მკურნალობენ ანემიას, გამოიყენება ნიკრისის ქარის, სახსრების რევმატული დაავადებების, ანგინის საწინააღმდეგოდ (გ.ჩხაიძე, 1996).

ლიმონის ნაყოფის ქიმიური მაჩვენებლები იცვლება მცენარის კვების სისტემის რეგულირებით. ამ მხრივ განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მინერალური სასუქებით ლიმონის მცენარის უზრუნველყოფის დონეს. აქედან გამომდინარე კვლევის მიზანს წარმოადგენდა შეგვესწავლა ყვითელმიწა ნიადაგების პირობებში აზოტოვანი სასუქების ნორმების, ფორმების და N:P:K თანაფარდობის გავლენა ლიმონ მეიერის ნაყოფის მოსავლიანობაზე, ხარისხობრივ მაჩვენებლებსა და ქიმიურ შედგენილობაზე.

ნაყოფის მექანიკური შედგენილობის მონაცემები წლების მიხედვით მოყვანილია 15,16, და 17 დანართებში, ხოლო საშუალო მონაცემები 5.2.2.1. ცხრილში.

ცხრილიდან ჩანს, რომ ლიმონის მცენარე აზოტოვანი სასუქების გავლენით სტანდარტულ (ГОСТ 4429-82) ნაყოფებს იძლევა და ერთი ცალი ნაყოფის მასა საშუალოდ 80-92გრ-ის ფარგლებში იცვლება. მკვეთრი სხვაობა ცალკეულ ვარიანტებს შორის არ აღინიშნება. რაც შეეხება ნაყოფში კანის პროცენტულ რაოდენობას, იგი უფრო მაღალია უსასუქო ვარიანტში, ვიდრე განოყიერებულში, გარდა NiP₁

კარბამიდის ერთდროულად შეტანის ვარიანტისა, სადაც ეს მაჩვენებელი მაღალია და 37,9%-ს შეადგენს. ლიმონის ნაყოფის ერთ-ერთი ხარისხობრივი მაჩვენებელია რბილობის რაოდენობა, რომელიც ჩვენს შემთხვევაში მაღალია N_1K_1 და $N_1P_1K_1$ ვარიანტებზე, სადაც მისი პროცენტული რაოდენობა 74-75% აღწევს. აღნიშნული მაჩვენებლის შემცველობა სხვა ვარიანტებში მკვეთრად არ განსხვავდება, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ აზოტის წილადობრივ შეტანის ვარიანტებს. ამრიგად აზოტოვანი სასუქების შეტანის ხერხების შედარებიდან ჩანს, რომ ერთდროულად შეტანისას კანის პროცენტი უფრო დაბალია და მერყეობს 25-27% ფარგლებში, ხოლო წილადობრივი შეტანის ვარიანტებზე კი 28-38%-ის ფარგლებში. აზოტოვანი სასუქების ფორმების შორის აღინიშნება კარბამიდის უპირატესობა ამონიუმის გვარჯილასთან შედარებით ნაყოფის მექანიკური შედგენილობის გაუმჯობესებაში.

ლიმონ მეიერის ნაყოფის რბილობიდან წვენი გამოსავალი უფრო მაღალია (64-73%) აზოტოვანი სასუქების თითქმის ყველა ვარიანტში ვიდრე P_1K_1 და N_1K_1 ვარიანტისა, სადაც ეს მაჩვენებელი 60-62% აღწევს.

ლიმონის ნაყოფის ბიოქიმიური მაჩვენებლები შესწავლილია მრავალი მეცნიერის მიერ, რომელთაგან განსაკუთრებით აღსანიშნავია ლ.მეტლიცკის (1955) მონაცემები. იგი აღნიშნავს, რომ ციტრუსოვანთა ნაყოფში C ვიტამინის შემცველობა მერყეობს წლების მიხედვით. მერყეობის ზღვარი ცალკეულ წლებში რბილობში შეადგენს 47-65მგ/% და 123-189მგ/%-კანში. გ.ჩხაიძის (1996) მონაცემებით ვიტამინი შემცველობა ლიმონის ნაყოფის წვენში ჯიშების მიხედვით მერყეობს 34 C -78მგ/%-ის ფარგლებში.

5.2.2.2.. ცხრილიდან ჩანს, რომ C ვიტამინის შემცველობა წლების მიხედვით მერყეობს. C ვიტამინის შემცველობა ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი მიღებულია უსასუქო ვარიანტზე და $N_2P_2K_2$ -ის კარბამიდთან შეტანისას ვარიანტზე (42-50მგ/%). აზოტოვანი სასუქების ფორმების შედარებისას ამ მაჩვენებლების მიხედვით იკვეთება ამონიუმის გვარჯილის უპირატესობა კარბამიდთან შედარებით მინერალური სასუქების აგროტექნიკური ნორმით ($N_{150}P_{150}K_{100}$ გ/ხეზე) გამოყენებისას. C ვიტამინის შემცველობა აზოტოვანი სასუქების ნორმებისა და შეტანის ხერხების ცვლილებისას მნიშვნელოვნად არ იცვლება და ემთხვევა საერთოდ გ.ჩხაიძის (1996) მიერ მოცემული ზღვრულ მაჩვენებელში. მაღალი მჟავიანობა და შაქრების შემცველობა ლიმონის ნაყოფის წვენში აღინიშნა 1986-1991წწ მოსავალში. შაქრების, განსაკუთრებით შაქრების ჯამის შემცველობა მაქსიმალური იყო 1991 წლის ნაყოფებში. ცალკეულ

წლებში გამოიკვეტა N_1P_1 , $N_2P_2K_2$ და $N_2P_1K_1$ ვარიანტები სადაც კარბამიდი შეტანილი იქნა ერთდროულად და მიღებული ნაყოფის წვენში შაქრების ჯამი შეადგენდა 2,3-4,0მგ 100მლ წვენში.

ცხრილი 5.2.2.1.

ლიმონ მეიერის ნაყოფის მექანიკური შედგენილობა
(სამი წლის საშუალო)

ცდის სქემა	ერთი ნაყოფის წონა, გ	რბილობი		კანი		წვენის გამოსავალი	
		გ	%	გ	%	გ	% რბილო-დან
უსასუქო	93.2	64.8	69.5	28.4	30.5	41.6	64.2
P_1K_1	87.1	61.1	70.1	26.0	29.9	38.3	62.7
$N_1P_1-(NH_2)_2CO^x$	87.4	54.3	62.1	33.1	37.9	38.9	71.6
$N_1K_1-(NH_2)_2CO^x$	94.0	70.2	74.7	23.8	25.3	42.1	59.9
$N_1P_1K_1-(NH_2)_2CO^x$	87.6	65.6	74.9	22.0	25.1	45.6	69.5
$N_1P_1K_1-(NH_2)_2CO^{xx}$	80.7	56.7	70.3	24.0	29.7	37.5	66.1
$N_1P_1K_1-NH_4NO_3^x$	90.5	65.7	72.6	24.8	27.4	42.9	65.3
$N_1P_1K_1-NH_4NO_3^{xx}$	78.1	49.1	62.8	29.0	38.2	31.0	63.1
$N_1P_2K_1-(NH_2)_2CO^x$	86.1	62.8	72.9	23.3	27.1	40.2	64.0
$N_1P_1K_1-(NH_2)_2CO^x$ +ნაკელი	92.4	67.2	72.7	25.2	27.3	45.0	66.9
$N_2P_2K_2-(NH_2)_2CO^x$ +ნაკელი	87.6	61.8	70.5	25.8	29.5	43.9	70.0
$N_2P_1K_1-(NH_2)_2CO^x$	87.1	63.4	72.8	23.7	27.2	46.8	73.8
$N_2P_2K_2-(NH_2)_2CO^{xx}$	80.7	57.5	71.2	23.2	28.8	39.0	67.8

X-ერთდროული XX-წილადობრივი

აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმების და შეტანის წესების გავლენა ფოსფორ-კალიუმთან სასუქების აგროტექნიკური ნორმების ფონზე მნიშვნელოვნად არ ახდენს გავლენას ნაყოფის წვენში შაქრების შემცველობაზე და ჯდება იმ მაჩვენებლებს შორის, რაც გ.ჩხაიძის (1996) მიერ არის მოცემული (3,5-3.8%-ის ფარგლებში).

5.2.2.1. და 5.2.2.2. ცხრილებში მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ შაქრების ჯამისა და მონოშაქრების მაღალი მაჩვენებლებით ხასიათდება ლიმონ მეიერის ნაყოფები დაბალმოსავლიანი ვარიანტებიდან.

აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმებისა და N:P:K თანაფარდობის გავლენა ლიმონ მეიერის ნაყოფის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე

ცდის სქემა	1984				1986				1991			
	მეცვინობა გადაანგარიშებით, გ/100 მლ	ვიტამინ C, მგ/ %	მონოშაქრები, გ/100მლ. წვეწმი	შაქრების ჯამი, გ/100მლ. წვეწმი	მეცვინობა გადაანგარიშებით, გ/100 მლ	ვიტამინ C, მგ/ %	მონოშაქრები, გ/100მლ. წვეწმი	შაქრების ჯამი, გ/100მლ. წვეწმი	მეცვინობა გადაანგარიშებით, გ/100 მლ	ვიტამინ C, მგ/ %	მონოშაქრები, გ/100მლ. წვეწმი	შაქრების ჯამი, გ/100მლ. წვეწმი
უსასუქო	5.36	50.5	1.10	1.78	5.86	47.0	1.75	2.21	5.06	45.7	1.51	2.23
P ₁ K ₁	4.87	34.7	1.15	1.90	5.60	44.1	1.74	2.50	4.18	39.4	1.30	2.40
N ₁ P ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	4.94	29.5	1.23	2.18	4.61	35.4	2.32	3.23	3.42	37.4	1.72	2.77
N ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	4.78	35.4	1.76	2.60	5.37	39.4	1.83	3.0	4.70	40.3	2.43	3.60
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	5.69	41.6	1.12	2.33	5.80	34.8	1.71	2.78	7.75	38.6	2.44	3.28
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^{xx}	5.46	33.2	1.76	2.21	5.10	40.0	1.77	2.80	4.60	41.2	2.38	3.83
N ₁ P ₁ K ₁ - NH ₄ NO ₃ ^x	5.24	46.0	1.30	2.66	5.80	38.2	1.80	2.78	5.0	39.7	2.87	3.80
N ₁ P ₁ K ₁ - NH ₄ NO ₃ ^{xx}	4.69	44.4	1.44	2.87	5.30	38.6	1.88	2.79	5.05	41.5	2.95	3.97
N ₁ P ₂ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	5.14	36.5	1.58	1.99	5.10	34.9	1.54	2.53	3.94	37.7	1.19	3.24
N ₁ P ₁ K ₁ (NH ₂) ₂ CO ^x +ნაკელი	5.64	38.7	1.18	2.12	5.40	32.8	1.80	2.99	4.48	36.7	2.35	3.81
N ₂ P ₂ K ₂ - (NH ₂) ₂ CO ^x +ნაკელი	5.19	34.7	1.78	2.54	5.20	35.3	1.81	2.97	3.88	37.0	1.94	3.10
N ₂ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	5.14	41.4	1.66	2.54	5.60	35.9	2.05	3.29	3.57	38.9	1.05	2.11
N ₂ P ₂ K ₂ -(NH ₂) ₂ CO ^{xx}	5.37	45.4	1.12	1.94	5.10	43.4	2.03	2.94	4.00	42.2	2.01	3.25

X-ერთდროულ XX-წილადობრივი

.2.3. აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმების და შეტანის ხერხების გავლენა ლიმონ მეიერის ნაყოფებში საერთო აზოტის და NO₃ შემცველობაზე

ციტრუსოვანთა ყველა სახეობაში განსაკუთრებით ლიმონებში მინერალური და ორგანული სასუქების გამოყენება მნიშვნელოვნად ზრდის მოსავალს, დაავადებებისადმი და დაბალი ტემპერატურისადმი მცენარეთა გამძლეობას (Бзиава М. 1973; Маршания И. и др. 1983; Саникидзе А. и др. 1984). შინგჰ ეტ ალ, (1984), კოო ეტ

ალ (1974) აღნიშნავენ აზოტოვანი სასუქების მაღალი ნორმების უპირატესობას და მათ გამოყენების პირდაპირ კავშირს პროდუქტიულობასთან.

საკვები ელემენტებით მცენარეთა უზრუნველყოფის მაღალი დონე მიიღწევა ფოთლის დიაგნოსტიკის დანერგვით, ამასთან საზღვარგარეთის პრაქტიკაში ძირითადად ყურადღებას უთმობენ არა იმდენად ცალკეულ ელემენტებს, რამდენადაც მათი შერწყმის ანტაგონიზმსა და იონების სინერგიზმს (ჭეირ, 1978). ყველა სასოფლო სამეურნო მცენარების და მათ შორის ლიმონის კვების ოპტიმიზაციამ უნდა უზრუნველყოს მცენარეთა მოსავლიანობის გადიდება და ეკოლოგიურად სუფთა მოსავლის მიღება.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, როგორც ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის, ასევე ლიმონ მეიერის ნაყოფებში შევისწავლეთ საერთო აზოტისა და ნიტრატების შემცველობა სხვადასხვა ნორმისა და ფორმის აზოტოვანი სასუქების გამოყენების მრავალწლიან მინდვრის ცდებში. ლიმონის ნაყოფის რბილობსა და კანში განვსაზღვრეთ საერთო აზოტის შემცველობა და შედეგები მოყვანილია ცხრილ 5.2.3.1.-ში, საიდანაც ჩანს, რომ აზოტოვანი სასუქების ფორმები, ნორმები და შეტანის ხერხები სხვადასხვა ხარისხით მოქმედებენ ლიმონის ნაყოფით ნიადაგიდან აზოტის გამოტანაზე. საერთოდ უნდა აღინიშნოს ლიმონის ნაყოფის რბილობსა და კანში აზოტის შემცველობა საკონტროლო და P_1K_1 ვარიანტებზე არის დაბალი სხვა ვარიანტებთან შედარებით. იგი იცვლება რბილობისათვის 1,0-1,01% და კანში 0,50-0,54%-ის ფარგლებში. აზოტის ნორმის გადიდებით ადგილი აქვს ნაყოფის ცალკეულ ნაწილებში საერთო აზოტის შემცველობის გადიდებას და მაქსიმუმს აღწევს რბილობში 1,5% და კანში 1,03%-ს აზოტოვანი სასუქების ერთი აგროტექნიკური ნორმით გამოყენების ვარიანტში, სადაც ფოსფორი და კალიუმი შეტანილია ერთმაგი ნორმით იქ ნაყოფის ცალკეულ ნაწილებში საერთო აზოტის შემცველობა არის 1,48-1,46%; 0,92-0,86% შესაბამისად რბილობსა და კანისა აზოტოვანი სასუქების ფორმების მიხედვით. საერთო აზოტის შემცველობა ნაყოფში გადიდებულია ორგანული სასუქების მინერალურთან ერთობლივი გამოყენების ვარიანტებზე, შეტანის ხერხებს შორის მკვეთრი სხვაობა ნაყოფში საერთო აზოტის შემცველობაში არ არის. აქედან გამომდინარე ლიმონ მეიერისათვის ოპტიმალურია $N_{150}P_{20}K_{100}$ -ის შეტანა ორივე ფორმის (კარბამიდი, ამონიუმის გვარჯილა) აზოტოვანი სასუქისათვის.

ლიმონ მეიერის ნაყოფის ხარისხის განმსაზღვრელია აგრეთვე ნიტრატების შემცველობა, მასზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მინერალურ სასუქებში საკვები ელემენტების შეფარდების და შეტანის ვადების დარღვევა. ყოველივე ეს იწვევს სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა მოსავალში ნიტრატების დაგროვებას. ნიტრატებს, რომლებიც მყავე არეში რეაგირებენ მეორად ამინებთან და წარმოქმნიან ნიტროზოამინებს. ეს ნაერთები საშიშია იმით, რომ მათ გააჩნიათ კანცეროგენური და მუტაგენური სიმახინჯეები (თ. ურუშაძე 2001).

იმისათვის თუ როგორია ლიმონ მეიერის ნაყოფის (რბილობი, წვენი) შემადგენლობა ნიტრატებით, საჭიროდ ჩავთვალეთ მრავალწლიანი მინდვრის ცდიდან მიღებულ მოსავალში ნიტრატების შემცველობის შესწავლა ცალკეული ვარიანტების მიხედვით. მიღებული შედეგები მოყვანილია ცხრილ 5.2.3.2.-ში.

ცხრილ 5.2.3.2. ირკვევა, რომ აზოტოვანი სასუქების გამოყენებით ლიმონის ნაყოფებში ნიტრატების შემცველობა არ აღწევს საშიშ მაჩვენებლებს და მერყეობს 18-26 მგ/კგ-ის ფარგლებში, რაც სტანდარტით მოცემულ 50 მგ/კგ-ზე (ი. ცომია, ზ. ჩანქსელიანი და სხვა 1998) 24-32 მგ/კგ-ით ნაკლებია. აქედან ჩანს, რომ ჩვენი ცდის პირობებში მიღებული პროდუქცია ეკოლოგიურად სუფთაა. თუ შევადარებთ ცალკეულ ვარიანტებს იკვეთება ის, რომ ნიტრატების მაღალი შემცველობა აღინიშნება იმ ვარიანტში სადაც ფოსფორიანი სასუქი შედის ორმაგი აგროტექნიკური ნორმით ($N_1P_2K_1$) და 100გრ რბილობსა და წვენიში აღწევს 1,44-1,41მგ-ს. საერთოდ თითქმის ყველა ვარიანტში NO_3 -ის შემცველობა რბილობში 0,01-0,05მგ-ით მეტია წვენიდან შედარებით. ცალკეული აზოტოვანი სასუქების ფორმებს შორის არ აღინიშნება მკვეთრი სხვაობა, კერძოდ წილადობრივი შეტანის ვარიანტებში შეინიშნება ნაყოფის რბილობსა და წვენიში ნიტრატების ზრდის ტენდენცია ერთდროულ შეტანასთან შედარებით, რაც შეიძლება მიეწეროს შეტანის ვადებსა და N:P:K თანაფარდობას.

ცხრილი 5.2..3.1.

აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ფორმების, ნორმებისა და N:P:K

თანაფარდობის გავლენა ლიმონ მეიერის ნაყოფში

(კანსა და რბილობში)საერთო აზოტის შემცველობაზე

ცდის სქემა	საერთო აზოტი, %	
	რბილობი	კანი
უსასუქო	1.01	0.54
P ₁ K ₁	1.0	0.50
N ₁ P ₁ -(NH ₂) ₂ წO ^b	1.33	0.93
N ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ წO ^b	1.55	0.86
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ წO ^b	1.48	0.92
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ წO ^{bb}	1.38	0.84
N ₁ P ₁ K ₁ - NH ₄ NO ₃ ^b	1.51	0.86
N ₁ P ₁ K ₁ - NH ₄ NO ₃ ^{bb}	1.46	0.82
N ₁ P ₂ K ₁ -(NH ₂) ₂ წO ^b	1.49	0.92
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ წO ^b +ნაკელი	1.57	1.0
N ₂ P ₂ K ₂ -(NH ₂) ₂ წO ^b +ნაკელი	1.38	0.70
N ₂ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ წO ^b	1.41	0.79
N ₂ P ₂ K ₂ -(NH ₂) ₂ წO ^{bb}	1.51	1.03

X-ერთდროული შეტანა XX-წილადობრივი შეტანა

ცხრილი 5.2..3.2

ლიმონ მეიერის ნაყოფში NO₃-ის შემცველობაზე

ცდის სქემა	მგ/100გ	
	რბილობი	წვენში
უსასუქო	1.55	1.52
P ₁ K ₁	1.83	0.79
N ₁ P ₁ -(NH ₂) ₂ წO ^b	1.35	1.35
N ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ წO ^b	0.91	0.89
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ წO ^b	1.00	1.00
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ წO ^{bb}	1.12	1.07
N ₁ P ₁ K ₁ - NH ₄ NO ₃ ^b	1.23	1.23
N ₁ P ₁ K ₁ - NH ₄ NO ₃ ^{bb}	1.11	1.12
N ₁ P ₂ K ₁ -(NH ₂) ₂ წO ^b	1.44	1.41
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ წO ^b +ნაკელი	1.02	1.02
N ₂ P ₂ K ₂ -(NH ₂) ₂ წO ^b +ნაკელი	1.20	1.20

$N_2P_1K_1-(NH_2)_2\beta O^b$	1.18	1.18
$N_2P_2K_2-(NH_2)_2\beta O^{bb}$	1.26	1.29

X-ერთდროული შეტანა
 XX-წილადობრივი შეტანა

მიღებული მონაცემები იძლევა საშუალებას დავასკვნათ, რომ ლიმონ მეიერის ნაყოფი არის ეკოლოგიურად სუფთა და ყოველივე ამის გამო მეიერისათვის შეიძლება ოპტიმალურ ნორმად ჩაითვალოს კარბამიდისა და ამონიუმის გვარჯილის ნორმა N-150 გ/ხეზე ფოსფორისა და კალიუმის ერთმაგი აგროტექნიკური ნორმის ($P_2O_5\ 150K_2O_{100}$) ფონზე.

5.2.4. აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმების და შეტანის ხერხების

P:K თანაფარდობის გავლენა ლიმონის მოსავლით აზოტის გამოტანაზე.

მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს საკვები ელემენტების და მათ შორის აზოტის გამოტანას სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა მოსავლის მიერ. იგი დამოკიდებულია აზოტის შემცველობაზე ნაყოფში და მოსავლის საერთო დონეზე. ამოტომ საყურადღებოა ლიმონ მეიერის ნაყოფში რბილობსა და კანში აზოტის შემცველობა. ჩვეულებრივ თანაბარ პირობებში საერთო აზოტის შემცველობა რბილობში მეტია ვიდრე კანში.

იმისათვის, რომ დაგვედგინა ყვითელმიწა ნიადაგების პირობებში აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმების და შეტანის ხერხების გავლენა ლიმონ “მეიერის” მოსავლით აზოტის გამოტანაზე, საჭიროდ ჩავთვალეთ მრავალწლიან მინდვრის ცდაში ლიმონის ნაყოფის რბილობსა და კანში გაგვესაზღვრა საერთო აზოტი, რომელიც გამოვიყენეთ საშუალო მოსავლის მაჩვენებლით აზოტის გამოტანის გასაანგარიშებლად. მიღებული მონაცემები მოყვანილია ცხრილში 5.2.4.1.. საიდანაც ჩანს, რომ აზოტის გამოტანა მოსავლით ყველაზე დაბალია უსასუქო და ფოსფორ-კალიუმის ერთმაგი აგროტექნიკური ნორმის ვარიანტზე. თუ მას გადავიანგარიშებთ ერთ ტონა მოსავალზე მაშინ იგი შეადგენს 8-8,5კგ-ს. აზოტოვანი სასუქების ფორმებს შორის არ არის მკვეთრი სხვაობა. ფოსფორ-კალიუმის ნორმების ცვლილება

უმნიშვნელოდ უწყობს ხელს ლიმონის მოსავლით აზოტის გამოტანას. მინერალური და ორგანული სასუქების ერთობლივად გამოყენება ადიდებს ნაყოფში საერთო აზოტის შემცველობას და შესაბამისად მოსავლით აზოტის გამოტანაც იზრდება. მოცემულ შემთხვევაში ერთი ტონა მოსავლით ნიადაგიდან გამოდის 14,2კგ აზოტი. ამის საპირისპიროდ სადაც ფოსფორი და კალიუმი გაორმაგებულია აზოტის გამოტანა მოსავლით შემცირებულია 2.4კგ-ით, რაც შეიძლება აიხსნას ფოსფორის, კალიუმის და აზოტის თანაფარდობის გავლენით მოსავლით აზოტის გამოტანაზე.

აზოტოვანი სასუქების შეტანის ხერხები მოსავლით აზოტის გამოტანაზე არსებითად არ მოქმედებს, რადგან თითქმის არ არის სხვაობა აზოტის ერთდროულ და წილადობრივ შეტანას შორის, ორივე ფორმის აზოტოვანი სასუქების შემთხვევაში მოსავლით აზოტის გამოტანაზე.

გამომდინარე აღნიშნულიდან ირკვევა, რომ ლიმონ მეიერის ერთი ტონა მოსავლი ნიადაგიდან იღებს საშუალოდ 11-14კგ აზოტს. მიღებულ მაჩვენებელს თუ გადავიანგარიშებთ ათ ტონა მოსავალზე მაშინ აზოტის ოპტიმალური ნორმა იქნება 150კგ და ჩვენს მიერ რეკომენდირებული ნორმა 150გ/ხეზე ლიმონ მეიერისათვის გამოტანის ტოლია.

ცხრილი 5.2.4.1

აზოტოვანი სასუქების შეტანის ხერხების და საკვები ელემენტების თანაფარდობის გავლენა ლიმონ “მეიერის” მოსავალით აზოტის შეთვისებაზე

ცდის სქემა	8 წლის საშუალოდ, მოსავალი,	1 ნაყოფის მასა ცალ-ცალკე (2 წლის საშუალოდ)		მთლიანი მოსავლის მასა ცალ-ცალკე		საერთო აზოტი, %		აზოტის გამოტანა მოსავლით, კგ/ხეზე			I. ტ. მოსავლით გამოტანილი აზოტი, კგ
		რბილობ	კანი	რბილობ	კანი	რბილობ	კანი	რბილობ	კანი	სულ	
უსასუქო	3.2	66.1	28.9	2.2	1.0	1.01	0.54	0.022	0.005	0.027	8.40
P ₁ K ₁	3.3	60.7	26.5	2.3	1.0	1.00	0.50	0.023	0.005	0.028	8.48
N ₁ P ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	5.3	53.3	29.2	4.5	0.8	1.30	0.93	0.060	0.007	0.067	12.64
N ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	5.8	71.6	23.4	4.4	1.4	1.55	0.86	0.068	0.012	0.080	13.83
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	5.7	65.7	21.8	4.3	1.4	1.48	0.92	0.064	0.013	0.077	13.51
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^{xx}	5.3	57.2	24.3	3.7	1.6	1.38	0.84	0.051	0.008	0.059	11.13

N ₁ P ₁ K ₁ - NH ₄ NO ₃ ^x	7.5	63.9	25.2	5.4	2.1	1.51	0.86	0.081	0.018	0.099	13.20
N ₁ P ₁ K ₁ - NH ₄ NO ₃ ^{xx}	5.5	49.3	28.3	3.5	2.0	1.46	0.82	0.051	0.016	0.067	12.18
N ₁ P ₂ K ₁ - (NH ₂) ₂ CO ^x	5.9	59.5	23.5	4.2	1.7	1.49	0.90	0.061	0.015	0.076	13.10
₁ P ₁ K ₁ - (NH ₂) ₂ CO ^{x+} ნაკელი	5.0	65.6	24.4	3.7	1.3	1.57	1.00	0.058	0.013	0.071	14.20
N ₂ P ₂ K ₂ - (NH ₂) ₂ CO ^x +ნაკელი	7.6	63.3	26.8	5.3	2.3	1.38	0.70	0.071	0.016	0.089	11.75
N ₂ P ₁ K ₁ - (NH ₂) ₂ CO ^x	5.6	62.4	22.5	4.1	1.5	1.41	0.79	0.058	0.012	0.070	12.50
N ₂ P ₂ K ₂ - (NH ₂) ₂ CO ^{xx}	5.0	55.5	23.0	3.5	1.5	1.51	1.03	0.053	0.015	0.068	13.60

X-ერთდროული შეტანა XX-წილადობრივი შეტანა

5.3.1. აზოტოვანი სასუქების ნორმებისა და ფორმების

ეფექტურობა მანდარინ უნშიუს ბაღში

აზოტოვანი სასუქების ეფექტურობის საკითხები მანდარინის ბაღში საქართველოს ტენიან სუბტროპიკების წითელმიწა და ეწერ ნიადაგებზე შესწავლილია ი.გამყრელიძის (1971), მ.ზზიავას (1973), ნ.ცანავას, ა. ბურჭულაძის (1974), ო. დათუაძის (1981), ნ.ცანავას, თ.კილაძის, შ.ფუტკარაძის, გ.თავდგირიძის (1985), რ.ჯაბნიძის (1999) და თ. ადამიას (2001) მიერ. ნაკლებად არის შესწავლილი აზოტოვანი სასუქების ეფექტურობა ყვითელმიწა ნიადაგებზე.

კვლევის მიზანი იყო შეგვესწავლა აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმების და P:K თანაფარდობის გავლენა მანდარინ უნშიუს პროდუქტიულობაზე მრავალწლიანი მინდვრის ცდის პირობებში. ცდის დაყენების ისტორია და ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლები მოცემულია დისერტაციის მეოთხე თავში.

ამონიუმის გვარჯილის და კარბამიდის ნორმების გავლენა მანდარინის ნაყოფის მოსავალზე მოყვანილია ცხრილში 5.3.1.1. საიდანაც ჩანს, რომ 10 წლის დაკვირვების პერიოდში აღინიშნა მანდარინის უხვმოსავლიანი და დაბალმოსავლიანი წლები. საშუალო მონაცემებიდან ირკვევა, რომ აზოტოვანი სასუქების ფორმებს შორის მკვეთრი სხვაობა არ არის და იგი შეადგენს 0,3-0,6% (ცხრილი 5.3.1.1.) ცალკეულ წლებში ეს მაჩვენებელი მერყეობს, მაგრამ არ ცილდება 10-15%.

ცხრილიდან 5.3.1.1. ჩანს, რომ აზოტის შეტანა 21-23% ზრდის მანდარინის მოსავალს. კარბამიდის ოპტიმალური ნორმა PK+ტორფის ფონზე N-250გ/ხეზეა. ნორმიდ შემდგომი ზრდა არაეფექტურია. P₂K₂+ტორფის ფონზე მკვეთრად იზრდება

აზოტის ორმაგი ნორმის ეფექტი და ის 31% შეადგენს, ხოლო ერთმაგი ნორმის შეტანისას მატება შეადგენს 23%. ფოსფორისა და კალიუმის ერთმაგი ნორმების შეტანისას მატება 4,4-4,7 კგ/ხეზე შეადგენს, ხოლო ფოსფორ-კალიუმის ორმაგი ნორმის შეტანის შემთხვევაში ის აღწევს 4,8-6,6კგ/ხეზე. როგორც ცხრილი 5.3.1.1. მონაცემები გვიჩვენებს წლების მიხედვით აღინიშნება მანდარინის მოსავლიანობის მკვეთრი მერყეობა. მოღებული შედეგები ადასტურებს, რომ აზოტის ნორმის გადიდებასთან ერთად უნდა გაიზარდოს P_2O_5 -ისა და K_2O ნორმაც, რათა არ დაირღვეს თანაფარდობა ძირითად საკვებ ელემენტებს შორის.

ფოსფორისა და კალიუმის გაორმაგებული ნორმების ფონზე აზოტოვანი სასუქების ფორმების ეფექტურობის შესწავლის მონაცემები მოწმობენ ამონიუმის გვარჯილის უმნიშვნელო უპირატესობას. მოსავლის მატება შესაბამისად კარბამიდისა და ამონიუმის გვარჯილისათვის შეადგენს 4,8 და 5,5კგ/ხეზე.

ფოსფორ-კალიუმის და აზოტის ერთმაგი ნორმების შეტანის ფონზე ნაკელის შეტანა უარყოფითად მოქმედებს მანდარინის მოსავლიანობაზე და ის ფონს 18%-ით ჩამორჩება, ხოლო კარბამიდის ერთმაგ ნორმას-40%-ით. მინერალური და ორგანული სასუქების ერთობლივი შეტანის ასეთი დაბალი ეფექტი აიხსნება ორგანული სასუქების შეტანისას ჩ:N შეფარდების გაზრდით. ამ დროს ორგანული სასუქების აზოტი მცენარეების მიერ ნაკლებად გამოსაყენებელია, რადგანაც ნაკელი პირველ ეტაპზე მუშაობს როგორც მიკროორგანიზმებისათვის ენერგეტიკული მასალა და იზრდება მათ მიერ აზოტის კონკურენტული შეთვისება (Рассел Д.1955; Бзиава М.1973;). აღნიშნულ ცდის პირობებში მანდარინის მოსავლის მერყეობა ნაკელის შეტანითაა გამოწვეული, რომელიც ცდის მიმდინარეობის პერიოდში 3-ჯერ იქნა შეტანილი. ნაკელის როგორც ხანგრძლივი შემდგეგქმედების მქონე სასუქი დადებითი ზემოქმედება მომავალ წლებში უფრო მკვეთრად იქნება გამოხატული.

ლიმონ მეიერზე წარმოებულ ცდაში (შ,ლომინაძე, ვ.ცანავა; 1994) მინერალური და ორგანული სასუქების ერთობლივი შეტანის შემთხვევაში შესაბამისად PK ერთმაგი და ორმაგი ნორმის ფონზე .მოსავლის მატება ფონთან შედარებით შეადგენს 48 და 134%-ს.

ამ მონაცემების შედარება მანდარინ უნშიუს ცდაში მიღებულ მონაცემებთან ერთხელ კიდევ ადასტურებს ციტრუსოვანთა განოყიერების სისტემის დაზუსტების

აუცილებლობას ხარისხობრივ და ჯიშობრივ ჭრილში და ნიადაგის თავისებურებების გათვალისწინებით.

ცხრილ 5.3.1.1.-დან ჩანს, რომ მანდარინ უნშიუს მოსავლის მატება ფონთან შედარებით ერთ კილოგრამ აზოტზე გადაანგარიშებით მაქსიმალურს აღწევს კარბამიდისა და ამონიუმის გვარჯილის 250გ/ხეზე ნორმის შემთხვევაში, და შეადგენს 18-22კგ/ხეზე. ხოლო აზოტის ორმაგი ნორმის (500გ/ხეზე) შემთხვევაში ეს მაჩვენებელი მცირდება.

ცხრილი 5.3.1.1.

აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმებისა და N:P:K თანაფარდობის გავლენა მანდარინ უნშიუს მოსავალზე

ცდის სქემა	1982		1983		1984		1985		1986		1987		1988		1989		1990		1991		საშუალო 1982-1991 წწ.	მატება ფონთან შედარებით		
	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	%		კგ/ხეზე	ფონთან შედარებით	
P ₁ K ₁ +ტორფონი	5.5	1.0	21.9	1.0	23.0	100	4.8	1.0	2.3	1.0	1.7	1.0	1.3	1.0	9.4	1.0	1.9	1.0	3.4	1.0	21.1	1.0	-	-
P ₁ K ₁ +ტორფონი N ₁ - (NH ₂) ₂ C O	5.6	1.2	23.8	1.0	27.3	118	3.0	8.1	3.2	1.2	1.4	8.4	1.5	1.6	1.5	1.3	2.5	1.6	4.2	1.3	25.8	1.2	4.7	18.8
P ₁ K ₁ +ტორფონი N ₂ - (NH ₂) ₂ C O	9.0	1.6	19.7	9.0	23.7	103	3.6	9.1	3.7	1.4	1.7	9.8	1.3	1.9	1.0	2.2	1.5	4.3	1.3	25.5	1.2	4.4	8.8	
P ₂ K ₂ +ტორფონი N ₁ - (NH ₂) ₂ C O	8.0	1.4	21.5	9.0	25.5	111	3.1	8.3	4.2	1.6	1.8	1.0	1.7	1.9	2.0	2.5	1.5	4.2	1.2	25.9	1.3	4.8	19.2	
P ₂ K ₂ +ტორფონი N ₂ - (NH ₂) ₂ C O	7.4	1.3	24.4	1.1	29.4	128	4.7	1.4	3.5	1.3	2.1	1.2	2.0	1.1	2.3	1.7	1.6	3.8	1.1	27.7	1.3	6.6	13.2	
P ₂ K ₂ +ტორფონი N ₁ - NH ₄ NO ₃	1.0	1.8	30.5	1.3	34.5	150	3.7	8.7	3.8	1.5	1.9	1.1	1.8	1.9	2.0	2.1	1.1	3.6	1.0	26.6	1.2	5.5	22.2	
P ₁ K ₁ +ტორფონი N ₁ - (NH ₂) ₂ C	2.9	5.2	14.3	6.5	19.8	86	3.5	7.7	2.3	9.4	1.1	6.3	1.2	9.0	1.8	1.9	2.0	1.8	2.8	17.3	8.2	-	-	

აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმებისა და N:P:K თანაფარდობის გავლენა მანდარინის ნაყოფის მექანიკურ შედგენილობასა და ხარიხობრივ მაჩვენებლებზე (1991)

ცდის სქემა	1 ცალი ნაყოფის წონა, გ	კანი		რბილობი		წვენი გამოსავალი		ლიმონმკვავე გადაანგარიშებით, გ/100 მლ	ვიტამინ C, მგ %	მონოშაქრები, გ/100მლ წიწმში	შაქრების ჯამი, გ/100მლ წიწმში
		გ	ნაყოფის წონიდან	გ	% ნაყოფის წონიდან	გ	% ნაყოფის წონიდან				
P ₁ K ₁ +ტორფი	83.7	23.7	28	60.0	72	52.2	87	1.29	33.9	1.83	8.10
P ₁ K ₁ +ტორფი N ₁ - (NH ₂) ₂ CO	81.5	24.8	30	56.7	70	52.2	92	1.24	37.6	2.34	8.02
P ₁ K ₁ +ტორფი N ₂ - (NH ₂) ₂ CO	77.6	24.0	31	53.6	69	49.5	92	1.43	30.0	2.06	7.48
P ₂ K ₂ +ტორფი N ₁ - (NH ₂) ₂ CO	80.0	24.6	31	55.4	69	46.7	84	1.21	33.1	2.19	9.36
P ₂ K ₂ +ტორფი N ₂ - (NH ₂) ₂ CO	71.5	21.8	30	49.7	69	44.0	88	1.37	37.6	2.16	7.78
P ₂ K ₂ +ტორფი N ₁ - NH ₄ NO ₃	76.1	22.4	29	53.7	71	49.5	92	1.21	37.8	2.02	9.36
P ₁ K ₁ +ტორფი N ₁ - (NH ₂) ₂ CO +ნაკელი	68.2	23.5	34	44.7	65	38.5	86	1.26	34.9	2.95	8.10

5.3.3. აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმების და შეტნის ხერხების გავლენა მანდარინის ნაყოფში აზოტის შემცველობაზე და მოსავლით აზოტის გამოტანაზე.

მანდარინის სრულმოსავლიან ბაღში შესწავლილი იქნა ნაყოფში საერთო აზოტის შემცველობა ქიმიური ანალიზის საფუძველზე, ამისათვის ნაყოფის რბილობსა და კანში ცალკეული ვარიანტების მიხედვით განვსაზღვრეთ საერთო აზოტი ცხრილი-5.3.3.1. მიღებული შედეგებიდან ჩანს, რომ კარბამიდისა და ამონიუმის გვარჯილის ნორმები ფოსფორის და კალიუმის ერთმაგი აგროტექნიკური ნორმის ფონზე თანაბრად მოქმედებს ნაყოფში საერთო აზოტის შემცველობაზე. ორი წლის სამუალო მონაცემებიდან ირკვევა, რომ მანდარინის ნაყოფის რბილობში საერთო აზოტი 0,95-1,31% ფარგლებში მერყეობს, ხოლო კანში-0,67-0,79% ფარგლებში. რაც შეეხება ფონის გაორმაგებას აზოტოვანი სასუქები არ იწვევს მკვეთრ სხვაობას მანდარინის ნაყოფის რბილობსა და კანში საერთო აზოტის შემცველობაზე ერთმაგ ფონთან შედარებით.

ასევე არ არის გამოკვეთილი ორგანული სასუქების მინერალურთან ერთობლივი გამოყენების გავლენა საერთო აზოტის შემცველობაზე ნაყოფის რბილობსა და კანში (ცხრილი 5.3.3.1), ასეთი საერთო სურათი აღინიშნება ცდის მიმდინარეობის ცალკეულ წლებში (ცხრილი 5.3.3.1.).

მანდარინის მოსავლით საკვები ელემენტის აზოტის გამოტანაზე მნიშვნელოვნად მოქმედებს აზოტოვანი სასუქების ფორმები და ნორმები. ნაყოფის ქიმიური მაჩვენებლის საფუძველზე ცალკეული ნაწილების მიხედვით გაკეთებულმა გაანგარიშებამ გვიჩვენა, რომ სრულმოსავლიან მცენარეთა ნაყოფები საერთო აზოტის შემცველობით არსებითად არ განსხვავდებოდნენ ერთმანეთისაგან, თუმცა დაბალმოსავლიან წელს საერთო აზოტის შემცველობა ნაყოფებში მაღალი იყო მაღალმოსავლიან წელთან შედარებით (ცხრილი 5.3.3.1.).

მანდარინ უნშიუს მოსავლით აზოტის გამოტანა აზოტოვანი სასუქების მოქმედებით ცალკეულ ფორმებს შორის არ განსხვავდება დიდად, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ კარბამიდის ორმაგ აგროტექნიკურ ნორმას ფოსფორისა და კალიუმის ერთმაგ ფონზე, სადაც მანდარინის ერთ ტონა მოსავალს ნიადაგიდან გამოაქვს 11-12კგ აზოტი. საერთოდ კი მანდარინის ერთ ტონა მოსავალს ნიადაგიდან გამოაქვს საშუალოდ 8-12კგ აზოტი ცალკეული ვარიანტების მიხედვით.

ცხრილი 5.3.3.1.

კარბამიდის ნორმების და საკვები ელემენტების თანაფარდობის გავლენა მანდარინის ნაყოფში საერთო აზოტის შემცველობაზე

ცდის სქემა	1990		1991		2 წლის საშუალო	
	კანი, %	რბილობი, %	კანი, %	რბილობი, %	კანი, %	რბილობი, %
P ₁ K ₁ +ტორფი	0.95	1.60	0.66	0.62	0.80	1.11
P ₁ K ₁ +ტორფი N ₁ - (NH ₂) ₂ CO	0.90	1.25	0.44	0.66	0.67	0.95
P ₁ K ₁ +ტორფი N ₂ -(NH ₂) ₂ CO	0.90	1.55	0.68	1.08	0.79	1.31
P ₂ K ₂ +ტორფი N ₁ - (NH ₂) ₂ CO	0.95	1.10	0.36	0.87	0.65	0.98
P ₂ K ₂ +ტორფი N ₂ - (NH ₂) ₂ CO	0.90	1.10	0.76	0.69	0.83	0.89

P ₂ K ₂ +ტორფი N ₁ - NH ₄ NO ₃	0.98	1.20	0.74	0.76	0.86	0.98
P ₁ K ₁ +ტორფი N ₁ -(NH ₂) ₂ CO +ნაკელი	0.90	0.85	0.33	0.58	0.61	0.71

ამრიგად ჩატარებული კვლევის შედეგად გამოვლინდა, რომ ციტრუსოვნები ნიადაგიდან ერთ ტონა მოსავლით საშუალოდ ითვისებენ აზოტს:მანდარინი- 8-12კგ, ფორთოხალი -7-11კგ და ლიმონი 10-14კგ (ცხრილები 5.3.3.2; 5.1.4.1 და 5.2.4.1). აზოტოვანი სასუქების ფორმები მნიშვნელოვნად არ მოქმედებენ 1 ტ. მოსავლით აზოტის გამოტანაზე, უმნიშვნელო სხვაობა შეიმჩნევა შეტანის ხერხებსა და აზოტის ნორმების ცვლილების დროს. განსაკუთრებით გამოკვეთილია აზოტის ნორმების გადიდებით ამ ელემენტის მოსავლით გამოტანა, რაც შეიძლება იმით აიხსნას, რომ აზოტის ნორმების გაზრდით ხდება საერთო აზოტის შემცველობის ზრდა ნაყოფში, ეს კი იწვევს მოსავლით აზოტის გამოტანის ზრდას, ხოლო ციტრუსებში აზოტის ნორმის გადიდებით არ მიიღება მაღალი მოსავალი და ციტრუსოვნებისათვის აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის ერთმაგ აგროტექნიკური ნორმის ფონზე მათთვის ზღვრულ ნორმას წარმოადგენს: ფორთოხლისათვის 75-150გ/ხეზე, ლიმონისათვის - 150გ/ხეზე და მანდარინისათვის 250გ/ხეზე.

ცხრილი 5.3.3.2

აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმებისა და N:P:K თანაფარდობის გავლენა

მანდარინ უნშიუს მოსავლით აზოტის გამოტანაზე

ცდის სქემა	10 წლის საშუალო მოსავალი, კგ/ხეზე	1 ცალი ნაყოფის წონა, გ		მოლიანი მოსავლის მასა, კგ/ხეზე		საერთო აზოტი, %		აზოტის გამოტანა მოსავლით, კგ/ხეზე			1. ტ. მოსავლით გამოტანილი აზოტი, კგ
		რბილობი	კანი	რბილობი	კანი	რბილობი	კანი	რბილობი	კანი	სულ	
P ₁ K ₁ +ტორფი	21.1	60.0	23.7	15.2	5.9	1.11	0.80	0.167	0.047	0.214	10.1
P ₁ K ₁ +ტორფი N ₁ - (NH ₂) ₂ CO	25.8	56.7	24.8	17.9	7.9	0.95	0.67	0.170	0.053	0.223	8.6
P ₁ K ₁ +ტორფი N ₂ - (NH ₂) ₂ CO	25.5	53.6	24.0	17.7	7.8	1.31	0.79	0.233	0.062	0.295	11.6
P ₂ K ₂ +ტორფი N ₁ - (NH ₂) ₂ CO	25.9	55.4	24.6	17.9	8.0	0.98	0.65	0.175	0.052	0.227	8.7
P ₂ K ₂ +ტორფი N ₂ - (NH ₂) ₂ CO	27.7	49.7	21.8	19.3	8.4	0.89	0.83	0.172	0.069	0.241	8.7

P ₂ K ₂ +ტორფი N1- NH ₄ NO ₃	96.6	53.7	22.4	18.8	7.8	0.98	0.86	0.184	0.067	0.251	9.4
P ₁ K ₁ +ტორფი N ₁ - (NH ₂) ₂ CO +ნაკელი	17.3	44.7	23.5	11.4	5.9	0.71	0.61	0.81	0.036	0.119	6.8

6. აზოტოვანი სასუქების გავლენა ნიადაგის აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე

6.1. აზოტოვანი სასუქების გავლენა ფორთოხლით დაკავებული წითელმიწა ნიადაგების აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე

შედარებით დაბალნაყოფიერი ნიადაგებიდან (როგორებიცაა ტენიანი სუბტროპიკების ნიადაგები) ციტრუსოვანთა ნაყოფების მაღალი მოსავლის მიღება დიდადაა დამოკიდებული ორგანული და მინერალური სასუქების გამოყენების სწორ სისტემაზე. უკანასკნელი ათეული წლების განმავლობაში სასუქების ხანგრძლივად გამოყენების შედეგად წითელმიწა ნიადაგებში ღრმა ქიმიური და ბიოლოგიური ცვლილებები მოხდა. განსაკუთრებით შეიცვალა მათი აგროქიმიური მაჩვენებლები.

ნიადაგების აგროქიმიურ თვისებებზე არსებით გავლენას ახდენს მინერალური და განსაკუთრებით აზოტოვანი სასუქები. ამ მიმართულებით მრავალი კვლევა აქვთ ჩატარებული ი.გამყრელიძეს (1971), ც. ლლონტს (1971), ვ.ცანავას (1985), ლ.თავდიშვილს (2003).

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა შეგვესწავლა სასუქების ხანგრძლივი გამოყენების გავლენა ნიადაგის თვისებებზე და აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ფორმებისა და ნორმების გავლენა წითელმიწა ნიადაგის აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე. დაკვირვება მიმდინარეობდა მრავალწლიანი მინდვრის ცდის პირობებში ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ბაღში. ცდის სქემა და ისტორია მოცემულია დისერტაციის მესამე თავში. ცდის მსვლელობის 14 წლის მანძილზე ორჯერ (1985 და 1991 წლები) შევისწავლეთ წითელმიწების აგროქიმიური მაჩვენებლები. ჩატარებული ანალიზების შედეგები მოყვანილია ცხრილში 6.1.1. და დანართში 18. საიდანაც ირკვევა, რომ წითელმიწა ნიადაგების აგროქიმიური მაჩვენებლები 1985 წლის მონაცემებთან შედარებით მკვეთრად შეიცვალა, რაც გამოიხატება ნიადაგის ჰუმუსის, საერთო აზოტის, მჟავიანობის ფორმების, მოძრავი კალიუმის შემცველობის გადიდებითა და ნიადაგის არის რეაქციის კიდევ უფრო გამჟავებაში, შესამჩნევი ცვლილებები არ აღინიშნა ჰიდროლიზებული აზოტის მონაცემებში. სხვა მაჩვენებლებმა

წითელმიწებში წინა წელთან შედარებით განიცადა შემცირება. ასეთი ტენდენცია აღინიშნა ფოსფორისა და კალციუმის მოძრავი ფორმების შემცველობაში.

6.1.1. ცხრილიდან ჩანს, რომ ამონიუმის სულფატის და ამონიუმის გვარჯილის ნორმების მოქმედებით ადგილი აქვს ფონის ვარიანტთან შედარებით როგორც, საერთო ჰუმუსის, ისე საერთო აზოტის კლებას ნიადაგის ზედა ჰორიზონტებში. ამავე სასუქების დაბალ ნორმების შემთხვევაში აღინიშნა ნიადაგში საერთო აზოტის კლება, რაც აიხსნება მცენარის მიერ საკვები ელემენტების მოსავლით დიდი რაოდენობით გამოტანით და ჰუმუსის ქიმიური დაშლის მაღალი ხარისხით.

ლიტერატურული წყაროებიდან (Дараселия М. 1949; Саришвили И. 1958; Бзиава М.1973) ცნობილია, რომ წითელმიწა და სუბტროპიკული ეწერი ნიადაგები ბუნებრივად მჟავე ნიადაგებია, რასაც ადასტურებს ჩვენი მონაცემებიც. ნიადაგის 15-30 და 30-45სმ ფენაში pH წყლის გამონაწურში ანუ აქტუალური მჟავიანობა იცვლება 4,2-დან 5,9-მდე. ზედა ფენაში ადგილი აქვს არის რეაქციის მიახლოებას ნეიტრალურთან. აზოტოვანი სასუქების ნორმების გადიდება იწვევს არის რეაქციის კიდევ უფრო გამჟავებას. ი.სარიშვილის (1958) მონაცემებით ციტრუსოვნები კარგად ხარობენ ისეთ ნიადაგებზე რომელთა არის რეაქცია 4,5-5,5-ია. თუ ამ მაჩვენებელს შევადარებთ ცხრილი 6.1.1.-ის მონაცემებს, ჩანს რომ წითელმიწა ნიადაგები ამ მაჩვენებლებით აკმაყოფილებს ციტრუსოვან მცენარეთა მოთხოვნილებას არის რეაქციისადმი.

გაცვლითი მჟავიანობის მაჩვენებლები გვიჩვენებს, რომ ფორთოხლის ბაღის ნიადაგის მჟავიანობა განპირობებულია გაცვლითი წყალბადით, თუ შევადარებთ დანართ 18-ში მოყვანილ მონაცემებს და ცდის დაყენებამდე გაკეთებული ანალიზის შედეგებს, გაცვლითი მჟავიანობის მაჩვენებელში წყალბადის იონის ზრდის მიზეზი უნდა იყოს კალციუმის ზემოქმედებით ალუმინის შემცირება და ალუმინის ქიმიური შთანთქმა ფოსფატებით.

ჰიდროლიზური მჟავიანობა იზრდება ამონიუმის სულფატისა და ამონიუმის გვარჯილის შეტანისას, თანაც ამონიუმის სულფატის ნორმების ზრდა არ მოქმედებს ჰიდროლიზურ მჟავიანობაზე, ხოლო ამონიუმის გვარჯილისა ამ მხრივ უმნიშვნელოა.

რაც შეეხება ელემენტების მოძრავ ფორმებს, ნიადაგი საშუალოდ უზრუნველყოფილია. 6.1.1 ცხრილიდან ჩანს, რომ ჰიდროლიზებული აზოტის რაოდენობა ინდექსების სკალის მიხედვით დაბალია (Бзиава М, Цанава В, Чанукваძე

Ф и др 1986). ამონიუმის გვარჯილის და ამონიუმის სულფატის ნორმების ზრდისას შეინიშნება ჰიდროლიზებული აზოტის მატების ტენდენცია. ეს აიხსნება შედარებით მეტი რაოდენობის ფოთლებისა და ფესვების ცვენით და მოკირიანების ფონზე აზოტოვანი სასუქების შეტანით, ნიადაგის მოკრობიოლოგიური პროცესების გააქტიურებით.

როგორც 6.1.1 ცხრილიდან ჩანს, აზოტის ორივე ფორმის შედარებისას ფოსფორის რაოდენობა მეტია ამონიუმის გვარჯილის N₇₅ გ/ხეზე და ამონიუმის სულფატის N₄₅₀ გ/ხეზე შეტანის ვარიანტებზე. ფონის ვარიანტზე ფოსფორის შემცველობა მაღალია ამონიუმის სულფატის 75 და 150გ/ხეზე შეტანისას ვარიანტებთან შედარებით, რაც დაკავშირებული უნდა იყოს მის ნაკლები რაოდენობით გამოტანასთან.

ამონიუმის სულფატის ნორმის ზრდისას ფოსფორის შემცველობა იზრდება, განსაკუთრებით ეს აღინიშნება მაღალ ნორმებისას, ხოლო ამონიუმის გვარჯილის შეტანისას კი მცირდება. საერთოდ ფორთოხლის ბაღის ნიადაგი ხასიათდება ფოსფორის შემცველობის დაბალი უზრუნველყოფის დონით, გამონაკლისია ამონიუმის სულფატის 300გ/ხეზე შეტანის ვარიანტი.

სასუქის კალიუმი მცენარის მიერ სრულად არ გამოიყენება, მისი გარკვეული ნაწილი შთაინთქმება ნიადაგის მიერ და გადადის არაგაცვლით მდგომარეობაში, რომელიც მცენარისათვის ძნელად შესათვისებელი ხდება, ამ პირობების შესაბამისად 6.1.1. ცხრილიდან ირკვევა, რომ ამონიუმის სულფატისა და ამონიუმის გვარჯილის ვარიანტებზე მოძრავი კალიუმის რაოდენობა ზედა 0-15სმ ჰორიზონტში მაღალი უზრუნველყოფის დონეზეა და იცვლება 42-55მგ-ის

ცხრილი 6.1.1

ამონიუმის სულფატისა და ამონიუმის გვარჯილის ნორმების გავლენა

წითელმიწა ნიადაგების აგროქიმიური მაჩვენებლებზე

(ფორთოხალ ვაშიგტონ-ნაველი) 1991წ

აზოტოვანი სასუქების ნორმები PKCaMg ფონზე, გ/ხეზე	ნიადაგის სიღრმე, სმ	საერთო ჰუმუსი, %	საერთო აზოტი, %	pH		მჟავიანობის ფორმები, მგ/ექვ. 100გ ნიადაგში		
				H ₂ O	KCl	გაცვლითი		ჰიდრო-ლიზური
						საერთო	Al ³⁺	

PKCaMg- (ფონი)	0-15	6.37	0.65	5.7	4.4	2.52	0.18	7.70
	15-30	5.61	0.54	5.3	4.0	3.12	0.92	7.10
	30-45	5.45	0.36	5.1	3.8	2.11	0.83	7.25
ფონი +N 75 (NH ₄) ₂ SO ₄	0-15	5.32	0.38	6.8	5.2	4.78	0.46	8.05
	15-30	5.29	0.28	5.7	4.5	2.76	0.36	7.65
	30-45	5.14	0.21	5.3	4.1	3.77	0.55	7.30
ფონი +N 150] (NH ₄) ₂ SO ₄	0-15	5.63	0.50	6.8	5.3	2.48	0.74	8.50
	15-30	5.73	0.44	6.0	4.3	2.12	0.55	8.28
	30-45	4.37	0.41	6.8	3.9	1.75	0.45	8.05
ფონი +N 300 (NH ₄) ₂ SO ₄	0-15	4.29	0.18	6.8	5.3	3.86	1.10	9.40
	15-30	4.00	0.16	5.3	4.7	2.21	0.55	8.95
	30-45	3.93	0.11	5.0	4.3	2.39	0.64	3.41
ფონი +N 450 (NH ₄) ₂ SO ₄	0-15	5.81	0.64	5.5	4.9	2.02	0.98	4.73
	15-30	5.56	0.54	5.5	4.0	1.84	0.46	9.94
	30-45	5.05	0.24	4.9	3.7	1.10	0.55	8.04
ფონი +N 75 NH ₄ NO ₃	0-15	5.36	0.39	5.8	4.9	2.57	0.36	8.60
	15-30	5.27	0.32	5.3	4.3	2.12	0.28	8.00
	30-45	5.95	0.30	5.9	4.2	1.84	0.46	7.82
ფონი +N 150 NH ₄ NO ₃	0-15	4.00	0.96	4.9	4.2	1.56	0.28	6.40
	15-30	5.50	0.89	4.8	3.7	3.12	1.10	10.58
	30-45	5.54	0.84	4.9	4.0	4.23	0.18	9.20
ფონი +N 300 NH ₄ NO ₃	0-15	6.26	0.68	5.8	4.1	3.58	1.15	9.30
	15-30	5.25	0.50	5.2	3.8	3.68	0.55	9.85
	30-45	4.73	0.25	4.2	3.7	4.96	0.55	11.05
ფონი +N 450 NH ₄ NO ₃	0-15	4.65	0.36	4.7	3.8	6.72	1.46	13.80
	15-30	5.18	0.15	5.3	3.1	5.98	1.36	11.60
	30-45	5.59	0.13	4.8	3.4	8.28	2.28	13.75

გაგრძელება ცხრილი 6.1.1.

აზოტოვანი სასუქების ნორმები PKCaMg-ის ფონზე გზეზე	ნიადაგის სიღმე სმ	მომრავი ფორმები, მგ/100გ. ნიადაგში				
		ჰიდროლოზებულ- აზოტი	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
PKCaMg- (ფონი)	0-15	20.91	18.20	52.5	154.7	5.5
	15-30	14.00	14.00	52.0	123.2	26.0
	30-45	17.49	7.00	47.5	112.4	19.9
ფონი +N 75 (NH ₄) ₂ SO ₄	0-15	16.65	4.00	41.3	137.9	22.2
	15-30	14.76	3.00	40.8	154.7	21.2
	30-45	12.00	5.60	38.0	161.7	20.0
ფონი +N 150 (NH ₄) ₂ SO ₄	0-15	20.90	6.00	50.0	151.3	21.6
	15-30	17.40	9.00	49.3	140.3	17.2
	30-45	16.61	8.50	42.5	144.5	16.8

ფონი +N 300 (NH ₄) ₂ SO ₄	0-15	16.60	25.00	46.7	168.5	37.1
	15-30	12.82	14.00	46.0	160.5	26.6
	30-45	10.40	12.00	42.5	140.0	31.5
ფონი +N 450 (NH ₄) ₂ SO ₄	0-15	18.19	66.00	55.00	178.4	27.1
	15-30	16.29	38.00	42.5	143.4	35.4
	30-45	15.50	5.00	35.0	153.7	32.7
ფონი +N 75 NH ₄ NO ₃	0-15	17.00	31.00	55.00	154.6	16.4
	15-30	16.65	17.00	50.0	141.8	31.1
	30-45	14.45	13.00	45.0	167.3	21.9
ფონი +N 150 NH ₄ NO ₃	0-15	21.61	21.00	46.2	133.4	18.5
	15-30	19.78	14.00	42.5	137.9	18.1
	30-45	16.57	4.00	41.3	126.0	16.3
ფონი +N 300 NH ₄ NO ₃	0-15	22.37	16.00	45.0	165.9	20.0
	15-30	21.67	14.00	42.5	84.1	8.4
	30-45	20.18	9.00	41.2	82.3	5.4
ფონი +N 450 NH ₄ NO ₃	0-15	18.68	15.00	55.0	91.9	15.0
	15-30	16.46	12.00	46.7	125.9	12.3
	30-45	15.16	12.60	41.2	164.1	19.0

ფარგლებში 100გ (M.Бзиава, В.Цанава, Ф.Чануквадзе и др,1986). ნიადაგში, მომდევნო ქვედა ჰორიზონტებში ადგილი აქვს კალიუმის კლების ტენდენციას. ფორმებს შორის მკვეთრი სხვაობა არ აღინიშნება.

ამონიუმის სულფატისა და ამონიუმის გვარჯილის როგორც ერთმანე, ისე ორმანი ნორმები ზრდიან კალციუმის შემცველობას, ხოლო ნორმის შემდგომი ზრდა იწვევს მის შემცირებას. საერთოდ კალციუმის შემცველობა წინა წელთან (1985) შედარებით ცალკეული ვარიანტების მიხედვით შემცირებულია 2-3ჯერ.

მაგნიუმის შემცველობა ორივე ფორმის აზოტოვანი სასუქების ნორმების ზრდისას სხვადასხვაა, კერძოდ ამონიუმის სულფატის ნორმის გადიდებით ადგილი აქვს ნიადაგში მაგნიუმის შემცველობის ზრდას, ხოლო ამონიუმის გვარჯილის შემთხვევაში კი კლებას. საერთოდ ფორთოხლის ბაღის ნიადაგი მაგნიუმის ასეთი შემცველობით ეკუთვნის საშუალოდ უზრუნველყოფილ ნიადაგებს (M.Бзиава, В.Цанава и др.1986). სიღრმეების მიხედვით აზოტოვანი სასუქების ორივე ფორმის შედარებისას ვლინდება, რომ გაცვლითი მუჟიანობის შემცველობა დაბალია იქ სადაც კალციუმის მაღალი შემცველობაა. 6.1.1. ცხრილიში მოყვანილი მონაცემები კიდევ

ერთხელ ამტკიცებს ნიადაგის გაცვლითი მჟავიანობასა და მასში ფუძეების შემცველობას შორის კორელაციას.

6.1.2. ცხრილსა და დანართ 19-ში მოყვანილი მონაცემების შედარებით ირკვევა, რომ ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლებისათვის დამახასიათებელია ისეთივე ტენდენცია, როგორც აზოტოვანი სასუქების ნორმების გამოყენებისას ფორთოხლის ბაღში. 1991 წელს მიღებული ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლები დიდად არ განსხვავდება 1985 წლის მაჩვენებლებისაგან, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ ფოსფორის, კალციუმისა და გაცვლითი მჟავიანობის მაჩვენებლებს. ფოსფორი და კალციუმი წინა წელთან შედარებით კლების ტენდენციას განიცდიან, ხოლო გაცვლითი მჟავიანობა კი მატებისას, რაც ცალკეული აზოტოვანი სასუქების ფორმების შემთხვევაში მკვეთრად არის გამოხატული.

6.1.2. ცხრილიდან ჩანს, რომ აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ფორმის გავლენით, უსასუქო ვარიანტთან შედარებით შეინიშნება ჰუმუსის ზრდის ტენდენცია ზედა ჰორიზონტებში, ხოლო ფონთან შედარებით ყველა ვარიანტზე ჰუმუსის შემცველობა უცვლელია, გარდა ნატრიუმის გვარჯილის შეტანისა, საერთო აზოტის ზრდა კი აღინიშნა ამონიუმის სულფატის, მონტგვარჯილისა ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 60%+ NH_4NO_3 40%) და კარბამიდის გამოყენებისას.

ფორთოხლით დაკავებულ წითელმიწებში ფონთან შედარებით მონტანგვარჯილის, კარბამიდის და ნატრიუმის გვარჯილის გამოყენებისას ადგილი აქვს მოძრავი ფოსფორის საკმაოდ მაღალი უზრუნველყოფის დონეს. ხოლო კალიუმის შემცველობა თითქმის ყველა ფორმის აზოტოვანი სასუქების ვარიანტზე ნიადაგის სამივე ფენაში თანაბარ მდგომარეობაშია და იგი ინდექსების (M.Бзиава, В.Цанава и др,1986). მიხედვით მაღალი უზრუნველყოფის დონეზეა.

ბუნებრივად მჟავე წითელმიწებში ფიზიოლოგიურად მჟავე აზოტოვანი სასუქების შეტანა კიდევ უფრო ზრდის მის მჟავიანობას (Гамკრелидзе И,1971), რასაც გარდაუვალად მოსდევს მოძრავი კალციუმისა და განსაკუთრებით მაგნიუმის შემცველობის შემცირება.

ჩვენს ცდაში ნატრიუმის გვარჯილის შეტანისას კირის სისტემატიური გამოყენების გამო 0-15 და 15-30სმ სიღრმეზე ნიადაგის რეაქცია თითქმის ნეიტრალურია (6,7), ხოლო უფრო ღრმა ფენებში სუსტად მჟავეა. აქ მოქმედებს როგორც ნიადაგის ბუნებრივი მდგომარეობა, ასევე ის ფაქტი, რომ ფორთოხლის

მცენარეები დაირგო 1952 წელს დაღუპული მცენარეების ამოძირკვის შემდეგ. 38 წლის განმავლობაში მცენარეები ნოყიერდებოდა ფიზიოლოგიურად ტუტე სასუქით. გაცვლითი და ჰიდროლიზური მჟავიანობა იცვლება ნიადაგის არის რეაქციის შესაბამისად.

კალციუმის უფრო მეტი რაოდენობით შემცველობა აღინიშნება ფონის, ამონიუმის გვარჯილის და ნატრიუმის გვარჯილის (195-238მგ/100გ ნიადაგში) ვარიანტებზე, რომელიც 1985 წლის მაჩვენებლებთან (დანართი 19) შედარებით 2-ჯერ არის შემცირებული. მაგნიუმის შემცველობა აზოტოვანი სასუქების ფორმების გამოყენებისას ვარიანტებზე ინდექსების (M.Бзиава, В.Цанава,Ф.Чанукваძე и др.1986). შესაბამისად მაღალი უზრუნველყოფის დონეზეა.

ჰიდროლიზებული აზოტის შემცველობით საცდელ ნაკვეთის ნიადაგი საშუალოდ უზრუნველყოფილია. ადგილი აქვს ჰიდროლიზებული აზოტის შემცველობის შემცირებას ზედა ფენიდან ქვედა ფენის მიმართულებით. ამ ელემენტის შემცველობის მაღალი მაჩვენებლებით გამოირჩევა ამონიუმის სულფატის ვარიანტი, რაც მცენარეების სხვადასხვა მდგომარეობით და აზოტის შეთვისების სხვადასხვა სიდიდით შეიძლება აიხსნას.

ცხრილი 6.1.2

აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა წითელმიწა ნიადაგების აგროქიმიური მაჩვენებლებზე (ფორთოხალ ვაშიგტონ-ნაველი) 1991

აზოტის ფორმები PKCaMg ფონზე	ნიადაგის სიღმე, სმ	საერთო ჰუმუსი, %	საერთო აზოტი, %	pH		მჟავიანობის ფორმები, მგ/ექვ. 100გ ნიადაგში		
				H ₂ O	KCl	გაცვლითი		ჰიდროლიზური
						საერთო	Al ³⁺	
უსასუქო	0-15	3.88	0.54	7.9	6.1	4.87	0.64	12.65
	15-30	4.37	0.53	6.5	5.1	3.86	0.55	12.20
	30-45	2.94	0.23	5.8	4.4	3.40	0.37	11.85
PKCaMg-ფონი	0-15	7.52	0.36	5.9	4.2	2.48	0.36	12.80
	15-30	6.38	0.28	4.8	3.9	1.10	0.64	11.75
	30-45	2.52	0.20	4.7	3.6	1.84	0.37	11.40
ფონი +(NH ₄) ₂ SO ₄	0-15	6.46	0.61	5.6	4.7	2.57	1.10	8.30
	15-30	5.96	0.43	5.8	4.6	4.60	1.10	9.90
	30-45	5.27	0.36	4.8	3.7	2.90	0.82	9.40

ფონი +(NH ₄) ₂ SO ₄ 60% NH ₄ NO ₃ 40%	0-15	5.50	0.98	5.0	3.7	3.31	0.82	10.10
	15-30	4.87	0.97	4.7	3.3	2.48	0.64	9.98
	30-45	5.0	0.85	5.0	3.4	1.65	0.51	9.50
ფონი +NH ₄ NO ₃	0-15	4.69	0.39	5.8	4.4	5.42	0.92	10.75
	15-30	4.69	0.29	5.2	3.4	4.41	1.01	10.30
	30-45	4.15	0.28	4.8	3.8	3.40	0.82	9.50
ფონი +(NH ₂) ₂ CO	0-15	5.23	0.96	5.3	4.3	3.86	0.64	9.40
	15-30	5.05	0.79	4.9	3.8	2.22	0.46	9.95
	30-45	4.45	0.68	5.7	4.5	2.85	0.18	9.10
ფონი +NaNO ₃	0-15	4.21	0.54	6.7	5.1	3.40	0.74	4.92
	15-30	4.29	0.30	6.7	4.7	1.84	0.55	3.22
	30-45	4.00	0.17	5.8	4.4	1.69	0.37	6.34

გაგრძელება ცხრილი 6.1.2

აზოტის ფორმები PKCaMg-ის ფონზე	ნიადაგის სიღმე, სმ	მომრავი ფორმები, მგ/100გ ნიადაგში				
		ჰიდროლიზებუ ლი აზოტი	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
უსასუქო	0-15	20.71	18.00	50.0	238.5	28.0
	15-30	19.00	12.50	46.5	106.9	17.1
	30-45	17.01	17.00	41.2	110.0	17.8
PKCaMg-ფონი	0-15	21.5	46.00	56.0	190.0	26.7
	15-30	19.0	18.00	55.0	164.5	37.7
	30-45	17.26	14.60	52.5	148.0	11.6
ფონი+ (NH ₄) ₂ SO ₄	0-15	27.64	31.00	43.7	155.7	22.6
	15-30	22.74	42.00	42.5	199.3	19.3
	30-45	18.32	30.00	41.7	161.7	16.7
ფონი+(NH ₄) ₂ SO ₄ 60% NH ₄ NO ₃ 40%	0-15	23.63	54.00	40.3	137.9	13.8
	15-30	20.02	43.00	50.0	157.2	29.2
	30-45	16.40	26.00	55.0	172.2	30.4
ფონი+ NH ₄ NO ₃	0-15	16.01	44.00	50.0	195.1	18.8
	15-30	14.34	28.00	46.7	136.5	10.3
	30-45	10.61	8.00	45.0	148.1	11.6
ფონი+ (NH ₂) ₂ CO	0-15	18.31	52.00	50.0	164.2	18.4
	15-30	14.07	48.00	47.5	136.1	17.4
	30-45	11.68	24.00	35.0	108.2	9.0
ფონი+NaNO ₃	0-15	14.00	49.00	50.0	195.3	18.8
	15-30	12.21	32.00	46.3	163.8	19.1
	30-45	10.01	24.00	41.3	126.3	9.5

6.2. აზოტოვანი სასუქების გავლენა ლიმონითა და მანდარინით დაკავებული

ყვითელმიწა ნიადაგის აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე

მინერალური სასუქები, განსაკუთრებით აზოტოვანი სასუქები სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის ზრდის ძირითადი წყაროა. ნიადაგზე აზოტოვანი სასუქების ხანმოკლე და ხანგრძლივი მოქმედების შესახებ მრავალრიცხოვანი გამოკვლევებია ჩატარებული ი.გამყრელიძის (1971), ი. მარშანიას (1970), მ.ბზიავას (1973), ვ.ცანავას (1985), შ.ლომინაძის და ა.მესხიძის (1990 ბ) მიერ. მათი შრომებიდან ირკვევა, რომ ხეხილოვანი კულტურებისაგან განსხვავებით ციტრუსოვნები სასუქებისადმი უფრო მეტი მოთხოვნილებით ხასიათდებიან, რაზეც მრავალწლიანი ცდების მონაცემები მეტყველებს.

საცდელი ნაკვეთის ნიადაგი ყვითელმიწას წარმოადგენს. ეს ნიადაგები გენეტიკური თვალსაზრისით განიხილებიან, როგორც გარდამავალი ტიპი წითელმიწებსა და ტყის ყომრალ ნიადაგებს შორის (მ.საბაშვილი, 1965). წითელმიწებთან შედარებით ისინი პროფილის ნაკლები სიღრმით ხასიათდებიან, რომელიც იშვიათად აღწევს 120-150სმ და უფრო მძიმე, ხშირად თიხიანი შემადგენლობისაა. ყვითელმიწებისათვის დამახასიათებელი პროფილის ტიპით 4 ჯგუფს გამოყოფენ (А. Рамашкевич, 1974). ყველაზე დამახასიათებელ პროფილის ჰუმუსოვანიდან გარდამავალამდე, მეორე ადგილზეა მოზაიკურად შეფერილი ჰორიზონტების სისტემა. მეორე ჯგუფი პირველისგან ზედა და საშუალო ჰორიზონტებში ზედაპირული გალებების ნიშნებით განსხვავდება. მესამე ჯგუფში მკვეთრად გამოიყოფა ელუვიალური და ილუვიალური ჰორიზონტების სისტემა. მეოთხე ჯგუფისათვის დამახასიათებელია სუსტად განვითარებული ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი, რომელიც მკვეთრად გადადის ნიადაგწარმომქმნელ ქანში.

SiO_2/Al_2O_3 მოლეკულური შეფარდების ცვლილებების ფართო ზღვრები (2,4-დან 3,5-მდე) მიუთითებენ ლამის ფერალიტიზაციის პროცესიდან აშკარად გამოხატულ სიალიტურამდე გადასვლაზე. ჰუმუსის შემცველობა მაღალია, მაგრამ მკვეთრად კლებულობს სიღრმესთან ერთად. A ჰორიზონტში ჰუმუსის შემცველობა 4-5%-ს აღწევს, შემდგომ ჰორიზონტებში კლებულობს და 15-30სმ სიღრმეზე 1-2%-მდე მცირდება. ჰუმუსი ფულვატური ტიპისაა - $C_h:C_f=0,5$ კათიონების შთანთქმის ტევადობა დაბალია, რაც განპირობებულია კაოლინიტური შედგენილობით და ჰუმუსის ფულვატური ხასიათით. გაცვლითი კათიონებიდან ჭარბობს წყალბადი და

ალუმინი. ეს ნიადაგები ხასიათდებიან მაღალი გაცვლითი და ჰიდროლიზური მჟავიანობით, ისინი ღარიბია საკვები ელემენტებით. აქვთ ცუდი ფიზიკური თვისებები: დაბალი წყალგამტარობა, სუსტი სტრუქტურული ანობა, მაღალი ადსორბციის უნარი, C:N შეფარდება მერყეობს 6-7-ის ფარგლებში.

ყვითელმიწების ყველა ამ მაჩვენებელზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სასუქების ხანგრძლივი გამოყენება, რომელიც შესამჩნევად ცვლის ნიადაგის რეაქციას, ჰუმუსის, აზოტის შესათვისებელი ფორმების, ფოსფორისა და კალიუმის შემცველობას. ყოველივე ამის აღრიცხვა აუცილებელია ციტრუსოვანთა განოციერების სისტემის სწორად დამუშავებისათვის (Гамкрелидзе И. 1971;Завришвили М. 1985).

კვლევის მიზანი იყო შეგვესწავლა ლიმონისა და მანდარინის ბაღებში ყვითელმიწა ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლის ცვლილებები გამოყენებული აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების ზეგავლენით. ცდების სქემები, ისტორია და ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლები ცდის დაყენებამდე მოცემულია ნაშრომის მესამე თავში.

ლიმონ მეიერის ბაღში ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლები ცდის მიმდინარეობის პერიოდში ორჯერ იქნა შესწავლილი-1985 და 1991წწ. აღნიშნული ცდის სქემა საშუალებას იძლევა გავანალიზოთ ნიადაგის აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე სასუქების ელემენტების (N,P,K) შეფარდების და აზოტის ერთჯერადი და წილადობრივი შეტანის გავლენა ყვითელმიწა ნიადაგის აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე.

როგორც 6.2.1. ცხრილიდან ჩანს, მინერალური საკვები ელემენტების შეტანით იზრდება ჰუმუსის და საერთო აზოტის შემცველობა უსასუქო ვარიანტთან შედარებით-0,10-1,16%-ით და 0,01 და 0,02% შესაბამისად. ყვითელმიწებში აქტიური მჟავიანობა უმეტესად დაბალია და თითქმის უახლოვდება ნეიტრალურს, მცირე სხვაობა აღინიშნება იმ ვარიანტებზე, სადაც შეტანილია სამივე საკვები ელემენტი და ორგანული სასუქი. მოცემული მაჩვენებლები ლიმონის მცენარისათვის ითვლება ოპტიმალურად (Саришвили И. 1958, Маршания И. 1970) აქტუალური მჟავიანობის შესაბამისად იცვლება პოტენციალური მჟავიანობაც. გაცვლითი მჟავიანობა საკვები ელემენტების შეტანით (ცხრილი 6.2.1.) მაღალია და ძირითადად განპირობებულია გაცვლითი ალუმინის იონით.

ყვითელმიწების 0-15სმ ფენაში მცენარის აზოტით უზრუნველყოფის დონის განსაზღვრისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ჰიდროლიზებული აზოტის თანაფარდობას მოძრავი ფოსფორის, კალიუმის და მაგნიუმის ფორმებთან.

ცხრილდან-6.2.1. ჩანს, რომ ჰიდროლიზებული აზოტი სიღრმეების მიხედვით მცირდება და საშუალოდ 0-15სმ ჰორიზონტში იგი მერყეობს 15-20მგ-ს ფარგლებში 100გრ ნიადაგში, ხოლო უსასუქო ვარიანტთან შედარებით ამავე ფენაში გადიდებულია 3-5მგ-ით 100გ ნიადაგში.

რაც შეეხება ფოსფორისა და კალიუმის შემცველობას 100გ ნიადაგში, საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით გადიდებულია, ხოლო სიღრმეების მიხედვით კი შემცირებული. საერთოდ ყვითელმიწების ნაყოფიერების დონე ამ ელემენტების შემცველობის მიხედვით არის საშუალო (М.Бзиява, В.Цанавა и др.1986), რადგან იგი იცვლება 30-50მგ- P_2O_5 და 15-25 K_2O ფარგლებში შესაბამისად.

ცხრილიდან 6.2.1.- ჩანს, რომ საცდელი ნაკვეთის ნიადაგი კალციუმითა და მაგნიუმით უზრუნველყოფილია. სიღრმის მიხედვით კალციუმის შემცველობა მერყეობს ნიადაგის რეაქციის მიხედვით, იქ, სადაც აქტუალური მჟავიანობა 5,0-5,7 ფარგლებშია, იქ შემცირებულია CaO და MgO შემცველობა 100გ ნიადაგში. საერთოდ ამ ელემენტების შემცველობა დაკავშირებულია კირის შეტანასთან, (შეტანილ იყო 1980 წელს). მისი მოქმედება თანდათან სუსტდება, რის ნათელ დადასტურებას წარმოადგენს ცხრილში 6.2.1. და დანართში 20 მოყვანილი მაჩვენებლები.

კარბამიდის ნორმებისა და საკვები ელემენტების თანაფარდობა განსაკუთრებულ გავლენას ახდენენ ყვითელმიწა ნიადაგების აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე ლი-მონის ბაღში. ცხრილიდან 6.2.2 –ჩანს, რომ კარბამიდის ნორმების გადიდება 0-15სმ ფენაში ზრდის საერთო ჰუმუსის და აზოტის შემცველობას, ასევე გადიდებულია ნიადაგის აქტუალური მჟავიანობა და იგი უსასუქო ვარიანტთან შედარებით 3,8-5,1-ის ფარგლებში იცვლება. გაცვლითი მჟავიანობა წარმოადგენილია ძირითადად ალუმინის იონით. ჰიდროლოზიზებული აზოტის შემცველობა ამ შემთხვევაში დაბალია ყველა ვარიანტზე- იგი 20მგ-ზე ნაკლებია 100გ ნიადაგში (М.Бзиява, В.Цанавა и др.1986). ფოსფორისა და კალიუმის მაჩვენებლები კარბამიდის ნორმებისა და საკვები ელემენტების შეტანისას გადიდებულია უსასუქო ვარიანტთან შედარებით და ზედა ფენებში მათი შემცველობა მაღალი უზრუნველყოფის დონეზეა. განსაკუთრებით კალიუმის, კალციუმის და მაგნიუმის შემცველობა ინარჩუნებს ცალკეული ფენების

მიხედვით ცვლილებების ისეთ სახეს რაც საკვები ელემენტების გავლენით იყო გამოწვეული.

აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და შეტანის ხერხების გავლენით ყვითელმიწა ნიადაგების აგროქიმიური მაჩვენებლები ფონთან (PK) შედარებით შეცვლილია (ცხრილი 6.2..3.) განსაკუთრებით იმ ვარიანტებზე სადაც მინერალური სასუქი შეტანილია ორმაგი ნორმით ($N_{300}P_2O_5_{300}K_2O_{200}$). საერთო სურათი იგივეა, რაც 6.2.1.-სა და 6.2.2. ცხრილებშია. შეტანის ხერხებს შორის არის მცირე სხვაობა კარბამიდის ერთმაგ ნორმასთან შედარებით. საერთოდ კი ინდექსების მაჩვენებლებთან შედარებით ეს ნიადაგი მიეკუთვნება საშუალოდ უზრუნველყოფის დონის მაჩვენებლებს.

ცხრილ 6.2.4.-ში მოცემულია აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმების და P:K თანაფარდობის გავლენა ყვითელმიწა ნიადაგების აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე მანდარინ უნშიუს ბაღში. თუ შევადარებთ ამ მონაცემებს ლიმონით დაკავებულ ყვითელმიწების აგროქიმიურ მაჩვენებლებს (ცხრილი 6.2.1.), ნათლად ჩანს, რომ საერთო ჰუმუსის შემცველობა 0,63-0,73%-ით დაბალია, ხოლო აზოტი 0,11-0,18%-ით მაღალია, მჟავიანობას შორის მკვეთრი სხვაობა არ იკვეთება, ჰიდროლიზებული აზოტის შემცველობა შედარებით დაბალია, ზოგიერთი ვარიანტის გამოკლებით. სხვა დანარჩენი მოძრავი ფორმები ფოსფორი, კალიუმი,

ცხრილი 6.2.1.

მინერალური საკვები ელემენტების გავლენა ყვითელმიწა ნიადაგების აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე

(ცდა ლიმონ მეიერზე. წვერმაღალა. 1991)

ცდის სქემა	ნიადაგის სიღმე, სმ	საერთო, %		pH		გაცვლითი მჟავიანობის ფორმები, მგ/ექვ. 100გ ნიადაგში		მოძრავი ფორმები, მგ/100გ. ნიადაგში				
		ჰუმუსი	აზოტი	H ₂ O	KCl	საერთო	Al ³⁺	ჰიდროლიზებული N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
უსასუქო	0-15	2.29	0.16	6.0	5.3	8.82	8.64	15.7	38.0	30.9	161.3	30.3
	15-30	1.50	0.15	6.8	5.4	8.00	7.87	11.8	30.0	14.5	126.5	52.7
	30-45	1.16	0.12	5.7	4.5	6.91	6.80	8.0	27.0	14.0	131.2	72.1
PK	0-15	2.39	0.15	6.7	5.7	6.32	6.19	18.2	55.0	47.5	141.7	45.2
	15-30	1.30	0.13	6.2	5.0	5.72	5.65	17.3	43.0	26.0	100.8	48.9
	30-45	1.06	0.10	6.1	5.0	3.67	3.62	17.0	37.0	16.0	81.8	57.7

NP	0-15	3.22	0.18	6.2	5.1	7.51	7.36	19.3	37.0	14.0	122.6	39.0
	15-30	1.75	0.14	6.7	5.1	5.00	4.94	14.0	26.0	11.4	110.6	41.5
	30-45	1.50	0.12	6.0	5.0	9.20	8.39	11.5	23.0	10.0	90.9	56.4
NK	0-15	1.86	0.14	7.0	6.0	5.01	4.85	20.3	28.0	48.2	124.0	53.9
	15-30	1.06	0.10	6.8	5.7	6.80	6.66	19.7	24.0	27.1	112.2	50.2
	30-45	0.99	0.09	6.4	5.4	5.12	5.05	13.7	22.0	20.0	88.0	46.5
NPK	0-15	3.45	0.18	5.7	4.5	8.70	8.53	18.6	30.0	72.9	115.8	15.4
	15-30	1.29	0.14	5.0	4.7	7.45	7.29	12.5	28.0	26.0	111.4	29.1
	30-45	1.02	0.10	5.4	4.9	3.57	3.51	11.6	25.0	14.0	97.1	58.9
NPK +ნაკელი	0-15	2.89	0.16	5.3	4.7	11.33	11.20	19.0	37.0	80.9	127.4	18.6
	15-30	2.79	0.16	5.4	4.6	6.80	6.67	15.3	30.0	71.1	102.2	19.7
	30-45	2.07	0.16	5.0	4.3	3.39	3.34	14.9	28.0	60.5	98.6	26.4

ცხრილი 6.2.2.

კარბამიდის ნორმები და საკვები ელემენტების გავლენა ყვითელმიწა ნიადაგების
აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე
(ცდა ლიმონ მეიერზე 1991)

	ნიადაგის სიღმე სმ	საერთო %		pH		გაცვლითი მჟავიანობის ფორმები, მგ/ექვ. 100გ ნიადაგში		მომრავი ფორმები, მგ/100გ. ნიადაგში				
		ჰუმ უსი	აზოტ ი	H ₂ O	KCl	საერთ ო	Al ³⁺	ჰიდროლ იზებული აზოტი	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
უსასუქო	0-15	2.29	0.16	6.0	5.3	8.82	8.64	15.7	38.0	30.9	161.3	30.3
	15-30	1.50	0.15	6.8	5.4	8.00	7.87	11.8	30.	14.5	126.5	52.7
	30-45	0.12	0.12	5.7	4.5	6.91	6.80	8.0	27.0	14.0	131.2	72.1
PK	0-15	2.39	0.15	6.7	5.7	6.32	6.19	18.2	55.0	47.5	141.7	45.2
	15-30	1.30	0.13	6.2	5.0	5.72	5.65	17.3	43.0	26.0	100.8	48.9
	30-45	1.06	0.10	6.1	5.0	3.67	3.62	17.0	37.0	16.0	81.8	57.7
NPK	0-15	3.45	0.18	5.7	4.5	8.70	8.53	18.6	30.0	72.9	115.8	15.4
	15-30	1.29	0.14	5.0	4.7	7.45	7.29	12.5	28.0	26.0	111.4	29.1
	30-45	1.02	0.10	5.4	4.9	3.57	3.51	11.6	25.0	14.0	97.3	58.9
N ₂ PK	0-15	2.68	0.16	4.7	3.8	8.23	8.05	19.4	44.0	45.0	145.8	28.2
	15-30	1.85	0.12	4.8	4.0	5.72	5.60	19.0	32.0	28.7	132.7	31.8
	30-45	1.10	0.10	4.5	3.8	3.98	3.83	15.9	15.0	20.1	119.2	62.9
NP ₂ K	0-15	2.31	0.15	5.3	4.9	6.20	6.03	14.9	48.0	57.7	161.3	16.6
	15-30	1.37	0.13	5.2	4.7	6.80	6.58	11.8	35.0	23.2	126.7	65.1
	30-45	1.26	0.12	4.8	3.9	3.81	3.76	9.0	28.0	22.9	120.8	85.0
NPK+ნაკე ლი	0-15	2.89	0.16	5.3	4.7	11.33	11.20	19.0	37.0	80.9	127.4	18.6
	15-30	2.79	0.16	5.4	4.6	6.80	6.67	15.3	30.0	71.1	102.2	19.7
	30-45	2.07	0.15	6.0	5.3	3.39	3.34	14.9	28.0	60.5	98.6	26.4
N ₂ P ₂ K ₂ +ნაკ ელი	0-15	3.54	0.24	6.2	5.1	5.30	5.19	18.8	88.0	59.9	116.3	18.5
	15-30	2.87	0.19	5.4	4.7	4.50	4.40	18.0	65.0	30.0	103.9	19.1
	30-45	2.03	0.18	5.0	4.5	4.77	4.71	16.9	28.0	26.0	83.8	20.4

კალციუმი და მაგნიუმი არის დიდი რაოდენობით ვიდრე ლიმონის ქვეშ არსებულ ნიადაგში. ყოველივე ეს შეიძლება გამოწვეული იყოს თვით მანდარინის მცენარის თავისებურებებით და ტორფის ფონის სახით გამოყენებით.

ცხრილი 6.2.4. მონაცემები გვიჩვენებს, რომ კარბამიდის და ამონიუმის გვარჯილის გავლენით შესამჩნევად იცვლება ნიადაგში საერთო აზოტის შემცველობა. ამონიუმის გვარჯილისა და კარბამიდისათვის იგი შეადგენს ფონთან შედარებით ზედა ჰორიზონტში 0,39%-ს. აზოტის ნორმების გაზრდა არ იწვევს ნიადაგში საერთო აზოტის კიდევ უფრო მატებას. რაც შეეხება საერთო ჰუმუსს, თითქმის ყველა ვარიანტში იგი ერთნაირ დონეზეა, მისი მაღალი შემცველობა აღინიშნა მხოლოდ მინერალური და ორგანული სასუქების ერთობლივად გამოყენებისას. ფოსფორისა და კალიუმის თანაფარდობა არ ცვლის საერთო ჰუმუსის და აზოტის შემცველობას. მანდარინის ბალის ნიადაგის აქტუალური რეაქცია წყლის გამონა-წურში ყველა ვარიანტში თითქმის ნეიტრალურია, მასთან კორელაციურად იცვლება გაცვლითი მჟავიანობა, რომელიც გამოწვეულია წყალბადისა და ძირითადად ალუმინის გაცვლითი იონების სიჭარბით. ჰიდროლიზური მჟავიანობა ფონის ვარიანტთან შედარებით მაღალია და ცალკეულ ფენებში არათანაბარია. ნიადაგის ასეთი აქტიური რეაქციის მონაცემები გვიჩვენებს, რომ მანდარინის ბალის ნიადაგი ჯერჯერობით არ საჭიროებს კირიან სასუქებს.

ცხრილი 6.2.4. მონაცემები გვიჩვენებს, რომ აზოტოვანი სასუქების ფორმები და ნორმები გავლენას არ ახდენენ ნიადაგში მოძრავ შენაერთებზე, გარდა იმ ვარიანტისა, სადაც აზოტი შეიტანება 500გ/ხეზე ნორმითა, ხოლო ფოსფორ-კალიუმი-ერთ მაგი აგროტექნიკური ნორმით. ამ ვარიანტზე ჰიდროლიზებული აზოტის შემცველობა აღწევს 26 მგ/100გ ნიადაგში. მოძრავი შენაერთებით მანდარინის ბალის ნიადაგის უზრუნველყოფა მაღალია. საკმაოდ მაღალია ნიადაგში კალციუმის და მაგნიუმის შემცველობა და ამის გამო ნიადაგის აქტუალური რეაქცია ნეიტრალურია. არ არის გამოკვეთილი ამ ელემენტებზე აზოტოვანი სასუქების და ფოსფორ-კალიუმის თანაფარდობის გავლენა.

ცხრილი 6.2.3.

აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და შეტანის ხერხების გავლენა ყვითელმიწა ნიადაგების აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე. (ცდა ლიმონ მეიერზე 1991)

ცდის სქემა	ნიადაგის სიღრმე სმ	საერთო %		pH		გაცვლითი მჟავიანობის ფორმები, მგ/ექვ 100გ ნიადაგში		მოდრავე ფორმები, მგ/100გ. ნიადაგში				
		ჰუმუსი	აზოტი	H ₂ O	KCl	საერთო	Al ³⁺	ჰიდროლიზებული აზოტი	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
P ₁ K ₁	0-15	2.39	0.15	6.7	5.7	6.32	6.19	18.2	55.0	47.5	141.7	45.2
	15-30	1.30	0.13	6.2	5.0	5.72	5.65	17.3	43.0	26.0	100.8	48.9
	30-45	1.06	0.10	6.1	5.0	3.67	3.62	17.0	37.0	16.0	81.8	57.7
NPK (NH ₂) ₂ CO ^x	0-15	3.45	0.18	5.7	4.5	8.70	8.53	18.6	30.0	72.9	115.8	15.4
	15-30	1.29	0.14	5.0	4.7	7.45	7.29	12.5	28.0	26.0	111.4	29.1
	30-45	1.02	0.10	5.4	4.9	3.57	3.51	11.6	25.0	14.0	98.1	58.9
NPK (NH ₂) ₂ CO ^{xx}	0-15	3.19	0.18	5.3	4.9	5.60	5.45	15.6	28.0	56.2	141.3	21.2
	15-30	2.26	0.15	6.0	5.1	4.61	4.55	15.0	30.0	40.0	117.6	27.3
	30-45	1.72	0.13	5.7	4.8	5.96	5.89	14.9	21.0	28.0	109.1	28.4
N ₂ PK(NH ₂) ₂ CO ^x	0-15	2.68	0.16	4.7	3.8	8.23	8.05	19.4	44.0	45.0	145.8	28.2
	15-30	1.85	0.12	4.8	4.0	5.72	5.60	19.0	32.0	28.7	132.7	31.8
	30-45	1.10	0.10	4.5	3.8	3.98	3.89	15.9	15.0	20.1	119.2	62.9
N ₂ P ₂ K ₂ (NH ₂) ₂ CO ^{xx}	0-15	2.95	0.21	6.3	5.2	8.70	8.54	20.1	37.0	45.3	158.0	18.9
	15-30	2.04	0.17	6.2	5.1	5.48	5.34	17.8	27.0	25.5	113.5	25.7
	30-45	1.80	0.15	5.3	4.1	5.00	4.92	10.0	33.0	20.0	113.3	39.3
NPK NH ₄ NO ₃ ^x	0-15	3.41	0.19	6.3	5.2	8.70	8.52	12.9	30.0	22.2	122.1	20.0
	15-30	2.87	0.16	6.2	5.1	5.48	5.32	12.3	30.0	16.0	98.9	22.7
	30-45	2.45	0.15	5.3	4.7	5.12	5.00	9.0	29.0	15.5	90.6	27.3
NPK NH ₄ NO ₃ ^{xx}	0-15	2.81	0.20	5.3	4.9	8.10	7.93	20.1	39.0	45.9	158.1	19.0
	15-30	2.52	0.21	6.0	5.2	6.32	6.16	18.1	34.0	25.5	113.5	26.7
	30-45	2.03	0.14	5.3	4.1	5.84	5.72	10.0	37.0	20.5	112.5	38.3

ცხრილი 6.2.4.

ეკოთელმიწა ნიადაგების აგროქიმიური დახასიათება
(ცდა მანდარინ უნშიუზე)

ცდის სქემა	ნიადაგის სიღრმე სმ	საერთო %		pH		გაცვლითი მჟავიანობის ფორმები, მგ/ექვ. 100გ.			მოდრავე ფორმები, მგ/100გ. ნიადაგში				
		ჰუმუსი	აზოტი	H ₂ O	KCl	საერთო	H ⁺	ჰიდროლიზებული აზოტი	ჰიდროლიზებული აზოტი	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
P ₁ K ₁ +ტორფი	0-15												
	15-30	28.83	0.27	5.3	4.8	6.32	0.15	8.8	12.0	16.5	36.0	160	14
	30-45	2.82	0.31	6.3	5.2	7.62	0.13	6.8	17.8	39.0	37.0	330	56
P ₁ K ₁ +ტორფი N ₁ -(NH ₂) ₂ CO	0-15												
	15-30	3.16	0.24	6.7	5.2	9.76	0.03	6.7	13.8	43.0	27.0	420	90
	30-45	2.86	0.32	6.0	5.0	7.06	0.11	10.2	13.4	63.0	25.0	280	42
P ₁ K ₁ +ტორფი N ₁ -(NH ₂) ₂ CO	0-15												
	15-30	2.82	0.28	6.2	5.1	8.37	0.05	9.10	16.5	73.0	21.5	128	46
	30-45	1.07	0.20	6.4	4.9	9.30	0.04	8.11	13.7	20.0	22.0	218	10
P ₁ K ₁ +ტორფი N ₂ -(NH ₂) ₂ CO	0-15												
	15-30	2.86	0.36	6.2	5.0	10.6	0.07	13.5	26.0	55.5	27.0	240	5
	30-45	2.82	0.31	6.0	4.9	17.2	0.05	11.1	12.6	50.0	30.0	80	56
P ₁ K ₁ +ტორფი N ₂ -(NH ₂) ₂ CO	0-15												
	15-30	1.41	0.36	5.9	4.8	17.7	0.03	9.4	12.6	75.0	21.5	80	60
	30-45												

P ₂ K ₂ +ტორფი N ₁ -(NH ₂) ₂ CO	0-15												
	15-30	2.87	0.39	6.2	5.1	5.1	0.16	11.3	14.5	105.0	33.0	330	39
	30-45	2.82	0.36	6.0	4.9	7.2	0.14	11.5	21.3	29.0	31.0	80	36
	30-45	1.41	0.28	6.0	4.8	11.2	0.06	9.5	13.2	20.0	30.5	80	16
P ₂ K ₂ +ტორფი N ₂ -(NH ₂) ₂ CO	0-15												
	15-30	2.86	0.39	6.2	5.2	5.7	0.14	12.5	12.0	70.0	46.5	240	46
	30-45	2.82	0.31	6.2	5.0	11.4	0.04	11.4	10.6	24.0	51.5	120	42
	30-45	1.40	0.14	5.9	5.0	13.0	0.05	9.9	14.4	13.0	48.0	80	30
P ₂ K ₂ +ტორფი N ₁ -NH ₄ NO ₃	0-15												
	15-30	2.83	0.39	6.9	5.0	5.48	0.07	11.6	12.3	67.0	33.0	280	28
	30-45	2.80	0.24	5.8	5.0	9.68	0.06	10.5	12.6	108.0	29.0	240	46
	30-45	2.89	0.24	6.1	4.9	10.8	0.05	11.6	12.0	150.0	31.0	330	30
P ₁ K ₁ +ტორფი N ₁ -(NH ₂) ₂ CO +ნაკელი	0-15												
	15-30	2.91	0.21	6.2	5.0	2.8	0.07	11.1	13.2	93.0	71.6	280	56
	30-45	2.82	0.38	6.0	4.9	6.4	0.05	10.9	14.0	17.5	23.0	330	100
	30-45	2.83	0.36	6.0	5.0	11.3	0.04	9.8	17.9	18.0	30.0	240	110

7. სხვადასხვა ფორმის ესპანური პრეპარატების გავლენა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაკელის მოსავალზე და ნაყოფის ზოგიერთ ქიმიურ მაჩვენებელზე

სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარების ღონისძიებათა სისტემაში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ისეთ აგროღონისძიებათა გატარებას, რომლებიც სრულად ითვალისწინებენ ბუნებრივი პროცესების ხასიათსა და თავისებურებებს, რათა მინიმუმამდე იქნეს დაყვანილი გარემოზე ნეგატიური ზემოქმედება, იმავდროულად უზრუნველყოფილი უნდა იყოს ეკონომიკურად ეფექტური და კონკურენტუნარიანი მეწარმეობა ბაზრის კონიუქტიურის გათვალისწინებით. აღნიშნული კომპლექსური ამოცანის წარმეტებული გადაწყვეტა აქტუალურს ხდის მინერალური სასუქების მაღალი ნორმების ალტერნატივის ძებნას, რომლითაც მაღალი ეფექტის გარდა უნარი ექნება აგვარიდოს თუ მთლიანად არა, მნიშვნელოვან წილად მაინც გარემოს გაჭუჭყიანება. ბოლო წლებში ამ მიზნით ფართოდ გამოიყენება ბიოგაზის დანადგარებში გადამუშავებული ნაკელი და ტორფის ბაზაზე მიღებული ორგანო-მინერალური სასუქები.

ესპანურმა ფირმამ “ინაგროსამ” შემოგვთავაზა ტორფის ბიოტექნოლო-გიურად გადამუშავების შედეგად მიღებული პრეპარატები: ამინოლ ფორტე, ჰუმეფორტე, ფოსნუტრენ, ქულათო კომპლექს ფორტე, კადოსტიმი და ბიორგანს

მიექცა ყურადღება. ეს პრეპარატები წარმოადგენენ ბიოტექნოლოგიური გადამუშავების პროდუქტებს მდიდარს ორგანული ნივთიერებებით, განსაკუთრებით თავისუფალი ამინომჟავებით. მათ შემცველობაში არსებული მაკრო და მიკრო ელემენტები ადვილად შეითვისება მცენარის მიერ და შეიძლება იყოს გამოყენებული როგორც ნიადაგში შეტანით, ასევე ფესვგარეშე გამოკვების ჩასატარებლად.

“ამინოლ ფორტეს” საერთო აზოტის 38% მოდის თავისუფალ ამინომჟავებზე.

“ჰუმიფორტე” 47,7% ორგანული ნივთიერებებს შეიცავს, ჰუმინის მჟავაზე მოდის 10%, 5% - P_2O_5 და 7%- K_2O .

“ფოსნუტრენი” მცენარეს უზრუნველყოფს შესათვისებელი ფოსფორით. შეიცავს ორგანულ ნივთიერებას 42,9%, აქედან 32% მოდის თავისუფალ ამინომჟავებზე, P_2O_5 – ის შემცველობა 6%.

“კადოსტიმი” კალიუმის შემცველი კომპლექსური ორგანული პრეპარატია. ხელს უწყობს მცენარეების ზრდა-განვითარებას. ხასიათდება თავისუფალი ამინომჟავების მაღალი შემცველობით. K_2O -s შემცველობა 6%. შეიცავს რკინას, თუთიას, სპილენძს, მანგანუმს. ორგანული ნივთიერება აღწევს 52%, რომლის 91% მოდის თავისუფალ ამინომჟავებზე.

“ქულათო კომპლექს ფორტე” შეიცავს ამინომჟავებს და მიკროელემენტებს. მცენარეების მიერ ადვილად შეითვისება.

“ბიორგანი” მაღალი კონცენტრაციის მქონე ორგანული სასუქია (1კგ შეიცავს 520 მილიონ მიკროორგანიზმს) ორგანული ნივთიერებების შემცველობა 40%, რომელიც აქტივირდება თავისუფალი ამინომჟავებით. მშრალ ნივთიერებაზე გაანგარიშებით 3% აზოტს შეიცავს, აქედან 1% ამონიუმის ფორმაშია, 2% - ორგანულია, P_2O_5 -0.5%, K_2O - 0.5% და Fe-0.54%.

“ინაგროსას” მიერ შემოთავაზებული პრეპარატების მაჩვენებლებიდან გამომდინარე მიზანშეწონილად ჩაითვალა აღნიშნული პრეპარატების გამოცდა ციტრუსოვანთა (ფორთოხალი ვაშინგტონ-ნაველი) ბაღებში.

“ინაგროსას” მიერ შემოთავაზებულმა პრეპარატებმა ინტერესი გამოიწვია ორგანულ ნივთიერებების შეტანაზე მაღალი მოთხოვნილებისა და ორგანული სასუქების უნარმა შეამციროს აზოტოვანი სასუქების მაღალი ნორმების აქტიური ზემოქმედება.

აღნიშნული პრეპარატების შეტანის წესი და ნორმები განსაზღვრული იყო ფირმა “ინაგროსას” მეთოდური მითითებების შესაბამისად.

როგორც ცხრილში 7.1 მოტანილი მონაცემები გვიჩვენებენ, რომ გამოცდილი პრეპარატებიდან გამოყენების პირველ წელს ყველაზე მაღალი ეფექტით ამინოლ ფორტე გამოირჩევა (მატება ფონთან შედარებით 7.7კგ/ხეზე -75%) 3,3კგ/ხეზე მოსავლს მატება მიღებულია ფოსფორენის გამოყენების შემთხვევაში (მატება ფონთან შედარებით 32%). დანარჩენმა პრეპარატებმა მოსავლიანობაზე უმნიშვნელო გავლენა მოახდინა (მატება 0,6-0,7კგ/ხეზე).

ცდის მეორე წელს უპირატესობას ინარჩუნებს ამინოლ ფორტე-მატება მოსავლიანობისა 6,1კგ/ხეზე ანუ 58%ფონთან შედარებით. იზრდება ეფექტი ჰუმიფორტეს შეტანიდან (მატება 3,9კგ/ხეზე). ყველა სხვა პრეპარატი ფოსფორენის ჩათვლით ფონის ვარიანტს ჩამორჩებიან.

ორი წლის საშუალო მონაცემებით ამინოლ ფორტესა და ჰუმიფორტეს ეფექტიანობა შესაბამისად 6,9და 2,2კგ/ხეზე შეადგენს, დანარჩენმა პრეპარატებმა ვერ მოახდინეს არსებითი გავლენა ვაშინგტონ-ნაველის პროდუქტიულობაზე. მიღებული შედეგები ეხამიანებიან ე.ჯაყელის, გ.სარჯველაძისა და ლ. ხარებავას მონაცემებს (1988). მათ ექსპერიმენტებშიც აღინიშნა ამინოლფორტეს მაღალი ეფექტი.

ე. ჯაყელის და გ. სარჯველაძის (1988) მონაცემებით ამინოლ ფორტე დადებითად მოქმედებს ციტრუსების ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე. ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ნაყოფის მექანიკურ შემადგენლობაზე და ბიოქიმიურ მაჩვენებლებზე ესპანური პრეპარატების ფორმების გავლენის შესასწავლად მიღებულ მოსავალში განვსაზღვრეთ ბიოქიმიური მაჩვენებლები. შედეგები მოყვანილია ცხრილში 7.2. ჩვენს შემთხვევაში პრეპარატს არსებითი ცვლილებები არ გამოუწვევია, რაც შეიძლება იმით აიხსნას, რომ ხდებოდა ცალმხვრივი გამოკვება მხოლოდ ესპანური პრეპარატების 1%-იანი ხსნარით.

7.2 ცხრილდან ჩანს, რომ ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ნაყოფის რბილობი საკონტროლოსთან შედარებით გაიზარდა 2%-ით და კანისა კი შემცირდა 1.5%-ით ჰუმიფორტე-6-ის ვარიანტზე. ხოლო ვიტამინ ჩ იცვლება 41.4-44.0მგ%-ის ფარგლებში.

ესპანური პრეპარატების ფორმების გავლენა ფორთოხალ
ვაშინგტონ-ნაველის მოსავლიანობაზე

№	ვარიანტების დასახელება	1988 წ			1989 წ			2წლის საშუალო		
		კვ/ზეზე	მატება ფონ-თან შედარებით	%	კვ/ზეზე	მატება ფონ-თან შედარებით	%	კვ/ზეზე	მატება ფონ-თან შედარებით	%
1	საკონტროლო	10.3	-	100	10.4	-	100	10.3	-	100
2	მინოლ ფორტე	18.0	7.7	175	16.5	6.1	158	17.20	6.9	166.9
3	ჰუმიფორტე N-6	10.9	0.6	106	14.3	3.9	137	12.5	3.2	121.3
4	ქულათო ფორტე	11.0	0.7	107	8.7	-1.7	84	9.3	-1.0	90.3
5	კადოსტიმი	11.0	0.7	107	10.3	-0.1	99	10.6	0.3	102.9
6	ფოსნუტრენი	13.6	3.3	132	8.0	-3.4	77	10.8	0.5	104.8

ცდის სიზუსტე, %

5.50

უას 05, კვ/ზეზე

1.60

კოეფიციენტი V%

11.30

ესპანური პრეპარატების ფორმების გავლენა ფორთოხალ
ვაშინგტონ-ნაველის ნაყოფის ზოგიერთ მაჩვენებელზე

№	ვარიანტების დასახელება	1 ნაყოფის წონა, გ	კანი, %	რბილობი, %	წვენი გა-მოსავალი, %	რბილობის მშრალი წონა, %	მეცვიანობა ლიმონმუცვაზე გადაანგარიშები, %	ვიტამინ B ₁ , მკ/100გ
1	საკონტროლო	176.0	28.7	71.3	40.2	11.0	1.3	36.9
2	ამინოლ ფორტე	171.5	33.8	66.2	34.4	11.2	1.8	36.9
3	ჰუმიფორტე N-6	171.5	26.5	73.5	37.7	11.2	1.6	36.1
4	ქულათო ფორტე	118.5	30.8	69.2	35.4	11.8	1.6	44.0
5	Kკადოსტიმი	160.0	33.5	66.5	34.5	11.0	1.3	41.4
6	Fფოსნუტრენი	148.0	28.0	72.0	36.2	11.5	2.1	41.4

8 ციტრუსების აზოტით კვების დიაგნოსტიკა

8.1. აზოტოვანი სასუქების ნორმების და ფორმების გავლენა ფორთოხალ ვაშიგტონ-ნაველის ახალგაზრდა და ძველ ფოთლებში NO_3 -ის შემცველობაზე

სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს უნარი აქვს გარკვეული რაოდენობით გადაამუშაოს მასში შესული ნიტრატული ფორმის აზოტი და წარმოქმნას ორგანული ნაერთები, მაგრამ თუ მცენარის მიერ შეთვისებული აზოტი დიდი რაოდენობითაა, მაშინ მცენარის ორგანიზმში ნაწილი ნიტრატებისა გადაუმუშავებელი რჩება. აღსანიშნავია, რომ ნიტრატების დაგროვება როგორც სხვადასხვა მცენარეში, ასევე მცენარის სხვადასხვა ორგანოებში არათანაბრად ხდება. ნიტრატების აკუმულაციის უფრო მაღალი დონით ხასიათდება მცენარის ვეგეტატიური ორგანოები, ვიდრე ნაყოფი. მცენარის ეს თვისება განსაკუთრებით ნათლადაა გამოხატული ფოთლოვან ბოსტნეულში, რაც შეეხება ციტრუსებს, მათში არ ხდება ნიტრატების დიდი რაოდენობით დაგროვება (ი. მარშანია 1991, ო. ზარდალაშვილი 1992).

მცენარეში ნიტრატების დაგროვებაზე დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგში მისი ჭარბი რაოდენობით შემცველობა, რაც განპირობებულია ერთ მხრივ ნიტრატების შემცველი სასუქები მაღალი ნორმის გამოყენებით, მეორე მხრივ ნიადაგში ნიტრიფიკაციის პროცესის გაძლიერებით. რომელშიც ერთვება როგორც ნიადაგის, ისე სასუქის ამონიუმი.

გასული საუკუნის ბოლოს მცენარეში ნიტრატების დაგროვებაზე აზოტოვანი სასუქების გავლენის დასადგენად ბევრი კვლევებია ჩატარებული ო. ზარდალაშვილის (1992), П. Смирнов (1977;1988), Като Т. (1980) და სხვათა მიერ, დადგენილია, რომ ჯერადი კავშირი აზოტოვანი სასუქების ნორმებსა და მცენარეში ნიტრატების შემცველობას შორის არ შეიმჩნევა.

აქედან გამომდინარე ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა ფორთოხალ ვაშიგტონ-ნაველის მცენარეში ნიტრატების დაგროვებაზე. ამ სამუშაოს შესასრულებლად ცდის მიმდინარეობის პერიოდში 2 წლის განმავლობაში სავეგეტაციო პერიოდის მიხედვით ვიღებდით ძველ და ახალგაზრდა ფოთლებს, რომელშიც ისაზღვრებოდა ნიტრატების შემცველობა. მიღებული შედეგები მოყვანილია ცხრილებში 8.1.1. 8.1.2. 8.1.3.

8.1.1. და 8.1.2 ცხრილების მაჩვენებლებიდან ირკვევა, რომ ნიტრატების დაგროვება ფორთოხლის ძველ და ახალგაზრდა ფოთლებში ორი წლის განმავლობაში იზრდება მაისში, ივნისსა, და ივლისში. შემდეგ კი ადგილი აქვს შემცირებას. საშუალოდ ძველ ფოთლებში იგი აღწევს 0.053-0.054%-ს, ხოლო ახალგაზრდა ფოთლებში - 0.046-0.057%-ს. აზოტოვანი სასუქების ნორმების გადიდება არ ახდენს მკვეთრ გავლენას. როგორც ძველ ისე ახალგაზრდა ფოთლებში აზოტის დაგროვებაზე. რაც შეეხება ფოთლის ასაკს, ნიტრატების რაოდენობა შედარებით მაღალია ძველ ფოთლებში, ვიდრე ახალგაზრდაში, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ ზოგიერთ გამონაკლისს, აზოტოვანი სასუქების გავლენასა და ფორთოხლის ფოთლებში ნიტრატების დაგროვებას შორის პირდაპირი კავშირი, არ აღინიშნება, რაც დასტურდება ლიტერატურული წყაროებითაც (ო. ზარდალაშვილი 1992 II. Смирнов 1988).

ცხრილში 8.1.3. მოყვანილი მონაცემები აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა ფოთლებში ნიტრატების დაგროვებაზე კიდევ ერთხელ ადასტურებს ზემოთ აღნიშნული ტენდენციას. კერძოდ, სავეგეტაციო პერიოდის დასასრულს ადგილი აქვს ფორთოხლის ფოთლებში ნიტრატების დაგროვების შემცირებას, რაც გამოწვეულია მცენარის ბიოლოგიური თავისებურებით. საერთოდ აზოტოვანი სასუქების ფორმები იწვევს ფორთოხალ ვაშიგტონ-ნაველის ახალგაზრდა და ძველ ფოთლებში ნიტრატების დაგროვების ზდრას უსასუქო ვარიანტთან შედარებით, მაქსიმუმი აღინიშნება ახალგაზრდა ფოთლებში ივლისის თვეში (0.055-0.060%-მდე), ხოლო ძველ ფოთლებში ივნისის თვეში (0.037-0.050%-მდე). მნიშვნელოვანი სხვაობა შეიმჩნევა აზოტოვანი სასუქების ფორმებს შორის. ყველაზე მეტი რაოდენობით ნიტრატების დაგროვება ხდება ფოთლებში ნიტრატული ფორმის აზოტოვანი სასუქების გამოყენებისას, როგორცაა ამონიუმის გვარჯილა და ნატრიუმის გვარჯილა, ხოლო კარბამიდისა და ამონიუმის სულფატის ვარიანტები მნიშვნელოვნად ჩამორჩება, ანალოგიური ტენდენცია აღინიშნა ამონიუმის სულფატსა და ამონიუმის გვარჯილას შორის. ცხრილი 8.1.1. და 8.1.2. ასეთივე მონაცემები აქვს მიღებული ო. ზარდალაშვილს (1992) ერთწლიან კულტურებზე, სადაც ამონიუმის სულფატის შეტანის შედეგად ნიტრატების გაცილებით ნაკლები რაოდენობა დაგროვდა ბოლოკში, ვიდრე ექვივალენტური ნორმებით კალიუმის გვარჯილის გამოყენებისას.

ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევა საშუალებას იძლევა, ფორთოხალ ვაშიგტონ-ნაველის მცენარისათვის შევარჩიოთ აზოტოვანი სასუქების უფრო ეფექტური ფორმები, რომელსაც ჩვენს შემთხვევაში კარბამიდი წარმოადგენს. აზოტოვანი სასუქების ნორმები ფორთოხლის ფოთლებში ნიტრატების დაგროვებასთან პირდაპირ კავშირში არ არის.

ცხრილი 8.1.1.

აზოტოვანი სასუქების გავლენა ნიტრატების შემცველობაზე ფორთოხლის მცენარის ძველ ფოთლებში სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში (NO₃%)

აზოტოვანი სასუქების ნორმები PKCaMg-ის ფონზე (გ/ზეზე)	1987წ.					1988წ.				
	მაისი	ვნისი	ივლისი	სექტემბერი	ოქტომბერი	მაისი	ვნისი	ივლისი	სექტემბერი	ოქტომბერი
PKCa Mg- ფონი	0.0156	0.0440	0.0109	0.0416	0.0177	0.0170	0.0160	0.0148	0.0188	0.0158
(NH ₄) ₂ SO ₄ 75	0.0139	0.0228	0.0141	0.0338	0.0197	0.0155	0.0248	0.0140	0.0266	0.0179
(NH ₄) ₂ SO ₄ 150	0.0147	0.0338	0.0194	0.0272	0.0226	0.0175	0.0288	0.0182	0.0224	0.0192
(NH ₄) ₂ SO ₄ 300	0.0114	0.0215	0.0231	0.0251	0.0142	0.0135	0.0224	0.0248	0.0245	0.0156
(NH ₄) ₂ SO ₄ 450	0.0137	0.0288	0.0309	0.0186	0.0141	0.0112	0.0316	0.0281	0.0350	0.0130
NH ₄ N O ₃ 75	0.016	0.0568	0.0364	0.0389	0.0184	0.0153	0.0380	0.0306	0.0384	0.0176
NH ₄ N O ₃ 150	0.0125	0.0338	0.0456	0.0216	0.0234	0.0144	0.0531	0.0417	0.0253	0.0197
NH ₄ N O ₃ 300	0.0173	0.0288	0.0537	0.0242	0.0141	0.0162	0.0275	0.0472	0.0211	0.0160
NH ₄ N O ₃ 450	0.0203	0.0306	0.0555	0.0181	0.0124	0.0214	0.0354	0.0384	0.0295	0.0178

ცხრილი 8.1.2.

აზოტოვანი სასუქების გავლენა ნიტრატების შემცველობაზე ფორთოხლის მცენარის ახალგაზრდა ფოთლებში სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში

(NO₃%)

აზოტოვანი	1987წ.	1988წ.
-----------	--------	--------

სასუქების ნორმები PKCaMg-ის ფონზე (გ/ხეზე)	მაისი	ივნისი	ივლისი	სექტემბერი	ნოემბერი	მაისი	ივნისი	ივლისი	სექტემბერი	ნოემბერი
PKCaMg-foni	0.0223	0.0342	0.0346	0.0125	0.0120	0.0199	0.0224	0.0206	0.0189	0.0129
(NH ₄) ₂ SO ₄ 75	0.0125	0.0245	0.0269	0.0136	0.0091	0.0151	0.0327	0.0319	0.0179	0.0112
(NH ₄) ₂ SO ₄ 150	0.0089	0.0309	0.0288	0.0144	0.0097	0.0101	0.0269	0.0289	0.0154	0.0104
(NH ₄) ₂ SO ₄ 300	0.0156	0.0260	0.0338	0.0158	0.0096	0.0141	0.0278	0.0435	0.0169	0.0123
(NH ₄) ₂ SO ₄ 450	0.0162	0.0199	0.0358	0.0154	0.0079	0.053	0.0218	0.0384	0.060	0.0091
NH ₄ NO ₃ 75	0.0141	0.0402	0.0426	0.0162	0.0079	0.0158	0.0431	0.0467	0.0202	0.0091
NH ₄ NO ₃ 150	0.0226	0.0389	0.0484	0.0124	0.0102	0.0206	0.0355	0.0393	0.0146	0.0118
NH ₄ NO ₃ 300	0.0117	0.0226	0.0575	0.0141	0.0109	0.0126	0.0257	0.0354	0.0136	0.0110
NH ₄ NO ₃ 450	0.0172	0.0206	0.0562	0.0162	0.0090	0.0172	0.0237	0.0351	0.0169	0.0111

ცხრილი 8.1.3.

აზოტოვანი სასუქების გავლენა ნიტრატების შემცველობაზე ფორთოხლის ძველ და ახალგაზრდა ფოთლებში სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში (NO₃%)

აზოტოვანი სასუქების ნორმები PKCaMg-ის ფონზე (გ/ხეზე)	ფოთლის ასაკი	1987წ					1988წ.				
		მაისი	ივნისი	ივლისი	სექტემბერი	ნოემბერი	მაისი	ივნისი	ივლისი	სექტემბერი	ნოემბერი
უსასუქო	ძველი	0.0149	0.0260	0.0281	0.0189	0.0126	0.141	0.0180	0.0180	0.0191	0.0115
	ახალგაზ	0.0092	0.0226	0.0272	0.0144	0.0070	0.0118	0.0188	0.0200	0.0129	0.0084
PKCaMg-ფონი	ძველი	0.0158	0.0371	0.0260	0.0288	0.0173	0.0158	0.0169	0.0177	0.0180	0.0141
	ახალგაზ	0.0199	0.0334	0.0218	0.0193	0.0078	0.0184	0.0184	0.0190	0.0141	0.0076
(NH ₄) ₂ SO ₄	ძველი	0.0137	0.0223	0.0223	0.0228	0.0128	0.0099	0.0248	0.0234	0.0257	0.0153
	ახალგაზ	0.0080	0.0226	0.0316	0.0175	0.0074	0.0169	0.0242	0.0412	0.0166	0.0084
(NH ₄) ₂ SO ₄ 60% NH ₄ NO ₃ 40%	ძველი	0.0126	0.0178	0.0263	0.0358	0.0242	0.0126	0.0204	0.0223	0.0346	0.0232
	ახალგაზ	0.0251	0.0204	0.0402	0.0166	0.0141	0.0221	0.0214	0.0303	0.0156	0.0102
	ძველი	0.0128	0.0501	0.0441	0.0398	0.0199	0.0146	0.0369	0.0407	0.0354	0.0163

NH ₄ NO ₃	ახალგაზ	0.0245	0.0568	0.0602	0.0156	0.0088	0.0165	0.0389	0.0296	0.0143	0.0080
(NH ₂) ₂ CO	ძველი	0.0137	0.0358	0.0364	0.0339	0.0202	0.0130	0.0417	0.0278	0.0299	0.0172
	ახალგაზ	0.0226	0.0436	0.0546	0.0134	0.0123	0.0224	0.0575	0.0472	0.0173	0.0104
NaNO ₃	ძველი	0.0105	0.0316	0.0327	0.0141	0.0128	0.0095	0.0367	0.0355	0.0266	0.0116
	ახალგაზ	0.0120	0.0412	0.0441	0.0177	0.0071	0.0127	0.0380	0.0446	0.0158	0.0070

8.2. აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების გავლენა ფორთოხლისა და ლიმონის ფოთლების ქიმიურ შედგენილობაზე

საკვები ელემენტების შეთვისება და გარდაქმნა სუბტროპიკული მცენარეებისთვის ერთნაირი არ არის. ამ საკითხების შესწავლაში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს ფოთლის დიაგნოსტიკას. ამ მიმართულებით მრავალწლიანი კულტურებისთვის სამუშაოები ჯერჯერობით საწყის სტადიაზე, როგორც ჩვენთან, ისე საზღვარგარეთ.

საკვებ ელემენტებზე მცენარეთა მოთხოვნის დასაზუსტებლად გამოიყენება სამი ხერხი: I. ნიადაგში მოცემული საკვები ელემენტის საერთო და განსაკუთრებით შესათვისებელი ფორმის განსაზღვრა; II. ფოთლებში საკვები ელემენტების განსაზღვრა (ფოთლის დიაგნოსტიკა); III. უკმარისობის ვიზუალური ნიშნების აღწერა. ყოველ მათგანს გააჩნია დადებითი და უარყოფითი მხარეები (Бзиава М.; Бурчуладзе И.; Цанава В.; Датуадзе О. ;1976).

დადგენილია პირდაპირი კორელაცია ფოთლებში ფოსფორის შემცველობასა და მოსავლიანობას შორის, რ.ტაკიძის(Такидзе Р. 1972) მონაცემებით მანდარინის ყველაზე მაღალი მოსავალი მიიღება ფოთლებში ფოსფორის 0,2% შემცველობისას.

ფოთლის დიაგნოსტიკა, როგორც აღნიშნავს ვ.ცერლინგი(Церлинг 1978) ემყარება მცენარეების ფიზიოლოგიურ მახასიათებლებზე ამა თუ იმ საკვები ელემენტის (მაკრო და მიკრო) შემცველობაზე ნორმალურად განვითარებულ ფოთოლში, მოსავლიანობისა და ფოთლის ანალიზის მაჩვენებლის ურთიერთდა-მოკიდებულებაზე.

როგორც იყი აღნიშნული კვლევის მიზანსა და ამოცანებში (თავი 3) ციტრუსების ფოთლებში საკვები ელემენტების განსაძღვრისათვის დიაგნოსტიკის მიზნით ანალიზი უტარდებოდათ ახლწარმოქმნილ ფოთლებს. კვლევის ობიექტი იყო ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის და ლიმონ მეიერის მინდვრის ცდები, სადაც ისწავლებოდა აზოტოვანი სასუქების ფორმები და ნორმები,. პირველი ნაზარდის ფოთლებში

განისაზღვრა N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO და MnO შემცველობა. აზოტოვანი სასუქების ნორმების გადიდებით გაზრდილია საერთო აზოტის შემცველობა ფოთლებში და ამონიუმის სულფატისათვის აღწევს 3,2%, ხოლო ამონიუმის გვარჯილის გამოყენებისას- 3,3% (ცხრილი 8.2.1.).

წყვილ დამოკიდებულებათა რეგრესიული ანალიზის შედეგები ფორთოხლის ფოთლებში სხვა საკვები ელემენტებისათვის მოყვანილია 8.2.1. და 8.2.2. ცხრილებში

ცხრილი 8..2.1.

ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ფოთლებში ქიმიური შემცველობის თეორიული და ფაქტიური მაჩვენებლები აზოტოვანი სასუქების ნორმებზე გადაანგარიშებით

აზოტოვანი სასუქების ნორმები PKCaMg-ის ფონზე (გ/ხეზე)	საერთო აზოტი	საკვები ელემენტები, %									
		P ₂ O ₅		K ₂ O		CaO		MgO		MnO	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
PKCaMg- ფონი	2.41	0.43	0.42	2.33	1.97	2.51	2.51	0.121	0.126	0.0022	0.0019
(NH ₄) ₂ SO ₄ 75	3.04	0.42	0.36	1.58	2.16	2.47	2.48	0.113	0.139	0.0016	0.0022
(NH ₄) ₂ SO ₄ 150	2.98	0.24	0.33	1.56	2.33	2.47	2.45	0.112	0.147	0.0032	0.0023
(NH ₄) ₂ SO ₄ 300	2.99	0.33	0.31	2.88	2.54	2.62	2.39	0.144	0.147	0.0022	0.0022
(NH ₄) ₂ SO ₄ 450	3.24	0.36	0.38	2.16	2.82	2.32	2.33	0.118	0.126	0.0016	0.0018
NH ₄ NO ₃ 75	2.80	0.36	0.36	2.40	2.16	2.52	2.48	0.197	0.139	0.0022	0.0022
NH ₄ NO ₃ 150	2.88	0.31	0.33	2.68	2.33	2.26	2.45	0.144	0.147	0.0021	0.0023
NH ₄ NO ₃ 300	3.26	0.37	0.31	2.84	2.54	2.48	2.39	0.171	0.147	0.0021	0.0022
NH ₄ NO ₃ 450	3.32	0.38	0.38	2.86	2.62	2.18	2.33	0.129	0.126	0.0021	0.0018

1- ექსპერიმენტული მაჩვენებელი

2- თეორიული მაჩვენებელი

ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ფოთლებში P₂ O₅, K₂ O, CaO, MgO და MnO
შემცველობის თეორიული და ფაქტიური მაჩვენებლები მოსავალზე
გადაანგარიშებით

აზოტოვანი სასუქების ნორმები PK ₂ Mg- ის ფონზე (გ/ხეზე)	საკვები ელემენტები, %									
	P ₂ O ₅		K ₂ O		CaO		MgO		MnO	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
PKCaMg- ფონი	0.43	0.36	2.33	2.37	2.51	2.39	0.121	0.139	0.0022	0.0021
(NH ₄) ₂ SO ₄ 75	0.42	0.34	1.58	2.28	2.47	2.42	0.113	0.139	0.0016	0.0022
(NH ₄) ₂ SO ₄ 150	0.24	0.33	1.56	2.22	2.47	2.45	0.112	0.139	0.0032	0.0024
(NH ₄) ₂ SO ₄ 300	0.33	0.32	2.88	2.20	2.62	2.47	0.144	0.139	0.0022	0.0024
(NH ₄) ₂ SO ₄ 450	0.36	0.29	2.16	2.28	2.32	2.54	0.118	0.139	0.0016	0.0016
NH ₄ NO ₃ 75	0.36	0.33	2.40	2.23	2.52	2.45	0.197	0.139	0.0022	0.0024
NH ₄ NO ₃ 150	0.31	0.38	2.68	2.57	2.26	2.35	0.144	0.139	0.0021	0.0020
NH ₄ NO ₃ 300	0.37	0.34	2.84	2.65	2.48	2.43	0.171	0.139	0.0021	0.0023
NH ₄ NO ₃ 450	0.38	0.39	2.86	2.85	2.18	2.31	0.129	0.139	0.0021	0.0022

1- ექსპერიმენტული მაჩვენებელი

2- თეორიული მაჩვენებელი

აზოტოვანი სასუქების ნორმებთან ფოსფორის კავშირისათვის განტოლება შემდეგი სახისაა; $Y=0,00000185x^2+0,00093x+0,425$ (1).

სადაც Y-ფოსფორია, ხოლო X აზოტოვანი სასუქების ნორმები.

განტოლების ანალიზი ცხადყოფს (ცხრილი 8.2.1.), რომ ფოსფორის შემცველო ბის აზოტოვანი სასუქების ნორმებზე შესწორებული ფაქტობრივთან მიახლოებული გასაანგარიშებელი მნიშვნელობანი მიღებულია ამონიუმის სულფატისათვის-300-450გ აზოტი ერთ ხეზე, ხოლო ამონიუმის გვარჯილისათვის -75-450გ/ხეზე აზოტი.

დამოკიდებულება კალციუმის შემცველობასა და აზოტოვანი სასუქების ნორმებს შორის შემდეგი სახისაა: $Y=0,000416x+2,516$ (2).

ამ განტოლების ანალიზი ცხადყოფს (ცხრილი 8.2.1.), რომ ფაქტობრივთან მიახლოებული კალციუმის შემცველობის გასაანგარიშებელი მნიშვნელობანი აზოტოვანი სასუქების ნორმებზე შესწორებით მიღებულია ერთ ხეზე 450გ ამონიუმის სულფატისა და 75გ ამონიუმის გვარჯილის შეტანისას.

აზოტოვანი სასუქების ნორმებთან მაგნიუმის კავშირისათვის მიღებული განტოლება შემდეგი სახისაა: $Y=0,000000465b^2+0,00021+0,127$ (3),

ხოლო მაგნიუმისათვის $Y=0,00b^3+0,00b^2+0,0000399+0,00199$ (4)

განტოლებები ცხადყოფენ, რომ გასაანგარიშებელი მაგნიუმის მიახლოებული მნიშვნელობა აზოტოვანი სასუქების ნორმებზე შესწორებით მიღებულია ერთ ხეზე 300გ ამონიუმის სულფატი, 150გ ამონიუმის გვარჯილის, ხოლო მანგანუმისათვის 450გ ამონიუმის სულფატისა და 75გ ამონიუმის გვარჯილის შეტანისას.

ფორთოხლის ფოთლებში საკვებ ელემენტებს შორის გასაანგარიშებელი მნიშვნელობანი მოსავალზე შესწორებით მოყვანილია 8.2.2. ცხრილში, საიდანაც ჩანს, რომ P_2O_5 , K_2O , CaO , MgO და MnO გასაანგარიშებელი მნიშვნელობანი ვარიან- ტების მიხედვით არ იცვლება, ისინი უახლოვდებიან ექსპერიმენტულ მნიშვნელო- ბებს ერთმაგი და ორმაგი ნორმებისათვის. აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ 150გ/ხეზე ამონიუმის სულფატის შეტანის შედეგად 9კგ მოსავლისა და 450გ/ხეზე ამონიუმის გვარჯილის შეტანისას 14კგ/ხეზე მოსავლის მისაღებად ფოთლები შემ- დეგი ქიმიური შედგენილობის უნდა იყოს: N-2,8-3,3; P_2O_5 -0,32-0,39; K_2O -2,57-2,85; CaO -2,42-2,45; MgO -0,139; MnO -0,0020-0,0024%.

ასეთივე წყვილ დამოკიდებულებათა რეგრესიული ანალიზის გაკეთება ვცა- დეთ აზოტოვანი სასუქების ფორმებსა და ფორთოხლის ფოთლის ქიმიურ მაჩვე- ნებლებს შორის, მაგრამ რეგრესიული ანალიზის შედეგები არ განსხვავდებოდა ერთმანეთისაგან,

რადგან აზოტოვანი სასუქების ყველა ფორმები გამოყენებული იქნა ერთი აგროტექნიკური (150გ/ხეზე) ნორმით. ფორთოხლის ფოთლის ქიმიური ანალიზის (ცხრილი 8.2.3.) შედეგები ცალკეულ ფორმებს შორის მკვეთრად არ განსხვავდება და საშუალოდ იცვლება N-2,6-2,8; P₂O₅-0,33-0,34; K₂O-2,2-2,5; CaO-2,27-2,58; MgO-0,151-0,223; MnO-0,0011-0,0026%-ის ფარგლებში.

ცხრილი 8.2.3.

აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ფოთლებში

P₂ O₅, K₂ O, CaO, MgO da MnO შემცველობაზე

აზოტოვანი სასუქების ფორმები PKCaMg-ის ფონზე	საკვები ელემენტები, %					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	MnO
უსასუქო	2.25	0.46	2.08	3.16	0.198	0.0011
PKCaMg-ფონი	2.26	0.37	1.94	2.96	0.158	0.0011
(NH ₄) ₂ SO ₄	2.77	0.33	2.28	2.48	0.132	0.0011
(NH ₄) ₂ SO ₄ 60% NH ₄ NO ₃ 40%	2.66	0.39	2.40	2.28	0.130	0.0011
NH ₄ NO ₃	2.72	0.37	2.28	2.58	0.122	0.0016
(NH ₂) ₂ CO	2.83	0.36	2.50	2.48	0.151	0.0011
NaNO ₃	2.80	0.34	2.40	2.27	0.223	0.0026

8.2.4. ცხრილიდან ირკვევა, რომ ლიმონ მეიერის ფოთლებში აზოტის, ფოსფორის, კალციუმის და მაგნიუმის შემცველობა მინერალური სასუქებისა და ნაკელის ნორმების მიხედვით არ იცვლება. კარბამიდის ნორმის გადიდებისას აზოტის შემცველობა იზრდება 2,1-დან 2,9%-მდე, კარბამიდისა და ნაკელის გამოყენებისას იზრდება მანგანუმის შემცველობა, ხოლო კალიუმის შემცველობა იზრდება აზოტის ნორმების გადიდებისას, მაგრამ იგი რამდენადმე ნაკლებია წილადობრივი შეტანისას.

რეგრესიული ანალიზის მეშვეობით ჩატარდა საკვები ელემენტების (P₂O₅, K₂ O, CaO, MgO da MnO) თეორიულად შესაძლებელი მარაგის გაანგარიშება, რაც აზოტზე არ

მოხერხდა მისი მაღალი მობილობის გამო. შედეგები მოყვანილია ცხრილებში 8.2.4 და 8.2.5.

ფოსფორის შემცველობის გასაანგარიშებლად მნიშვნელობანი NPK ნორმებსა (5) და მოსავალზე (6) შესწორებით მიღებულია შემდეგი სახის განტოლებები- დან:

$$Y=0,00x^2+0,000204x+0,537 \text{ (5);}$$

$$Y=0,0101x^2-0,098x+0,6199 \text{ (6);}$$

სადაც Y ფოსფორია, X-NPK ნორმები და მოსავალი.

განტოლების (5) ანალიზი ცხადყოფს, რომ ლიმონის ფოთლებში ფოსფორის შემცველობის მაჩვენებელი პირველ რიგში აზოტის ნორმებით განისაზღვრება. ფაქტობრივთან მიახლოებული გაანგარიშებული ფოსფორის მნიშვნელობანი NPK ნორმებსა და მოსავალზე შესწორებით მიღებულია $N_2P_2K_2$ (კარბამიდი ერთდროულად და წილადობრივად) შეტანისას.

კალიუმის გაანგარიშებული მნიშვნელობანი როგორც ფორთოხლის, ისე ლიმონისათვის მკვეთრად განსხვავებულია ფაქტობრივისგან.

დამოკიდებულებანი კალციუმს, NPK ნორმებსა (7) და მოსავალს (8) შორის შემდეგი სახისაა:

$$Y=0,2666x+0,155 \text{ (7);}$$

$$Y=0,0509x+2,6226 \text{ (8);}$$

სადაც Y- კალციუმია, X-NPK-1 ნორმები ან მოსავალი.

8.2.4. და 8.2.5. ცხრილები ცხადყოფენ, რომ კალციუმის ფაქტობრივი მნიშვნელობანი პირველ შემთხვევაში მიახლოებულია გაანგარიშებულ მნიშვნელობებთან უსასუქო და N_1K_1 კარბამიდის ერთდროულად შეტანის ვარიანტებზე, ხოლო მეორე შემთხვევაში (მოსავალზე შესწორებით),

ცხრილი 8.2.4.

ლიმონ მეიერის ფოთლებში N, P_2O_5 , K_2O , CaO, MgO, და MnO შემცველობა მინერალური სასუქების ნორმებთან დაკავშირებით

ცდის სქემა	საკვები ელემენტები, %						
	ϵ	η	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	MnO

		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
უსასუქო	1.98	0.35	0.36	1.16	1.29	2.50	2.49	0.119	0.125	0.0011	0.0011
P ₁ K ₁	1.92	0.53	0.39	1.82	1.33	2.54	2.44	0.198	0.173	0.0011	0.0015
N ₁ P ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	2.47	0.39	0.40	0.76	1.34	2.53	2.43	0.224	0.179	0.0020	0.0018
N ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	2.57	0.33	0.39	1.48	1.33	2.45	2.44	0.174	0.173	0.0022	0.0015
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	2.10	0.38	0.40	1.22	1.35	2.22	2.41	0.143	0.186	0.0022	0.0022
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^{xx}	2.94	0.42	0.40	1.36	1.35	2.16	2.41	0.156	0.186	0.0021	0.0022
N ₁ P ₁ K ₁ -NH ₄ NO ₃ ^x	2.63	0.41	0.40	1.64	1.35	2.71	2.41	0.187	0.186	0.0022	0.0022
N ₁ P ₁ K ₁ -NH ₄ NO ₃ ^{xx}	2.46	0.38	0.40	1.12	1.35	2.44	2.41	0.131	0.186	0.0016	0.0022
N ₁ P ₂ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	2.71	0.43	0.41	1.28	1.38	2.44	2.38	0.237	0.187	0.0033	0.0026
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x +ნაკელი	2.97	0.32	0.40	1.84	1.35	2.21	2.41	0.198	0.186	0.0022	0.0022
N ₂ P ₂ K ₂ -(NH ₂) ₂ CO ^x +ნაკელი	2.94	0.38	0.38	1.50	1.42	2.19	2.34	0.119	0.162	0.0019	0.0014
N ₂ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	2.44	0.46	0.41	1.00	1.38	2.44	2.39	0.198	0.187	0.0022	0.0026
N ₂ P ₂ K ₂ -(NH ₂) ₂ CO ^{xx}	2.89	0.38	0.38	1.48	1.42	2.42	2.34	0.196	0.162	0.0016	0.0014

1- ექსპერიმენტული მაჩვენებელი X-ერთდროული
 2- თეორიული მაჩვენებელი XX-წილადობრივი

ცხრილი 8.2.5.

ლიმონ მეიერის ფოთლებში P₂O₅, K₂O, CaO, MgO, და MnO შემცველობის თეორიული გაანგარიშებები

ცდის სქემა	საკვები ელემენტები, %									
	P ₂ O ₅		K ₂ O		CaO		MgO		MnO	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
უსასუქო	0.35	0.41	1.16	1.36	2.50	2.45	0.119	0.181	0.0011	0.0016
P ₁ K ₁	0.53	0.51	1.82	1.67	2.54	2.56	0.198	0.180	0.0011	0.0010
N ₁ P ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	0.39	0.39	0.76	1.32	2.53	2.42	0.224	0.178	0.0020	0.0019
N ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	0.33	0.39	1.48	1.33	2.45	2.43	0.174	0.179	0.0022	0.0018
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	0.38	0.40	1.22	1.45	2.22	2.29	0.143	0.156	0.002	0.002

									2	1
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^{xx}	0.42	0.38	1.36	1.31	2.16	2.41	0.156	0.176	0.002 1	0.002 0
N ₁ P ₁ K ₁ - NH ₄ NO ₃ ^x	0.42	0.38	1.64	1.32	2.71	2.37	0.187	0.171	0.002 2	0.002 2
N ₁ P ₁ K ₁ - NH ₄ NO ₃ ^{xx}	0.38	0.39	1.12	1.33	2.44	2.43	0.131	0.179	0.001 6	0.001 8
N ₁ P ₂ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	0.43	0.38	1.28	1.31	2.44	2.38	0.237	0.174	0.003 3	0.002 1
N ₁ P ₁ K ₁ - (NH ₂) ₂ CO ^x +ნაკელი	0.32	0.38	1.84	1.31	2.21	2.39	0.198	0.175	0.002 2	0.002 1
N ₂ P ₂ K ₂ - (NH ₂) ₂ CO ^x +ნაკელი	0.38	0.38	1.50	1.31	2.19	2.37	0.119	0.172	0.001 9	0.002 2
N ₂ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	0.46	0.38	1.00	1.31	2.44	2.41	0.198	0.177	0.002 2	0.001 9
N ₂ P ₂ K ₂ -(NH ₂) ₂ CO ^{xx}	0.38	0.38	1.48	1.31	2.42	2.40	0.196	0.175	0.001 6	0.002 1

1- ექსპერიმენტული მაჩვენებელი X-ერთდროული

2- თეორიული მაჩვენებელი XX-წილადობრივი
მოსავალზე გადაანგარიშებით

მიახლოებული გაანგარიშებული მნიშვნელობანი მიღებულ იქნა N₁K₁ (კარბამიდი ერთდროულად); N₁P₁K₁ (ამონიუმის გვარჯილა ერთდროულად) და N₂P₂K₂ (კარბამიდი წილადობრივად) ვარიანტებზე. ყველა დანარჩენ შემთხვევაში გაანგარიშებულ და ფაქტობრივ მნიშვნელობათა გადახრები კავშირის არარსებობაზე მიუთითებენ.

მაგნიუმის გაანგარიშებული მნიშვნელობანი NPK ნორმებსა (9) და მოსავალზე (10) შესწორებით მიღებულია შემდეგი სახის განტოლებიდან:

$$Y=0,00x^2+0,00025x+0,125 \text{ (9);}$$

$$Y=0,00148x^2+0,0069x+0,174 \text{ (10);}$$

სადაც Y მაგნიუმია, ხოლო X-NPK ნორმები ან მოსავალი.

ამ განტოლების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ფაქტობრივთან მიახლოებული მნიშვნელობანი NPK ნორმებზე შესწორებით მიღებულია N₁K₁ (კარბამიდი ერთდროულად) და N₁P₁K₁ (ამონიუმის გვარჯილა ერთდროულად) ვარიანტებზე, ხოლო მოსავალზე შესწორებით კი მხოლოდ N₁K₁ (კარბამიდი ერთდროულად) ვარიანტზე.

საერთოდ არავითარი კანონზომიერებანი არ აღინიშნება აგრეთვე მანგანუმის შემცველობაზე.

ამრიგად, N,P,K ერთმაგი ნორმების შეტანის შედეგად მიღებული ლიმონის საშუალო მოსავალი ნკგ-მდე ერთ ხეზე განისაზღვრება პირველნაზარდი ფოთლების შემდეგი

ქიმიური შედგენილობით: N-2,50-2,94; P-0,38; K-1,31; Ca-2,29-2,43; Mg-0,175-0,179; Mn-0,0020-0,0022%.

9. აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ფორმებისა და ნორმების ეკონომიკური

ეფექტიანობა ციტრუსოვანთა (მანდარინი, ფორთოხალი, ლიმონი) ბაღში

ციტრუსოვანთა ნარგაობაში აზოტოვანი სასუქების ეკონომიკური ეფექტიანობის დასადგენად საჭიროა შემდეგი მაჩვენებლების განსაზღვრა: საერთო მოსავლიანობის ზრდა და მისი გამოსავალი ერთეულ ფართობზე; დამატებითი პროდუქციის მიღება და მისი ფულად ერთეულში გამოსახვა; საწარმოო დანახარჯების კავშირი სასუქების გამოყენებასთან; პირობითი წმინდა შემოსავალი ერთ ჰექტარზე ნიადაგის განოყიერებისას; რენტაბელობის პროცენტი და მისი დამოკიდებულება პირობით წმინდა შემოსავალზე, უკუგება ფულად ერთეულში და სხვ. (Бибилеишвили Г., 1972).

აზოტოვანი სასუქების ეკონომიკური ეფექტიანობის გამოთვლისათვის ვისარგებლეთ საბაზრო პირობებში არსებული ფასებით. ეკონომიკური ეფექტიანობის გამოთვლა ვაწარმოეთ შემდეგი სქემის მიხედვით: გავიანგარიშეთ პირობითად ნამატი მოსავლის ღირებულება ლარებში; სასუქების ღირებულება; სასუქის შეტანის ხარჯები; მოსავლის აღების ხარჯები; სულ საერთო დანახარჯები; პირობითი წმინდა შემოსავალი; რენტაბელობის პროცენტი და უკუგება.

ციტრუსების მოსავლის ფასები გაანგარიშებული იქნა საბაზრო პირობების შესაბამისად და ჩვენს შემთხვევაში საშუალოდ შეადგენს: მანდარინი ერთი კილოგრამი 0,50 ლარი, ფორთოხალი – 0,80 ლარი, ლიმონი - 1,30 ლარი. ნაყოფის კრეფის ხარჯები შეფასებულ იქნა 1კგ 5 თეთრი. სასუქების ღირებულება 2002 წლისათვის ერთი ტონისა იყო: აზოტოვანი-160გ, ფოსფორიანი-100გ და კალიუმიანი-75გ. ამ დროისათვის დოლარის კურსი იყო ერთი დოლარი ორი ლარი. სასუქების შეტანის ხარჯებად აღებული იქნა მისი ღირებულების 10%. აღნიშნული მონაცემების საფუძველზე გაანგარიშებული აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების ეკონომიკური ეფექტიანობა ცალკეული კულტურების მიხედვით მოცემულია ცხრილებში 9.1; 9.2; 9.3; 9.4; 9.5 და 9.6.

ცხრილ 9.1. ჩანს, რომ აზოტოვანი სასუქების ნორმების ეკონომიკური ეფექტიანობა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველისათვის PKCaMg-ის ფონზე შემდეგია: აზოტოვანი სასუქების ნორმების გამოყენებით მიღებული პირობითი წმინდა

შემოსავალი შეადგენს 1000-დან 2334 ლარს. ამ მონაცემებით პირველ ადგილზეა ამონიუმის სულფატისა და ამონიუმის გვარჯილის ნორმები 75 და 150გ/ხეზე, სადაც რენტაბელობის პროცენტი მაღალია- თითოეულ დახარჯულ ლარზე მო- გებამ ნორმების შესაბამისად შეადგინა 6-დან 10 ლარამდე. ეს საფუძველს გვამ- ლევს დავასკვნათ, რომ ამონიუმის სულფატის და ამონიუმის გვარჯილის ნორმე ბიდან ფორთოხალ ვაშინგტონ- ნაველის ბაღში ეკონომიკურად გამართლებული მაღალრენტაბელური აგროტექნიკური ღონისძიებაა N_{75} და N_{150} გ/ხეზე.

ცხრილი 9.2. გვიჩვენებს, რომ წითელმიწა ნიადაგების პირობებში ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ბაღში გამოყენებული აზოტოვანი სასუქების ფორმებიდან საუკეთესო შედეგებია მიღებული ფიზიოლოგიურად ნაკლებად მჟავე სასუქების შეტანის ვარიანტებზე, რაც ეკონომიკური გაანგარიშებითაც დასტურდება.

აზოტოვანი სასუქების ფორმების-ნატრიუმის გვარჯილის, ამონიუმის გვარჯილის და კარბამიდის გამოყენებისას ფორთოხლის ბაღში წმინდა შემოსავალი მერყეობს 3895-დან 4282 ლარამდე. თითოეულ დახარჯულ ლარზე მოგებამ ფორმების მიხედვით 7,7; 10,20 და 11,45 ლარი შეადგინა.

ცხრილიდან 9.3 ჩანს, რომ ყვითელმიწა ნიადაგების პირობებში მანდარინ უნშიუს ბაღში აზოტოვანი სასუქების P_1K_1 +ტორფის ფონზე გამოყენების შემთხვევაში ყველაზე მაღალი პირობითი წმინდა შემოსავალი მიღებული იქნა $P_2K_2N_2$ +ტორფი+კარბამიდის ვარიანტზე. რენტაბელობის პროცენტი კი მაღალია $P_1K_1N_1$ +ტორფი- $(NH_2)_2CO$ ვარიანტზე. ვინაიდან უკუგება დაკავშირებულია დახარჯულ ფულად ერთეულთან. ამიტომ ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი მიღებული იქნა აღნიშნულ ვარიანტზე და იგი ერთ ჰექტარზე დახარჯულ თითო ლარზე 5,45 ლარს შეადგენს. ამონიუმის გვარჯილის გამოყენების შემთხვევაში მიღებული პირობითი წმინდა შემოსავალი ერთ ჰექტარზე 1973 ლარის ტოლია, რენტაბელობის პროცენტი-254%, თითო დახარჯულ ლარზე მიღებულია 3,54 ლარი. აქედან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ მანდარინ უნშიუს ბაღში ყვითელმიწა ნიადაგების პირობებში ეკონომიკურად გამართლებულია P_1K_1 +ტორფის ფონზე კარბამიდის 250 გ/ხეზე შეტანა.

ცხრილებიდან 9.4; 9.5 და 9.6 ჩანს, რომ ყვითელმიწა ნიადაგების პირობებში ლიმონ მეიერის ბაღში საკვები ელემენტების, კარბამიდის ნორმების და აზოტოვანი სასუქების

შეტანის ხერხების ეკონომიკური ეფექტიანობის გაანგარიშება შემდეგ სურათს იძლევა: საკვები ელემენტების გამოყენებით მიღებული მაჩვენებლებიდან ყველაზე მაღალი პირობითი წმინდა შემოსავალი და რენტაბელობის პროცენტი აღინიშნა ერთ ჰექტარზე N_1K_1 და $N_1P_1K_1$ კარბამიდის გამოყენების ვარიანტზე (9589 და 9058 ლარი). ყველა დახარჯულ ერთ ლარზე მიღებული მოგება შესაბამისად 18,41 და 14,09 ლარს შეადგენს (ცხრილი 9.4).

კარბამიდის ნორმების (ცხრილი 9.5) გამოყენებისას ეკონომიკური ეფექტიანობა შემდეგი სახითაა განაწილებული: მაღალი მაჩვენებლით ხასიათდება კარბამიდის ერთმაგი ნორმა P_2K_1 -ის ფონზე, სადაც პირობითი წმინდა შემოსავალი 9477 ლარს შეადგენს, რენტაბელობა-1430%, ხოლო ყველა დახარჯულ ერთ ლარზე მიღებულია მოგება 15,31 ლარი.

რაც შეეხება აზოტოვანი სასუქების შეტანის ხერხებს (ცხრილი 9.6), მაღალი ეკონომიკური ეფექტი მიღებულია აზოტოვანი სასუქების, განსაკუთრებით კარბამიდის და ამონიუმის გვარჯილის ერთჯერადი შეტანისას.. ფოსფორისა და კალიუმის ერთმაგი ნორმების ფონზე მიღებული ყველაზე მაღალი პირობითი წმინდა შემოსავალი შესაბამისად 8883 და 15595 ლარია. ამავე ვარიანტებზეა მიღებული რენტაბელობის მაღალი პროცენტი, ხოლო თითოეულ დახარჯულ ლარზე ჰექტარზე მიღებულია 19,65 და 20,87 ლარი.

ამრიგად ჩატარებული ეკონომიკური გათვლები ადასტურებს ლიმონ მეიერის ბაღში საკვები ელემენტების მოთხოვნილებაზე სამივე ელემენტის დადებით შედეგს, კარბამიდის ნორმებიდან კი ერთმაგი ნორმის გამოყენების უპირატესობა, ხოლო შეტანის ხერხებიდან აზოტოვანი სასუქების ერთჯერადი შეტანის უპირატესობა ორჯერად შეტანასთან შედარებით.

ცხრილი 9.1

აზოტოვანი სასუქების ნორმების ეკონომიკური ეფექტიანობა ფორთოხლის ბაღში.

აზოტოვანი სასუქების	მოსავლი	მატება ფონთან	ნამატი მოსავლის	დანახარჯები, ლარი	პირობითი წმინდა	რენტა-	უკუგა
---------------------	---------	---------------	-----------------	-------------------	-----------------	--------	-------

ნორმები PKCaMg ფონზე გ/ხეზე	კვ/ხეზე	კვ/ჰა	შედა- რებით	ღირებუ- ლება, ლარი	სასუქები ღირე ბულება	სასუქების შეტანა	მოსავ- ლის აღება	ხარჯების ჯამი	შემოსა- ვალი, ლარი/ჰა	ბელობა, %	ლარი
PKCaMg- ფონი	11.4	17100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(NH ₄) ₂ SO ₄ 75	13.1	19650	2550	2040	115.0	11.5	127.5	254.0	1786.0	703.1	8.03
(NH ₄) ₂ SO ₄ 150	13.7	20550	3450	2760	230.0	23.0	172.5	425.5	2334.5	548.6	6.48
(NH ₄) ₂ SO ₄ 300	10.1	15150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(NH ₄) ₂ SO ₄ 450	8.6	12900	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NH ₄ NO ₃ 75	13.4	20100	3000	2400	70.4	7.0	150.0	227.5	2172.5	954.9	10.55
NH ₄ NO ₃ 150	13.5	20250	3150	2520	140.8	14.0	157.5	312.3	2207.7	706.9	8.07
NH ₄ NO ₃ 300	12.5	18750	1650	1320	211.2	21.1	82.5	314.8	1005.2	319.3	4.19
NH ₄ NO ₃ 450	12.8	19200	2100	1680	281.6	28.2	105.0	414.8	1265.2	305.0	4.05

ცხრილი 9.2

აზოტოვანი სასუქების ფორმების ეკონომიკური ეფექტიანობა

ფორთოხლის ბაღში.

აზოტოვანი სასუქების ფორმები PKCaMg ფონზე გ/ხეზე	მოსავლი		მატება ფონთან შედა- რებით	ნამატი მოსავლის ღირებუ- ლება ლარი	დანახარჯები, ლარი				პირობითი წმინდა შემოსა- ვალი, ლარი/ჰა	რენტა- ბელობა, %	უკუ- ლა
	კვ/ხეზე	კვ/ჰა			სასუქების ღირებულება	სასუქების შეტანა	მოსავ- ლის აღება	ხარჯების ჯამი			
უსასუქო	10.4	15600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PKCaMg- ფონი	12.7	19050	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(NH ₄) ₂ SO ₄	13.2	19800	750	600.0	230.0	23.0	37.5	290.5	309.5	106.5	2.
(NH ₄) ₂ SO ₄ 60% NH ₄ NO ₃ 40%	14.2	21300	2250	1800.0	185.4	18.5	112.5	316.4	1483.6	468.9	5.
NH ₄ NO ₃	16.3	24450	5400	4320.0	140.8	14.0	270.0	424.8	3895.0	916.9	10.
(NH ₂) ₂ CO	16.6	24900	5850	4680.0	105.6	16.6	292.5	408.7	4271.3	1045.1	11.

Na ¹⁵ NO ₃	16.8	25200	6150	4920.0	300.0	30.0	307.5	637.5	4282.5	671.7	7.
----------------------------------	------	-------	------	--------	-------	------	-------	-------	--------	-------	----

ცხრილი 9.3

აზოტოვანი სასუქების ნორმების და ფორმების ეკონომიკური ეფექტიანობა

მანდარინის ბაღში.

ცდის სქემა	მოსავლი		მატება ფონთან შედარებით	ნამატი მოსავლის ღირებულება ლარებში	დანახარჯები, ლარი				პირობითი წმინდა შემოსავალი ლარი/ჰა	რენტაბელობა %	უკუგება, ლარი
	კგ/ხეზე	კგ/ჰა			სასუქების ღირებულება	სასუქების შეტანის	მოსავლის აღება	ხარჯების ჯამი			
P ₁ K ₁ +ტორფი	21.1	21100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P ₁ K ₁ +ტორფი+N ₁ - (NH ₂) ₂ CO	25.8	25800	4700	2350	177.8	17.8	235.0	430.6	1919.4	445.7	5.46
P ₁ K ₁ +ტორფი+N ₂ -(NH ₂) ₂ CO	25.5	25500	4400	2200	355.6	35.6	220.0	611.2	1588.8	259.9	3.60
P ₂ K ₂ +ტორფი+N ₁ -(NH ₂) ₂ CO	25.9	25900	4800	2400	456.6	45.6	240.0	741.7	1658.3	223.6	3.23
P ₂ K ₂ +ტორფი+N ₂ -(NH ₂) ₂ CO	27.7	27700	6600	3300	633.4	63.3	330.0	1026.7	2273.3	221.4	3.21
P ₂ K ₂ +ტორფი+N ₁ -NH ₄ NO ₃	26.6	26600	5500	2750	456.1	45.6	275.0	776.7	1973.3	254.1	3.54
P ₁ K ₁ +ტორფი+N ₁ -(NH ₂) ₂ CO +ნაკელი	17.3	17300	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ცხრილი 9.4

მინერალური საკვები ელემენტების ეკონომიკური ეფექტიანობა

ლიმონის ბაღში.

ცდის სქემა	მოსავლი	უასუსტ ქოსთა	სულის ღირებ	დანახარჯები, ლარი	შემოსავალი	საფასო	ბელ	უკუგება

ცდის სქემა	კგ/ხეზე	კგ/ჰა			სასუქების ღირებულება	სასუქების შეტანის	მოსავლის აღება	ხარჯების ჯამი			
უსასუქო	3.2	9600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P ₁ K ₁	3.3	9900	300	390	182.5	18.2	15.0	215.7	174.3	80.8	1.8
N ₁ P ₁ -(NH ₂) ₂ CO	5.3	15900	6300	8190	247.6	24.8	315.0	587.4	7602.6	1294.3	13.94
N ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO	5.8	17400	7800	10140	146.1	14.6	390.0	550.7	9589.3	1741.3	18.41
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO	5.7	17100	7500	9750	288.1	28.8	375.0	691.9	9058.1	1309.2	14.09
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO+ნაკელი	5.0	15000	5400	7020	288.1	28.8	270.0	586.9	6433.1	1096.1	11.96

ცხრილი 9.5

კარბამიდის ნორმების და საკვები ელემენტების ეკონომიკური ეფექტიანობა ლიმონის ბაღში.

ცდის სქემა	მოსავლი		მატება P ₁ K ₁ ვარიანტთან შედარებით	ნამატი მოსავლის ღირებულება,	დანახარჯები, ლარი			პირობითი წმინდა შემოსავალი, ლარი/ჰა	რენტაბელობა, %	უკუგება, ლარი
	კგ/ხეზე	კგ/ჰა			სასუქების ღირებულება	სასუქების შეტანა	მოსავლის აღება			
უსასუქო	3.2	9600	-	-	-	-	-	-	-	-
P ₁ K ₁	3.3	9900	-	-	-	-	-	-	-	-
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO	5.7	17100	9360	105.6	10.6	360.0	476.2	8883.8	1865.6	19.65
N ₂ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO	5.6	16800	8970	211.2	21.1	345.0	577.3	8392.7	1453.8	15.53
N ₁ P ₂ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO	5.9	17700	10140	247.6	24.8	390.0	662.4	9477.6	1430.8	15.31
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO+ნაკელი	5.0	15000	6630	105.6	10.6	255.0	371.2	6258.8	1686.1	17.86
N ₂ P ₂ K ₂ -(NH ₂) ₂ CO+ნაკელი	7.6	22800	16770	393.7	39.4	645.0	1078.1	15691.9	1455.5	15.55

ცხრილი 9.6

აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და შეტანის ხერხების ეკონომიკური ეფექტიანობა ლიმონის ბაღში.

ცდის სქემა	მოსავლი		მატება P ₁ K ₁ შედარებით	ნამატი მოსავლის ღირებულობა, ლარი/ჰა	დანახარჯები, ლარი				პირობითი წმინდა შემოსავალი, ლარი/ჰა	რენტაბელობა, %	უკუგება, ლარი
	კვ/ეზე	კვ/ჰა			სასუქების ღირებულება	სასუქის შეტანა	მოსავლის აღება	ხარჯების ჯამი			
P ₁ K ₁	3.3	9900	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	5.7	17100	7200	9360	105.6	10.6	360.0	476.5	8883.8	1865.6	19.65
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^{xx}	5.3	15900	6000	7800	105.6	10.6	300.0	416.2	7383.8	1774.1	18.74
N ₁ P ₁ K ₁ -NH ₄ NO ₃ ^x	5.6	16800	6900	8970	211.2	21.1	345.0	577.3	8392.7	1453.8	15.54
N ₁ P ₁ K ₁ -NH ₄ NO ₃ ^{xx}	7.5	22500	12600	16380	140.2	14.1	630.0	784.9	15595.1	1986.9	20.87
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^{xx}	5.5	16500	6600	8580	140.8	14.1	330.0	484.9	8095.1	1669.4	13.61
N ₂ P ₂ K ₂ -(NH ₂) ₂ CO ^{xx}	5.0	15000	5100	6630	393.7	39.4	255.0	688.1	5941.9	863.5	7.41

X-ერთდროული XX-წილადობრივი

10. აგროქიმიურ კვლევებში აზოტის სტაბილური იზოტოპის ¹⁵N გამოყენების თავისებურებანი

მცენარეთა კვების რეგულირების საკითხების შესწავლის მიზნით ჩატარებული კვლევები სტაბილური იზოტოპის ¹⁵N გამოყენებით შესაძლებლობას იძლევა ღრმად იქნეს შესწავლილი აზოტის ტრანსფორმაციის პროცესები სისტემაში “ნიადაგი-მცენარე-სასუქი-ატმოსფერო”. ¹⁵N-ის გამოყენება ასევე საშუალებას იძლევა განსაზღვრული იქნას ბალანსისა, სასუქის აზოტის გარდაქმნის სიჩქარისა მათი ნიადაგში შეტანისა, ჭეშმარიტი მაჩვენებლები. საბალანსო გაანგარიშების მიზანია აზოტის განაწილების ძირითადი სტადიების, კულტურის მიერ მისი გამოყენებისა და ნიადაგში დამაგრების კოეფიციენტის დადგენა. 25 წლის განმავლობაში სტაბილური იზოტოპის ¹⁵N აგროქიმიური ექსპერიმენტის პრაქტიკაში დანერგვის შემდეგ სასუქის აზოტის ბალანსის საკითხებს სწავლობს მრავალი მკვლევარი, როგორც ჩვენთან, ისე საზღვარგარეთ (Тюрин Н. и др.1962; Динчев Д., 1964; Allison,1955; Janson. 1963). ბალანსის ცალკეულ სტატიებზე გავლენას ახდენს ნარგაობის სახე და ასაკი, ნიადაგის

ტიპი, განოციერების დონე, სასუქის გამოყენებული ფორმები და ნორმები. სტაბილური იზოტოპის ^{15}N -ის გამოყენებით შეიძლება მივიღოთ საკმაოდ სრული ინფორმაცია შეტანილი აზოტის შესახებ (Турчин Ф.1972; Кореньков Д., 1976; Смирнов П., 1977; Андреева Е., Шеглова Г., 1974; Петербургский А., Зардалишвили О., Тетрашвили В., 1972; Цанава В., 1985; Ефимов В. и др 1985; Шабаета В. и др 1985; Кидин В., Ионова О., 1987; Гамзиков Г., 1988; ვ.ცანავა, შ. ლომინაძე, 2001).

მრავალწლიანი ლიზიმეტრული გამოკვლევების (F.E.Alison,1955) ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ ყველა ცდაში აღურიცხავი რჩება აზოტის გარკვეული ნაწილი, რომელიც იკარგება აირისებრ ფორმაში Faurie et al (1979) ნაშრომში დადგენილია, რომ აირისებრ ფორმაში აზოტის დაკარგვა ნიადაგის არეზეა დამოკიდებული. მაგალითად, pH 7,8 დროს დანაკარგები შეადგენდა 25,1%, pH 8,2-ისას 39,8%, pH 8,3-ის დროს-50,3%. ამ დამოკიდებულების ანალოგიური ტენდენცია აღინიშნა M. Thenebad (1979) შრილანკაში ჩატარებულ სავეგეტაციო ცდის პირობებში.

ამჟამად დადგენილია, რომ შეტანილი აზოტის აირისებრ დანაკარგებს აქვს საყოველთაოდ ხასიათი და საკმაოდ მნიშვნელოვან სიდიდეს შეადგენს (10-30%შეტანილი ნორმიდან) ეს პროცესი მიმდინარეობს ბიოლოგიური და ქიმიური გზით განხორციელებული ნიტრიფიკაციის და დენიტრიფიკაციის სხვადასხვა სტადიებზე (Смирнов П., Педшюс Р., 1974; Смирнов П., 1977, 1982; Назарова В., 1978; Гамзиков Г.,1981; Lind et al 1980; Smith, Chalk, 1980).

გამორეცხვის შედეგად ამონიუმის სულფატის, ამონიუმის გვარჯილისა და კარბამიდის აზოტის დანაკარგები მანდარინის პლანტაციაში უმნიშვნელოა და არ აღემატება ალუვიურ ნიადაგებზე 0,1%, წითელმიწა ნიადაგებზე-1% და ისინი ქმნიან წყლისა და წყაროების დაბინძურების საშიშროებას, ხოლო აზოტის აირისებრი დანაკარგები – პირიქით, საკმაოდ მნიშვნელოვანია. იგი წითელმიწა ნიადაგებზე 17-50%-ს შეადგენს ალუვიურ ნიადაგებზე-11,9-20,9% (Цанава Н. и др. 1979а, 1980, Цанава Н., 1980, 1981; Цанава Н., Цирекидзе М., 1986; Цанава В., 1988).

Е.В. Руделев-ის (1975), П.М.Смирнов-ის (1977), Д.А.Кареньков-ის И.А.Лавров-ის Н.В.Харченко-ს(1979), П.М.Смирнов-ის, В.В.Кидин-ის (1980), О.Г.Ониани-ის, Д.И. Кахидзе-ს (1980), Л.В.Помазкина-ს (1980), Г.П.Гамзиков-ის (1985), G. Dev et al (1979)

მონაცემებით ერთწლიანი კულტურებისათვის სასუქის აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი სავსე ცდის პირობებში 20-45%-ს შეადგენს, სავეგეტაციოში-34-65%.

მცენარის ასაკის, ნიადაგის ტიპისა და ნაყოფიერების დონის მიხედვით ჩაის ნარგაობაში ჩატარებულ მიკრო სავსე ცდების პირობებში აზოტის ნორმის 200-დან 300კგ/ჰა-მდე, გაზრდისას მისი გამოყენების კოეფიციენტი 40%-დან 26%-მდე იკლებს (Цанавა В. 1985). კოლხეთის დაბლობის ალუვიურ ნიადაგებზე გაშენებულ მანდარინის ნარგაობაში ამონიუმის სულფეტის, კარბამიდის და ამონიუმის გვარჯილის გამოყენების კოეფიციენტი შეადგენს 60,35 და 40% წითელმიწა ნიადაგებზე (ანასეული)-18-33, 15-24, 36-37%-ს ნორმიდან (Цанавა Н. Ломтадзе З. 1979; Цанавა Н., Ломтадзе З., Цирекидзе 1980 ა). დანარჩენი სასუქის აზოტი 20-50%რჩება ნიადაგში. ნიადაგის ორგანული ნივთიერებების შედგენილობაში სასუქის აზოტის მნიშვნელოვანი რაოდენობის დამაგრებასთან დაკავშირებით ისმის კითხვა იმობილიზებული აზოტის მისაწვდომობის შესახებ. მკვდარ მასასა და მეტაბოლიზმის მიკროორგანიზმების პროდუქტებში არსებული აზოტის სასუქების უშუალო რემინერალიზაციისას ან უხერხემლოთა მიერ მათი რესინთეზის შემდეგ და ამ უკანასკნელის ცხოველქმედების პროდუქტების გახრწნისას მისი ნაწილი ისევ ხდება მცენარისათვის საკვებად მისაწვდომი (Смирнов П. и др., 1974а, Аристовская თ., 1980). დამაგრებული აზოტის სხვა ნაწილი შემდგომი გარდაქმნისას ტრანსფორმირდება მყარ ნაერთებში, რომლებიც სუსტად იხრწნება. როგორც ადრინდელ (Замятина В. и др 1967;Суков А.1972), ასევე ბოლო წლებში ჩატარებული გამოკვლევები(Кореньков Д. и др 1975;Андреева Е. и др 1981;Смирнов П. 1982) მოწმობენ ბიოლოგიურ ბრუნვაში ადრე დამაგრებული აზოტის შემდგომქმედებაში სუსტი ჩართვის შესახებ. სასუქის აზოტის შემდგომქმედებაში გამოყენება ჩვეულებრივ 3-5%-ს არ აღემატება.

ჩაის ნარგაობაში ჩატარებულმა მრავალმა მიკროსავსე, ლიზიმეტრულმა და სავეგეტაციო ცდამ გვიჩვენა, რომ ექსპერიმენტის ბოლოს ნიადაგში რჩება საუქის აზოტის მნიშვნელოვანი რაოდენობა. მისი შეღწევადობა წლების მიხედვით ეცემა (Цанавა В., 1964). სასუქის აზოტის საერთო რაოდენობა ნიადაგში ძლიერ მერყეობს აზოტოვანი სასუქების ნორმებისა და ფორმების, ნარგაობის ასაკის, ნიადაგის

ნაყოფიერების დონის მიხედვით (Цанава В., Контридзе А., Морчиладзе Г., 1982; Цанава В., 1985, 1988; Цанава Н. и др., 1986; ვ.ცანავა, შ. ლომინაძე 2001).

10.1 აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა ციტრუსოვანთა

პროდუქტიულობაზე

მრავალწიანი მონაცემებით დადასტურებულია აზოტოვანი სასუქების მაღალი ეფექტიანობა ციტრუსოვანთა ბაღებში (Маршания И., 1970; Гамк- რელიძე И., 1971; Бзиава М., 1973; Глonti Ц., 1973; Цанава Н., 1980).

გამოქვეყნებული შრომების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების გავლენა მცენარეთა პროდუქტიულობასა და ნიადაგის აგროქიმიურ თვისებებზე მნიშვნელოვნად იცვლება ეკოლოგიური პირობებისაგან დამოკიდებულებებით.

კვლევის მიზანი იყო სავეგეტაციო ცდის მეთოდის გამოყენებით მაქსიმალურად კონტროლირებად პირობებში შეგვესწავლა აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა ლიმონისა და ფორთოხლის ბიოლოგიურ აქტივობაზე. ცდაში გამოყენებული აბსოლიტურად მშრალი წითელმიწა ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლები, ცდის სქემა და ისტორია, ცდაში გამოყენებული აზოტოვანი სასუქების სტაბილური იზოტოპის მაჩვენებლები მოცემულია დისერტაციის მესამე თავში.

აზოტოვანი სასუქების ფორმებზე ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენს, რომ (ცხრილი 10.1.1) ისინი არაადეკვატურ გავლენას ახდენენ მცენარეთა პროდუქტიულობაზე. ამონიუმის სულფატი, (PK+Ca)-ფონთან შედარებით 71%-ით ზრდის ფორთოხლის მცენარის საერთო მასას, ნატრიუმის გვარჯილის შეტანა- 56%-ით, ამონიუმის ქლორიდი კი-7%-ით.

მცენარის მიწისზედა მასისა და ფესვთა სისტემის შეფარდება პრაქტიკულად არ იცვლება ცდის ყველა ვარიანტზე და მერყეობს 1.36-1.43-ის ფარგლებში. სხვა სურათია მიღებული ლიმონზე დაყენებულ ცდაში. აქ ყურადღებას იქცევს არა მარტო ბიომასის მცირეოდენი მატება, არამედ არსებითი სხვაობა მიწისზედა ნაწილისა და ფესვთა სისტემის შეფარდებაში. მიწისზედა ნაწილის ბიომასის მატება, ფონთან შედარებით მერყეობს 21-39%-ის ფარგლებში. ამონიუმის სულფატი შეტანისას ფესვთა სისტემა

პრაქტიკულად არ იძლევა ნამატს (5%). დანარჩენი ორი ფორმა იწვევს ფესვთა ბიომასის შემცირებას, რაც საერთო ბიომასის მაჩვენებლებზე აისახება.

აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა ფორთოხლისა და ლიმონის ბიოპროდუქტიულობაზე უფრო რელიეფურად ჩანს, როცა ვიხილავთ მონაცემებს მატების მხვრივ. ყველაზე უფრო არსებითი მატება ფორთოხლის მცენარისათვის გამოვლენილია ამონიუმის სულფატის შეტანისას-154.7გ, ნატრიუმის გვარჯილის შეტანისას მატებამ 122,6გ შეადგინა, ხოლო ამონიუმის ქლორიდის შეტანისას-16გ. ლიმონის მცენარეზე აღინიშნა ბევრად უფრო მცირე მატება: აქ ამონიუმის სულფატის შეტანამ მოგვცა 29.8გ, ხოლო ამონიუმის ქლორიდმა-13.8გ. ყურადღებას იქცევს ის ფაქტი, რომ ფორთოხლის ბიომასის მატების 55.9-61.0% მოდის მიწისზედა ნაწილზე და 38.7-44.0% ფესვთა სისტემაზე. ლიმონის მცენარეზე მატება აღინიშნა მხოლოდ ამონიუმის სულფატის შეტანისას და მიწისზედა ნაწილზე მოდის 91%, ხოლო ფესვთა სისტემაზე მხოლოდ 9%.

ცდებში გამოყენებულმა აზოტის იზოტოპ ^{15}N გამდირებულმა სასუქმა, საშუალება მოგვცა გაგვეანგარიშებინა არა მარტო იმ აზოტის ოდენობა, რომელიც მცენარეს გამოაქვს საერთოდ, არამედ მიგველო ინფორმაცია იმის შესახებ, თუ რამდენია მცენარის მიერ შეთვისებული აზოტის რაოდენობაში სასუქის აზოტის წილი. იგი 59-61% შეადგენს, ხოლო ნიადაგის აზოტის მარაგის წილი კი 39-41%.

ლიმონის მცენარეებზე ცდაში ამონიუმის სულფატის და ამონიუმის ქლორიდის შეტანისას სასუქის აზოტის ხვედრითი წილი 54-57% შეადგენს, ხოლო ნიადაგისა-43-46%-ის. მხოლოდ ნატრიუმის გვარჯილის გამოყენების შემთხვევაში შეინიშნება ნიადაგური აზოტის მარაგის უპირატესი გამოყენება (56%), სასუქის აზოტის წილი კი 44% შეადგენს.

როგორც ცნობილია, მინერალური სასუქების აზოტის ინტენსიური ჩართვა ნიადაგში მიმდინარე პროცესებში (ფიზიკურ-ქიმიური, ქიმიური და ბიოლოგიური) არსებით გავლენას ახდენს აზოტის გამოყენების ინტენსიობაზე (Турчин Ф., 1964; Динчев Д., 1964; Смирнов П., 1971; Кореньков Д., Лавров И., 1970, 1985; Цанавა В., 1985; Кореньков Д. и др., 1975; Weir, 1978).

აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა ციტრუსოვანთა
 ბიოპროდუქტიულობასა
 და აზოტის შეთვისებაზე

აზოტოვანი სასუქების ფორმები PKCa ფონზე	მცენარული მასა, გ.			ნამატი აზოტისაგან			აზოტის გამოტანა მცენარის მიერ, მგ/ჰურჰელზე			შეფარდება მიწისზე და ნაწილი ფესვთა სისტემა
	მიწისზედა ნაწილი	ფესვთა სისტემა	საერთო მასა	მიწისზედა ნაწილი	ფესვთა სისტემა	საერთო მასა	საერთო აზოტი	სასუქის აზოტი	ნიადაგის აზოტი	
ცდა ფორთოხაზე										
PKCa-ფონი	1 2 7. 3 0	8 9. 6 5	21 6. 95	-	-	-	16 54 .9 3	-	-	1.42
(¹⁵ NH ₂) ₂ SO ₄	2 1 6. 9 5	1 5 4, 7 0	37 1. 65	8 9. 7 0	6 5. 0 5	1 5 4 .7 5	52 74 .5 4 10 0 %	31 01 .9 3 59 %	21 72. 62 41 %	1.40
¹⁵ NH ₄ Cl	1 3 7. 2 9	9 5. 9 5	23 3. 24	9. 9 9	6. 3 0	1 6 .2 9	35 96 .7 5 10 0 %	21 97 .8 3 61 %	13 98. 92 39 %	1.43
Na ¹⁵ NO ₃	1 9 5. 8 2	1 4 3. 7 0	33 9. 52	6 8. 5 2	5 4. 0 5	1 2 2 .5 7	33 97 .7 0 10 0 %	20 63 .2 3 60 %	13 34. 47 40 %	1.36
ცდა ლიმონზე										
PKCa - ფონი	9 8. 9 1	5 5. 2 0	12 4. 11	-	-	-	10 99 .4 4	-	-	1.2 5
(¹⁵ NH ₂) ₂ SO ₄	9 5. 9 8	5 7. 9 5	15 3. 93	2 7. 0 7	2. 7 5	2 9 .8	23 23 .7 4	1 2 6 2.	106 1.6 3 46	1.6 5

						2	10 0 %	1 1 5 4 %	%	
$^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$	9 0. 0 5	4 7. 8 5	13 7. 90	2 1. 1 4	- 7. 3 5	1 3 . 7 9	18 15 .9 3 10 0 %	1 0 4 1. 7 1 5 7 %	774 .22 43 %	1.8 8
$\text{Na}^{15}\text{NO}_3$	8 3. 6 6	3 4. 8 0	11 8. 46	1 4. 7 5	- 2 0. 4 0	- 5 . 6 5	15 87 .0 2 10 0 %	6 9 4. 3 4 4 4 %	892 .68 56 %	2.4 0

10.2. აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა

ციტრუსოვანთა პროდუქტიულობაზე

პრაქტიკულ აგროქიმიამში ერთ-ერთ მნიშვნელოვანი ფაქტორს აზოტოვანი სასუქების შესატანი ნორმების ოპტიმიზაცია წარმოადგენს. ამ ფაქტორს გადამ-წყვეტი მნიშვნელობა აქვს აგროცენოზების მაქსიმალური პროდუქტიულობის, პროდუქციის ხარისხობრივი მაჩვენებლებისა და ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუმჯობესების საქმეში, ამიტომ შემთხვევითი არ არის ის ფაქტი, რომ მკვლევ-არები განსაკუთრებულ ყურადღებას აქცევენ ცალკეულ ნიადაგობრივ-კლიმა-ტურ პირობებში აზოტოვანი სასუქების ოპტიმალური ნორმების დადგენას.

მკვლევარების მიერ მოპოვებული ექსპერიმენტალური მონაცემების უმრავლესობა (Гамკრელიძე И., 1971; Маршаниа И., 1970; Бзиава М., 1973 და სხვა) მოწმობს, რომ ციტრუსოვანთა სახეობები სხვადასხვაგვარად რეაგირებენ შეტანილ აზოტოვან სასუქებზე, მაგრამ ციტრუსოვანთა მოქმედ აგროწესებში (1979) აზოტოვანი სასუქების ნორმები ციტრუსოვანთა ყველა სახეობისათვის ერთნაირია. შესწორება ეძლევა მხოლოდ ნიადაგების სახესხვაობის, ნაყოფიერების დონისა და ნარგაობათა ასაკის კატეგორიების გათვალისწინებით.

ჩვენს მიერ ჩატარებული იქნა სავეგეტაციო ცდების სერია, სადაც კონტროლირებად გარემოში, სტაბილური იზოტოპების გამოყენებით უნდა შეგვესწავლა საკითხები, რომელთა შინაარსი მოცემულია დისერტაციის მესამე თავში. ამავე თავშია მოცემული ცდებში გამოყენებული ნიადაგების აგროქიმიური მაჩვენებლები, აზოტოვანი სასუქების ^{15}N -ით გამდიდრების ხარისხი, ცდებში გამოყენებული ჭურჭლების მოცულობა, ცდების სქემები და ისტორია, ყველა მეთოდი, რომელიც გამოყენებული იყო აზოტის საერთო და იზოტოპური ანალიზით განსაზღვრისათვის.

აზოტოვანი სასუქების (კარბამიდის და ამონიუმის გვარჯილის) ნორმების გავლენის შედეგები ციტრუსოვანთა პროდუქტიულობაზე მოყვანილია 10.2.1 და 10.2.2. ცხრილებში.

როგორც 10.2.1. ცხრილიდან ჩანს, ფორთოხლის ცდაში (ჯიში ვაშინგტონ-ნაველი) მიწისზედა მასის ნამატმა კარბამიდის ერთმაგი ნორმით შეტანისას ფონთან შედარებით 5% შეადგინა და ნორმის ორჯერ და სამჯერ გაზრდას ცვლილება არ გამოუწვევია.

სასუქების შეტანის ეფექტიანობა უფრო თვალსაჩინოა ფესვთა სისტემის განვითარების მაგალითზე. ამ შემთხვევაში მატებამ 18-11% შეადგინა, ამასთან მაქსიმალური მატება აღინიშნება ორმაგი ნორმის შეტანისას.

სხვა სურათი იქნა მიღებული ამონიუმის გვარჯილის ნორმების გამიცდისას. აქ მაქსიმალური მატება (41%) მიღებულია ერთმაგი ნორმის გამოყენებით. ნორმის შემდგომი გადიდება იძლევა მხოლოდ 10% ნამატს. სამმაგი ნორმის გამოყენებამ კი უარყოფითი გავლენა მოახდინა მცენარეთა ზრდაზე. ფესვთა სისტემის შემთხვევაში, მაქსიმალური მატება მიღებულია აზოტის ორმაგი ნორმის შეტანისას (28%). ერთმაგი ნორმით კი 11%, ხოლო სამმაგი ნორმის გამოყენებამ უარყოფითი გავლენა მოახდინა ფესვთა სისტემის განვითარებაზე. საერთო მცენარეული მასის მაქსიმალური მატება (24%) მიღწეულია ერთმაგი ნორმის გამოყენებით. ორმაგმა ნორმამ 20% მატება მოგვცა. საერთო მცენარეული მასა სამმაგი ნორმის გამოყენებით შეადგენს ფონთან შედარებით 70%-ს ე.ი. 30%-ით ნაკლებს.

ლიმონის ცდაში (ცხრილი 10.2.2.) მცენარეთა მიწისზედა მასის მაქსიმალური მატება მიღწეულია კარბამიდის ორმაგი ნორმის გამოყენებით (38%), ერთმაგი და სამმაგი ნორმების გამოყენებით შესაბამისად მიღწეულია 17% და 19% მატება ფონთან შედარებით.

ფესვთა სისტემის მაქსიმალური მატება ასევე კარბამიდის ორმაგი ნორმის შეტანისას (28%) აღინიშნება. ერთმაგი ნორმა იძლევა 12% მატებას, სამმაგი კი ზღუდავს ფესვთა სისტემის განვითარებას და შეადგენს 77%-ს ფონთან შედარებით, როგორც მოსალოდნელი იყო, საერთო მცენარეული მასის მატება კარბამიდის ორმაგი ნორმით შეტანისას 33%-ია, სამმაგი ნორმით შეტანისას 97% ფონის (PK) ვარიანტთან შედარებით. სხვა სურათია ამონიუმის გვარჯილის

გამოყენების შემთხვევაში. მიწისზედა მასის მატება ერთმაგი და ორმაგი ნორმის გამოყენებისას პრაქტიკულად ერთნაირია- შესაბამისად 29% და 32%. ფესვთა სისტემის მაქსიმალური მატება აღინიშნება ერთმაგი ნორმის გამოყენებისას (14,5%). ორმაგი ნორმა ნაკლებ ეფექტს იძლევა – 7,5%. სამმაგი ნორმის შეტანა უზრუნველყოფს მიწისზედა ნაწილის 9,8% მატებას, მაგრამ მნიშვნელოვნად ზღუდავს ფესვთა სისტემის ზრდას-69,8% ფონთან შედარებით. საერთო მცენარეული მასის მატება ერთმაგი და ორმაგი ნორმებით შეტანისას შესაბამისად შეადგენს 21,5% და 19,4%-ს. ფესვთა სისტემის ზრდის არსებითი შეზღუდვის ხარჯზე საერთო მცენარეული მასა ფონთან შედარებით 89,1% შეადგენს.

მიწისზედა მასისა და ფესვთა სისტემის დიფერენციული განხილვა გვიჩვენებს, რომ PK ფონზე კარბამიდის ერთმაგი ნორმის შეტანისას ფორთოხლის ფოთლების წილობრივი მასა შეადგინა 57%. მთლიანი მიწისზედა მასისაგან (დანართი 29), ორმაგი და სამმაგი ნორმების შეტანისას ფოთლის წილობრივი მასა იზრდება 63-66%-მდე. ამონიუმის გვარჯილის ერთმაგი და ორმაგი ნორმების შეტანა ფოთლის წილობრივ მასას ზრდის 61%-მდე, სამმაგი ნორმა კი 59%-მდე აქვეითებს.

ლიმონის ცდაში შეიმჩნევა მნიშვნელოვანი შემცირება ფოთლის წილობრივი მასისა (დანართი 30) და ის იცვლება 27-41%-ს ფარგლებში. აზოტის შესატანი ნორმების გადიდებისას აღინიშნება ფოთლის ხვედრითი მასის ზრდის ტენდენცია. ამ ცდაში

ყურადღებას იპყრობს 3-4 წლიანი ტოტების ხვედრითი მასის ზრდას, რომელმაც 31,4-41,7% შეადგინა.

ფესვთა სისტემის დიფერენცირება მოვახდინეთ Б.А. Колесников –ის (1962) მეთოდით. იგი დავყავით დიამეტრის მიხედვით ჩონჩხის, გამტარ და შემწვოვ ფესვებად. როგორც ფორთოხლის, ისე ლიმონის ცდებში აღმოჩნდა, რომ ორივე შემთხვევაში ფესვების ძირითად მასას შეადგენდა ჩონჩხის და შემწვოვი ფესვები (70-87%). ფესვებისა და ფოთლების სასიმძლავრეო აპარატის მასების ურთიეთშეფარდება წარმოდგენას იძლევა მცენარეთა ფესვებით უზრუნველყო- ფაზე (М. Калинин, 1991), როგორც 10.2.3. ცხრილიდან ჩანს შეფარდება“ფესვთა სისტემა-ფოთლები” იცვლება ფორთოხლისათვის 2,06-2,46 ფარგლებში, ხოლო

ლიმონისათვის უფრო ფართო საზღვრებში-1,94-3,06.

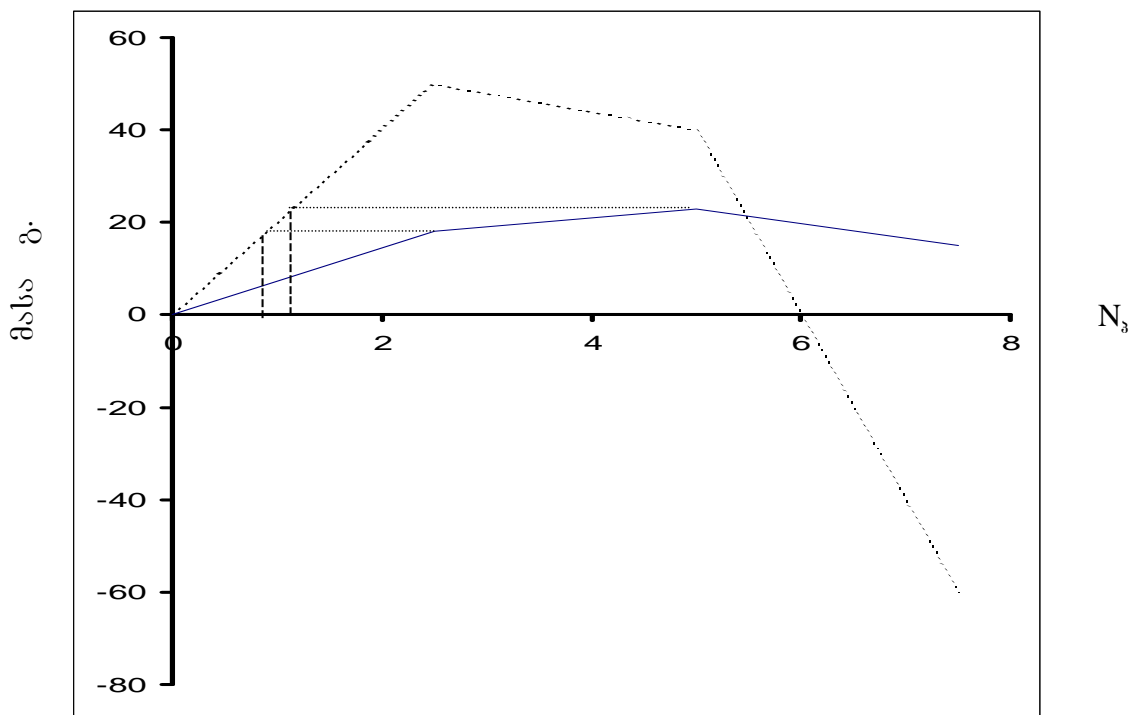
მცენარეული მასის მატებაზე ამონიუმის გვარჯილსა და კარბამიდის ნორმების გავლენის ამსახველი მონაცემები საშუალებას იძლევა გავიანგარიშოთ პროცენტებში ერთი სასუქის ექვივალენტი მეორის ერთეულებში (Дж. Кук 1970). 10.2.1. ნახაზი გვიჩვენებს, რომ ფორთოხლის ცდაში, კარბამიდის სახით შეტანილი 2,5გ აზოტი, უზრუნველყოფს მცენარეული მასის ისეთივე მატებას (დაახლოებით 14გ), როგორც ამონიუმის გვარჯილის 0,95გ აზოტი, კარბამიდის მაღალი ნორმის შეტანისას (5,0გ აზოტი) მატებამ შეადგინა 22გ. ანალოგიურ მატებას უზრუნველყოფს ამონიუმის გვარჯილა 1,2გ აზოტის შეტანა.

ლიმონის ცდაში (ნახ. 10.2.2.) დაბალი ნორმებით შეტანილი (2,5გ), კარბამიდი უზრუნველყოფს მცენარეული მასის მატებას 21,6გ. ასეთივე მატებას უზრუნველყოფს 1,65გ აზოტი, შეტანილი ამონიუმის გვარჯილის სახით. მაღალი ნორმებით შეტანისას კი 5,0გ აზოტი უზრუნველყოფს მცენარეული მასის მატებას 28,6გ. ასეთივე მატებას იძლევა კარბამიდის 3,0გ აზოტის ნორმით შეტანა.

ცდებში გამოყენებული სასუქები, რომლებიც გამდიდრებული იყო აზოტის ¹⁵ N სტაბილური იზოტოპებით, საშუალებას იძლევა დავაკვირდეთ არამარტო აზოტის საერთო გამოტანას მცენარეების მიერ, არამედ უნდა დავადგინოთ შეტანილი აზოტოვანი სასუქების წილიც მცენარეული მასის შექმნაში. როგორც ცხრილი 10.2.1. და 10.2.3. ნახაზიდან ჩანს ფორთოხლის ცდაში კარბამიდის ერთმაგი ნორმით შეტანისას,

მცენარის მიერ ნიადაგური აზოტის გამოტანა შეადგენს 44,5%. ნორმის გადიდებით აზოტის წილობრივი მასა იზრდება და იგი მერყეობს 73-74%-ის ფარგლებში. ანალოგიური კანონზომიერებაა შენარჩუნებული ამონიუმის გვარჯილის გამოყენების შემთხვევაში.

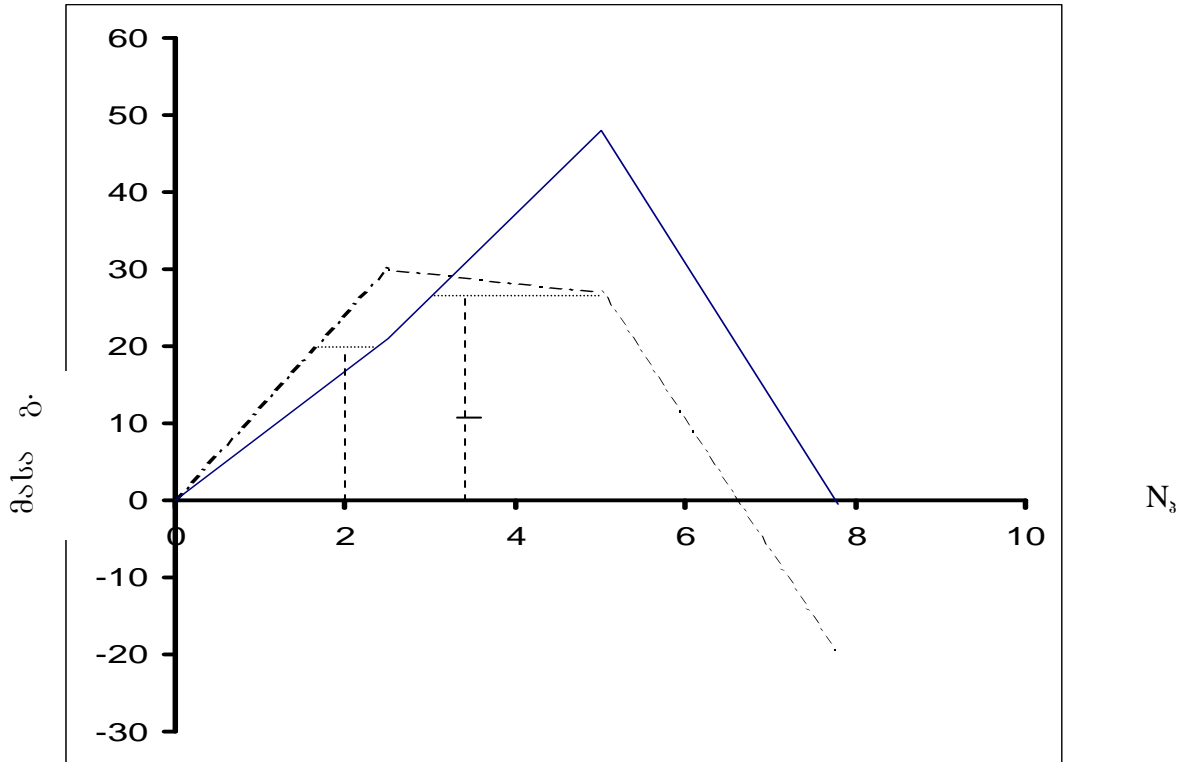
ლიმონის ცდაში შენარჩუნებულია სასუქის აზოტის ხვედრითი წილის ზრდის ტენდენცია და ნიადაგის აზოტის წილის შემცირება საერთო გამოტანის რაოდენობაში ნახაზ 10.2.4.-დან და ცხრილ 10.2.2-დან ჩანს, რომ ფორთოხლისა გან განსხვავებით ლიმონის ცდაში აზოტოვანი სასუქების ნორმების გადიდებას კვალდაკვალ მიყვება სასუქის აზოტის წილის გადიდების კანონზომიერება მცენარის მიერ გამოტანილი საერთო აზოტის რაოდენობაში.



————— (¹⁵NH₂)₂CO

----- ¹⁵NH₄¹⁵NO₃

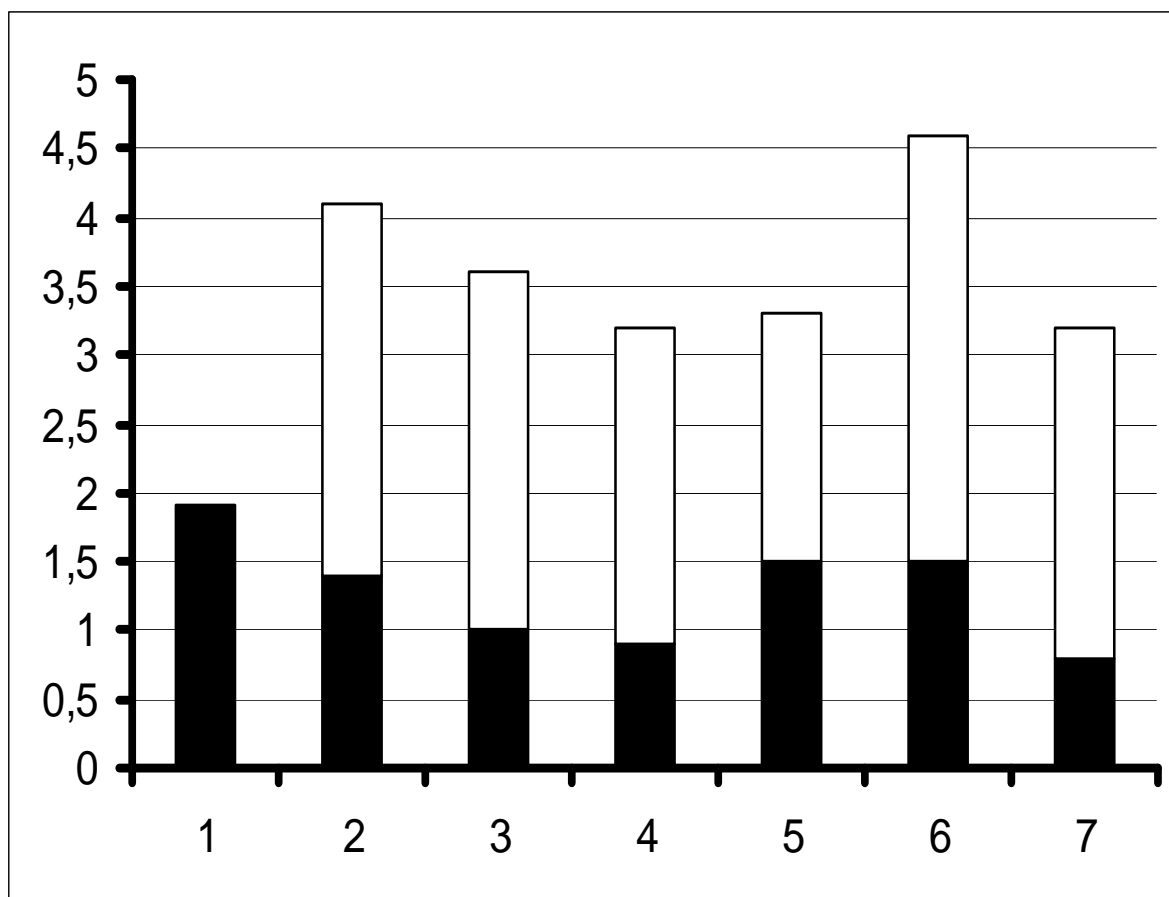
ნახ. 10.2.1. აზოტოვანი სასუქების გავლენა ფორთოხლის ბიომასაზე





————— $(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$

..... $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$

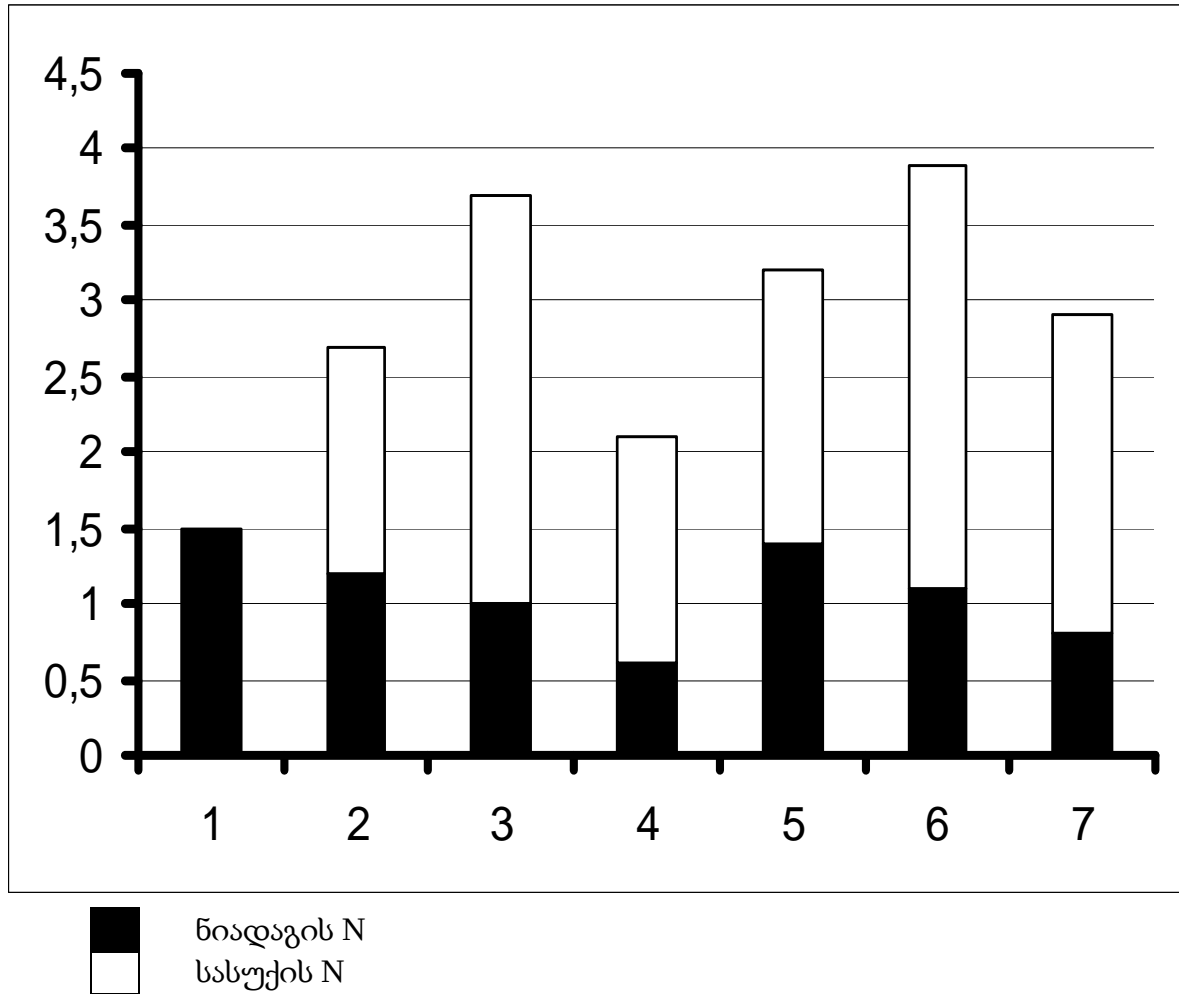
ნახ. 10.2.2. აზოტოვანი სასუქების გავლენა ლიმონის ბიომასაზე



 ნიადაგის N
 სასუქის N

1. PK 2. PK+(¹⁵NH₂)₂CO-2.5g 3. PK+(¹⁵NH₂)₂CO-5.0g
 4. PK+(¹⁵NH₂)₂CO-5.0g 5. PK+¹⁵NH₄¹⁵NO₃-2.5g 6. PK+¹⁵NH₄¹⁵NO₃-2.5g
 6. PK+¹⁵NH₄¹⁵NO₃-7.5g

ნახ. 10.2.3. აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა ფოროხლის მცენარეული მასით აზოტის გამოტანაზე,



1. PK 2. PK+(¹⁵NH₂)₂CO-2.5g 3. PK+(¹⁵NH₂)₂CO-5.0g
 4. PK+(¹⁵NH₂)₂CO-5.0g 5. PK+¹⁵NH₄¹⁵NO₃-2.5g 6. PK+¹⁵NH₄¹⁵NO₃-2.5g
 6. PK+¹⁵NH₄¹⁵NO₃-7.5g

ნახ. 10.2.4. აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა ლიმონის მცენარეული მასით აზოტის გამოტანაზე.

ცხრილი 10.2.1

აზოტოვანი სასუქების გავლენა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის პროდუქტიულობაზე და მცენარის მიერ აზოტის გამოტანაზე

აზოტოვანი სასუქების ნორმები და ფორმები PK ფონზე (გ/ჰურქე ლზე)	მცენარეული მასა, გ.			ნამატი აზოტისაგან, გ.			აზოტის გამოტანა მცენარის მიერ მგ/ჰურქელზე		
	მიწისზედა ნაწილი	ფესვთა სისტემა	საერთო მასა	მიწისზედა ნაწილი	ფესვთა სისტემა	საერთო მასა	საერთო აზოტი	სასუქის აზოტი	ნიადაგის აზოტი
PK- ფონი	88.3 ±1.6	114. 4±2. 9	202.7 ±4.5	-	-	-	19 41 .9	-	19 41. 9
(¹⁵ NH ₂) ₂ C O N _{2.5}	92.5 ±4.5	127. 9±1. 9	220.4 ±6.9	4. 2	13. 5	17. 61	30 97 .1 10 0 %	17 17. 7 55. 5 %	13 79. 4 44. 5 %
(¹⁵ NH ₂) ₂ C O N _{5.0}	93.1 ±1.6	132. 3±4. 1	225.4 ±5.6	4. 8	17. 9	22. 6	36 75 .4 10 0 %	27 26. 6 74. 2 %	94 8.8 25. 8 %
(¹⁵ NH ₂) ₂ C O N _{7.5}	93.5 ±2.9	126. 3±4. 0	219.8 ±1.0	5. 2	11. 9	17. 1	33 48 .3 10 0 %	24 56. 5 73. 4 %	89 1.8 26. 6 %
PK- ფონი	88.3 ±1.6	114. 4±2. 9	202.7 ±4.5	-	-	-	19 41 .9	-	19 41. 9
¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃ N _{2.5}	124. 7±5. 3	127. 4±2. 4	252.1 ±3.0	3 6. 4	13. 0	49. 3	33 78 .8 10 0 %	18 24. 8 54. 0 %	15 54. 0 46. 0 %
¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃ N _{5.0}	97.3 ±0.2 1	147. 1±2. 7	244.4 ±2.5	9. 0	32. 7	41. 8	46 51 .4 10 0 %	30 86. 7 66. 4 %	15 64. 7 33. 6 %
¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃ N _{7.5}	61.3 ±0.9	80.7 ±4.3	142.1 ±5.2	- 2 7. 0	- 33. 7	- 60. 7	31 60 .6 10 0 %	22 82. 1 72. 2 %	87 8.5 27. 8 %

აზოტოვანი სასუქების გავლენა ლიმონ მიერის პროდუქტიულობაზე
და მცენარის მიერ აზოტის გამოტანაზე

აზოტოვანი სასუქების ნორმები და ფორმები PK ფონზე (გ/ჰურჰელზე)	მცენარეული მასა, გ.			ნამატი აზოტისაგან, გ.			აზოტის გამოტანა მცენარის მიერ მგ/ჰურჰელზე		
	მიწისზედა ნაწილი	ფასვთა სისტემა	საერთო მასა	მიწისზედა ნაწილი	ფასვთა სისტემა	საერთო მასა	საერთო აზოტი	სასუქის აზოტი	ნიადაგის აზოტი
PK-ფონი	71.3 ±1.8	76.4± 0.33	147.7 ±2.5	-	-	-	14 98 .3	-	14 98. 3
(¹⁵ NH ₂) ₂ C O N _{2.5}	83.4± 3.0	85.9± 2.4	169.3 ±5.4	12. 1	9.5	2 1 . 6	28 08 .9 10 0 %	15 94. 0 56. 7 %	12 14. 9 43. 3 %
(¹⁵ NH ₂) ₂ C O N _{5.0}	98.8± 3.6	98.1± 0.63	196.9 ±3.0	27. 5	21. 8	4 9 . 3	36 65 .1 10 0 %	27 05. 4 73. 8 %	95 6.7 26. 2 %
(¹⁵ NH ₂) ₂ C O N _{7.5}	84.9± 0.1	59.0± 3.0	143.9 ±2.9	13. 6	- 17. 3	- 3 . 7	26 21 .3 10 0 %	20 05. 0 76. 5 %	61 6.3 23. 5 %
PK-ფონი	71.3± 1.8	76.4± 0.33	147.7 ±2.5	-	-	-	14 98 .3	-	14 98. 3
¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃ N _{2.5}	91.9± 2.3	87.5± 0.3	179.4 ±2.0	20. 6	11. 1	3 1 . 7	32 60 .3 10 0 %	18 15. 2 55. 7 %	14 45. 1 44. 3 %
¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃ N _{5.0}	94.2± 2.7	82.1± 2.7	176.3 ±0.5	22. 9	5.7	2 8 . 6	38 47 .3 10 0 %	26 74. 9 69. 5 %	11 72. 4 30. 5 %

$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ N _{7.5}	78.3± 0.3	53.3± 0.35	131.6 ±1.4	7.0	- 23. 0	- 1 6 0	29 40 8 10 0 0 %	20 58. 7 70. 0 0 %	88 2.1 30. 0 %
--	--------------	---------------	---------------	-----	---------------	------------------	------------------------------------	--------------------------------------	----------------------------

ცხრილი 10.2.3

აზოტოვანი სასუქების ნორმებისა და ფორმების გავლენა
დამოკიდებულებაზე “ფესვთა სისტემა-ფოთოლი”

აზოტოვანი სასუქების ფორმები და ნორმები PK ფონზე	ფესვთა სისტემა, გ/ჭურჭელზე	ფოთოლი, გ/ჭურჭელზე	თანაფარდობა
ცდა ფორთხალზე			
PK- ფონი	114.4±2.9	50.7±1.03	2.26
($^{15}\text{NH}_2$) ₂ CO N ₁	127.9 ±1.9	53.1±2.76	2.41
($^{15}\text{NH}_2$) ₂ CO N ₂	132.2±4.1	58.7±1.22	2.25
($^{15}\text{NH}_2$) ₂ CO N ₃	126.4±4.0	61.4±2.60	2.06
PK- ფონი	114.4±2.9	50.7±1.03	2.26
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ N ₁	127.4±2.4	75.8±0.46	2.34
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ N ₂	147.1±2.7	59.8±0.46	2.46
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ N ₃	85.7±4.3	36.0±0.84	2.38
ცდა ლიმონზე			
PK- ფონი	76.4±0.33	26.9±0.91	2.84
($^{15}\text{NH}_2$) ₂ CO N ₁	85.9±2.45	28.1±0.91	3.06
($^{15}\text{NH}_2$) ₂ CO N ₂	98.1±0.63	40.3±0.62	2.43
($^{15}\text{NH}_2$) ₂ CO N ₃	59.0±3.0	22.9±0.93	2.58
PK- ფონი	76.4±0.33	26.9±0.91	2.84

$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3\text{N}_1$	87.4±0.3	37.1±0.95	2.35
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3\text{N}_2$	82.1±2.7	40.0±0.10	2.05
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3\text{N}_3$	53.3±0.35	27.5±0.36	1.94

10.3. აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების გავლენა

ციტრუსოვანთა მიწისზედა მასისა და ფესვთა

სისტემის განვითარებაზე

დისერტაციის 10.1 და 10.2 თავებში ჩვენს მიერ შესწავლილია, რომ ციტრუსოვნები, მათი სახეობრივი თავისებურებებისაგან დამოკიდებულებით, სავეგეტაციო სეზონის პირობებში არაადექვატურად რეაგირებენ აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ფორმებზე. შეინიშნება არსებითი რყევადობა შეტანილი აზოტოვანი სასუქების გამოყენებაშიც. დადგენილია აგრეთვე სხვაობა ციტრუსოვანთა სხვადასხვა სახეობის მოთხოვნილებაზე აზოტოვან სასუქების ფორმებისა და ნორმების მიმართ. ამ შემთხვევაში ყურადღებას იქცევს არამართო საერთო ბიომასისა და ფესვთა სისტემის რყევადობა ფართო საზღვრებში, არამედ ფოთლებისა და შემწოვი ფესვების მასაც. აღნიშნული სხვაობის (ვ.ცანავა, შ. ლომინაძე, 2001) არსებობამ დღის წესრიგში დააყენა აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების გავლენის შესწავლა ციტრუსოვანთა ზრდისა და განვითარების პროცესებზე, მიწისზედა მასისა და ფესვთა სისტემის განვითარებაზე.

როგორც აღნიშნული იყო ვ.ცანავასა და შ. ლომინაძის (2000; 2001) მიერ მიწისზედა მასა დიფერენცირებულია: ფოთლები, 1-2 და 3-4 წლიანი ტოტები, ხოლო ფესვთა სისტემა-ლერძულა, გამტარ და შემწოვ ფესვებზე (Колесников В., 1974).

ცნობილია, რომ ზრდის პროცესში ხეხილოვანი მცენარეები გადიან განსაზღვრულ ასაკობრივ პერიოდებს (Шитт П., 1968; Метлицкий З., 1978).

პ.შიტის (1968) მიერ გამოვლენილია ხეხილოვან მცენარეთა ასაკობრივი ცვლილებები. ესაა ჩონჩხისა და შემონაზარდი ნაწილების ციკლური ცვლა მცენარეთა ვარჯში, მცენარეთა ზრდისა და მსხმოიარობის განსაზღვრული ეტაპების თანმიმდევრული ცვლა, რაც წარმოადგენს ვეგეტატიური და ნაყოფების ნაწილების თავისებურ “წრებრუნვას” ვარჯის მოცულობაში. მან დაადგინა, რომ მცენარისა და მისი

ცალკეული ნაწილების გარეგანი ფორმა ყალიბდება აღნიშნული მცენარის მემკვიდრეობითი თვისებებისა და მისი ზრდის პირობებისგან დამოკიდებულებით. კ.შიტი ინდივიდუალური განვითარების პროცესის გარემო პირობებს აკუთვნებს ცვალებად ფაქტორებს. ცდებში გამოყენებული იყო ორწლიანი ნერგები, რის გამოც ცდის მიმდინარეობისას მცენარეები(ლიმონი, ფორთოხალი) ვეგეტატიური ზრდის სტადიაში იმყოფებოდნენ. ამ პერიოდისათვის დამახასიათებელია მიწისზედა ნაწილების- მთავარი ღეროს, ჩონჩხის ტოტებისა და მათზე შემოზრდილი ტოტების ინტენსიური ზრდა. ძლიერად ვითარდება აგრეთვე ჩონჩხის ფესვები შემწოვი ფესვებით. სწორედ ფესვების ზრდის ამ ინტენსიური პროცესში იქნა შესწავლილი აზოტო- ვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების გავლენა სხვადასხვა ციტრუსოვნების განვითარებაზე. როგორც 10.2.1. ცხრილიდან ჩანს, ცდაში ფორთოხლის მცენარეზე, მიწისზედა მასის მაქსიმალურმა მატებამ ამონიუმის სულფატის ზემოქმედებით 71% შეადგინა, ნატრიუმის გვარჯილისა-53%, ხოლო ამონიუმის ქლორიდის მოქმედებით 7%,. აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა მიწისზედა მასის ცალკეულ შემადგენელ ნაწილებზე. თუ ფონის ვარიანტზე ფოთლები, 1-2 და 3-4 წლიანი ტოტები თანაბრადაა წარმოდგენილი საერთო მასაში (31-35%-ის ფარგლებში), ამონიუმის სულფატის მოქმედებით მატება უზრუნველყოფილია პირველ რიგში ფოთლების ხარჯზე. ამონიუმის ქლორიდის გამოყენებით პირველ რიგში აღნიშნა 1-2 წლიანი ტოტების მასის გაზრდა. ნატრიუმის გვარჯილის გამოყენებით უზრუნველყოფილია მიწისზედა ნაწილის საერთო მასის 53%-ით მატება ფონთან შედარებით და 61;74%-ით ფოთლების მასის გადიდება და 1-2 წლიანი ტოტების მატებაც შესაბამისად.

ფესვთა სისტემის მასის გაზრდა მიმდინარეობს ღერძულა და შემწოვი ფესვების მასის ზრდის ხარჯზე. გამტარ ფესვებზე მოდის 17-22% ფესვთა სისტემის საერთო მასიდან.

აზოტოვანი სასუქები და მათი ფორმები სხვადასხვა გავლენას ახდენენ ლიმონის მცენარის ბიოლოგიურ პროდუქტიულობაზეც. (ცხრილი 10.3.1.) მაქსიმალური მატება აღინიშნა ამონიუმის სულფატის შეტანისას (39% ფონისაგან). მცენარეთა მიწისზედა ორგანოების ცალკეული ნაწილების ზრდის მონაცემების შედარებამ გვიჩვენა, რომ

ფოთლების მასა 77,8%-ით, 1-2 წლიანი ტოტების 31,5%-ით, ხოლო 3-4 წლიანი ტოტების მასა 26%-ით.

ამონიუმის მოქმედებას სხვა სტრუქტურა აქვს. ძირითადი მატება (45%) მოდის 3-4 წლიან ტოტებზე; 1-2 წლიან ტოტებზე-24%, ხოლო ფოთლების მატება 17% შეადგენს. უფრო თავისებური სურათია ნატრიუმის გვარჯილის მოქმედებით, სადაც მთლიანი მიწისზედა მასის მატება 21,7% შეადგენს, რაც ძირითადად ფოთლების მასის ზრდის ხარჯზე ხდება (130,7%).

ლიმონის მცენარის ფესვთა სისტემის მნიშვნელოვანი მატება აღინიშნა ამონიუმის სულფატის შეტანისას, სადაც გამტარი და შემწოვი ფესვების მასის მატებამ შესაბამისად 50 და 37% შეადგინა. ამონიუმის ქლორიდის გამოყენებით შემწოვი ფესვების მასის მატება 28%-ია ფონთან შედარებით. ლიმონის ფესვთა სისტემის მონაცემების განხილვისას შეიმჩნევა ღერძულა ფესვების უპირატესი განვითარება, რომელთა წილი საერთო მასაში 49-65% შეადგენს.

როგორც აღნიშნულია 10.1 და 10.2 თავებში, ცდებში გამოიყენებოდა აზოტის ¹⁵N სტაბილური იზოტოპით ნიშანდებული სასუქები, რაც საშუალებას გვაძლევს გამოვთვალოთ სასუქის აზოტის მონაწილეობა მცენარეთა მიწისზედა მასისა და ფესვთა სისტემის ცალკეული ნაწილების ფორმირებაში. 10.2.2 ცხრილის მონაცემები გვიჩვენებს, რომ ფორთოხლის ფოთლებში სასუქის აზოტის წილი საერთო აზოტის 63-71% შეადგენს, 1-2 წლიან ტოტებში 55-58%, ხოლო 3-4 წლიან ტოტებში 55-57%. შემწოვ ფესვებში სასუქის აზოტის წილი 55-63% შეადგენს, გამტარ ფესვებში-59-62%, ღერძულა ფესვებში ჭარბობს ნიადაგის აზოტი და სასუქის აზოტზე მოდის 45-55%.

ლიმონის ფოთლებში სასუქის აზოტის წილი ამონიუმის სულფატის და ამონიუმის ქლორიდის გამოყენებისას 60-69% ფარგლებში მერყეობს. ნატრიუმის გვარჯილის გამოყენებით მიღებულია უფრო დაბალი მაჩვენებლები 47%, რაც ადასტურებს ნიადაგის აზოტის სიჭარბეს. ფოთლების ფორმირებაში ანალოგიური კანონზომიერებაა 1-2 წლიანი ტოტების შემთხვევაშიც, ხოლო 3-4 წლიანი ტოტების ფორმირებაში უფრო არსებითია ნიადაგის აზოტის მონაწილეობა. სასუქის აზოტის წილი 38-44% ფარგლებში მერყეობს.

აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა შეიმჩნევა, როგორც საერთო ბიომასაზე, ისე ცალკეული ნაწილების-მიწისზედა ნაწილის და ფესვთა სისტემის განვითარებაში. (ცხრილი 10.3.3)

ფორთოხლის მიწისზედა ნაწილის ძირითად მასას წარმოადგენს ფოთლები. მათი წილი საერთო მასაში 57-66% ფარგლებშია. სასუქების ნორმების გადიდებით იზრდება ფოთლების როგორც აბსოლუტური, ისე შეფარდებითი მასა. ფოთლებისაგან განსხვავებით ერთ-ორ წლიანი ტოტების მასა იზრდება განსაზღვრულ სიდიდემდე. მაქსიმალური ნორმების შეტანა ამცირებს ტოტების მასას. სასუქების გავლენა დადებითად არ გამოიხატება აგრეთვე 3-4 წლიანი ტოტების მასის ზრდაზე.

ამონიუმის გვარჯილის გამოყენების შემთხვევაში შენარჩუნებულია ფოთლების სიჭარბე ფორთოხლის საერთო მიწისზედა მასაში. საჭიროა აღინიშნოს, რომ დადებითი მოქმედება აღინიშნება პირველი ორი ნორმის გამოყენებით ($N_{2.5}$ და $N_{5.0}$ გ/ჰურჰელზე), ნორმის შემდგომი გადიდება ფოთლების მასის შემცირებას იწვევს. მათების გაანგარიშება (ნახაზი 10.3.1) გვიჩვენებს, რომ კარბამიდის მაქსიმალური ნორმა ამცირებს 1-2 წლიანი ტოტების მასას და პრაქტიკულად დადებით გავლენას არ ახდენს 3-4 წლიანი ტოტების მასაზე,

აზოტოვანი სასუქების ნორმების მნიშვნელოვანი გავლენა აღინიშნება გამტარი და შემწოვი ფესვების მასაზე. სასუქმა დადებითი გავლენა არ მოახდინა ღერძულა ფესვებზე. ყურადღებას იმსახურებს აზოტოვანი სასუქების მოქმედება გამტარი ფესვების წილის ზრდაზე ფორთოხლის მცენარის ფესვთა საერთო მასაში.

იმის გამო, რომ ლიმონ მეიერის ჯიშის მცენარე ძალიან ადრე (ხშირად მეორე წლიდან) იწყებს მსხმოიარობას, ლიმონის ცდაში მიღებულია საინტერესო მონაცემები სასუქების ნორმების გავლენისა ბიოლოგიურ პროდუქტიულობაზე (მიწისზედა მასა და ფესვთა სისტემა) და მსხმოიარობის ტენდენციის გამოვლენაზე. კარბამიდის ნორმები 123-211%-ით ზრდის მსხმოიარობას. ამავე დროს ნორმის გადიდებით აღნიშნა მსხმოიარობის ტემპის გაზრდა (ცხრ.10.3.4.).

ამონიუმის გვარჯილა არ ახდენს ასეთ ძლიერ გავლენას მსხმოიარობაზე. მაქსიმალურ მატებას 80%-მდე უზრუნველყოფს აზოტის ნორმა 7.5გ/ჰურ-ჰელზე. ლიმონზე ცდის მონაცემებიდან ჩანს, რომ აქ ფოთლები არ გამოირჩევიან ისეთი

მატებით, როგორც ეს ფორთოხალზე ცდაში იყო. მათი მატება კარბამიდის გამოყენებით 27-38%-ია, მიწისზედა საერთო მასაში, მაქსიმალური ნორმა – 7.5გრ/ჭურჭელზე ამცირებს ფოთლების წილს და 41% ზრდის 3-4 წლიანი ტოტების წილს.

ამონიუმის გვარჯილის გამოყენების შემთხვევაში ფოთლების პროცენტული წილი მიწისზედა საერთო მასაში იზრდება 35-42% ფარგლებში. ამ ცდების სერიაში ყურადღებას იქცევს აზოტოვანი სასუქების დადებითი გავლენა 3-4 წლიანი ტოტების მასის ზრდაზე, რაც ფორთოხლის ცდაში არ აღნიშნულა.

ცხრილი 10.3.1

აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა ფორთოხლისა და ლიმონის მცენარის ზრდა-განვითარებაზე

ცდი სქემა	მიწისზედა ნაწილი			ფესვთა სისტემა		
	ფოთლები	1-2 წლიანი ღეროები	3-4 წლიანი ღეროები	შემწოვი ფესვები	გამტარი ფესვები	საყრდენი ფესვები
ცდა ფორთოხალზე						
PKCa- ფონი	42.6±1.6	39.8±0.25	45.0±0.2	32.9±0.1	15.4±0.1	41.2±0.8
(¹⁵ NH ₄) ₂ SO ₄	92.2±0.5	64.4±1.6	63.5±0.2	65.6±0.2	33.7±0.5	55.3±0.25
¹⁵ NH ₄ Cl	43.3±3.6	55.2±1.8	38.8±1.2	33.2±0.1	14.9±0.2	47.7±0.5
Na ¹⁵ NO ₃	68.8±6.0	69.3±1.4	57.7±1.6	50.8±1.2	32.6±1.7	60.2±0.1
ცდა ლიმონზე						
PKCa- ფონი	14.0±1.3	30.5±2.9	24.5±2.5	11.7±1.6	7.9±1.3	35.5±2.3
(¹⁵ NH ₄) ₂ SO ₄	24.9±0.8	40.1±1.8	31.0±1.4	18.8±0.02	10.8±1.13	28.7±1.9
¹⁵ NH ₄ Cl	16.4±0.6	37.9±1.52	35.7±1.05	15.1±1.4	6.8±0.42	21.4±1.7
Na ¹⁵ NO ₃	32.3±0.12	25.7±0.12	26.0±0.1	9.0±0.12	3.4±0.11	22.9±0.12

ცხრილი 10.3.2

აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა აზოტის შემადგენლობაზე მიწისზედა ნაწილის და ფესვთა სისტემის ცალკეულ ნაწილებში ფორთოხლისა (ცდა ¹⁵N-ზე Nმგ/ჭურჭელზე)

ცდის სქემა	მიწისზედა ნაწილი								
	ფოთლები			ღეროები					
	საერთო N	ნიადაგის N	სასუქის N	1-2 წლიანი			3-4 წლიანი		
				საერთო N	ნიადაგის N	სასუქის N	საერთო N	ნიადაგის N	სასუქის N
ცდა ფორთოხალზე									
PKCa- ფონი	510.0	510.0	-	188.7	188.7	-	213.5	213.5	-
(¹⁵ NH ₄) ₂ SO ₄	2137.2	778.7	1358.5	584.7	244.4	340.2	259.6	205.7	253.8
¹⁵ NH ₄ Cl	1211.8	351.4	860.4	578.9	260.8	317.7	343.2	150.0	193.2
Na ¹⁵ NO ₃	1281.5	428.1	853.5	454.2	189.6	264.6	343.0	148.1	194.9
ცდა ლიმონზე									
PKCa- ფონი	274.5	274.5	-	255.9	255.9	-	115.7	115.7	-
(¹⁵ NH ₄) ₂ SO ₄	761.5	300.5	461.0	509.2	236.4	272.8	195.6	109.2	86.4
¹⁵ NH ₄ Cl	490.3	152.4	337.9	438.3	172.8	265.5	254.6	147.3	107.3
Na ¹⁵ NO ₃	776.3	412.5	343.8	248.0	140.0	107.6	148.8	92.4	56.4

გაგრძელება 10.3.2.

ცდის სქემა	ფესვთა სისტემა								
	შემწოვი ფესვები			გამტარი ფესვები			საყრდენი ფესვი		
	საერთო N	ნიადაგის N	სასუქის N	საერთო N	ნიადაგის N	სასუქის N	საერთო N	ნიადაგის N	სასუქის N
ცდა ფორთოხალზე									
PKCa- ფონი	41 2.1	41 2.1	-	97. 2	97. 2	-	23 3.4	23 3.4	-
(¹⁵ NH ₄) ₂ SO ₄	11 77. 8	52 3.7	65 4.1	41 7.4	16 6.1	25 2.3	49 7.8	25 4.9	24 2.9
¹⁵ NH ₄ Cl	68 2.9	25 3.3	42 9.6	24 3.3	92. 0	15 1.3	57 7.0	29 1.3	24 5.7
Na ¹⁵ NO ₃	68 2.1	28 9.8	39 2.2	24 1.4	10 0.9	14 0.5	39 4.7	17 7.8	21 6.9

ცდა ლიმონზე									
PKCa- ფონი	17 0.9	17 0.9	-	62. 7	62. 7	-	21 9.7	21 9.7	-
(¹⁵ NH ₄) ₂ SO ₄	42 6.3	19 0.4	23 5.9	15 2.4	69. 2	83. 2	27 8.7	15 5.8	12 2.9
¹⁵ NH ₄ Cl	34 4.7	14 6.3	19 8.4	94. 6	41. 8	52. 8	19 3.3	11 3.6	79. 7
Na ¹⁵ NO ₃	18 1.2	11 2.8	68. 4	36. 6	21. 9	14. 4	19 4.4	12 2.7	81. 7

ცხრილი 10.3.3

აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა ფორთოხლის
მცენარის ზრდა-განვითარებაზე(გ/ჰურჰელზე)

ცდის სქემა	მიწისზედა ნაწილი			ფესვთა სისტემა		
	ფოთლები	1-2 წლიანი ღეროები	3-4 წლიანი ღეროები	შემწოვი ფესვები	გამტარი ფესვები	ღერძულა ფესვები
PK- ფონი	50.7±0.48	12.5±0.24	25.1±1.37	47.8±1.88	14.2±0.8	52.4±1.82
(¹⁵ NH ₂) ₂ CO N ₁	53.1±2.76	14.3±0.16	25.0±1.54	46.0±1.12	25.5±1.36	53.4±0.1
(¹⁵ NH ₂) ₂ CO N ₂	58.8±1.22	16.3±0.28	18.0±0.1	54.6±0.17	26.4±0.72	51.2±3.18
(¹⁵ NH ₂) ₂ CO N ₃	61.4±2.6	15.2±0.49	16.9±0.13	57.2±2.01	24.4±0.1	44.8±1.95
¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃ N ₁	75.8±0.2	23.6±0.34	25.3±0.13	47.6±1.35	26.3±1.0	43.5±2.01
¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃ N ₂	59.8±0.22	18.3±0.18	19.3±0.26	60.7±0.7	31.6±0.8	54.8±1.2
¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃ N ₃	36.0±0.84	12.2±0.02	13.1±0.1	32.5±1.72	19.5±0.73	33.7±0.65

აზოტოვანი სასუქები მნიშვნელოვნად ზდიან ღერძულა და შემწოვი ფესვების მასის წილს, რომლებიც შესაბამისად 41-51% და 24-40% შეადგენს ფესვების საერთო მასაში. როგორც 10.3.2. ნახაზიდან ჩანს, მაქსიმალურ ნამატს იძლევა ნორმა 5.0გ/ჭურჭელზე. სასუქების ნორმების მზარდი ეფექტიანობა ვლინდება 3-4 წლიანი ტოტების განვითარებაში კარბამიდის გამოყენებისას. ასეთი სტაბილური ეფექტი ამონიუმის გვარჯილის გამოყენებისას არ აღინიშნა.

საერთო აზოტის განსაზღვრამ და მისმა იზოტოპურმა ანალიზმა გვიჩვენეს სასუქის აზოტის სხვადასხვა ხარისხით მონაწილეობა მიწისზედა ნაწილის და ფესვთა სისტემის აზოტის ფონდის ფორმირებაში (ცხრილები 10.3.5 და 10.3.6). ფორთოხლის ფოთლებში კარბამიდის 2.5გ/ჭურჭელზე ნორმით შეტანისას სასუქის აზოტის წილი შეადგენს 58%, ნორმის გადიდებით, სასუქის აზოტის წილი იზრდება 78%-მდე. სასუქის აზოტის უპირატესი შეთვისება დამახასიათებელია აგრეთვე მიწისზედა ნაწილისა და ფესვთა სისტემის შემადგენელ ნაწილებისა თვისაც. აზოტოვანი სასუქების ფორმებს შორის არსებითი სხვაობა არ შეიმჩნევა.

ნიადაგის აზოტის დამატებითი გამოყენება “ექსტრა აზოტის” აღინიშნებოდა 1-2 წლიან ტოტებში კარბამიდის 2.5გ/ჭურჭელზე ნორმით შეტანისას და ამონი უმის გვარჯილის გამოყენებისას აზოტით უზრუნვეყოფის ყველა დონეებზე. დამატებით გამოყენებული აზოტის რაოდენობა ნორმების გადიდებისას 3-4 წლიან ღეროებში “ექსტრა აზოტის” არსებით შემცველობა აღინიშნება კარბამიდის 7.5გ/ჭურჭელზე ნორმით შეტანისას. გამტარ ფესვებში ნიადაგის აზოტის დამატე ბითი გამოყენება შესამჩნევია კარბამიდის 2,5გრ/ჭურჭელზე გამოყენებისას და ამონიუმის გვარჯილის 2.5გ/ჭურჭელზე ნორმით შეტანისას. ლიმონის ცდაში გა- მოვლინდა ანალოგიური კანონზომიერება, ოღონდ იმ განსხვავებით, რომ ნიადაგის

აზოტის უპირატესი შთანთქმა 3-4 წლიან ტოტებში და ღერძულა ფესვებში დამახასიათებელია აზოტოვანი სასუქის ორივე ფორმისთვის. აზოტის დამატებითი გამოყენების გაზრდა ღერძულა ფესვებში შეინიშნება აზოტით უზრუნვეყოფის ყველა დონეებზე.

როგორც 10.3.5. და 10.3.6. ცხრილებიდან ჩანს, ამ ცდებში გამოყენებულია

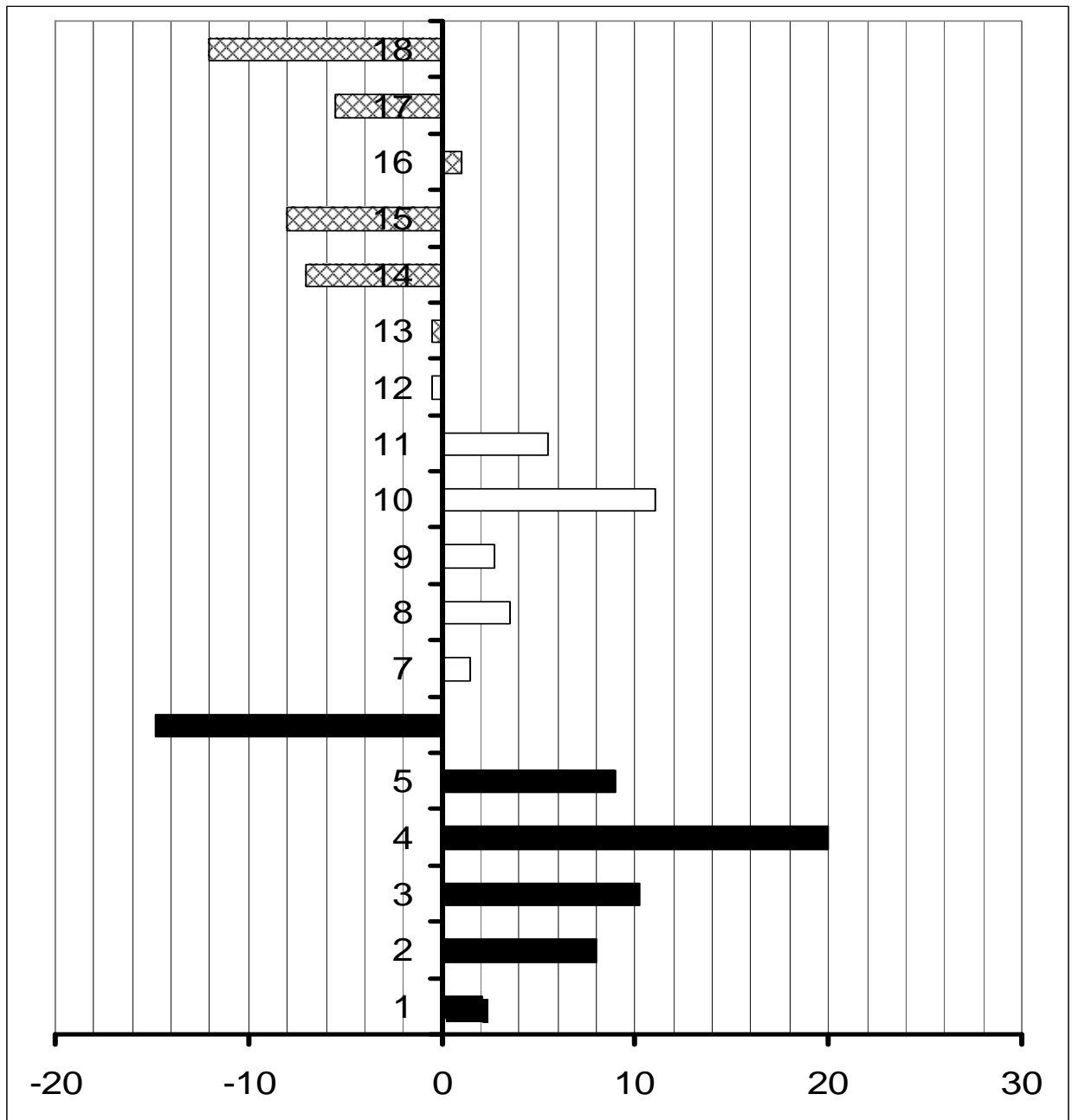
აზოტით უზრუნველყოფის სამი დონე. 1-2..5 გ/ჰურჰელზე, 2.-5.0გ/ჰურჰელზე, 3-7.5გ/ჰურჰელზე. ამ დონეებზე აზოტის შთანთქმის ეფექტიანობა გაიანგარიშება როგორც საკვები ელემენტისა, რომელიც შთანთქმება მცენარის მიერ ნიადაგში შეტანილი ელემენტის საერთო ოდენობიდან. უზრუნველყოფის დონის ზრდასთან ერთად ეს მაჩვენებელი მცირდება ფორთოხლზე ცდაში 69-დან 33%-მდე კარ- ბამიდის გამოყენებისას; 73-დან 30%-მდე ამონიუმის გვარჯილის გამოყენებისას; ლიმონზე ცდაში შესაბამისად: 61-დან 24%-მდე კარბამიდის გამოყენებისას და 70-დან 26%-მდე ამონიუმის გვარჯილის გამოყენებისას.

მცენარეთა მიწისზედა ნაწილისა და ფესვთა სისტემის ცალკეულ შემადგენელ ნაწილებში აზოტის შთანთქმის არსებით ცვლილებები აღინიშნება. მაგ. ფოთლებისათვის ეს მაჩვენებელი შეადგენს 32-25%-ს, ხოლო მაქსიმალური ნორმისას მხოლოდ-15%-ს (კარბამიდის გამოყენებისას) და 37-27%-ს ამონიუმის გვარჯილის პირველი ორი დონისათვის და 14%-ს მესამე დონისათვის.

ფორთოხლის 1-2 წლიანი ტოტებისათვის შთანთქმის ეფექტიანობა ნორმის გადიდებისას მცირდება და მერყეობს 3,5-1,5%-ის ფარგლებში კარბამიდის გამოყენებისას და 4,6-1,5%-ის ფარგლებში ამონიუმის გვარჯილის გამოყენებისას. 3-4 წლიან ტოტებისათვის ეს მაჩვენებელი შესაბამისად მერყეობს 4,2-1,5% და 4,4-1,2%-ის ფარგლებში.

ლიმონის ცდაში მცირდება შთანთქმის ეფექტიანობის შემცირების ტენდენცია გამოყენებული სასუქების ნორმების გაზრდისას. ამ სერიის ცდებში მაქსიმალური ეფექტიანობა აღინიშნება ფოთლებში (29,5-12,7% კარბამიდისათვის და 33-14% ამონიუმის გვარჯილისათვის). 1-2 და 3-4 წლიან ტოტებში შთანთქმის ეფექტიანობა მერყეობს 5,1-1,5%-ის ფარგლებში. ნაყოფებში კი 2,9-2,2% (კარბამიდისათვის) და 2,1-0,9% (ამონიუმის გვარჯილისათვის) ფარგლებში მერყეობს შთანთქმის ეფექტიანობა.

ფესვთა სისტემის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ შემწოვი ფესვების მიერ შთან-თქმის ეფექტიანობის მაქსიმუმს შეადგენს 13,5-3,15% კარბამიდისათვის და 16,4-2,3%-ს ამონიუმის გვარჯილასათვის. ღერძულა ფესვები შთანთქმის უფრო მაღალი ეფექტიანობით ხასიათდებიან (6,5-2,4%) გამტარ ფესვებთან შედარებით (4,3-13%).



ფოთლები 1-3-(¹⁵NH₂)₂CO 4-6-¹⁵NH₄¹⁵NO₃
 1-2 წლიანი ტოტები
 წლიანი ნარგავები

ნახ. 10.3.1. აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა ფორთოხლის მიწისზედა ნაწილის მასაზე (მატება ფონთან შედარებით გ/ჭურჭელზე)

ცხრილი 10.3.4

აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა ლიმონის მცენარის ზრდა-განვითარებაზე (გ/ჭურჭელზე)

ცდი სქემა	მიწისზედა ნაწილი				ფესვთა სისტემა		
	ნაყოფები	ფოთლები	1-2 წლიანი	3-4 წლიანი	შემწოვი ფესვები	გამტარი ფესვები	ღერძულა ფესვები
PK- ფონი	5.2±0.05	26.9±0.9 1	16.9±0.35	24.8±1.58	32.6±0.01	15.1±0.7	28.6±0.34
(¹⁵ NH ₂) ₂ CO N ₁	11.6±0.6	28.1±0.9 1	15.8±1.67	27.1±1.2	28.8±2.13	13.8±1.36	43.3±1.04
(¹⁵ NH ₂) ₂ CO N ₂	12.2±0.12	40.3±0.62	18.9±1.01	33.2±2.5	37.6±0.8	20.2±1.66	40.2±1.8
(¹⁵ NH ₂) ₂ CO N ₃	16.2±1.16	22.9±0.92	10.4±0.04	35.4±0.24	14.1±0.55	9.8±0.15	35.1±2.56
¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃ N ₁	7.01±1.03	37.1±0.95	18.9±0.35	24.9±0.7	34.9±1.2	16.7±0.03	35.9±0.91
¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃ N ₂	4.9±0.45	40.0±0.1	19.4±0.24	29.8±1.87	28.9±1.5	11.9±0.52	41.3±0.64
¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃ N ₃	9.4±0.68	27.5±0.4	14.5±1.2	26.9±0.55	13.5±0.17	12.6±1.3	27.2±1.12

ცხრილი 10.3. 5

აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა (N მგ/ჭურჭელზე)
 ფორთოხლის მცენარის მიწისზედა ნაწილში და ფესვთა სისტემაში აზოტის
 შემცველობაზე

ცდის სქემა	მიწისზედა ნაწილი								
	ფოთლები			ტოტები					
	საერთო N	ნიადაგის N	სასუქის N	1-2 წლიანი			3-4 წლიანი		
				საერთო N	ნიადაგის N	სასუქის N	საერთო N	ნიადაგის N	სასუქის N

PK- ფონი	943.5	943.5	–	61.3	61.3	–	182.0	182.0	–
$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ N ₁	1374.6	581.3	793.3	160.0	71.4	88.6	196.9	91.9	105.0
$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ N ₂	1604.1	348.0	1256.1	161.5	40.8	120.7	145.7	53.8	91.9
$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ N ₃	1414.0	306.5	1107.5	156.5	42.6	113.9	165.3	53.0	112.3
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ N ₁	1623.9	688.0	935.7	222.8	107.1	115.7	223.6	113.6	110.0
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ N ₂	2008.1	665.0	1343.1	949.0	88.3	160.7	233.0	93.9	139.1
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ N ₃	1374.0	325.9	1048.1	175.5	61.6	113.9	149.6	57.2	192.4

გაგრძელება 10.3.5.

ცდის სქემა	ფესვთა სისტემა								
	შემწოვი ფესვები			გამტარი ფესვები			ღერძულა ფესვი		
	საერთო N	ნიადაგის N	სასუქის N	საერთო N	ნიადაგის N	სასუქის N	საერთო N	ნიადაგის N	სასუქის N
PK- ფონი	27 5.8	27 5.8	–	15 1.4	15 1.4	–	32 7.9	32 7.9	–
$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ N ₁	53 8.8	23 9.4	29 9.4	36 7.4	16 1.1	20 6.3	45 9.5	23 4.2	22 5.3
$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ N ₂	76 7.2	19 7.9	56 9.5	42 0.8	10 8.4	31 2.4	57 6.1	19 9.9	37 6.2
$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ N ₃	85 5.8	22 1.5	63 5.3	38 5.1	97. 2	28 7.9	37 1.6	17 1.0	20 0.6
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ N ₁	45 2.8	21 6.1	23 6.7	49 1.8	23 5.3	25 6.5	36 3.9	19 3.7	17 0.2
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ N ₂	97 8.0	27 6.2	70 1.8	56 7.6	16 8.3	39 9.3	61 5.5	27 2.9	34 2.6
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ N ₃	67 4.3	17 8.8	49 5.5	38 7.6	98. 0	28 9.6	40 3.7	16 1.0	24 2.7

აზოტოვანი სასუქების ნორმების (N მგ/ჰურქელზე) გავლენა ლიმონის მცენარის

მიწისზედა

ნაწილში და ფესვთა სისტემაში აზოტის შემცველობაზე

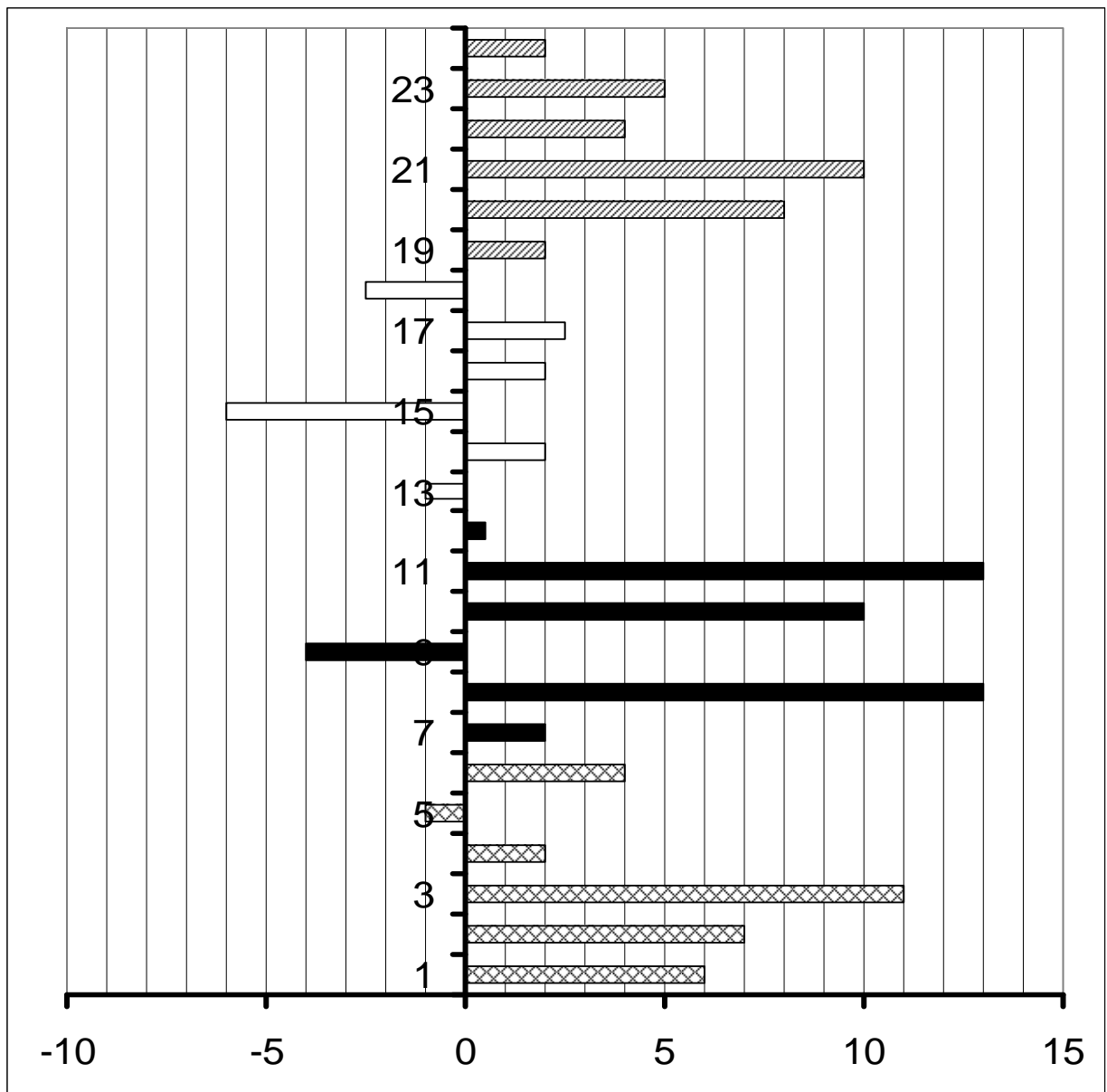
ცდის სქემა	მიწისზედა ნაწილი											
	ნაყოფები			ფოთლები			ტოტები					
	საერთო N	ნიადაგის N	სასუქის N	საერთო N	ნიადაგის N	სასუქის N	1-2 წლიანი			3-4 წლიანი		
							საერთო N	ნიადაგის N	სასუქის N	საერთო N	ნიადაგის N	სასუქის N
PK-ფონი	28.4	2.84	-	50.5	50.5	-	11.6	11.86	-	13.9	13.9	-
(¹⁵ NH ₂) ₂ CO N ₁	15.16	8.53	6.63	11.51	41.7	7.38	17.53	7.68	9.5	2.49	1.69	1.5
(¹⁵ NH ₂) ₂ CO N ₂	20.95	6.50	1.45	14.40	27.4	1.69	22.66	6.09	1.67	2.44	1.05	1.69
(¹⁵ NH ₂) ₂ CO N ₃	226.6	59.9	166.7	1085.3	129.8	955.5	159.1	46.1	113.0	285.7	103.6	181.9
¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃ N ₁	10.0	4.81	5.25	13.51	52.1	83.8	22.4	10.1	17.7	20.6	14.6	12.4

	6			8	0			8	6		4	2
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3\text{N}_2$	8 0 . 1	3 2. 5	4 7 . 6	1 8 0 2. 0	4 1 5 . 0	1 3 8. 0	2 3 9. 5	8 2 . 9	1 5 6 . 6	2 9 1. 2	1 2 2 . 3	1 6 8 . 9
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3\text{N}_3$	1 4 9 . 3	4 9. 7	9 9 . 6	1 4 2 2. 7	3 0 7 . 1	1 1 1 5. 6	2 5 1. 1	8 1 . 3	1 6 9 . 8	3 4 8. 8	1 3 1 . 7	2 1 7 . 1

გაგრძელება 10.3.6

ცდის სქემა	ფესვთა სისტემა								
	შემწოვი ფესვები			გამტარი ფესვები			ღერძულა ფესვი		
	საერთო N	ნიადაგის N	სასუქის N	საერთო N	ნიადაგის N	სასუქის N	საერთო N	ნიადაგის N	სასუქის N
PK- ფონი	47 4.6	47 4.6	-	82. 2	82. 2	-	16 3.1	16 3.1	-
$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO N}_1$	57 4.9	23 6.1	33 8.8	13 3.0	55. 5	77. 5	37 7.2	21 7.0	16 0.2
$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO N}_2$	87 0.5	19 7.1	67 3.4	24 8.1	69. 0	17 9.1	39 6.0	18 3.2	21 2.8
$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO N}_3$	34 1.0	67. 8	27 3.2	14 1.1	39. 3	10 1.8	38 2.4	16 9.5	21 2.9
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3\text{N}_1$	73 1.1	32 2.2	40 8.9	20 1.6	93. 9	10 7.8	37 5.1	21 1.7	16 3.4
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3\text{N}_2$	71	21	50	19	63.	13	51	24	27

	8.1	0.6	7.5	7.2	1	4.1	8.2	6.1	2.1
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3\text{N}_3$	28	11	17	16	65.	10	36	18	18
	6.9	2.9	4.0	7.0	2	1.8	2.7	1.9	0.8



- ნაყოფი
- ფოთლები
- 1-2 წლიანი ტოტები
- 3-4 წლიანი ნარგავები

1-3- $(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$

4-6- $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$

ნახ. 10.3.2. აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა ლიმონის მიწისზედა ნაწილის მასაზე (მატება ფონთან შედარებით გ/ჰურჰელზე).

10.4. აზოტოვანი სასუქების ერთჯერადი და წილადობრივი შეტანის გავლენა ციტრუსოვანთა პროდუქტიულობასა და აზოტის შეთვისებაზე

მცენარის პროდუქტიულობის დონე დამოკიდებულია საკვები ნივთიერებების შეთვისების პროცესზე და შეთვისებული ელემენტების გამოყენებაზე ორგანული ნივთიერების შესაქმნელად.

გარემო ფაქტორების გარდა საკვები ნივთიერების შეთვისებაზე გავლენას ახდენს ე.წ. “მცენარის შთანთქმის ტევადობა”, რომელიც წარმოადგენს საეობრივ და ჯიშობრივ სპეციფიურ ნიშანთვისებას და დამოკიდებულია ფესვთა სისტემის როგორც მასაზე, ისე ადსორბციული თვისებების აქტიურობაზე (Баїтер И. 1984).

მცენარეთა კვების რეჟიმის ოპტიმიზაცია, მაქსიმალური პროდუქტიულობის უზრუნველყოფა, სასუქების არასწორი შეტანით გამოწვეული მოსალოდნელი ნეგატიური შედეგების თავიდან აცილება ძირითადად ხდება სასუქების ფორმების შერჩევით და ნორმების ოპტიმიზაციით, კლიმატური პირობებისა და ნიადაგის თვისებების გათვალისწინებით, შეტანის ვადებისა და წესების მცენარის განვითარების ფენოლოგიურ ფაზებთან სინქრონიზაციით. სასუქების შეტანის ვადები თავის მხრივ ითვალისწინებს წილადობრივი შეტანის საკითხების დაზუსტებას. ამ მიმართულებით ყურადღება ექცევა საკვები ელემენტების შეტანას მცენარის განვითარების ისეთ ფაზებში, რომ შეთვისება მაქსიმალური იყოს და აქედან გამომდინარე მინიმუმამდე იყოს დაყვანილი აზოტოვანი სასუქების არამწარმოებლური დანაკარგები.

ტენიან სუბტროპიკებში აზოტის დანაკარგის ძირითად წყაროდ ნიტრა- ტული აზოტის ნიადაგიდან გამორეცხვით დანაკარგები ითვლებოდა. ი.გამყრე- ლიძის (1969), ი.მარშანიას (1970), ო.კაჭარავას (1974) გამოკვლევებში გამოვლენილია ციტრუსოვანთა ბალებში ამონიუმის გვარჯილის და გოგირდმჟავა ამონიუმის წილადობრივი შეტანის უპირატესობა. მ.ბზიავასა და ი.მამულა- იშვილის (1987) მონაცემებით კარბამიდის

წილადობრივი და ერთჯერადი შეტანისას მატება ფონთან შედარებით 2კგ/ხეზე ფარგლებში მერყეობდა. ნ.ცანავას, შ.ლომინაძის და მ.ცირევიძის (1987) მონაცემებით კარბამიდის აგროტექნიკური ნორმით წილადობრივი და ერთჯერადი შეტანისას მატება ფონთან შედარებით შესაბამისად 3,4 და 2,8 კგ/ხეზე შეადგენს., ფოსფორის და კალიუმის გაორმაგებული ნორმების ფონზე აზოტის ორმაგი ნორმის შეტანის შემთხვევაში, მატება 1,2-1,5კგ/ხეზე ფარგლებში მერყეობს. მატების მაქსიმუმი წილადობრივ შეტანაზე მოდის. თუ მხედველობაში მივიღებთ უმცირეს არსე- ბით სხვაობას, რომელიც აღებულ ცდაში 1,7 კგ/ხეზე შეადგენს, მართებულია დავასკვნათ, რომ ვარიანტებს შორის სხვაობა არაარსებითია. ჯ.კუკის (1970) მონაცემებით წილადობრივი შეტანა შაქრის ჭარხლის, კარტოფილის და კომბოსტოს ქვეშ არ იძლევა მოსავლის მეტნაკლებად მნიშვნელოვან მატებას. მარცვლოვანი კულტურების ქვეშ დაბალი ნორმების (62-72კგ/ჰა) გამოყენებისას ერთჯერადი შეტანა წილადობრივზე ეფექტურია, ხოლო უფრო მაღალი ნორმების გამოყენებისას (125-150კგ/ჰა) წილადობრივი შეტანა უფრო მაღალ მოსავალს იძლევა. სმიტი და რაიტერი (1968) თავის მიმოხილვით სტატიაში აღნიშნავენ, რომ შეტანის ვედების ფართო სპექტრის შესწავლამ (წელიწადში ერთიდან ექვს შეტანამდე და ერთხელ წელიწადის სხვადსხვა ვადებში) ვერ გამოავლინა მდგრადი სხვაობა ვერც მოსავლიანობასა და ვერც ნაყოფის ხარისხში.

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა აზოტის სტაბილური იზოტოპის ^{15}N -ით ნიშანდებული აზოტოვანი სასუქების გამოყენებით შეგვესწავლა სასუქების გავლენა ციტრუსოვანთა (ფორთოხალი და ლიმონი) პროდუქტიულობაზე და დაგვედგინა სასუქის აზოტის ეფექტი ერთჯერადი და წილადობრივი შეტანის შემთხვევაში.

ექსპერიმენტის ჩატარების მეთოდიკა, ნიადაგის საწყისი აგროქიმიური მაჩვენებლები, ცდის სქემა და ისტორია მოცემულია დისერტაციის შესამე თავში.

ცდაში გამოყენებული მცენარეების (ფორთოხალი და ლიმონი) ასაკობრივი პერიოდი, რომლისთვისაც დამახასიათებელია მიწისზედა ნაწილისა და ჩონჩხის ფესვთა სისტემის ინტენსიური ზრდა. აღსანიშნავია, რომ ფორთოხალი და ლიმონი ეკუთვნიან იმ მცენარეთა რიცხვს, რომლებისთვისაც დამახასიათებელია სეზონის განმავლობაში ზრდის 3-4 ჯერ წყვეტა და შესვენების ხანმოკლე პერიოდი. სავარაუდოა,

რომ ზრდის ასეთი თავისებურება ხელშემწყობი იქნება წილადობრივი შეტანის მაქსიმალური ეფექტის გამოსავლენად.

10.4.1. ცხრილში და 10.4.1. ნახაზზე მოყვანილია ფორთოხლის მცენარის ბიოპროდუქტიულობაზე ამონიუმის გვარჯილის და კარბამიდის გავლენის მონაცემები. ამონიუმის გვარჯილის ნორმის ერთჯერადად შეტანისას მატება ფონთან შედარებით შეადგენს 36 გ/ჰურჰელზე. ნორმის წილადობრივი შეტანის შემთხვევაში (ნორმის 60% ცდის დაყენებისას, 40% გამოკვების სახით) მატება 10-15 გ/ჰურჰელზე ფარგლებშია. კარბამიდის ნორმის ერთჯერადად შეტანისას კი მატება 10-23 გ/ჰურჰელზე ფარგლებში მერყეობს. ფონის (PK) ვარიანტზე მიწისზედა ნაწილის მთელი მასის 57% მოდის ფოთლებზე, 14%- 1-2 წლიან და 28%- 3-4 წლიან ღეროებზე. აზოტოვანი სასუქები ზრდიან მცენარის როგორც საერთო მასას, ასევე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ ცალკეული ნაწილების მასაზე. ამონიუმის გვარჯილის მთელი ნორმის ერთჯერადი შეტანისას ფოთლების ხვედრითი წილი იზრდება 61%-მდე. მატება ფონთან შედარებით შეადგენს 25 გ/ჰურჰელზე. იზრდება 1-2 წლიანი ღეროების წილი და ის 19% შეადგენს. 20%-მდე მცირდება 3-4 წლიანი ღეროების წილი მიწისზედა ნაწილის საერთო მასაში. ამონიუმის გვარჯილის წილადობრივი შეტანისას ფოთლების ხვედრითი წილი მერყეობს 56-63% ფარგლებში, 1-2 წლიანი და 3-4 წლიანი ღეროების ხვედრითი წილი 16-17% და 20-27%-ის ფარგლებშია.

კარბამიდის მთელი ნორმის ერთჯერადი შეტანისას ფოთლების, 1-2 წლიანი და 3-4 წლიანი ღეროების შეფარდება ფონთან შედარებით უმნიშვნელოდ იცვლება და შესაბამისად 57,15 და 27% შეადგენს. ნორმის წილადობრივი შეტანის შემთხვევაში ფოთლების ხვედრითი წილი მერყეობს 59-63%-ის ფარგლებში, 1-2 წლიანი ღეროების წილი 15-17%-ია, 3-4 წლიანი ღეროების კი 19-25%-ის ფარგლებშია.

როგორც ამონიუმის გვარჯილის, ასევე კარბამიდის ერთჯერად შეტანა 13 გ/ჰურჰელზე ზრდის ფორთოხლის მცენარის ფესვთა სისტემის საერთო მასას

ცხრილი 10.4.1.

აზოტოვანი სასუქების ფორმების წილადობრივი შეტანის გავლენა ფორთოხლის მცენარის ბიოპროდუქტიულობაზე(გ/ჰურჰელზე)

ვარიანტები	მიწისზედა ნაწილი				ფესვთა სისტემა			
	ფოთლები	1-2 წლიანი ღერძები	3-4 წლიანი ღერძები	საერთო წონა	შემწოვი	გამტარი	ღერძულა	საერთო წონა
PK- (ფონი)	50.7±0.5	12.05±0.2	25.1±1.4	88.3±1.4	47.8±1.9	14.2±0.8	52.4±1.8	114.4±2.9
PK+ ¹⁵ NH ₄ NO ₃	75.8±0.2	23.6±1.5	25.3±0.1	124.7±5.3	47.6±1.3	36.3±1.0	43.5±2.0	127.4±2.4
PK+ ¹⁵ NH ₄ NO ₃ N 60% ¹⁴ N 40% ¹⁵ N	65.0±2.15	17.0±0.07	21.1±0.99	103.1±5.4	42.0±0.9	22.7±0.94	44.4±1.06	109.1±1.7
PK+ ¹⁵ NH ₄ NO ₃ N 60% ¹⁵ N 40% ¹⁴ N	54.8±0.09	16.6±0.3	26.7±2.9	98.1±7.15	47.1±0.33	26.3±0.31	48.7±2.3	122.1±4.0
PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO	53.1±2.8	14.3±0.16	25.0±1.5	92.4±4.5	46.0±1.1	28.5±1.4	53.4±0.1	127.9±1.9
PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO N 60% ¹⁴ N 40% ¹⁵ N	58.3±2.05	15.0±0.85	24.7±0.93	98.0±6.2	45.4±3.6	14.2±0.82	44.5±0.62	104.1±8.8
PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO N 60% ¹⁵ N 40% ¹⁴ N	69.8±1.05	19.8±1.05	21.7±0.39	111.0±2.9	50.3±0.74	25.5±5.20	46.8±1.75	122.6±5.2

ფონთან შედარებით.

ფონის ვარიანტზე ფესვთა სისტემის მთელი მასის 46% მოდის ღერძულა ფესვებზე, 42%- შემწოვზე და 12% გამტარ ფესვებზე. ამონიუმის გვარჯილის ერთჯერადი შეტანისას ღერძულა და შემწოვი ფესვების ხვედრითი წილი მცირდება შესაბამისა 34-37%-მდე და იზრდება გამტარი ფესვების ხვედრითი წილი (28,0%). ამონიუმის გვარჯილის წილადობრივი შეტანისას შემწოვი ფესვების ხვედრითი წილი 38%-ია, ღერძული ფესვების 40-41%-ის ფარგლებშია, ხოლო გამტარის წილი 21%-ს შეადგენს.

კარბამიდის ნორმის ერთჯერადად შეტანისას ღერძულ ფესვებზე მოდის საერთო მასის 42%, შემწოვ ფესვებზე საერთო მასის 36% მოდის, გამტარზე კი 22%.

კარბამიდის წილადობრივი შეტანისას ღერძულა ფესვების ხვედრითი წილი ფესვების მთლიან მასაში მერყეობს 42-43% -ის. შემწოვის კი 41-44%-ის, ფარგლებში, გამტარი ფესვების წილი კი უფრო ფართო ფარგლებში მერყეობს 14-21%.

ლიმონის მცენარის ბიოპროდუქტიულობაზე აზოტოვანი სასუქების ფორმების ერთჯერადი და წილადობრივი შეტანის გავლენის მონაცემები მოცემულია 10.4.2.

ცხრილში და 10.4.2. ნახაზზე. როგორც ცხრილიდან ჩანს, ლიმონის მიწისზედა ნაწილის საერთო მასის მატება ამონიუმის გვარჯილის ნორმის ერთჯერადი შეტანისას შეადგენს 18გ/ჰურქელზე, წილადობრივი შეტანისას კი მატება 6-7 გ/ჰურქელზე ფარგლებშია. მიწისზედა ნაწილის საერთო მასის 40% მოდის ფოთლებზე, 1-2 წლიან ღეროებზე მოდის 21%, ხოლო 3-4 წლიანი კი ღეროები 31% შეადგენს.

ამონიუმის გვარჯილის წილადობრივი შეტანისას ფოთლებსა და 1-2 და 3-4 წლიან ღეროებს შორის შეფარდება შესაბამისად 39-42, 19-23 და 30-36%-ის ფარგლებში მერყეობს.

კარბამიდის ერთჯერადი შეტანის შემთხვევაში ფოთლებზე მიწისზედა ნაწილის საერთო მასის 34% მოდის, 1-2 წლიან ღეროებზე -19%, ხოლო 3-4 წლიან ღეროებზე-33%.

ცხრილი 10.4.2.

აზოტოვანი სასუქების ფორმების წილადობრივი შეტანის გავლენა ლიმონის მცენარის

ბიოპროდუქტიულობაზე(გ/ჰურქელზე)

ვარიანტები	მიწისზედა ნაწილი					ფესვთა სისტემა			
	ნაკოფი	ფოთლები	1-2 წლიანი ღეროები	3-4 წლიანი ღეროები	საერთო წონა	შემწოვი	გამტარი	ღერძული	საერთო წონა
PK- (ფონი)	5.2± 0.05	26.9± 0.9	17.0± 0.35	24.8±1. 6	73.9±1 .8	32.6±0 .01	15.1±0 .7	28.6±0 .3	76.3±0 .3
PK+ ¹⁵ NH ₄ NO ₃	7.0± 1.0	37.1± 0.9	18.9± 0.3	28.9±0. 7	91.9±2 .3	34.9±1 .2	16.7 ±0.03	35.9±0 .9	87.5±0 .3
PK+ ¹⁵ NH ₄ NO ₃ N 60% ¹⁴ N 40% ¹⁵ N	5.7	31.8± 0.22	18.7± 0.4	24.2±0. 61	80.4±1 .2	40.1±0 .1	14.9±0 .72	39.6±3 .0	94.6±2 .3
PK+ ¹⁵ NH ₄ NO ₃ N 60% ¹⁵ N 40% ¹⁴ N	2.5	33.9± 1.6	15.3± 1.35	29.4±0. 93	81.1±2 .1	33.4±1 .02	13.9±0 .72	36.5±1 .9	83.8±0 .13
PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO	11.6 ±0.6	28.1± 0.9	15.8± 1.67	27.1±1. 2	82.6±3 .0	28.8±2 .1	13.8±1 .4	43.3±1 .0	85.9±2 .4
PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO N 60% ¹⁴ N 40% ¹⁵ N	5.4	44.9± 1.9	20.6± 1.7	25.3±0. 51	96.2±0 .33	34.9±0 .25	13.3±0 .53	37.5±1 .6	85.7±2 .4
PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO N 60% ¹⁵ N 40% ¹⁴ N	2.5	37.8± 1.3	15.0± 0.99	31.4±1. 2	86.7±1 .13	29.8±1 .14	14.2±1 .1	33.7±1 .5	77.7±3 .8

ცდის ბოლო წელს ლიმონის მცენარემ იმსხმოიარა. ფონის ვარიანტზე ნაყოფის მშრალმა წონამ 5,2 გ/ჭურჭელზე შეადგინა. მნიშვნელოვანი მატება აღინიშნება ამონიუმის გვარჯილის და კარბამიდის ერთჯერადი შეტანის შემთხვევაში (შესაბამისად 1,8 და 6,4 გ/ჭურჭელზე). მსხმოიარობაში სიჭრელის გამო მნიშვნელოვანი მერყეობაა ნაყოფის ხვედრით წილში მცენარის მიწისზედა ნაწილის საერთო მასაში -2,9-დან 14,1%-მდე.

აღნიშნულ ცდაში აზოტის სტაბილური იზოტოპის ^{15}N გამოყენებამ საშუალება მოგვცა გაგვერკვია, რა გავლენას ახდენს ერთჯერადი და წილადობრივი შეტანა სასუქის აზოტის შეთვისებასა და მიწისზედა და ფესვთა სისტემის სხვადასხვა ნაწილებში აზოტის გადანაწილებაზე.

ერთჯერადი და წილადობრივი შეტანა არსებით გავლენას ახდენს მცენარეების მიერ აზოტის შეთვისებაზე. მთელი ნორმის ერთჯერადად შეტანისას მცენარე ძირითადად იყენებს სასუქის აზოტს. როგორც ცხრილებში 10.4.3, 10.4.4. და ნახაზ 10.4.1.-ში ჩანს, ამონიუმის გვარჯილის შეტანის შემთხვევაში ფორთოხლის მცენარის მიერ შეთვისებული აზოტის 54% სასუქის აზოტზე მოდის, ხოლო ნიადაგის აზოტზე კი 46%.წილადობრივი შეტანის შემთხვევაში ნიადაგის აზოტის ხვედრითი წილი 73-75%-ის ფარგლებში მერყეობს, სასუქის აზოტისა კი 25-26%-ია. კარბამიდის გამოყენების შემთხვევაში კანონზომიერება ნარჩუნდება-სასუქის აზოტის შეთვისება მთლიანი ნორმის 55%-ს შეადგენს, ხოლო წილადობრივის შემთხვევაში 27-31%-ის ფარგლებშია.

წილადობრივი შეტანის მონაცემების განხილვისას აუცილებელია დაზუსტდეს ტერმინი “ნიადაგის აზოტი”. თუ ერთჯერადად შეტანისას ის ზუსტად ასახავს შინაარსს, წილადობრივი შეტანის შემთხვევაში ნიშანდებული აზოტი ნორმის 40 და 60%-ს შეადგენს, შესაბამისად ვარიანტების მიხედვით 60 და 40% შეტანი-ლი იყო არანიშანდებული აზოტი, რაც მხედველობაში უნდა იყოს მიღებული. აღნიშნულის გათვალისწინებით ნიადაგის აზოტის ფონის ვარიანტის შემთხვევა-ში მიღებულ მონაცემებთან შედარებისას ირკვევა, რომ ამონიუმის გვარჯილის

ცხრილი 10 .4.3.

აზოტოვანი სასუქების ფორმების ერთჯერადი და წილადობრივი შეტანის გავლენა ფორთოხლისა და ლიმონის მცენარეების მიერ აზოტის შეთვისებაზე მგ/ჰურჰელზე

ცდის სქემა	ფორთოხალი			ლიმონი		
	საერთო აზოტი	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი	საერთო აზოტი	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი
PK- (ფონი)	1941.8	1941.8	-	1498.3	1498.3	-
PK+ ¹⁵ NH ₄ NO ₃	3379.3 100%	1554.6 46%	1824.7 54%	3260.3 100%	1445.1 44%	1815.2 56%
PK+ ¹⁵ NH ₄ NO ₃ ¹⁵ N 60% ¹⁴ N 40%	3119.6 100%	2350.3 75%	769.3 25%	3006.4 100%	2249.3 75%	757.1 25%
PK+ ¹⁵ NH ₄ NO ₃ ¹⁵ N 60% ¹⁴ N 40%	3005.1 100%	2208.2 73%	796.8 27%	2654.0 100%	2007.2 76%	646.8 24%
PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO	3097.2 100%	1379.4 45%	1717.8 55%	2808.9 100%	1214.9 43%	1594.0 57%
PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO ¹⁴ N 60% ¹⁵ N 40%	2642.0 100%	1916.0 73%	726.0 27%	3112.8 100%	2328.1 75%	784.7 25%
PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO ¹⁵ N 60% ¹⁴ N 40%	2876.4 100%	1982.3 69%	894.1 31%	2359.2 100%	1714.3 73%	644.9 27%

ცხრილი 10.4.4.

აზოტის შემცველობა ფორთოხლის ბიომასაში Nმგ/ჰურჰელზე

ცდის სქემა	მიწისზედა ნაწილი			ფესვთა სისტემა		
	საერთო აზოტი	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი	საერთო აზოტი	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი
PK- (ფონი)	1186.7	1186.7	-	755.1	755.1	-
PK+ ¹⁵ NH ₄ NO ₃	2070.3 100%	908.9 44%	1161.4 56%	1309.0 100%	645.7 49%	663.3 51%
PK+ ¹⁵ NH ₄ NO ₃ ¹⁵ N 60% ¹⁴ N 40%	1735.8 100%	1318.9 76%	416.9 24%	1283.8 100%	1031.4 80%	252.4 20%
PK+ ¹⁵ NH ₄ NO ₃ ¹⁵ N 60% ¹⁴ N 40%	1682.7 100%	1187.1 70%	495.6 30%	1322.4 100%	1021.2 77%	301.2 23%
PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO	1731.5 100%	744.7 43%	986.8 57%	1365.7 100%	634.7 46%	731.0 54%
PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO ¹⁴ N 60% ¹⁵ N 40%	1654.8 100%	1162.8 70%	492.1 30%	987.1 100%	753.2 76%	233.9 24%
PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO ¹⁵ N 60% ¹⁴ N 40%	1636.2 100%	1100.1 67%	536.1 33%	1240.2 100%	882.2 71%	358.0 29%

შეტანის შემთხვევაში სხვაობა 408,5 და 266,4 მგ-ია, ხოლო კარბამიდის შემთხვევაში პრაქტიკულად სხვაობა არაა.

წილადობრივი შეტანისას მკვეთრად მცირდება შეთვისებული სასუქის აზო-ტის და ის ნორმის ერთჯერადად შეტანისას ამონიუმის გვარჯილისათვის შეთვისებულის 42-44%-ს შეადგენს, ხოლო კარბამიდისათვის 42-52%-ს. ასეთი დამოკიდებულება აღნიშნა ფორთოხლის ყველა ორგანოში, როგორც მიწისზედა ნაწილში, ისე ფესვთა სისტემაში..

ლიმონზე ჩატარებულ ექსპერიმენტში ამონიუმის გვარჯილის ერთჯერადი შეტანისას სასუქის აზოტზე შეთვისებულის 56% მოდის. წილადობრივი შეტანის შემთხვევაში 25-26%-ის ფარგლებშია (ცხრილი 10.4.3; 10.4.5; ნახაზი 10.4.2.), კარბამიდის ერთჯერადად შეტანის შემთხვევაში 25-27%-ის ფარგლებში მერყეობს.

ასეთივე კანონზომიერებაა დამახასიათებელი ლიმონის მცენარისათვის იმ განსხვავებით, რომ წილადობრივი შეტანის ვარიანტები, სადაც ნიშანდებული აზოტი შეტანილია ძირითადი განოყიერებისას (60%), სასუქის აზოტის შეთვისება ერთჯერადთან შედარებით 36-40%-ის ფარგლებშია.

ფორთოხლის მცენარის მიერ შეთვისებული აზოტის (ცხრილები 10.4.3 და 10.4.4) 61% მოდის მიწის ზედა ნაწილზე, შესაბამისად 39%- ფესვთა სისტემაზე. მიწისზედა ნაწილზე, შეთვისებული აზოტი ასე ნაწილდება: ფოთლებში ძირითადი ნაწილი, შემდეგ 1-2 წლიანი ღეროები და ბოლოს 3-4 წლიანი ღეროები, ხოლო ფესვებში კი აზოტის დიდი ნაწილი შეთვისებულია შემწოვი ფესვების მიერ, შემდეგ მოდის გამტარი ფესვები და ბოლოს ღერძულა ფესვები. ეს შეფარდება ნარჩუნდება ამონიუმის გვარჯილის წილადობრივი შეტანისას-მიწისზედა ნაწილში ნაპოვნია აზოტის 55.6-56%; კარბამიდის ნორმის ერთჯერადად შეტანის შემთხვევაში მიწისზედა ნაწილზე მოდის შეთვისებული აზოტის 56%, ხოლო წილადობრივად შეტანისას 63-57%, შესაბამისად ფესვთა სისტემის მიერ შეთვისებული აზოტი 37-43%-ის ფარგლებში მერყეობს.

სასუქის აზოტის შეთვისების მონაცემები (ცხრილები 10.4.3 და 10.4.4, დანართი 33, 34) გვიჩვენებენ, რომ ამონიუმის გვარჯილის ნორმის ერთჯერადად შეტანის შემთხვევაში მიწისზედა ნაწილზე მოდის მცენარის მიერ შეთვისებული სასუქის აზოტის 64%,საიდანაც დიდი ნაწილი - 75-80% მოდის ფოთლებზე, დანარჩენი ნაწილი კი მცენარის სხვა ვეგეტატიურ ნაწილებზე. წილადობრივი შეტანისას, ცდის სქემის თავისებურებებიდან გამომდინარე, როგორც მოსალოდნელი იყო მნიშვნელოვნად

მცირდება სასუქის აზოტის შეთვისება აბსოლუტურ ციფრებში და მნიშვნელოვნად იზრდება არანიშანდებული ე.წ. “ნიადაგის აზოტის” შეთვისება.

როგორც ცხრილებიდან 10.4.3 და 10.4.5 და დანართებიდან 35, 36 ჩანს ზემოთ აღნიშნული კანონზომიერება ნარჩუნდება ლიმონის მცენარეზე დაყენებულ ცდაში. აქ განსხვავება ის არის, რომ ლიმონის მცენარემ ცდის მიმდინარეობის დროს იმსხმოიარა და მისი ქიმიური ანალიზის შემდეგ შემდეგი კანონზომიერება გამოვლინდა (ნახაზი 10.4.2.):ნაყოფში საერთოდ აღინიშნა სასუქის აზოტის 18-52%, ხოლო ნიადაგის აზოტისა კი 81-47%. რაც შეეხება ერთჯერად და წილადობრივ შეტანას აქ შენარჩუნებულია იგივე კანონზომიერება, რაც მცენარის სხვა ორგანოებში აღინიშნა, ე.ი. ერთჯერადი შეტანისას მცენარე ითვისებს სასუქის აზოტის 43-52% აზოტოვანი სასუქების ფორმების შესაბამისად, ხოლო წილადობრივი შეტანისას კი სასუქის აზოტის 18-40% შეთვისებულია ნაყოფის მიერ, დანარჩენი შეთვისებული აზოტის ფონდიდან ნიადაგის აზოტზე მოდის 60-82%. ლიმონის ნაყოფის მიერ შეთვისებულია დამატებითი ნიადაგის აზოტი – “ექსტრა აზოტი” იგი მაღალია კარბამიდის ერთჯერადი შეტანის ვარიანტზე - 57% და ამონიუმის გვარჯილის წილადობრივი შეტანის ვარიანტზე- 42%.

სასუქის აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი C.Барбер-ის (1988) მიხედვით- საკვები ელემენტების შთანთქმის ეფექტურობა (ნიტრიენტ უბტკვე ეფფეციენცე),ფორთოხლისათვის ამონიუმის გვარჯილის ნორმის (2,5 გ/ჭურჭელ-ზე) ერთჯერადად შეტანისას 73%-ია, წილადობრივი შეტანისას კი 77,0-53%, შესაბამისად ¹⁵N ნიშანდებული სასუქის ნორმის 40% და 60% შეტანისას. კარბამიდის ნორმის ერთჯერადად შეტანისას გამოყენების კოეფიციენტი 69% შეადგენს, წილადობრივი შეტანისას კი 73-60% ზემოთხსენებული ვარიანტების შესაბამისად.

ამონიუმის გვარჯილის ერთჯერადად შეტანისას ლიმონის მცენარის მიერ სასუქის აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი 73%შეადგენს, წილადობრივი შეტანისას კი – 76-43%-ის ფარგლებშია. კარბამიდის ნორმის ერთჯერადად შეტანისას გამოყენების კოეფიციენტი 64% შეადგენს, ხოლო წილადობრივი შეტანისას კი -78-43%-ია.

ცხრილი 10.4.5.

აზოტის შემცველობა ლიმონის ბიომასაში

ნმგ/ჭურჭელზე

ცდის სქემა	ფორთოხალი			ლიმონი		
	საერთო აზოტი	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი	საერთო აზოტი	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი
PK- (ფონი)	778.4	778.4	-	719.9	719.9	-
PK+ ¹⁵ NH ₄ NO ₃	1952.4 100%	817.3 42%	1135.1 58%	1307.9 100%	627.8 48%	680.1 52%
PK+ ¹⁵ NH ₄ NO ₃ ¹⁵ N 60% ¹⁴ N 40%	1708.4 100%	1248.0 73%	460.4 27%	1298.0 100%	1001.3 77%	296.7 33%
PK+ ¹⁵ NH ₄ NO ₃ ¹⁵ N 60% ¹⁴ N 40%	1485.1 100%	1095.4 74%	389.7 26%	1168.9 100%	911.8 78%	257.1 22%
PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO	1723.9 100%	706.3 41%	1017.6 59%	1085.0 100%	508.6 47%	576.4 53%
PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO ¹⁴ N 60% ¹⁵ N 40%	2027.1 100%	1467.5 72%	559.6 28%	1085.7 100%	860.6 79%	225.1 21%
PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO ¹⁵ N 60% ¹⁴ N 40%	1455.4 100%	1026.0 70%	429.4 30%	903.8 100%	688.3 76%	215.5 24%

შესაბამისად ¹⁵N ნიშანდებული სასუქის ნორმის 40% და 60% შეტანისას. კარბამიდის ნორმის ერთჯერადად შეტანისას გამოყენების კოეფიციენტი 69% შეადგენს, წილადობრივი შეტანისას კი 73-60% ზემოთხსენებული ვარიანტების შესაბამისად.

ამონიუმის გვარჯილის ერთჯერადად შეტანისას ლიმონის მცენარის მიერ სასუქის აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი 73% შეადგენს, წილადობრივი შეტანისას კი – 76-43%-ის ფარგლებშია. კარბამიდის ნორმის ერთჯერადად შეტანისას გამოყენების კოეფიციენტი 64% შეადგენს, ხოლო წილადობრივი შეტანისას კი -78-43%-ია.

ცხრილი 10.4.5.

აზოტის შემცველობა ლიმონის ბიომასაში

ნმგ/ჭურჭელზე

ცდის სქემა	ფორთოხალი	ლიმონი
------------	-----------	--------

	საერთო აზოტი	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი	საერთო აზოტი	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი
PK- (ფონი)	778.4	778.4	-	719.9	719.9	-
PK+ ¹⁵ NH ₄ NO ₃	1952.4 100%	817.3 42%	1135.1 58%	1307.9 100%	627.8 48%	680.1 52%
PK+ ¹⁵ NH ₄ NO ₃ ¹⁵ N 60% ¹⁴ N 40%	1708.4 100%	1248.0 73%	460.4 27%	1298.0 100%	1001.3 77%	296.7 33%
PK+ ¹⁵ NH ₄ NO ₃ ¹⁵ N 60% ¹⁴ N 40%	1485.1 100%	1095.4 74%	389.7 26%	1168.9 100%	911.8 78%	257.1 22%
PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO	1723.9 100%	706.3 41%	1017.6 59%	1085.0 100%	508.6 47%	576.4 53%
PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO ¹⁴ N 60% ¹⁵ N 40%	2027.1 100%	1467.5 72%	559.6 28%	1085.7 100%	860.6 79%	225.1 21%
PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO ¹⁵ N 60% ¹⁴ N 40%	1455.4 100%	1026.0 70%	429.4 30%	903.8 100%	688.3 76%	215.5 24%

10.5. ფორთოხლის, ლიმონის და მანდარინის მცენარის მიერ აზოტის შეთვისების დინამიკა

მოსავლის რაოდენობრივი მხარე დამოკიდებულია მცენარეების მიერ საკვები ელემენტების შეთვისებაზე ნიადაგიდან და სასუქებიდან და შეთვისებული ელემენტების გამოყენებაზე ორგანული ნივთიერების შესაქმნე ლად. ნიადაგში შეტანილი აზოტოვანი სასუქებიდან მცენარის მიერ შეთვისებული აზოტის ხსნადი შენაერთები ასიმილირდებიან ფესვთა სისტემით და მიწისზედა ნაწილში გადამოდრავდებიან ძირითადად ქსილემით. მიწისზედა ნაწილებში სინთეზირებული ფოტოსინთეზის პროდუქტები აზოტოვანი შენაერთები გადამოდრავდებიან ფლოემით. ს. ბრეის (1986) მონაცემებით აზოტის შენაერთების შემცველობა ქსილემის წვენში მერყეობს 0.01-0.21% ფარგლებში მშრალ ნივთიერებაზე გაანგარიშებით და ისინი ქსილემის წვენის ძირითადი კომპონენტები არიან. ფესვებიდან ფოთლებში აზოტის ტრანსპორტისას ის გადამოდრავდება ღეროებით. ღეროების ქსოვილებში ერთდროულად ხდება სხვადასხვა ამინოშენაერთების შერჩევითი შთანთქმა ქსილემის წვენიდან და მიმდინარეობს ნივთიერებათა გადამოდრავება ღეროს ქსოვილებიდან ქსილემის წვენში.

აზოტის შენაერთების ფოთლებში სინთეზისათვის გამოიყენება აზოტი რომელიც ფოთლებში ხვდება ამიდურ ამინომჟავურ, უროიდულ ან ნიტრატულ ფორმაში, როგორც აღნიშნავს ს. ბრეი (1986) ფოთოლში ტრანსპორტირებადი აზოტოვანი

შენაერთების შემადგენლობა სახეობათა სპეციფიურობით და დამოკიდებულია ნიადაგის ხსნარში აზოტის ფორმებზე.

მცენარეები რომლებისთვისაც დამახასიათებელია ფესვებში დაბალი ნიტრატრედუქტაზული აქტივობა აზოტი ტრანსპორტირდება ფოთლებში უპირატესად არაორგანულ ფორმაში, სადაც მიმდინარეობს ნიტრატების აღდგენა და შემდგომ ჩართვა ამინომჟავებსა და სხვა აზოტის შენაერთებში. ნიტრატრედუქტაზა წარმოადგენს ძირითადად ფერმენტს, რომლის აქტივობაზე დამოკიდებულია მცენარეების ორგანოების მიერ მინერალური აზოტის ასიმილაცია. მცენარეები განსხვავდებიან ნიტრატების ასიმილაციის უნარით და ერთიანდებიან 3 ჯგუფად.

ციტრუსოვნები მიეკუთვნებიან მესამე ყველაზე მრავალრიცხოვან ჯგუფს, რომელთათვის დამახასიათებელია ნიტრატრედუქტაზული აქტივობა, როგორც ფესვებში, ისე ფოთლებში. აზოტის იზოტოპის ^{15}N ჩატარებული ექსპერი- მენტების საფუძველზე მ.ტრაპაიძემ (1987) დაადგინა მკვეთრად გამოხატული დადებითი კორელაცია ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ფესვებისა და ფოთლების აზოტით (^{15}N) გამდიდრებისას და ორგანოებში ნიტრატრ- ედუქტაზისა და გლუტამატდეჰიდროგენაზას შორის. ნიტრატრედუქტაზის მაღალი აქტიურობა განაპირობებს ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ნიტრატული აზოტის შეთვისების უპირატესობას.

ნ.ცანავს (1974) მიერ მანდარინის ახალგაზრდა მცენარეებზე ჩატარებული ექსპერიმენტებით დადგენილ იქნა აზოტის სხადსახვა შენაერთებიდან (ამონიუმი, ამიდი და ნიტრატი) ინტენსიური შეთვისება შეტანის პირველ საათებშივე ხდება. მანდარინის მცენარეები ამჟღავნებენ მკვეთრად გამოხატულ ნიტრატრედუქტაზულ აქტივობას. მცენარის მიერ შეთვისებული ამიაკური და ამიდური აზოტი მნიშვნელოვანწილად ფესვებშივე გარდაიქმნება ამინომჟავებად და შემდეგ გადამომრავდება ფოთლებში ხოლო ნიტრატის აზოტი გარდაქმნის პროცესში ირთვება მხოლოდ ფოთლებში.

ნოადაგში ინტენსიურად მიმდინარეობს ნიტრიფიკაციის პროცესი და ხუთი საათის შემდეგ ამონიუმის სულფტის აზოტის გარკვეული ნაწილი მანდარინის მცენარის მიერ შეთვისება ნიტრატების სახით. ფესვებში მასზე მოდის ფრაქციის აზოტის 5,6%, ხოლო

ფოთლებში 11,9%. ამიაკური, ამიდური და ნიტრატული აზოტი განსხვავებული სიჩქარით მონაწილეობს სამარაგო ცილების სინთეზში.

ლომონისა და ფორთოხლის მცენარეების მიერ აზოტის შეთვისებას ჩვენ ვსწავლობდით სავეგეტაციო ცდაში, სადაც გამოყენებული იქნა ამონიუმის გვარჯილა და კარბამიდი, რომელიც შეიტანებოდა წილადობრივად. წილადობრივ შეტანაში გამოყენებული იყო ორი ვარიანტი: პირველში ნორმის 60% შეტანისას ანუ ძირითადი განოყიერების დროს შეგვექონდა არანიშანდებული აზოტი, ხოლო გამოკვების დროს (ნორმის 40%) ნიშანდებული აზოტოვანი სასუქი. მეორე ვარიანტში პირიქით ნიშანდებული იყო ძირითადი გამოკვებისას შეტანილი სასუქის ნორმის 60%, ხოლო გამოკვებისას გამოყენებული იყო არანიშანდებული აზოტოვანი სასუქი (ნორმის 40%). ესპოზიციების მიხედვით მიღებული შედეგები მოტანილია ცხრილებში 10.5.1. და 10.5.2.

როგორც 10.5.1. ცხრილდან ჩანს ამონიუმის გვაჯილით გამოკვებისას ნიშანდებული აზოტის შეტანის პირველსავე დღეს ფორთოხლის მცენარის ფოთლებში საერთო აზოტის 1.26%(0.12 მგ/ჭურჭელზე) მოდის სასუქის აზოტზე, შემდგომ ვადებში (მე-5, 10 და 20 დღე შეტანიდან) სასუქის აზოტის ხვედრითი წილი იზრდება და შესაბამისად მერყეობს 1.69-2.55%(0.24-0.38 მგ/ჭურჭელზე) ფარგლებში. 30-ე დღეს აღინიშნება შემცველობის დაცემა 1.68%-მდე (0.18 მგ/ჭურჭელზე) ნიადაგის აზოტით განზავების გამო.

ნიშანდებული აზოტოვანი სასუქის ძირითადი განოყიერებისას შეტანის შემთხვევაში (ნორმის 60%) პირველსავე დღეს ფოთლების საერთო აზოტის 0,76% მოდის სასუქის აზოტზე, შემდგომ დღეებში ეს მაჩვენებელი იზრდება და შესაბამისად შეადგენს 1.97; 3.79; 8.99%. 31-ე დღეს, როგორც ამას ითვალისწინებდა ცდის სქემა, შეტანილია არანიშანდებული ამონიუმის გვარჯილა (ნორმის 40%). აზოტოვანი სასუქების შეტანამ გააძლიერა ნიადაგის მიერ შთანთქმული ადრე შეტანილი სასუქის აზოტის გამოტანა და ნიშანდებული სასუქის აზოტის ხვედრითი წილი 19.6%-მდე გაიზარდა. შემდგომ ექსპოზიციებში მისი ხვედრითი წილი 20, 24 და 26%-ს ფარგლებშია.

კარბამიდის შეტანის შემთხვევაში 31-ე დღეს, როდესაც გამოკვების სახით შეტანილი იქნა ნიშანდებული სასუქი, სასუქის აზოტზე მოდის ფორთოხლის მცენარის მიერ გამოტანილი საერთო აზოტის 1.93%. შემდგომ ექსპოზიციებში სასუქის აზოტის შემცველობა იზრდება და ის შესაბამისად 2.0; 2.27; 2.34 და 3.93% შეადგენს.

ძირითადი განოციერებისას (ნორმის 60%) ნიშანდებული სასუქის შეტანის პირველსავე დღეს საერთო აზოტში სასუქის აზოტის წილი 0.38%-ია, 5-დან

ცხრილი 10.5.1.

ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ფოთლების მიერ აზოტის შეთვისების დინამიკა
ნიშანდებული ამონიუმის გვარჯილისა და კარბამიდის გამოყენებისას
Nმგ/ჭურჭელზე

ექსპოზიციები დღეებში და საათებში	$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ წილადობრივი შეტანა						$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ წილადობრივი შეტანა					
	PK+ ^{14}N 60% ^{15}N 40%			PK+ ^{15}N 60% ^{14}N 40%			PK+ ^{14}N 60% ^{15}N 40%			PK+ ^{15}N 60% ^{14}N 40%		
	საერთო აზოტი	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი	საერთო აზოტი	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი	საერთო აზოტი	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი	საერთო აზოტი	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი
1 (24)	11.82	11.82	-	11.85	11.76	0.09	11.46	11.46	-	10.58	10.54	0.04
5 (180)	12.57	12.57	-	13.21	10.95	0.26	11.67	11.67	-	10.67	10.55	0.12
10 (240)	12.42	12.42	-	12.93	12.44	0.49	12.69	12.69	-	11.10	10.86	0.24
20 (480)	14.04	14.04	-	14.46	13.16	1.30	13.95	13.95	-	12.78	11.91	0.81
30 (720)	15.03	15.03	-	13.87	11.98	1.89	13.44	13.44	-	12.69	10.91	1.78
1 (24)	9.50	9.38	0.12	10.51	8.45	2.06	9.30	9.12	0.18	11.35	8.90	2.45
5 (180)	10.08	9.91	0.17	13.75	10.99	2.76	10.0	9.80	0.20	7.98	6.19	1.79
10 (240)	14.37	14.07	0.24	16.31	12.30	4.01	14.05	13.70	0.32	15.53	11.23	4.30
20 (480)	14.90	14.52	0.38	15.95	12.02	3.90	11.97	11.69	0.28	12.17	8.64	3.53
30 (720)	10.70	10.52	0.18	10.30	7.63	2.67	9.92	9.53	0.39	9.22	6.33	2.85

30-ე დღემდე ის 1.12-დან 14%-მდე იზრდება. 31-ე დღეს, როდესაც გამოკვების სახით შეტანილი იქნა არანიშანდებული კარბამიდი, ფოთლების საერთო აზოტში სასუქის

აზოტის პროცენტული შემცველობა 21.5%-მდე გაიზარდა. შეტანილი არანიშანდებული სასუქის აზოტის გავლენა ადრე შეტანილ სასუქის აზოტზე კარბამიდის შეტანისას უფრო რელიეფურია და ის 22.4-დან 31.3%-მდე იზრდება.

ლიმონ მეიერზე დაყენებულ ცდაში ნიშანდებული ამონიუმის გვარჯილით გამოკვების (ცხრილი 10.5.2) პირველსავე დღეს სასუქის აზოტმა ლიმონის ფოთოლში საერთო აზოტის 0.9% (0.11 მგ/ჭურჭელზე) შეადგინა, მე-5 დღეს მან უკვე 2%-ს (0.22 მგ/ჭურჭელზე) გადააჭარბა, ხოლო შეტანის 30-ე დღეს სასუქის შეტანიდან საერთო აზოტის 3%-ზე (0.33 მგ/ჭურჭელზე) მეტი შეადგინა. სასუქის აღნიშნული ფორმით ძირითადი განოყიერებისას შეტანის პირველსავე დღეს სასუქის აზოტზე მოდის საერთო აზოტის 1%-ზე მეტი, მე-10 დღეს 3%-ზე მეტი, ხოლო 30-ე დღეს თითქმის 9%. არანიშანდებული ამონიუმის გვარჯილით გამოკვების სახით შეტანა აძლიერებს ადრე შეტანილი სასუქის შეთვისებას და პირველსავე დღეს ^{15}N -ის შეთვისება საერთო აზოტის 14.8%-ს შეადგენს, ხოლო 40 და 50 დღის შემდეგ მასზე შესაბამისად მოდის ფოთლის საერთო აზოტის 19-20%. შემდგომ ექსპოზიციაში აღინიშნება სასუქის აზოტის ხვედრითი წილის შემცირება (16.3%).

.ცხრილი 10.5.2.

ლიმონ მეიერის ფოთლების მიერ აზოტის შეთვისების დინამიკა ნიშანდებული

ამონიუმის 1 გვარჯილისა და კარბამიდის გამოყენებისას

Nმგ/ჭურჭელზე

ექსპოზიციები დღეებში და საათებში	$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ წილადობრივი შეტანა						$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ წილადობრივი შეტანა					
	PK+ $^{14}\text{N}60\%^{15}\text{N}40\%$			PK+ $^{15}\text{N}60\%^{14}\text{N}40\%$			PK+ $^{14}\text{N}60\%^{15}\text{N}40\%$			PK+ $^{15}\text{N}60\%$ $^{14}\text{N}40\%$		
	საერთო აზოტი	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი	საერთო აზოტი	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი	საერთო აზოტი	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი	საერთო აზოტი	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი
1 (24)	11.82	11.82	-	10.18	10.07	0.11	9.03	9.03	-	9.14	9.09	0.05
5 (180)	12.15	12.15	-	10.95	10.85	0.10	9.48	9.48	-	9.23	9.18	0.05
10 (240)	12.69	12.69	-	10.43	10.11	0.32	9.57	9.57	-	9.48	9.41	0.07
20 (480)	13.08	13.08	-	11.33	10.92	0.41	11.25	11.25	-	9.31	9.03	0.28
30 (720)	13.38	13.38	-	11.00	10.02	0.98	12.72	12.72	-	10.28	9.44	0.84
1 (24)	12.29	12.18	0.11	8.39	7.15	1.24	9.38	9.21	0.17	8.67	9.95	1.72
5 (180)	10.15	9.93	0.22	7.57	6.52	1.05	8.19	8.04	0.15	8.18	6.64	1.54
10 (240)	11.53	11.40	0.13	9.96	7.93	1.83	11.45	11.26	0.19	8.09	6.41	1.68
20 (480)	11.14	10.91	0.23	12.09	9.67	2.42	8.21	7.71	0.50	7.61	6.11	1.50
30 (720)	10.50	10.17	0.33	9.22	7.72	1.50	9.66	9.34	0.32	8.16	5.86	2.30

ნიშანდებული კარბამიდის გამოკვების სახით შეტანის პირველ ექსპოზიციებში (ცხრილი 10.5.2.) აზოტის შეთვისება 2-ჯერ უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს და 5 დღის შემდეგ მასზე საერთო აზოტის 6 % მოდის.

ძირითადი განოციერებისათვის ნიშანდებული კარბამიდის გამოყენებისას პირველსავე დღეს სასუქის აზოტი საერთო აზოტის 0.5%-ს შეადგენს. მე-20 დღეს- 3%-ს, ხოლო 30-ე დღეს მასზე საერთო აზოტის 8% მოდის. არანიშანდებული კარბამიდის შეტანა აძლიერებს ნიშანდებული სასუქის გამოყენებას-მისი შემცველობა საერთო აზოტის 18-20%-ის ფარგლებშია. ამონიუმის გვარჯილისაგან განსხვავებით კარბამიდის შემთხვევაში 30-ე დღისათვის ლიმონის ფოთლის საერთო აზოტის 28% (2.3 მგ/ჭურჭელზე) წარმოადგენილია სასუქის აზოტით.

მიღებული მონაცემები ნათლად მეტყველებენ ფორთოხლისა და ლიმონის მცენარეების მიერ აზოტის სწრაფ შეთვისებაზე. ამ პროცესის ინტენსიურობაზე გავლენას ახდენს როგორც გამოყენებული აზოტოვანი სასუქის ფორმა, შეტანის ვადა, ასევე მცენარის სახეობრივი ბიოლოგიური თავისებურება.

მანდარინის მცენარის მიერ აზოტის შეთვისება ისწავლებოდა ცდაში, სადაც გამოყენებული იყო კარბამიდი და ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორი KMP და Ca ეს უკანასკნელი გამოიცადა ორი ნორმით 2 და 10მგ/კგ.

ინჰიბიტორების დადებითი გავლენა პირველ რიგში გამოიხატა მცენარის საერთო მასის ზრდით გამონაკლისს ინჰიბიტორ Ca ნორმით 10მგ/კგ წარმოადგენს (ცხრილი 10.5.3.), სადაც არსებითად ითრგუნება როგორც საერთო ბიომასის, ასევე ცალკეული შემადგენელი ნაწილების განვითარება. ინჰიბიტორების ზემოქმედებით მნიშვნელოვნად იზრდება (25-49%) $\text{PK}+(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ შედარებით. მინიმალური მატება 5,6% ფარგლებში დაფიქსირებულია ინჰიბიტორ Ca 10მგ/კგ ნორმების გამოყენებისას ფოსფორისა და კალიუმის ფონზე. კარბამიდის გამოყენებისას მიწისზედა ნაწილის საერთო აზოტის 66% მოდის ფოთლებზე, 1-2 წლიანი ღეროებზე მიწისზედა მასის 9% მოდის, ხოლო 3-4 წლიან ღეროებზე კი თითქმის 25%. ინჰიბიტორების გამოყენება ამცირებს საერთო აზოტში ფოთლების და 1-2 წლიანი ღეროების აზოტის ხვედრით წილს და ზრდის მას 35-37%-მდე 3-4 წლიან ღეროებში (ცხრილი 10.5.4.).

ინჰიბიტორების გავლენა ფესვთა სისტემაზე უმნიშვნელოა. გამონაკლისს წარმოადგენს ინჰიბიტორ $\text{I}\Gamma$ 2მგ/კგ ნორმა.

ცხრილი 10.5.3

კარბამიდის გავლენა მანდარინ უნშიუს პროდუქტიულობაზე ინჰიბიტორების KMI და $\text{I}\Gamma$ გამოყენებისას (გ/ჭურჭელზე)

ცდის სქემა	მცენარული მასა, გ.			ნამატი ინჰიბიტორებისაგან, გ		
	მიწისზედა ნაწილი	ფესვთა სისტემა	საერთო მასა	მიწისზედა ნაწილი	ფესვთა სისტემა	საერთო მასა
$\text{PK}+(\text{N}^{15}\text{H}_2)_2\text{CO}$	19.95	50.11	70.06	-	-	-
$\text{PK}+(\text{N}^{15}\text{H}_2)_2\text{CO}+\text{KMI } 2 \text{ mg/kg}$	25.06	50.68	75.74	5.11	0.57	5.68
$\text{PK}+(\text{N}^{15}\text{H}_2)_2\text{CO}+\text{I}\Gamma 2\text{mg/kg}$	25.76	61.39	87.15	5.84	11.28	17.09
$\text{PK}+(\text{N}^{15}\text{H}_2)_2\text{CO}+\text{I}\Gamma 10\text{mg/kg}$	19.94	44.41	64.35	-0.01	-5.7	-5.71

ცხრილი 10.5.4

ინჰიბიტორების KMI და $\text{I}\Gamma$ გავლენა მანდარინის მცენარის მიერ აზოტის შეთვისებაზე კარბამიდის გამოყენებისას (მგ/ჭურჭელზე)

ცდის სქემა	მიწისზედა ნაწილში საერთო აზოტი			ფესვთა სისტემაში საერთო აზოტი			სულ საერთო აზოტი		მცენარის მიერ გამოტანილი საერთო აზოტი
	ფოთლები	1-2 წლიანი ლეროები	3-4წლიანი ლეროები	შემოვი ფესვები	გამტარი ფესვები	ლერბულა ფესვები	მიწისზედა ნაწილში	ფესვთა სისტემაში	
$\text{PK}+(\text{N}^{15}\text{H}_2)_2\text{CO}$	271,9	37.2	102.0	308.9	160.2	306.2	411.1	775.3	1186.4
$\text{PK}+(\text{N}^{15}\text{H}_2)_2\text{CO}+\text{KMI } 2 \text{ mg/kg}$	301.5	21.3	192.2	370.7	94.2	266.5	515.0	731.4	1246.4
$\text{PK}+(\text{N}^{15}\text{H}_2)_2\text{CO}+\text{I}\Gamma 2\text{mg/kg}$	367.9	30.8	215.9	529.7	188.6	375.7	614.6	1094.0	1708.6
$\text{PK}+(\text{N}^{15}\text{H}_2)_2\text{CO}+\text{I}\Gamma 10\text{mg/kg}$	273.4	27.3	133.7	346.2	81.9	301.1	434.4	729.2	1163.6

10.6. ციტრუსების მიერ სასუქის აზოტის შეთვისება ¹⁵N-ით ნიშანდებული ამონიუმის გვარჯილის გამოყენებასას

მცენარის სხვადასხვა ორგანოსა და ქსოვილში მისი ცხოველმყოფელობის პროცესში მუდმივად მიმდინარეობს აზოტოვანი კომპლექსების განახლება, რაშიც აქტიურდ მონაწილეობენ შეტანილი აზოტოვანი სასუქები. აზოტის სტაბილური იზოტოპის ¹⁵N-ის გამოყენება საშუალებას გვაძლევს ამ პროცესში გამოვყოთ სასუქის აზოტისა და საკუთრივ ნიადაგის აზოტის წილი, შესაბამისი ფრაქცია და გარდმავალი დინამიკა სასუქის შეტანიდან. მცენარეში სასუქის აზოტის დაგროვების აღრიცხვით შესაძლებელია დავადგინოთ მისი გამოყენების დონე (Цанавა В.1974а, Кореньков Д. и др. 1975;1985;Гамзиков Г.1979).

ლიმონის და ფორთოხლის მცენარეთა მიერ სასუქის აზოტის გამოყენების საკითხების შესწავლისას, როცა გამოიყენებოდა აზოტოვანი სასუქების ფორმები, დადგინდა, რომ ციტრუსებში სასუქის აზოტი უფრო მეტად გროვდება ამონიუმის წყაროებიდან, ვიდრე ნიტრატულიდან ლომინაძე შ.(1989).

იმისათვის, რომ ეს საკითხი უფრო ნათელი გამხდარიყო, გადავწყვიტეთ ერთიდაიგივე სასუქის გამოყენება ციტრუსებში, რომელიც ¹⁵N-ს შეიცავს სხვადასხვა ჯგუფებში და დავაკვირდით, თუ რა გავლენას მოახდენდა ფორთოხლისა და ლიმონის მცენარეში სასუქის აზოტის დაგროვებაზე. ცდის ისტორია, სქემა და ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლები ცდის დაყენებამდე მოცემულია დისერტაციის მესამე თავში. ჩატარებული კვლევის შედეგები მოცემულია ცხრილებში 10.6.1 და 10.6..2-ში.

ცხრილი 10.6.1-დან ჩანს, რომ ფორთოხლის ფოთლებში დაგროვილია სასუქის აზოტის უმეტესი წილი - 30-38%, შემდეგ მოდის შემწოვი ფესვები, სადაც სასუქის აზოტი აღწევს 21-26%. დარჩენილი აზოტის რაოდენობა მცენარეში შესული სასუქის აზოტის დანარჩენი რაოდენობა განაწილებულია მცენარის სხვა ორგანოებში. რაც შეეხება ამონიუმის გვარჯილის, ამონიუმის და ნიტრატული ჯგუფის ნიშანდებული აზოტის გამოყენებას, შეინიშნება მნიშვნე- ლოვანი სხვაობა სასუქის აზოტის დაგროვებაში, რომელიც მიწისზედა ორგანოებში ამონიუმის წყაროდან გროვდება სასუქის ნორმის 17,5%, ნიტრატულიდან- 16,4% და ორივე ფორმის ნიშანდებული

გამდიდრებისას კი 30,8%. ასეთივე კანონზომიერება აღინიშნება ფესვთა სისტემის მიერ სასუქის აზოტის შეთვისებაზე და იგი შესაბამისად შეადგენს 11-13-25%ს სასუქის ნორმიდან. საერთოდ კი შეიძლება ითქვას, რომ ფორთოხლის მცენარის ორგანოებში სასუქის აზოტი ამონიუმის ფორმიდან უფრო დიდი რაოდენობით გროვდება, ვიდრე ნიტრატულიდან, მაგრამ გარკვეულ გავლენას ახდენენ თანმხლები ანიონები. ეს მოვლენა შეიძლება აიხსნას გ.აბესაძის, ი. ნაკაიძის (1991) კვლევებით, რომლებიც აღნიშნავენ, რომ მცენარე აზოტს ნიტრატული ფორმიდან ითვისებს მაშინ, როცა ის აღდგება ამიაკამდე. სწორედ ასეთივე მოვლენა ხდება ჩვენს შემთხვევაშიც ნიტრატების ამიაკამდე აღგენაში, შეიძლება ადგილი ჰქონდეს აზოტის დანაკარგებს. დ. პრიანიშნიკოვის (1953) და მისი მოწაფეების მიერ დადგენილია, რომ გარკვეულ პირობებში მცენარის აზოტით კვება თანაბრად მიმდინარეობს, როგორც ამიაკური, ისე ნიტრატული ფორმიდან. ეს პროცესი ჩვენს შემთხვევაში გამოირიცხა, რადგან საქმე გვაქვს სუბტროპიკულ პირობებთან და მრავალწლიან კულტურებთან, რომლებიც ზრდა-განვითარებისათვის კვების თვისებურ პირობებს მოითხოვენ.

ცხრილ 10.6.2-დან ირკვევა, რომ ლიმონის მცენარე ამიაკური და ნიტრატული ჯგუფის ნიშანდებული აზოტოვანი სასუქის გამოყენებაზე განსაკუთრებით რეაგირებს, რაც შეიძლება თვით მცენარის ბიოლოგიური თავისებურებებით იყოს განპირობებული. კერძოდ, შეტანილი ამონიუმის გვარჯილის ^{15}N მცენარეში დიდი რაოდენობით გროვდება ფოთლებში 31-39% და შემწოვ ფესვებში 16-25% მთლიანად შეთვისებული სასუქის აზოტიდან. დარჩენილი წილი შეთვისებული სასუქის აზოტისა მოდის მცენარის სხვა ორგანოებზე (1-2 წლიანი ღეროები, 3-4 წლიანი ღეროები, ფესვები-საყრდენი და გამტარი).

განსაკუთრებით მკვეთრი სურათია კვების სხვადასხვა წყაროებიდან მცენარეში აზოტის დაგროვებაზე. ფორთოხლის მცენარისაგან განსხვავებით აქ ნათლად ჩანს, რომ მცენარე პირველ რიგში იკვებება ამონიუმის წყაროებიდან, ვიდრე ნიტრატურიდან. თუ შევადარებთ მცენარის მიწისზედა ორგანოებში და ფესვთა სისტემაში დაგროვილი სასუქის აზოტის მთლიან მაჩვენებელს, ნათლად დავინახავთ, რომ ლიმონი სასუქის აზოტის მაქსიმუმს ითვისებს ამონიუმის წყაროდან 24%-ს შეტანილი ნორმიდან,

ნიტრატულიდან კი 11,63%-ს. აღნიშნული მოვლენა შეიძლება აიხსნას ისე, როგორც ავხსენით ფორთოხლის მცენარის შემთხვევაში.

ცხრილებიდან (10.6.1 და 10.6.2) ჩანს, რომ ფორთოხლისა და ლიმონის მცენარის კვება ინტენსიურად ხდება ამონიუმის გვარჯილის ¹⁵N-ის ამიაკური ფორმიდან და ამასთან ერთად ერთგვარადაც მცენარის კვებაში ნიადაგის აზოტიც დიდი რაოდენობით, რომელიც შეიძლება ძირითადად წარმოდგენილი იყოს კვების ამიაკური წყაროდან. ნიადაგის აზოტის დამატებითი ჩართვა მცენარეთა კვებაში ამ ვარიანტზე ორივე კულტურისათვის დაახლოებით 45-60%-ს აღწევს. ხოლო ნიტრატული ფორმის სტაბილური აზოტის გამოყენების ვარიანტზე ნიადაგის აზოტის ჩართვა ფორთოხლისა და ლიმონის მცენარეთა კვებაში შესაძლებელია 700-850მგ-ით ამიაკურ წყაროსთან შედარებით, ხოლო კიდევ უფრო ნაკლებად არის ჩართული ნიადაგის აზოტი საერთო სტაბილური აზოტის მქონე აზოტოვანი სასუქებიდან. ყოველივე ეს შეიძლება დაკავშირებული იყოს ნიადაგში მიმდინარე მიკრობიოლოგიურ პროცესებთან და მცენარეთა კვებაში სასუქის აზოტის უფრო მაღალ ჩართვასთან.

ცხრილი 10.6.1

აზოტის გამოტანა ფორთოხლის ცალკეული ორგანოებს მიერ ამონიუმის გვარჯილის სხვადასხვა ჯგუფის ნიშანდებული აზოტის გამოყენებისას, მგ/ჰურჰელზე.

მცენარის ორგანოები ვარიანტები	ფოთოლი			1-2 წლიანი ღერო			3-4 წლიანი ღერო			მიწისზედა ნაწილ გამოტანილი აზოტი	
	ნიადა- გის N	სასუქის N	% ნორმი- დან	ნიადა- გის N	სასუქის N	% ნორმი- დან	ნიადა- გის N	სასუქის N	% ნორმი- დან	ნიადა- გის N	სასუქის N
PKCa-ფონი	510.13			188.66			213.47			912.26	

$^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$	1220.21	558.05	11.16	441.43	191.15	3.82	300.80	123.95	2.48	1962.44	873.15
$\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$	838.73	489.60	9.79	325.07	178.55	3.57	297.72	150.71	3.01	1461.52	818.86
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$	525.97	924.90	18.49	240.38	325.35	6.51	250.62	291.94	5.82	1016.97	1541.49

ცდის სიზუსტე, % 10.62 4.77 5.52

კოეფიციენტი, V% 31.85 14.32 16.56

გაგრძელება ცხრილი 10.6.1

ფესვის ნაწილები	საყრდენი			გამტარი			შემწოვი			მიწისზედა ნაწილის მიერ გამოტანილი აზოტის ჯამი			მცენარის მიერ მოთხოვნილი-ანად გამოტანილი აზოტი ჯამი		
	ნიადაგის N	სასუქის N	% ნორმიდან	ნიადაგის N	სასუქის N	% ნორმიდან	ნიადაგის N	სასუქის N	% ნორმიდან	ნიადაგის N	სასუქის N	% ნორმიდან	ნიადაგის N	სასუქის N	% ნორმიდან
PKCa- ფონი	233 .48			97. 23			41 2.0 7			74 2.7 8			165 5.0 1		
$^{15}\text{NH}_4$ NO_3	373 .21	128 .42	2. 57	34 0.0 1	138 .21	2.7 6	70 9.5 1	303 .94	6.0 8	14 22. 73	570 .57	11. 41	338 5.1 7	144 3.7 2	28 .8 7
NH_4^{15} NO_3	266 .48	112 .16	2. 24	24 4.8 7	162 .24	3.2 4	70 7.1 4	396 .28	7.9 2	12 61. 06	670 .68	13. 41	272 2.5 8	148 9.5 4	29 .7 9
$^{15}\text{NH}_4^{15}$ NO_3	288 .66	267 .32	5. 35	22 0.7 9	308 .37	6.1 7	46 3.7 5	660 .64	13. 21	97 3.2 0	123 6.3 3	24. 73	199 0.1 7	278 2.8 2	55 .6 5

ცდის სიზუსტე, % 2.33 10.39 5.52

კოეფიციენტი, V% 6.99 31.17 25.45

ცხრილი 10.6..2

აზოტის გამოტანა ლიმონის ცალკეული ორგანოებს მიერ ამონიუმის გვარჯილის
სხვადასხვა

ჯგუფის ნიშადებული აზოტის გამოყენებისას, მგ/ჰურჰელზე.

მცენარის ორგანოები ვარიანტები	ფოთლოლი			1-2 წლიანი ღერო			3-4 წლიანი ღერო			მიწისზედა ნაწილი გამოტანილი აზოტი	
	ნიადა- გის N	სასუქის N	% ნორმი- დან	ნიადა- გის N	სასუქის N	% ნორმი- დან	ნიადა- გის N	სასუქის N	% ნორმი- დან	ნიადა- გის N	სასუქის N
PKზა-ფონი	274.54			255.87			115.70			646.11	
¹⁵ NH ₄ NO ₃	263.05	471.43	9.43	397.39	179.26	3.58	240.95	104.12	2.08	901.39	754.81
NH ₄ ¹⁵ NO ₃	357.31	206.69	4.13	225.44	129.24	2.58	169.99	60.77	1.21	752.74	396.70
¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃	254.01	358.75	7.17	217.90	231.26	4.62	137.71	81.51	1.63	606.62	671.52
ცდის სიზუსტე,%	5.03			13.45			9.64				
კოეფიციენტი, V%	15.08			40.36			28.91				

გაგრძელება ცხრილი 10.6.2

ფესვის ნაწი- ლები ვარი- ანტი- ტი	საყრდენი			გამტარი			შემწოვი			მიწისზედა ნაწილის მიერ გამოტანილი აზოტის ჯამი			მცენარის მიერ მთლი- ანად გამოტანილი აზოტი ჯამი		
	ნია- და- გის N	სას- უქ- ის N	% ნორ- მი- დან	ნია- და- გის N	სას- უქ- ის N	% ნორ- მი- დან	ნია- და- გის N	სას- უქ- ის N	% ნორ- მი- დან	ნია- და- გის N	სას- უქ- ის N	% ნორ- მი- დან	ნია- და- გის N	სას- უქ- ის N	% ნორ- მი- დან

PKზა- ფონი	21 9.7 2			62. 66			17 0.9 5			45 3.3 3			10 99. 44		
¹⁵ NH ₄ NO ₃	40 3.9 5	127 .08	2.5 4	19 9.1 4	82. 62	1.6 9	55 3.2 5	242 .57	4.8 5	11 56. 34	454 .27	9.0 8	20 57. 73	120 9.0 8	24 .1 8
NH ₄ ¹⁵ NO ₃	20 3.9 1	58. 21	1.1 6	55. 78	29. 90	0.5 9	20 5.2 4	96. 84	1.9 4	46 4.9 3	184 .95	3.6 9	12 17. 67	581 .65	11 .6 3
¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃	17 0.6 6	106 .48	2.1 3	74. 81	76. 48	1.5 3	27 6.5 7	297 .76	5.9 5	52 2.0 4	480 .72	9.6 1	11 28. 89	115 2.2 4	23 .0

ცდის სიზუსტე, % 12.70 23.89 19.63

კოეფიციენტი, V% 38.10 71.68 58.88

10.7. ფორთოხლისა და ლიმონის კულტურით დაკავებულ წითელმიწა ნიადაგში

ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორების N-serve+ATC

გამოყენებაზე ჩატარებული კვლევის შედეგები

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის გაზრდის მიზნით მინერალური სასუქების მაღალი ნორმების გამოყენება, თავის მხრივ, მრავალ დამატებით პრობლემას წარმოქმნის, რომელთა გადაწყვეტაზე დამოკიდებულია როგორც მოსავლიანობის შემდგომი სისტემური ზრდა, ასევე გარემოს დაცვა. ერთ-ერთი ასეთი პრობლემაა სასუქების აზოტის გამოყენების დაბალი კოეფიციენტი, ნიადაგში, მდინარეებსა და წყაროებში ნიტრატების, აგრეთვე ეტმოსფეროს მიწისპირა ფენაში აზოტის დაჟანგული შენაერთების ჭარბი დაგროვება. მრავალი მეცნიერის (Борисов Н.1968, Смирнов П.1975, Цанава В. и др. 1985) შრომაა მიძღვნილი აზოტის ჟანგვის პროცესების ჩახშობაზე, რაც სასოფლო-სამეურნეო კულტურებში აზოტის გამოყენების კოეფიციენტის გადიდებას იწვევს. ყოველივე ამას ხელს უწყობს ინჰიბიტორის გამოყენება აზოტთან სასუქებთან ერთად. ამ მხრივ არის ცნობილი მეცნიერული კვლევები ნ. ბორისოვის (1968), პ. სმირნოვის (1975), B.Goffman, G. Lorang (1975).

სუბტროპიკულ ზონაში მსგავსი კვლევები ჩაის კულტურაზე ჩატარებული აქვთ ვ.ცანავას, ა.მესხიძეს, ნ.ცანავას, დ.კარტოზიას (1985), ხოლო რაც შეეხება ციტრუსოვან

კულტურებს, ასეთი გამოკვლევები წითელმიწა ნიადაგებში არ ჩატარებულა. გამომდინარე აქედან, ჩვენი კვლევის მიზანი იყო შეგვესწავლა ინჰიბიტორების N-serve+ATC აზოტოვან სასუქებთან გამოყენების გავლენა ფორთოხლისა და ლიმონის მცენარეების ზრდა-განვითარებაზე, აზოტის გამოტანზე და ნიდაგში აზოტის დამაგრებაზე. ცდის სქემა, ისტორია და ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლები მოცემულია დისერტაციის მესამე თავში.

ცხრილი 10.7.1

აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა ფორთოხლის მცენარის ზრდა-განვითარებაზე, (გ-ში მშრალი წონა)

აზოტის ფორმები PKCa-ის ფონზე	მიწისზედა ნაწილი			ფესვთა სისტემა				შეფარ-დება მიწის-ზედა მასა ფესვთა სისტემა	
	ფოთლები	ღეროები		სულ მიწისზედა ნაწილის მასა	საყრდენი	გამტარი	შემწოვი		სულ ფესვთა სისტემის მასა
		1-2 წლიანი	3-4 წლიანი						

PKβs	<u>42.57</u> 5.15	<u>39.77</u> 1.6	<u>44.96</u> 0.9	127.30	<u>41.25</u> 4.7	<u>15.45</u> 0.9	<u>32.55</u> 0.4	96.65	<u>127.30</u> 96.65	1.32
(¹⁵ NH ₂) ₂ SO ₄	<u>90.20</u> 1.44	<u>64.04</u> 6.2	<u>63.47</u> 0.6	217.71	<u>55.35</u> 0.4	<u>33.70</u> 3.7	<u>65.65</u> 0.7	154.70	<u>217.71</u> 154.70	1.41
(¹⁵ NH ₂) ₂ SO ₄ N-serve-ATC	<u>54.99</u> 4.1	<u>65.27</u> 2.1	<u>34.09</u> 3.8	154.35	<u>44.15</u> 3.6	<u>14.55</u> 3.4	<u>41.10</u> 3.2	99.80	<u>154.35</u> 99.80	1.55
(¹⁵ NH ₂) ₂ CO	<u>33.85</u> 4.5	<u>59.76</u> 4.6	<u>50.40</u> 5.1	144.01	<u>65.65</u> 1.6	<u>16.65</u> 5.5	<u>46.20</u> 0.6	127.10	<u>144.01</u> 127.10	1.13
(¹⁵ NH ₂) ₂ CO N-serve-ATC	<u>58.52</u> 5.4	<u>63.96</u> 5.2	<u>49.43</u> 2.5	171.91	<u>47.25</u> 4.4	<u>40.05</u> 3.3	<u>58.5</u> 1.9	145.80	<u>171.91</u> 145.80	1.18

ცხრილი 10.7.2

აზოტოვანი საუქების ფორმების გავლენა ლიმონის მცენარის
ზრდა-განვითარეზე, (გ-ში მშრალი წონა)

აზოტის ფორმები PKCa-ის ფონზე	მიწისზედა ნაწილი				ფესვთა სისტემა				შეფარ-დება მიწის-ზედა მასა ფესვთა სისტემა
	ფოთლები	ღეროები		სულ მიწისზედა ნაწილის მასა	საყრდენი	გამტარი	შემწოვი	სულ ფესვთა სისტემის მასა	
		1-2 წლიანი	3-4 წლიანი						

PKCa	<u>13.96</u> 3.3	<u>30.47</u> 3.1	<u>24.48</u> 5.6	68.91	<u>35.55</u> 6.0	<u>7.90</u> 3.5	<u>11.75</u> 3.2	55.20	<u>68.91</u> 55.22	1.25
(¹⁵ NH ₂) ₂ SO ₄	<u>24.91</u> 5.5	<u>40.09</u> 4.3	<u>30.98</u> 3.9	95.98	<u>28.75</u> 3.2	<u>10.40</u> 4.6	<u>18.80</u> 5.4	57.95	<u>95.98</u> 57.95	1.65
(¹⁵ NH ₂) ₂ SO ₄ N-serve-ATC	<u>24.16</u> 0.6	<u>31.26</u> 1.7	<u>32.56</u> 6.06	87.98	<u>27.85</u> 4.8	<u>7.70</u> 4.5	<u>23.80</u> 5.1	49.35	<u>87.98</u> 59.35	1.48
(¹⁵ NH ₂) ₂ CO	<u>20.85</u> 4.2	<u>37.40</u> 4.6	<u>28.59</u> 5.5	86.84	<u>24.75</u> 5.6	<u>9.30</u> 3.9	<u>25.65</u> 4.1	59.70	<u>86.84</u> 56.70	1.45
(¹⁵ NH ₂) ₂ CO N-serve-ATC	<u>19.83</u> 3.2	<u>43.21</u> 3.5	<u>27.76</u> 4.0	90.80	<u>30.60</u> 5.0	<u>10.80</u> 4.9	<u>23.70</u> 5.1	65.10	<u>90.80</u> 65.10	1.39

სავეგეტაციო ცდის პირობებში აზოტოვანი სასუქების (ამონიუმის სულფატის და კარბამიდის) და ინჰიბიტორების (N-serve და ATC) გამიყენებისას მიღებული შედეგები მოყვანილია ცხრილებში 10.7.1 და 10.7.2-ში.

10.7.1 ცხრილიდან ჩანს, რომ აზოტოვანი სასუქების გავლენა ფორთოხლის მცენარის ზრდა-განვითარებაზე ინჰიბიტორების გამოყენებისას სხვადასხვა საზღვრებში იცვლება. ფონთან შედარებით ამონიუმის სულფატი მკვეთრად მოქმედებს ფორთოხლის მცენარის პროდუქტიულობაზე, ხოლო ინჰიბიტორების გამოყენება არავითარ შედეგს არ იძლევა. შეფარდება მიწისზედა ორგანოებსა და ფესვთა სისტემას შორის იცვლება 1,41-დან 1,55-ის ფარგლებში. კარბამიდის ფონზე ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორების მოქმედება ფორთოხლის მცენარის ზრდა-განვითარებაზე დადებითია. კერძოდ ფორთოხლის პროდუქტიულობა გადიდე- ბულია მიწისზედა ორგანოების 27გ-ით და ფესვთა სისტემისა კი 18გ-ით, ხოლო თანაფარდობა 0,06-ით. ყოველივე ეს შეიძლება აიხსნას, იმით, რომ ინჰიბიტორების მოქმედება ამონიუმის სულფატის ფონზე ნაკლებადაა შესაძლებელი, რადგან იგი მიეკუთვნება ფიზიოლოგიურად მყავე სასუქს, ვიდრე კარბამიდი.

ანალოგიური შედეგებია მიღებული ლიმონის მცენარის ქვეშ აზოტოვანი სასუქების და ინჰიბიტორების გამოყენებისას. ოღონდ აქ ეს პროცესი უფრო დაბალი მაჩვენებლით აღინიშნება (ცხრილი 10.7.2.). ინჰიბიტორების ეფექტურობა კარბამიდის ფონზე გადიდებულია 8%-ით, ხოლო ამონიუმის სულფატის შემთხვევაში არავითარი ცვლილება არ აღინიშნა.

მონიუმის სულფატისა და კარბამიდის შეტანისას ლიმონისა და ფორთოხლის მცენარის ქვეშ N-serve+ATC ინჰიბირებადი მოქმედების შესასწავლი სავეგეტაციო ცდების მონაცემები მოცემულია 10.7.3. და 10.7.4. ცხრილებში, საიდანაც ჩანს, რომ ინჰიბიტორების ყოველწლიური შეტანა აღნიშნული ფორმების აზოტოვანი სასუქების ფონზე სხვადასხვა მაჩვენებლებს იძლევა, რომელიც უფრო მკვეთრადაა გამოხატული ფორთოხლის მცენარის ქვეშ, ვიდრე ლიმონის. როგორც 10.7.3 ცხრილიდან ჩანს, ფორთოხლის ქვეშ წითელმიწა ნიადაგში ინჰიბიტორების მოქმედების შედეგად ნიადაგში დარჩენილი მინერალური აზოტი (NH_4+NO_3) ძალიან მცირეა და აზოტოვანი სასუქების ფორმების შესაბამისად შეადგენს მთლიანი ნორმის 1,3% ამონიუმის სულფატისათვის და 0,6-3,1%-ს კარბამიდისათვის, ორგანულ ფორმაში კი შესაბამისად 7-16% და 8-20% ნორმიდან. ნიადაგში დარჩენილი აზოტის ძირითადი მასა- 72-97% არის აზოტის ძირითად ორგანული შემადგენლობის სახით. ინჰიბიტორების დადებითი მოქმედება აღინიშნა ამიდური ფორმის აზოტოვანი სასუქის შემთხვევაში, რადგან ნიადაგში ამიაკურ და ნიტრატულ ფორმაში დარჩა 0,6% ნორმიდან, ხოლო ინჰიბიტორის გარეშე კი 3,1% ნორმიდან. მაშასადამე ინჰიბიტორი მაქსიმალურად მოქმედებს მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმაში აზოტის გადაყვანაზე.

რაც შეეხება ლიმონის მცენარეს აქაც ინჰიბიტორების მოქმედების ანალოგიური სურათია (ცხრილი 10.7.4.), ოღონდ ნიადაგში მინერალურ ფორმაში შედარებით დიდი რაოდენობითაა დარჩენილი სასუქის აზოტი, ვიდრე ფორთო- ხლის შემთხვევაში. რაც შეიძლება მიეწეროს სასუქის აზოტის სხვადასხვა ინტენსივობით ჩართვას ფორთოხლისა და ლიმონის მცენარეში. ნიადაგში დარჩენილი მინერალური ფორმის სასუქის აზოტი ამონიუმის სულფატის შემთხვევაში შეადგენს ნორმის 8-18%, ხოლო კარბამიდისათვის შემთხვევაში ნორმის 3-15%-ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორების განსაკუთრებული მოქმედება აღინიშნა კარბამიდის ფონზე, რადგან ინჰიბიტორის

გარეშე შეტანილი კარბამიდის ვარიანტზე ნიადაგში დარჩენილია ნიტრატული აზოტის დიდი რაოდენობა ნორმის -14,05%. ეს არის შედეგი იმისა, რომ ნიტრიფიკაციის პროცესი ინჰიბიტორის გარეშე ნელა წარიმართა და მცენარემ ვერ მოასწრო მისი შეთვისება, რაც ნათლად დასტურდება სასუქის აზოტის ჯამური გამოტანის მაჩვენებლიდან (ცხრილი 10.7.6.).

ფორთოხლისა და ლიმონის მცენარის მიერ აზოტის გამოტანაზე ინჰიბიტორების მოქმედების შედეგები მოყვანილია ცხელებში 10.7.5 და 10.7.6. საიდანაც ირკვევა, რომ სასუქის აზოტის უფრო მნიშვნელოვანი ნაწილია ჩარ-თული მიწისზედა ორგანოებში, ფესვთა სისტემასთან შედარებით. ეს მაჩვენებელი ფორთოხლისათვის შეადგენს შეტანილი ნორმის 18-39% (ფოთლებსა და ღეროებში) 15-22%(ფესვებში) ნორმიდან, ხოლო ლიმონისათვის შესაბამისად 14-16% და 8-11% ნორმიდან. ინჰიბიტორების დადებითი მოქმედება ორივე ფორმის აზოტოვანი სასუქებიდან სასუქის აზოტის გამოტანაზე გამოიყვანდა კარბამიდის ვარიანტზეც.

ცხრილი 10.7.3

სასუქების შემცველობა ნიადაგში ფორთოხლის მცენარის ქვეშ
(Nმგ/ჭურჭელზე) (სავეგეტაციო ცდა)

ცდის სქემა	$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{SO}_4$		$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{SO}_4$ N-serve-ATC		$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$		$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ N-serve-ATC	
	აზოტის ფრაქციები	სასუქის N	% ნორმი-დან	სასუქის N	% ნორმი-დან	სასუქის N	% ნორმი-დან	სასუქის N
მინერალური ფორმა								
N-NH ₄	13.80	0.27	25.80	0.52	14.40	0.28	21.00	0.42
N-NO ₃	53.40	1.07	87.60	1.75	141.00	2.82	7.80	0.16
N-NH ₄ + NO ₃	67.20	1.34	113.40	2.27	155.40	3.10	28.80	0.58
ორგანული ფორმა								
ორგანული ხსნადი N	4.80	0.09	4.20	0.08	7.80	0.16	4.20	0.08
ძირითადი ორგანული N	373.80	7.47	810.00	16.20	432.00	8.64	1013.40	20.27
შემცველობა	378.60	7.56	814.20	16.28	439.80	8.80	1017.60	20.35

ხსნად ორგანულ N+ძირი თადი ორგანული N შემც შულ მინერალურ და ორგანულ ფომაში	445.80	8.90	927.60	17.55	595.20	11.90	1046.40	20.93
---	--------	------	--------	-------	--------	-------	---------	-------

ცხრილი 10.7.4

სასუქების შემცველობა ნიადაგში ლიმონის მცენარის ქვეშ
 (Nმგ/ჭურჭელზე) (სავეგეტაციო ცდა)

ცდის სქემა	$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{SO}_4$		$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{SO}_4$ N- serve-ATC		$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$		$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO} -$ N serve-ATC	
	სასუქის N	% ნორმი- დან	სასუქის N	% ნორმი- დან	სასუქის N	% ნორმი- დან	სასუქის N	% ნორმი- დან
მინერალური ფორმა								
N-NH ₄	34.20	0.68	101.40	2.03	39.00	0.78	36.00	0.72
N-NO ₃	388.20	7.76	412.20	8.24	702.60	14.05	108.80	2.16
N-NH ₄ + NO ₃	422.40	8.44	513.60	10.27	741.60	14.80	144.00	2.88
ორგანული ფორმა								
ორგანული ხსნადი N	12.00	0.24	9.60	0.19	18.00	0.36	7.20	0.14
ძირითადი ორგანული N შემცველობა	567.00	11.34	510.00	10.20	413.40	8.27	422.40	8.45
ხსნად ორგანულ N+ძირი თადი ორგანული N შემც	579.00	11.58	519.60	10.39	431.40	8.63	429.60	8.59
	1001.40	20.02	1033.20	20.66	1173.00	23.46	573.60	10.47

სულ მინერალურ და ორგანულ ფორმებში								
---	--	--	--	--	--	--	--	--

ცხრილი 10.7.5-დან ჩანს, რომ ფორთოხლის მცენარეს ამონიუმის სულფატის გამოყენებისას ინჰიბიტორების გარეშე უფრო მეტი აზოტი გამოაქვს ნიადაგიდან ვიდრე N-serve-ATC-ის გამოყენებისას სადაც სხვაობა შეადგენს სასუქის აზოტისას 21%-ს სასუქის აზოტისას. კარბამიდის გამოყენების შემთხვევაში პირიქითაა- ინჰიბიტორების გამოყენებით იზრდება როგორც ნიადაგის, ისე სასუქის აზოტის გამოტანა და სხვაობა სასუქის აზოტისა ნორმიდან არის 4%-ზე მეტი ე.ი. ინჰიბიტორი 4%-ით ზრდის სასუქის აზოტის გამოტანას. ასეთივე სურათია აღნიშნული ლიმონის მცენარისათვის, ოღონდ მაჩვენებლები უფრო დაბალია, რაც თვით მცენარის ბიოლოგიური თავისებურებით უნდა იყოს განპირობებული (ცხრილი 10.7.6.). აქ ინჰიბიტორი სასუქის აზოტის გამოტანას ადიდებს კარბამიდის გამოყენების შემთხვევაში 1.02%-ით ნორმიდან.

მიღებული მაჩვენებლები მიუთითებს ინჰიბიტორების N-serve+ATC -ის დადებით მოქმედებაზე ორივე კულტურისათვის ფიზიოლოგიურად ნაკლებად მჟავე აზოტოვანი სასუქების გამოყენებისას. ამასთან ერთად ინჰიბიტორები ხელს უწყობს ნიადაგში მინერალურ ფორმებში სასუქის აზოტის მცირე რაოდენობით დამაგრებას, რაც თავიდან აგვაცილებს ნიადაგის დაჭუჭყიანებას ნიტრატებით. რაც შეეხება ნიადაგის დამატებით მობილიზებულ აზოტს კარბამიდის შემთხვევაში აღინიშნა ინჰიბიტორის გამოყენების ვარიანტზე ორივე კულტურისათვის დადებითი მოქმედება, ვიდრე უმისოდ შეტანილ ვარიანტებზე. შეიძლება აიხსნას იმით რომ სასუქის აზოტი უფრო მაღალი ინტესიურობით ჩაერთო მინერალურ შედგენილობაში. აღნიშნული ფორმის აზოტი შეიძლება შემდგომ პერიოდში პირდაპირ იქნას გამოყენებული მცენარის მიერ. ამონიუმის სულფატის გამოყენებისას დამატებით მობილიზებული ნიადაგის აზოტის უქონლობა გამოწვეული უნდა იყოს ორგანული ნივთიერების შედგენილობაში ამონიუმის სულფატის აზოტის უფრო მაღალი ჩართვით. მიღებული შედეგები დასტურდება ლიტერატურული წყაროებით (Замятина В.1975)

ფორთოხლის მცენარის მიერ აზოტის გამოტანა სავეგეტაციო ცდის პირობებში

აზოტოვანი სასუქების

შეტანიდან ორი წლის შემდეგ,

(N მგ/ჰურქელზე)

აზოტის ფორმები PKCa-ის ფონზე	ფორთოხლის ცალკეული ორგანოების მიერ აზოტის გამოტანა									სულ ფორთოხლის მცენარის მიერ გამოტანილი აზოტის ჯამი			
	ფოთლები			ღეროები			ფესვები			ნიადაგის N	სასუქის N	% ნორმიდან	ნიადაგის N მობილიზებული ნიადაგის N
	ნიადაგის N	სასუქის N	% ნორმიდან	ნიადაგის N	სასუქის N	% ნორმიდან	ნიადაგის N	სასუქის N	% ნორმიდან				
PKCa	510.13	-	-	402.13	-	-	742.75	-	-	1655.01	-	-	-
¹⁵ NH ₂) ₂ S O ₄	778.72	1358.52	27.17	450.13	594.05	11.88	943.69	1149.36	22.98	2172.59	3101.93	62.04	517.58
¹⁵ NH ₂) ₂ S O ₄ N-serve-ATC	554.71	801.43	16.03	405.97	499.45	9.99	693.93	769.32	15.38	1654.61	2070.29	41.41	-
¹⁵ NH ₂) ₂ C O	325.64	478.15	9.56	434.78	439.18	8.78	829.69	908.52	18.17	1590.11	1825.85	36.52	-
¹⁵ NH ₂) ₂ C O N-serve-ATC	613.58	757.37	15.15	436.45	466.82	9.34	858.53	820.31	16.41	1908.56	2044.50	40.89	253.55

ცდის სიზუსტე, %

7.01

კოეფიციენტი, V%

21.06

ლიმონის მცენარის მიერ აზოტის გამოტანა სავეგეტაციო ცდის პირობებში აზოტოვანი

სასუქების

შეტანიდან ორი წლის შემდეგ,

(N მგ/ჭურჭელზე)

აზოტის ფორმები PKCa-ის ფონზე	ლიმონის ცალკეული ორგანოების მიერ აზოტის გამოტანა									სულ ლიმონის მცენარის მიერ გამოტანილი აზოტის ჯამი			
	ფოთლები			ღეროები			ფესვები			ნიადაგის N	სასუქის N	% ნორმიდან	მობილიზებული ნიადაგის N
	ნიადაგის N	სასუქის N	% ნორმიდან	ნიადაგის N	სასუქის N	% ნორმიდან	ნიადაგის N	სასუქის N	% ნორმიდან				
PKCa	274.54	-	-	371.57	-	-	453.47	-	-	1099.58	-	-	-
¹⁵ NH ₂ S O ₄	300.49	461.00	9.22	345.58	359.10	7.18	415.36	442.01	8.84	1061.52	1262.11	25.24	-
¹⁵ NH ₂ S O ₄ N-serve-ATC	432.49	383.65	7.67	327.61	310.79	6.21	446.96	487.08	9.74	1207.06	1181.51	23.63	107.48
¹⁵ NH ₂ C O	199.01	379.37	7.58	332.91	336.99	6.74	468.19	508.55	10.17	1000.11	1224.91	24.49	-
¹⁵ NH ₂ C O N-serve-ATC	239.11	368.28	7.36	355.22	356.64	7.13	488.06	550.92	11.0	1182.39	1275.84	25.51	82.81

ცდის სიზუსტე, %

14.06

კოეფიციენტი, V%

42.17

10.8 ნიადაგში აზოტის დამაგრება ფორთოხლისა და ლიმონის მცენარის ქვეშ ამონიუმის გვარჯილის სხვადასხვა ჯგუფის ნიშანდებული აზოტის ¹⁵N შეტანისას

შეტანილი მინერალური სასუქიდან აზოტის ტრანსფორმაცია იწყება მისი ნიადაგში შეტანის მომეტიდან, რაც დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, როგორცაა ნიადაგის ტიპი, ტენიანობა, აერაციის პირობები, აქტუალური და პოტენციური მჟავიანობა, სასუქებით ნიადაგის უზრუნველყოფის დონე და სხვა (Кореньков Д., 1976; Цанавა В., 1985; Бандტ ეტ ალ 1964).

ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიურ და ბიოლოგიურ პროცესებში შეტანილი აზოტოვანი სასუქის ჩართვის შედეგად მასში მაგრდება სასუქის აზოტის გარკვეული ნაწილი, ნაწილი კი იკარგება აორთქლებით. იმისათვის, რომ დაგვედგინა, თუ რა პროცესები მიმდინარეობდა ლიმონისა და ფორთოხლის მცენარეების ქვეშ წითელმიწა ნიადაგებში ამონიუმის გვარჯილის სხვადასხვა ჯგუფის ნიშანდებული აზოტის გამიყენებისას, შევაცადეთ სავეგეტაციო ცდების პირობებში ამ საკითხების შესწავლა. ცდის სქემა, ისტორია და ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლები მოცემულია დისერტაციის მესამე თავში. აზოტოვანი სასუქების შეტანიდან ორი წლის შემდეგ ნიადაგში ჩატარებული კვლევის შედეგები ლიმონის მცენარისათვის მოყვანილია ნახაზზე 10.8.1. და ცხრილში 10.8.1. საიდანაც ჩანს, რომ ნიშანდებული ამიაკური, ნიტრატული, ორგანული ხსნადი აზოტი და ძირითად ორგანულ ნივთიერებათა აზოტი შეადგენენ შესაბამისად 2-4; 23-54; 1-2; 42-72%-ს ნიადაგში აღმოჩენილი სასუქის საერთო აზოტიდან.

აზოტოვანი სასუქის სხვადასხვა ჯგუფის ნიშანდებული აზოტის შედარებიდან ჩანს, რომ ორი წლის შემდეგ ყველაზე ნაკლები რაოდენობით წარმოდგენილია $\text{NH}_4\text{-N}$, აღმოჩნულ რაოდენობაში იგი აღწევს 0,43-0,55%-ს ნორმიდან. მისი ასეთი დაბალი მაჩვენებლები განპირობებული უნდა იყოს მცენარის მიერ ამიაკური ფორმის შეთვისებით ან ნიტრიფიკაციის პროცესის შედეგად, რომელიც მოცემულ შემთხვევაში მტკიცდება $\text{NO}_3\text{-N}$ -ის ნიადაგში მაღალი რაოდენობის არსებობით. იგი საშუალოდ შეადგენს 4-9%-ს ნორმიდან. ამონიუმის გვარჯილის ფორმებს შორის განსხვავება ის არის $^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$ -ის ვარიანტზე მინერალურ ფორმაში გვხვდება 4% ნორმიდან, რაც ლიმონის მცენარის მიერ სასუქის აზოტის მაღალი შეთვისებით უნდა იყოს გამოწვეული (თავი 10.6.). სხვა ფორმების შეტანისას ნიადაგში აღმოჩენილია ნიტრატების მაღალი რაოდენობა შეტანილი ნორმის (6-9%). ეს კი აშკარად მიუთითებს ნიადაგში ნიტრიფიკაციის პროცესის მიმდინარეობაზე, რისი ხელშემწყობი პირობებიც არსებობდა ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 4,0$), თანაც ცდა მიმდინარეობდა მოკირიანე ბის ფონზე. ნიადაგის ორგანულ ნივთიერებათა შემადგენლობაში ჭარბობს ნიადაგის აზოტი. ყველაზე მაღალი ჩართვა აღნიშნულია $\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ შემთხვევაში.

ნიადაგში აზოტის ტრანსფორმაციის დონით აზოტოვანი სასუქების სამივე ფორმა მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისაგან. ამრიგად, დახურული სისტემის

მოკირიანებისა და შეტანილი აზოტის მაღალი რაოდენობის პირობებში აღინიშნება სასუქის აზოტის არცისე მაღალი ჩართვა ნიადაგის აზოტშემცველ ნივთიერებათა შემადგენლობაში, განსაკუთრებით ორგანულ ნივთიერებათა აზოტში (7-11,5% ნორმიდან) და ნიტრატული აზოტის ფრაქციის გამორიცხვით. მოცემული ფაქტი შეიძლება აიხსნას კირის შეტანით ან მცენარის მიერ ძალზე ძლიერ გამოყენებით სასუქის აზოტისა ამიაკური წყაროდან.

აქვე შეიძლება ითქვას ის რომ მინერალური აზოტის ფრაქციებში როგორც ნიადაგის, ისე აზოტის მნიშვნელოვანი რაოდენობა მოწმობს ორგანულ ნივთიერე- ბათა აზოტის მობილიზაციის პროცესის მიმართულებაზე, რაც შეიძლება გამოიწ- ვია გაკირიანებამ. და დაკავშირებულია დიდ აიროვან დანაკარგებთან.

ფორთოხლებში ამონიუმის გვარჯილის სხვადასხვა ჯგუფში ნიშანდებული აზოტის გამოყენების შემთხვევაში ნიადაგიდან გამოყოფილი აზოტის ფრაქციაში აღინიშნება სასუქის აზოტის ნაკლები დამაგრება და ნიადაგის აზოტის უფრო მაღალი მობილიზაცია, ვიდრე ლიმონებში (ნახაზი 10.8.1. და ცხრილი 10.8.2.). მონაცემებიდან ჩანს, რომ აზოტის ყველა ფორმა მკვეთრად განსხვავდება სხვადასხვა ფრაქციებში დამაგრებული როგორც ნიადაგის, ისე სასუქის აზოტის რაოდენობით. ყოველივე ეს გამოწვეული უნდა იყოს მცენარეთა ძლიერ განვითარებული ვეგეტატიური (დანართი 30) ორგანოებით შეთვისებული აზოტით, ვიდრე ლიმონის მცენარისა (დანართი 31).

ნიადაგში დამაგრებული სასუქის აზოტის მაღალი რაოდენობა დამაგრებული $^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$ -ის ვარიანტზე, სადაც მინერალურ ფორმაში არის 10,7% და ორგანულ ფორმაში 10,2% ნორმიდან. ხოლო დანარჩენ ორ ფორმაში შესაბამისად შემცირებულია სასუქის აზოტის დამაგრება, რაც გამოწვეული უნდა იყოს მძლავრად განვითარებული ფესვთა სისტემით სასუქის აზოტის შეთვისებით. იგი $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ ვარიანტზე აღწევს 153გრ, რომელიც 28-40გრ-ით მეტია სხვა დანარჩენ ფორმებზე (დანართი 30).

ნიადაგში დამაგრებული აზოტის ცალკეული ფრაქციების შედარებიდან ირკვევა, რომ როგორც ლიმონის, ისე ფორთოხლის მცენარეების ქვეშ ნიადაგში აღინიშნა ნიტრატული და ძირითადი ორგანული აზოტის მაღალი რაოდენობა, ვიდრე ამიაკური და ორგანული ხსნადი აზოტის. ამონიუმის გვარჯილის სხვადასხვა ფორმებს შორის გამოვლინდა ნიადაგში სასუქის აზოტის დამაგრებაში ის განსხვავება, რომ ყველაზე

მცირე მინერალური და ორგანული ფორმით სასუქის აზოტი აღმოჩნდა ნიადაგში საერთო სტაბილური ფორმის ამონიუმის გვარჯილის ვარიანტზე, რაც შედეგია იმის, რომ ამ ვარიანტზე ფორთოხლის მცენარის მიერ შეთვისებულია სასუქის აზოტის ყველაზე დიდი რაოდენობა 55,65% ნორმიდან. (ცხრილი 10.6.1.). ხოლო თვით სხვადასხვა ჯგუფში არსებული ნიშანდებული აზოტის გამიყენებისას აღნიშნული სხვაობა ნიადაგში სასუქის აზოტის დამაგრებაში გამოწვეული უნდა იყოს ფორთოხლისა და ლიმონის მცენარეთა მიერ აზოტის შეთვისების სხვადასხვა ინტენსივობით ამიაკურ და ნიტრატული წყაროებიდან. ფორთოხლის მცენარის ქვეშ არსებულ ნიადაგში ლიმონთან შედარებით აღმოჩენილია ორგანულ ფორმაში სასუქის აზოტის ნაკლები ჩართვა, რაც გამოწვეული შეიძლება იყოს მინერალიზაციის გაძლიერებით და სასუქის ადრე იმობილიზებული აზოტის მცენარეთა მიერ შეთვისებით. ანალოგიური მონაცემები აქვთ მიღებული ჩაი მცენარის ქვეშ არსებულ ნიადაგში ვ. ცანავას, ა. მესხიძეს, დ.კარტოზიას(1985ბ).

ცხრილი 10.8.1

სასუქის აზოტის დამაგრება ნიადაგში ამონიუმის გვარჯილის სხვადასხვა ჯგუფის ნიშანდებული აზოტის გამოყენებისას. სავეგეტაციო ცდა ლიმონზე (N მგ/ჭურჭელზე)

ცდის სქემა აზოტის ფრაქციები	PKCa	¹⁵ NH ₄ NO ₃			NH ₄ ¹⁵ NO ₃			¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃		
	ნადაგის N	ნადაგის N	სასუქის N	% ნორმი-დან	ნადაგის N	სასუქის N	% ნორმი-დან	ნადაგის N	სასუქის N	% ნორმი-დან
მინერალური ფორმა										
N-NH ₄	451.2	249.6	25.2	0.50	477.6	26.6	0.43	475.2	27.6	0.55
N-NO ₃	678.0	465.6	181.8	3.64	871.2	463.2	9.26	324.0	321.0	6.42
N-NH ₄ + NO ₃	1129.2	715.2	207.0	4.14	1348.8	484.8	9.69	799.2	348.6	6.97
ორგანული ფორმა										
ორგანული ხსნადი N	94.2	219.0	13.2	0.26	206.4	18.0	0.36	189.0	7.8	0.16
ძირითადი ორგანული N შემცველობა	32088.0	45921.6	559.8	11.19	50186.0	357.6	7.15	32791.8	376.2	7.52
ხსნად ორგანულ N+ძირითადი	32182.0	46140.6	573.0	11.45	50392.4	375.6	7.51	32980.8	384.0	7.68
	33311.4	46855.8	780.0	15.59	51741.2	860.4	17.2	33780.0	732.6	14.6

ორგანული N შემც										
სულ მინერალურ და ორგანულ ფორმაში										

ცხრილი 10.8.2

სასუქის აზოტის დამაგრება ნიადაგში ამონიუმის გვარჯილის სხვადასხვა ჯგუფის
ნიმანდებული აზოტის გამოყენებისას. სავეგეტაციო ცდა ფორთოხალზე (N
მგ/ჭურჭელზე)

ცდის სქემა	PKCa	¹⁵ NH ₄ NO ₃			NH ₄ ¹⁵ NO ₃			¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃	
	ნადაგის N	ნადაგის N	სასუქის N	% ნორმი- დან	ნადაგის N	სასუქის N	% ნორმი- დან	ნადაგის N	სასუქის N
აზოტის ფრაქციები									
მინერალური ფორმა									
N-NH ₄	376.8	758.4	36.6	0.73	677.4	37.8	0.76	739.8	63.0
N-NO ₃	319.8	351.6	498.6	9.97	795.6	351.0	7.02	471.0	120.0
N-NH ₄ + NO ₃	696.6	1110.0	535.2	10.70	1473.0	388.8	7.78	1210.8	183.0
ორგანული ფორმა									
ორგანული ხსნადი N									
ძირითადი ორგანული N შემცველობა	162.0	128.3	7.2	0.14	125.4	6.0	0.12	111.0	3.6
ხსნად ორგანულ N+ძირი თადი	22056.0	30527.4	504.6	10.09	28134.6	251.4	5.03	25927.8	310.2
ორგანული N შემც	22218.0	30655.7	511.8	10.23	28260.0	257.4	5.15	26038.8	313.8
სულ მინერალურ და ორგანულ ფორმაში	22914.6	31765.7	1047.0	20.93	29733.0	646.2	12.93	27249.6	496.8

10.9. აზოტის ბალანსი სისტემაში “ნიადაგი-მცენარე-სასუქი”

ციტრუსოვანი მცენარეები (მანდარინი, ფორთოხალი, ლიმონი) მიეკუთვნებიან მრავალწლიან ხეხილოვან კულტურებს, რომელებიც საქართველოში სუბტროპიკული ზონის ნიადაგებზეა გაშენებული. ეს ნიადაგები ხასიათდებიან დაბალი ნაყოფიერებით. ამას ისიც ემატება, რომ ციტრუსოვნები იღუპება ყინვებისაგან, რომელიც 10-15 წელიწადში ერთხელ მეორდება. ამიტომ დასავლეთ საქართველოს აღნიშნულ ზონაში საჭიროა ყინვისადმი გამძლე ჯიშების გაშენება, რომელიც მოგვცემს მაღალ მოსავალს საუკეთესო ხარისხობრივი მაჩვენებლით. სასუქების გამოყენების სისტემა ისე უნდა განვითარდეს, რომ გააუმჯობესოს მოცემული სპეციფიკური თავისებურებები.

ნიადაგში მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიურ, ქიმიურ, ბიოლოგიურ პროცესებში მინერალური, მათ შორის აზოტოვანი სასუქების ინტენსიური ჩართვა გავლენას ახდენს მცენარეთა მიერ ამ სასუქის გამოყენების დონეზე. შეტანილი აზოტის სასუქის ბალანსის შესწავლა წარმოდგენას გვაძლევს ამ პროცესების მიმართულებასა და ბალანსის სხვადასხვა სტატიებზე კონკრეტულ ნიადაგობრივ-კლიმატური პირობებისა და მცენარის გავლენის შესახებ.

ჩვენი კვლევის მიზანი ამ მიმართულებით იყო წითელმიწა ნიადაგებში პირობებში ციტრუსოვანი კულტურებისათვის ცალკეული სახეობებისთვის აზოტოვანი სასუქების ბალანსის დადგენა, ასევე მხვედველობაში მივიღეთ, თუ როგორ იმოქმედებდა აზოტის ბალანსზე ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორები და ნიშანდებული აზოტის სხვადასხვა ჯგუფში არსებობა.

როგორც 10.9.1. ცხრილიდან ჩანს, სავეგეტაციო ცდის პირობებში მინერალური სასუქების ორჯერადი შეტანისას აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი, ფორთოხლის შემთხვევაში იცვლება შეტანილი ნორმის 41-62%-ის ფარგლებში. მცენარის მიერ აზოტოვანი სასუქების გამოყენების ხარისხი დამოკიდებულია სასუქების ფორმებზე.

ცდის დამთავრებისას ნიადაგში აღმოჩნდა შეტანილი აზოტის 9-24%-მდე. მაქსიმალური დანაკარგები აღინიშნა ნატრიუმის გვარჯილის შეტანისას (45%).

ამონიუმის ფორმების შეტანისას დანაკარგები 29-32%-ის ფარგლებში მერყეობს.

ლიმონზე დაყენებული ცდის მონაცემების ბალანსური გაანგარიშებანი გვიჩვენებენ, რომ სასუქის აზოტის გამოყენების ხარისხი უფრო დაბალია, ვიდრე ფორთოხლის შემთხვევაში და შეადგენს 14-25%-ს. ცალკეული ფორმების მიხედვით შემდეგი

სურათია მიღებული: ამონიუმის სულფატ-25%, ამონიუმის ქლორიდი-21% და ნატრიუმის გვარჯილა-14%.

ამონიუმის ქლორიდის შეტანისას ნიადაგში აღმოჩნდა შეტანილი აზოტის 37%. დანარჩენი ფორმების გამოყენებისას ნიადაგში აზოტის დამაგრების ხარისხი იცვლება 20-22% ფარგლებში. მოცემულ ცდაში ნიადაგიდან აზოტის გაზისებური დანაკარგები იზრდება, როგორც ნიადაგში აზოტის დამაგრების ხარისხის შემცირების ხარჯზე, ისე მცენარის მიერ აზოტის გამოყენების დაბალი დონი გამო აზოტის დანაკარგები გაზისებური ფორმით ლიმონზე დაყენებულ ცდაში ამონიუმის სულფატის გამოყენებისას 55% შეადგენს, ამონიუმის ქლორიდისა-42%, ნატრიუმის გვარჯილის-64%.

ციტრუსოვან მცენარეებსა და ნიადაგში სასუქის აზოტის ბალანსის დასად- გენად ჩატარდა სავეგეტაციო ცდების სერია სხვადასხვა ფაქტორების გათვალის- წინებით. ერთ- ერთ ასეთ ფაქტორს მიეკუთვნება აზოტოვანი სასუქების ნიტრიფი- კაციის ინჰიბიტორებთან ერთად გამოყენება. ჩატარებული კვლევის შედეგები მოყვანილია ცხრილში 10.9.2, საიდანაც ჩანს, ფორთოხლის მცენარის მიერ რომ აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი, გადიდებულია კარბამიდისა და N-serve+ATC ვარიანტზე, ხოლო ამონიუმის სულფატის შემთხვევაში ასეთი ფაქტი არ აღინიშნება. ნიადაგში სასუქის აზოტის დამაგრებაზე ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორები ორივე ფორმის აზოტოვანი სასუქების გამოყენებისას დადებითად მოქმედებს და ინჰიბიტორების აზოტოვანი სასუქების გამოყენების ვარიანტთან შედარებით 10-11%-ით ადიდებს. სასუქის აზოტის გაზისებრი დანაკარგები N-serve+ATC კარბამიდის ვარიანტზე 14%-ითაა შემცირებული.

რაც შეეხება ლიმონზე დაყენებულ ცდას აქ შემდეგი სურათია მიღებული: შემცირებულია მცენარის მიერ სასუქის აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი (23-25%) ფორთოხლის მცენარისაგან განსხვავებით აქ გადიდებულია აზოტის დამაგრება ნიადაგში ინჰიბიტორების ამონიუმის სულფატის ერთად გამოყენების ვარიანტზე. ლიმონზე დაყენებულ ცდაში საერთოდ მაღალია სასუქის აზოტის გაზისებურ ფორმაში დანაკარგები, რაც მცენარის მიერ აზოტის გამოყენების დაბალი მაჩვენებლის შედეგია. მოღებული მონაცემები ადასტურებენ, რომ ლიმონის ცდაში ინჰიბიტორების დადებითი მოქმედება არ ვლინდება.

ფორთოხალსა და ლიმონში სასუქის აზოტის ბალანსი შევადგინეთ ამონიუმის გვარჯილის სხვადასხვა ჯგუფში არსებული ¹⁵N გამოყენებისას. მიღებული შედეგები მოყვანილია ცხრილში 10.9.3, საიდანაც ჩანს, რომ ფორთოხლის მცენარის მიერ სასუქის აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი მაღალია ამონიუმის გვარჯილის ყველა ჯგუფში არსებული ¹⁵N ვარიანტზე და იგი შეადგენს 55%-ს, ხოლო სხვა ჯგუფში არსებული ¹⁵N-ის ვარიანტებში იგი ერთნაირია-29%. ნიადაგში სასუქის აზოტის დამაგრების ხარისხი მაღალია ¹⁵NH₄NO₃-ის ვარიანტზე-21%. აზოტის გაზისებრ ფორმაში დანაკარგები მაქსიმალურია NH₄¹⁵NO₃-ის ვარიანტზე. ყოველივე ეს შეიძლება აიხსნას ფორთოხლის მცენარის მიერ სასუქის აზოტის NH₄-ისა და NO₃-ის ჯგუფებიდან სხვადასხვა ინტენსივობით შეთვისებით ხარჯზე.

ლიმონის ცდაშიც თითქმის ასეთივე დამოკიდებულებაა ამონიუმის გვარჯილის სხვადასხვა ჯგუფში არსებულ ¹⁵N-თან, ოღონდ ფორთოხლის მცენარისაგან განსხვავებით აქ შემცირებულია სასუქის აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი 5-32%-ით და გაზრდილია აზოტის დანაკარგები გაზისებური ფორმით, რომელიც 60-71%-ია. მაქსიმალური დანაკარგები ლიმონის ცდაშიც NH₄¹⁵NO₃-ის ვარიანტზე აღინიშნა (71%). გამომდინარე აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ ლიმონისა და ფორთოხლის მცენარეები პირველ რიგში აზოტს ითვისებენ ამონიუმის-NH₄-ის ჯგუფიდან და შემდეგ NO₃-ისა. ამ უკანასკნელს მცენარე პირდაპირ ვერ ითვისებს ამიაკამდე აღდგენის გარეშე. სწორედ ამ გარდაქმნის მიმდინარეობის დროს ადგილი აქვს აზოტის დანაკარგების გადიდებას სხვადასხვა ფაქტორების მექანიზმებით. ამას ადასტურებს ასევე ორივე კულტურაზე ჩატარებული ცდები

ცხრილი 10.9.1

აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა ციტრუსოვანთა აზოტის ბალანსზე

აზოტის ფორმები PKCa-ფონზე	შეტანილია, მგ/ჰურჰელზე		შეითვისა მცენარემ, მგ/ჰურჰელზე		ნაპოვნია ნიადაგში, მგ/ჰურჰელზე		აზოტი სისტემაში "ნიადაგი-მცენარე", მგ/ჰურჰელზე		აზოტის დანაკარ-გები გაზისებრ ფორმაში, მგ/ჰურჰელზე	
	მგ	%	მგ	%	მგ	%	მგ	%	მგ	%
ფორთოხალი										

$(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	5000	100%	3102	62	446	9	3547	71	1452	29
$\text{Na}^{15}\text{NO}_3$	5000	100%	2063	41	699	14	2762	55	2238	45
$^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$	5000	100%	2198	41	1204	24	3399	63	1601	32
ლიმონი										
$(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	5000	100%	1452	29	1001	20	2263	45	2737	35
$\text{Na}^{15}\text{NO}_3$	5000	100%	2238	45	1105	22	1797	36	3203	64
$^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$	5000	100%	1601	32	1846	37	2888	58	2112	42

ცხრილი 10.9.2

აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა ციტრუსოვანთა აზოტის ბალანსზე
ინჰიბიტორების გამოყენებისას

აზოტის ფორმები PKCa ფონზე	შეტანილია, მგ/ჭურჭელზე		შეითვისა მცენარემ, მგ/ჭურჭელზე		ნაპოვნია ნიადაგში, მგ/ჭურჭელზე		აზოტი სისტემაში “ნიადაგი- მცენარე”, მგ/ჭურჭელზე		აზოტის დანაკარ-გები გაზისებრ ფორმაში, მგ/ჭურჭელზე	
	მგ	%	მგ	%	მგ	%	მგ	%	მგ	%
ფორთოხალი										
$(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	5000	100%	3102	62	446	9	3548	71	1452	29
$(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4+$ N- serve+ATC	5000	100%	2070	41	928	19	2998	60	2002	40
$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$	5000	100%	1826	36	595	12	2421	48	2579	52
$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ N- serve+ATC	5000	100%	2044	41	1046	21	3090	62	1910	38
lomoni										
$(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	5000	100%	1262	25	1001	20	2263	45	2737	35
$(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4+$ N- serve+ATC	5000	100%	1182	24	1033	20	2215	44	2785	56
$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$	5000	100%	1227	25	1173	23	2400	48	2600	52
$^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$	5000	100%	1134	23	574	11	1708	34	3392	66

აზოტოვანი სასუქების ფორმებზე, სადაც რამდენადმე გადიდებულია აზოტის დანაკარგები ნატრიუმის გვარჯილის ვარიანტზე, როგორც ფორთოხლის ცდაში და იგი შეადგენს შესაბამისად 45-64%-ს.

სავეგეტაციო ცდების პირობებში აზოტოვანი სასუქების ნორმებისა და ფორმების მიხედვით აზოტის ერთროულად შეტანისას აზოტის ბალანსი ყველა ფორმისათვის განსაკუთრებით მათი ნორმებისათვის იქნება ძალზე ხელსაყრელი ორივე კულტურისათვის (ფორთოხალი, ლიმონი). უფრო მაღალი მაჩვენებელია მიღებული აზოტის გამოყენების დონის მიხედვით, უფრო დაბალია ნიადაგში დამაგრებისა და არამწარმოებლური დანაკარგების დონის მიხედვით (ცხრილი 10.9.4. და 10.9.5.). 10.9.5 ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ ფორთოხლის მცენარის მიერ აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი კარბამიდის ერთმაგი ნორმისას 69% შეადგენს, ნორმის გადიდებით გამოყენების კოეფიციენტი მცირდება შესაბამისად 55 და 33%-მდე. ამონიუმის გვარჯილის ერთმაგი ნორმით შეტანისას ეს მაჩვენებელი შეადგენს 73%-ს, ხოლო ნორმების გადიდებით მცირდება 62 და 34%-მდე.

შეტანილი აზოტიდან ნიადაგში აზოტის დამაგრება ნორმის გადიდებით მატულობს ამონიუმის გვარჯილისათვის 17,6-დან 26,7%-მდე, ხოლო კარბამიდისათვის მცირდება 26-დან 13%-მდე.

ლიმონის ცდაში ფორთოხლისაგან განსხვავებით ადგილი აქვს აზოტის გამოყენებისა და არამწარმოებლური დანაკარგების დონის უფრო დაბალ მაჩვენებლებს და ნიადაგში აზოტის დამაგრების მაღალ მაჩვენებლებს (ცხრილი 10.9.5.) ამ ცხრილიდან ირკვევა, რომ კარბამიდი 2,5 გ-N ერთ ჭურჭელზე გამოყენების კოეფიციენტი შეადგენს 63,8%. ნორმის შემდგომი გადიდება ამცირებს გამოყენების კოეფიციენტს 54 და 27%-მდე. ამონიუმის გვარჯილის შეტანისას 2,5გ-N ნორმით ერთ ჭურჭელზე, გამოყენების კოეფიციენტი შეადგენს 72,6%-ს, ნორმის გადიდებით გამოყენების კოეფიციენტი მცირდება, შესაბამისად 53 და 27%-მდე. ნიადაგში სასუქის აზოტის დამაგრება იზრდება ფორთოხლისაგან განსხვავებით და იგი კარბამიდისათვის იზრდება 20-დან 26%-მდე, ხოლო ამონიუმის გვარჯილისათვის

22-დან 32%-მდე, მაშინ, როდესაც ფორთოხლისათვის კარბამიდის

ამონიუმის გვარჯილის სხვადასხვა ჯგუფში ¹⁵N-ის აზოტოვანი სასუქების ფორმების
გავლენა
ციტრუსოვანთა აზოტის ბალანსზე

აზოტის ფორმები PKCa ფონზე	შეტანილია, მგ/ჰურჰელზე		შეითვისა მცენარემ, მგ/ჰურჰელზე		ნაპოვნია ნიადაგში, მგ/ჰურჰელზე		აზოტი სისტემაში "ნიადაგი-მცენარე", მგ/ჰურჰელზე		აზოტის დანაკარ-გები გაზისებრ ფორმაში, მგ/ჰურჰელზე	
	მგ	%	მგ	%	მგ	%	მგ	%	მგ	%
ფორთოხალი										
¹⁵ NH ₄ NO ₃	5000	100%	1444	29	1047-	21	2491	50	2509	50
NH ₄ ¹⁵ NO ₃	5000	100%	1489	29	646	13	2135	42	2865	58
¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃	5000	100%	2778	55	497	10	3275	65	1725	35
ლიმონი										
¹⁵ NH ₄ NO ₃	5000	100%	1209	24	780	16	1989	40	3011	60
NH ₄ ¹⁵ NO ₃	5000	100%	582	12	860	17	1442	29	3551	71
¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃	5000	100%	1152	23	733	15	1885	38	3115	62

აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა ციტრუსოვანთა აზოტის ბალანსზე
(ცდა ფორთოხალზე)

აზოტის ფორმები PKCa ფონზე	შეტანილია, მგ/ჰურჰელზე		შეითვისა მცენარემ, მგ/ჰურჰელზე		ნაპოვნია ნიადაგში, მგ/ჰურჰელზე		აზოტი სისტემაში "ნიადაგი-მცენარე", მგ/ჰურჰელზე		აზოტის დანაკარ-გები გაზისებრ ფორმაში, მგ/ჰურჰელზე	
	მგ	%	მგ	%	მგ	%	მგ	%	მგ	%
(¹⁵ NH ₂) ₂ CO N ₁	2500	100%	1718	68	649	26	2376	95	134	5.3

$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ N_2	5000	100%	2727	55	634	13	3361	67	1639	32
$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ N_3	7500	100%	2456	33	1008	13	3464	46	4036	53
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ N_1	2500	100%	1825	73	439	18	2264	91	236	9
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ N_2	5000	100%	3087	62	1072	21	4159	83	841	16
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ N_3	7500	100%	2282	34	2003	27	4285	57	3215	43

შეტანისას საპირისპირო პროცესი აღინიშნება.

აზოტოვანი სასუქების ნორმების გადიდებით, მნიშვნელოვნად იზრდება აზოტის არამწარმოებლური დანაკარგები და ორივე ცდაში მაქსიმალური ნორმების გამოყენებისას იგი შეადგენს: ფორთოხლის ცდაში შეტანილი ნორმის 43-54%-ს, ხოლო ლიმონის ცდაში 40-47%-ს.

მიღებული შედეგებიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ დახურულ სისტემაში (უხვრელო სავეგეტაციო ჭურჭლები), სადაც გამორეცხვითი დანაკარგები გამორიცხულია, გაზისებრი დანაკარგების ასეთი მაღალი პროცენტი აიხსნება ღარიბ დაბალნაყოფიერ ნიადაგებში შეტანილი აზოტის მაღალი აბსოლუტური რაოდენობით.

ლიმონისა და ფორთოხლის შედარებამ გვიჩვენა, რომ ეს უკანასკნელი ერთნაირი ინტენსივობით ითვისებენ როგორც ამონიუმის, ისე ნიტრატული აზოტის წყაროს, მაშინ, როცა ლიმონი უფრო უკეთ ამონიუმის აზოტს იყენებს. აქედან ფორთოხლის მიერ ამონიუმის გვარჯილის გამოყენების დონე მაღალია, ხოლო ლიმონის ქვეშ ნიადაგში მიმდინარეობს ნიტრატული აზოტის ინტენსიური დაგროვება. ორივე კულტურა ინტენსიურად გამოიყენებს პირველ რიგში აზოტს NH_4 -ის წყაროდან და შემდეგ NO_3 -ის წყაროდან. ამ უკანასკნელის გამოყენებას თან უნდა ახლდეს ხელშეწყობი პირობები, რადგან სხვა შემთხვევაში ადგილი ექნება დანაკარგების გადიდებას.

აზოტოვანი სასუქების ნორმების გადიდება, როგორც ერთჯერადი, ისე ორჯერადი შეტანისას უარყოფითად მოქმედებს ბალანსის ყველა ვარიანტზე.

წითელმიწა ნიადაგებში სასუქის აზოტის ძალზე დაბალი დამაგრება, განსაკუთრებით ფორთოხლის ნარგაობაში და ძალიან მაღალი აირისებრი დანაკარგები

ლიმონებში, აგრეთვე ის, რომ ნიადაგის აზოტის მობილიზაცია არ სცილდება მინერალურ ფორმებს, მოწმობს ნიადაგში ენერგეტიკული მასალის უქონლობაზე მოკირიანების პირობებში და ამტკიცებს ამ კულტურების კვებაში ორგანული სასუქის დადებით გავლენის ფაქტს, რაც დადგენილია სავეგეტაციო ცდებით (Бзиава М., 1973; ГлонтИ Ц., 1971, 1973; Гависониа М., 1966).

ცხრილი 10.9.5

აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა ციტრუსოვანთა აზოტის ბალანსზე

(ცდა ლიმონზე)

აზოტის ფორმები PKCa-ის ფონზე	შეტანილია მგ/ჰურჰელზე		შეითვისა მცენარემ მგ/ჰურჰელზე		ნაპოვნია ნიადაგში მგ/ჰურჰელზე		აზოტი სისტემაში "ნიადაგი-მცენარე" მგ/ჰურჰელზე		აზოტის დანაკარ-გები გაზისებრ ფორმაში მგ/ჰურჰელზე	
	მგ	%	მგ	%	მგ	%	მგ	%	მგ	%
$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ N ₁	2500	100%	1594	64	505	20	2099	34	401	16
$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ N ₂	5000	100%	2705	54	1175	23	3880	78	1120	22
$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ N ₃	7500	100%	2005	27	1965	27	3970	53	3530	47
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ N ₁	2500	100%	1815	73	559	22	2374	95	126	5
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ N ₂	5000	100%	2675	53	1989	39	4664	93	336	7
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ N ₃	7500	100%	2059	27	2400	32	4459	59	3041	41

10.10. კარბამიდით მოდიფიცირებული ცეოლითის გავლენა ლიმონისა და ფორთოხლის მცენარის პროდუქტიულობაზე და აზოტის ბალანსზე

ბუნებრივი ცეოლითები ნიადაგის ფიზიკურ-მექანიკური და აგროქიმიური თვისებების გაუმჯობესების გარდა, დადებით ზემოქმედებას ახდენს ნიადაგისა და მცენარის ბიოლოგიური და ფიზიოლოგიური აქტივობის რეგულირებაზე. მჟავე ნიადაგებზე ცეოლითების შეტანას მიყვევართ ნიადაგის მიკრობული ცენოზის მკვეთრ რაოდენობრივ და ხარისხობრივ ცვლილებამდე. ნიადაგში ცეოლითების არსებობისას

იზრდება ლიზისის გამომწვევი სოკოების მიკოლიტური ბაქტერიების შემცველობა, ის ასევე ხელს უწყობს ნიადაგში ატმოსფერული აზოტის მაფიქსირებელი წყალმზარდების განვითარებას (Габисония М. и др. 1984). ჩაის კულტურის ქვეშ მარგანეციტით გამდიდრებულმა კლინოპტილოლიტმა ფონთან ($N_1P_1K_1+MnSO_4$) შედარებით ორჯერ შეამცირა მინერალური აზოტით მკვებავი მიკროორგანიზმების რიცხვი და თითქმის სამჯერ გაზარდა ნიტრიფიკატორების რიცხვი (ნ.სიხარულიძე თანაავტორებით 1986, 1986ა, 1989). არაა გამორიცხული, რომ ცეოლითებისათვის დამახასიათებელი იყოს აზოტის ოქსიდების (N_2O , NO_2 და NO) ადსორბცია.

ბუნებრივი ცეოლითების მოსავლიანობაზე გავლენის გამოკვლევები ჩატარებული იყო იაპონიაში. მრავალი წლების განმავლობაში იაპონიაში ბუნებრივ ცეოლითებს იყენებდნენ პრაქტიკულად იმ სახით, რა სახითაც ხდებოდა მისი მოპოვება, ყოველგვარი წინასწარი დამუშავების გარეშე. მხოლოდ 60-იანი წლებიდან დაიწყო ცეოლითების ნიადაგზე ზემოქმედების ეფექტურობის გაზრდის მიზნით ნიადაგში შეტანის წინ გამდიდრება, ხოლო რიგ შემთხვევებში მათი ქიმიურად გარდაქმნა (Цхакая.Н и др., 1985, შ.ლომინაძე თანაავტ.1989, ქ.ბერიაშვილი, 2003).

ლიმონისა და ფორთოხლის ქვეშ კარბამიდით მოდიფიცირებული ცეოლითის გავლენის შესწავლის მიზნით გამოკვლევებს ვატარებდით ორი წლის განმავლობაში სავეგეტაციო ცდის პირობებში წითელმიწა ნიადაგის ტიპზე. ცდის სქემა, ისტორია და ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლები მოცემულია ნაშრომის მესამე თავში.

ჩატარებული კვლევების შედეგები მოყვანილია ცხრილებში 10.101;101.02.და 10.10..3. ცხრილ 10.10.1.-ის მონაცემებიდან ირკვევა რომ კარბამიდით მოდიფიცირებული ცეოლითი არათანაბრად მოქმედებს ლიმონის და ფორთოხლის პროდუქტიულობაზე. კარბამიდი ფონთან შედარებით 9%-ით ზრდის ლიმონის მცენარის საერთო მასას, კარბამიდი ცეოლითით კი 45%-ით. ორივე ვარიანტზე თანაფარდობა მიწისზედა მასასა და ფესვთა სისტემას შორის იცვლება 0,82-1,04-ის ფარგლებში.

ასეთივე სურათი აღინიშნება ფორთოხლის მცენარეზეც, ოღონდ ფონთან შედარებით მცენარის მასა იზრდება 9%-ით კარბამიდის ვარიანტზე და 2%-ით კარბამიდ-ცეოლითის ვარიანტზე. აქ შეინიშნება ფონთან შედარებით მცენარის მასის ნაკლებად ზრდა ვიდრე

ლიმონის შმთხვევაში. სხვაობა კი შეადგენს 43%-ს. ხოლო თანაფარდობა მიწისზედა და ფესვთა სისტემის მასას შორის არ იცვლება და მერყეობს 0,73-0,72%-ის ფარგლებში.

სტაბილური იზოტოპის ^{15}N გამოყენება საშუალებას გვაძლევს სხვადასხვა ორგანოების აზოტურ კომპლექსში დავანაწევროთ სასუქისა და ნიადაგის აზოტის წილი. 10.10.1. ცხრილიდან ჩანს, რომ მცენარის მასის ზრდის სინქრონულად იზრდება სხვადასხვა ორგანოებში, განსაკუთრებით ფოთლების აზოტოვან კომპლექსში, როგორც სასუქის ისე ნიადაგის აზოტის შემცველობა.

ცეოლითის გამოყენება ხელს უწყობს ლიმონის მცენარეში უფრო მეტად ნიადაგის აზოტის შეთვისების ზრდას, ვიდრე სასუქის აზოტისა, რაც შეიძლება განპირობებული იყოს თვით ლიმონის მცენარის თავისებურებებით, რადგან ფორთოხლის შემთხვევაში ასეთი სურათი არ აღნიშნულა. კერძოდ კარბამიდით მოდიფიცირებული ცეოლითის გამოცდამ ფორთოხალში გამოამჟღავნა შედარებით სხვა სურათი (ცხრილი 10.10.1.). მცენარის როგორც საერთო, ისე ცალკეული ორგანოების მასაზე პრაქტიკულად გავლენას ვერ ახდენს კარბამიდით მოდიფიცირებული ცეოლითი ცალკე კარბამიდის ვარიანტთან შედარებით. არაა განსხვავება ვარიანტებს შორის მცენარის სხვადასხვა ორგანოებში როგორც სასუქის, ისე ნიადაგის აზოტის შეთვისებაში. ეს ციტრუსოვანთა სახის სპეციფიკური მოქმედება უნდა იყოს (ფორთოხალი), კარბამიდით მოდიფიცირებული ცეოლითის შეტანისას ფოთლებში მცირდება სასუქის აზოტის წილი, რამდენადმე იზრდება ფესვებში ნიადაგის აზოტის რაოდენობა. ყოველივე ეს მიგვანიშნებს, რომ მთლიანობაში კარბამიდით მოდიფიცირებული ცეოლითი ფორთოხლის მცენარეზე დადებითად მოქმედებს.

10.10.2. ცხრილში მოყვანილია ნიადაგში აზოტის ტრანსფორმაციის შესწავლის შედეგები, საიდანაც ჩანს, რომ კარბამიდით მოდიფიცირებული ცეოლითის გამოყენება ვერ ზრდის როგორც ლიმონის, ისე ფორთოხლის ქვეშ ნიადაგის ორგანული ნივთიერების შემადგენლობაში სასუქის აზოტის ჩართვის ხარისხს. ორივე კულტურის ქვეშ აღინიშნება ცეოლითის გავლენა მინერალური შენაერთების აზოტის გარდაქმნაზე. ფორთოხლების ქვეშ მკვეთრად იზრდება ნიტრიფიკაცია, ხოლო აბსოლუტურ ციფრებში გამოხატული მაღალია ლიმონის ქვეშ, თუმცა უბრალო კარბამიდის შეტანისას ნიტრატული აზოტი მეტია ვიდრე ცეოლითთან ერთად შეტანისას, რაც შეიძლება აიხსნას

იმით რომ ამ ვარიანტზე მცენარე არის ძლიერი და ინტენსიურად შეითვისა ნიადაგის ნიტრატული აზოტი, რის გამოც ნიადაგში აღნიშნული ფორმა არის მცირე უბრალო კარბამიდის ვარიანტთან შედარებით.

ჩატარებული კვლევების შედეგების საფუძველზე აზოტის ბალანსის შედგენამ გვიჩვენა (ცხრილი 10.10.3.), რომ ლიმონის ქვეშ კარბამიდით მოდიფიცირებული ცეოლითი სასუქის აზოტის გამოყენების კოეფიციენტს 1,0%-ით ზრდის, ხოლო ფორთოხალის ქვეშ კი თითქმის 23%-ით ამცირებს. ორივე შემთხვევაში ნიადაგში აზოტის დამაგრება დაბალია კარბამიდით მოდიფიცირებული ცეოლითის შეტანი- სას, ვიდრე უბრალო კარბამიდისა. აორთქლებით არაწარმოებული დანაკარგები ლიმონის ქვეშ ორივე ვარიანტზე შეადგენს 16-24%, ხოლო ფორთოხალში შესაბამისად 6-40% კარბამიდისა და კარბამიდიანი ცეოლითის შეტანისას.

ამრიგად გამოვლინდა კარბამიდით მოდიფიცირებული ცეოლითის დადებითი გავლენა ლიმონის მცენარის პროდუქტიულობაზე, ასევე სასუქისა და ნიადაგის აზოტის შეთვისებაზე ფორთოხლის მცენარისათვის ასეთი კანონზომიერება არ აღინიშნულია. ჩვენი აზრით ცდის ჩატარების ეს ვადა (ორი წელი) არ არის საკმარისი, რადგან ცეოლითი მიეკუთვნება ძნელად ხსნად ქანს, ამასთანავე ლიმონის მცენარე განსხვავებულად რეაგირებს ცეოლითის მიმართ.

ცხრილი 10.10.1

კარბამიდის და კარბამიდით მოდიფიცირებული ცეოლითის გავლენა ლიმონისა და ფორთოხლის პროდუქტიულობაზე და აზოტოვან კომპლექსზე

მცენარის ორგანოები	PK-ფონი		კარბამიდი			კარბამიდით ცეოლითი		
	მცენარის წონა გ.	ნიადაგის აზოტი, მგ/მცენ.	მცენარის წონა გ.	სასუქის აზოტი მგ/მცენ.	ნიადაგის აზოტი მგ/მცენ.	მცენარის წონა გ.	სასუქის აზო ტი მგ/მცენ.	ნიადაგის აზოტი, მგ/მცენ.
ლიმონი								
ფოთლები	26.89	500.55	30.6	804.8	417.3	47.90	941.0	806.25
ღერო 1-2 წლიანი	16.97	118.65	15.60	98.5	76.8	23.90	108.0	144.50
3-4 წლიანი	24.77	130.88	27.10	115.0	126.0	35.80	109.5	174.40
სულ	68.63		73.3			107.60		
ფესვები: შემწოვი	28.62	474.60	28.80	338.7	236.1	37.00	328.1	352.90

გამტარი	15.13	82.16	13.80	77.5	55.5	20.00	123.5	138.2
ღერძულა	32.62	163.06	43.30	160.1	217.0	46.00	180.2	239.2
სულ	76.37		85.90			103.00		
შეფარდება მიწისზედამასის/ფესვთა სისტემასთან	0.89		0.85			1.04		
ფორთოხალი								
ფოთლები	50.71	943.52	53.60	793.21	581.15	47.40	527.7	549.6
ღერო 1-2 წლიანი	12.54	61.29	14.30	88.60	71.40	14.40	50.60	81.5
3-4 წლიანი	25.11	182.00	25.00	104.90	91.90	25.10	99.9	150.9
სულ	88.36		92.90			86.90		
ფესვები: შემწოვი	52.40	275.82	46.00	299.40	239.40	45.80	194.4	238.6
გამტარი	14.20	151.37	28.50	206.30	261.10	27.20	174.8	206.7
ღერძულა	47.82	327.92	53.40	225.30	234.20	47.00	193.1	300.3
სულ	114.42		127.90			120.00		
შეფარდება მიწისზედამასის/ფესვთა სისტემასთან	0.77		0.73			0.72		

ცხრილი 10.10.2

კარბამიდის და კარბამიდით მოდიფიცირებული ცეოლითის გავლენა სასუქისა და
ნიადაგის
აზოტის ტრანსფორმაციაზე ციტრუსების ქვეშ
(Nმგ/ჰურჰელზე)

აზოტის ფორმები PK-ს ფონი	PK- ფონი	ლიმონი						ფორთოხალი					
		კარბამიდი				ცეოლითი კარბამიდით		კარბამიდი			ცეოლითი კარბამიდით		
		ნიადაგის აზოტი	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი	% ნორმიდან	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი	% ნორმიდან	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი	% ნორმიდან	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი
მინერალური აზოტი													
N-NH ₄	256.7	291.0	10.8	0.43	240.0	10.2	0.37	619.2	6.0	0.24	223.20	18.8	0.68
N-NO ₃	321.0	319.2	246.6	9.86	290.4	112.2	4.08	537.5	6.6	0.26	346.0	96.0	3.49
N-NH ₄ + NO ₃	577.7	610.2	257.4	10.29	530.4	122.4	4.45	1156.7	12.6	0.50	569.2	114.8	4.17
ორგანული აზოტი													
ორგანული ხსნადი N	117.4	104.4	4.8	0.19	96.0	1.8	0.06	90.7	7.2	0.28	90.7	2.4	0.08
ძირითადი ორგანული N შემცველობა	21396.0	17457.6	242.4	9.69	19201.8	178.2	6.48	18078.0	630.0	25.20	17318.4	303.6	11.04
ხსნად	21513.4	17562.0	247.2	9.88	19297.8	180.0	6.54	18168.7	637.2	25.48	17409.1	306.0	11.12

ორგანულ N+პირითადი ორგანული N შემცველობა													
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ცხრილი 10.10.3.

კარბამიდით მოდიფიცირებული ცეოლითის გავლენა აზოტის
ბალანსზე ციტრუსებში

ცდის სცემა	განზომილ-ლების ერთეული	შეტანილი აზოტი, მგ/ჰურჰ.	მცენარემ შეთვისა მგ/ჰურჰ.	ნიადაგში დამაგრება მგ/ჰურჰ.	აზოტი სისტემაში “ნიადაგი- მცენარე” მგ/ჰურჰ.	აზოტის დანაკარგები გაზისებურ ფორმაში მგ/ჰურჰ.
ლიმონი						
კარბამიდი	მგ %	2500 100	1594 64	502 20	2096 84	404 16
ცეოლითი კარბამიდით	მგ %	2750 100	1790 65	302 11	2092 76	658 24
ფორთოხალი						
კარბამიდი	მგ. %	2500 100	1717 68	649 26	2366 94	134 6
ცეოლითი კარბამიდით	მგ. %	2750 100	1240 45	421 15	1661 60	1089 40

დასკვნები.

1. სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ინტესიფიკაციის უზრუნველყოფა მნიშვნელოვან-წილადაა დამოკიდებული მცენარეების საკვები ელემენტებით უზრუნველყოფის დონეზე, რომელიც თავის მხრივ მოითხოვს განოყიერების სისტემის

ოპტიზაციას ნიადაგის ნაყოფიერების დონისა და მცენარეთა სახეობრივ და ჯიშობრივ ბიოლოგიური თავისებურებათა გათვალისწინებით.

2. საქართველოს ტენიანი სუბტროპიკების ნიადაგური და კლიმატური პირობები და ციტრუსოვანთა ბიოლოგიური თავისებურებები განაპირობებენ მცენარის მიერ შესათვისებელ აზოტზე მაღალ მოთხოვნილებას, რომლის უზრუნველყოფა აზოტოვანი სასუქების შეტანით ხდება.

3. ციტრუსოვნები თავიანთი სახეობრივი თავისებურებების მიხედვით, არაადექვატურად რეაგირებენ სხვადასხვა ფორმის აზოტოვან სასუქებზე. ფორთოხლის მცენარეებზე დაყენებულ სავეგეტაციო ცდის პირობებში ნატრიუმის გვარჯილა და განსაკუთრებით ამონიუმის ქლორიდი მნიშვნელოვნად ანელებენ მცენარეთა ბიომასის მატებას. ლიმონის მცენარეების შემთხვევაში ნატრიუმის გვარჯილა მნიშვნელოვნად ზღუდავს მცენარეთა, განსაკუთრებით მათი ფესვთა სისტემის განვითარებას. გამოცდილი ფორმებიდან მცენარეთა ზრდის მაქსიმალური ნამატს ამონიუმის სულფატი იძლევა.

დადგენილია აზოტოვანი სასუქების წამყვანი როლი ციტრუსოვანთა საერთო ბიომასისა და მისი ცალკეული ნაწილების (მიწისზედა მასა, ფესვთა სისტემა) ფორმირებაში. მცენარეთა მიერ აზოტის გამოტანა მათი ბიომასის ზრდის ადექვატურია.

4. აზოტოვანი სასუქების მაქსიმალური ეფექტიანობა სხვა საკვები მინერალური ელემენტებით უზრუნველყოფის ფონზე ვლინდება. აზოტოვანი სასუქების ფორმებიდან მოსავლის მაქსიმალურ მატებას ამონიუმის გვარჯილა და კარბამიდი იძლევა.

აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების გავლენა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის მოსავლით აზოტის გამოტანაზე არათანაბარია. იგი ერთი ტონა მოსავლისათვის მერყეობს 6,8-დან 8,8კგ ფარგლებში. მაღალი ნორმების შემთხვევაში ეს მაჩვენებელი კიდევ უფრო იზრდება.

ლიმონ მეიერის ნაყოფის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე დადებითად მოქმედებს კარბამიდისა და ამონიუმის გვარჯილის შეტანა ფოსფორ-კალიუმის ერთმაგ აგროტექნიკურ ფონზე. შეტანის ხერხებს შორის მკვეთრი სხვაობა არ იკვეთება. ორგანული სასუქების, კერძოდ ნაკელის NPK-ს აგროტექნიკურ ფონზე შეტანა პირველი

10 წლის განმავლობაში არ იძლევა მოსავლის მნიშვნელოვან მატებას მხოლოდ NPK-ს შეტანასთან შედარებით. NPK-ს ნორმების გაზრდა იწვევს ორგანული სასუქის (ნაკელის) ეფექტიანობის ამაღლებასაც.

აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების გამოყენებისას მანდარინის ნაყოფის ერთი ტონა მოსავლით საშუალოდ 8-11კგ აზოტი გამოიტანება, ლიმონის ნაყოფით-11-14კგ, ფორთოხლის ნაყოფით კი 7-9კგ.

5. გამოცდილი აზოტოვანი სასუქების ფორმები და მათი ნორმები სხვადასხვა გავლენას ახდენენ მცენარეთა ბიოლოგიურ პროდუქტიულობასა და აზოტის გამოტანაზე სავეგეტაციო ცდის პირობებში მცენარეთა მიერ აზოტოვანი სასუქების ფორმებიდან აზოტის გამოყენების ხარისხი ფორთოხლის შემთხვევაში 41-62% ფარგლებში მერყეობს, ლიმონის შემთხვევაში 14-25% ფარგლებში. ცდის დამთავრებისას, ფორთოხლის შემთხვევაში ნიადაგში აღმოჩენილია სასუქის აზოტი 9-24%, ლიმონის შემთხვევაში-20-37%. არამწარმოებლური დანაკარგები ამონიუმის სულფატის, ნატრიუმის გვარჯილის და ამონიუმის ქლორიდის გამოყენებისას ფორთოხლისათვის 29-45% შეადგენს, ხოლო ლიმონისათვის -42-64%.

6. აზოტის იზოტოპის ^{15}N გამოყენებამ შესაძლებლობა მოგვცა დაგვედგინა, რომ სასუქების შეტანისას მცენარე პირველ რიგში ითვისებს სასუქის აზოტს და მცირდება ნიადაგის აზოტის შეთვისება. ამავე დროს ნიადაგური პროცესების გავლენით სასუქის აზოტის ნაწილი მაგრდება ნიადაგში სხვადასხვა შენაერთების სახით.

7. ციტრუსოვნები (ფორთოხალი, ლიმონი) არაადექვატურად რეაგირებენ აზოტოვანი სასუქების ფორმებსა და ნორმებზე. მაქსიმალური ეფექტის მისაღებად საჭიროა სწორად შეირჩეს ფორმები და მოხდეს ნორმების ოპტიმიზაცია ნიადაგის თვისებების, ნარგაობათა მდგომარეობის, მათი სახეობრივი შედგენილობისა და ჯიშური თავისებურებების გათვალისწინებით.

აზოტოვანი სასუქების გავლენა მცენარეთა მიწისზედა მასისა და ფესვთა სისტემის ცალკეულ შემადგენელ ნაწილებზე სხვადასხვა ინტენსივობით ვლინდება. სხვაობა აღინიშნება როგორც ცალკეულ სახეობებს შორის, ისე ელემენტის უზრუნველყოფის დონისგან დამოკიდებულებით.

უზრუნველყოფის დონის გადიდებასთან ერთად მცირდება მცენარის მიერ ნიადაგის აზოტის გამოყენების ხარისხი და მცენარეული მასის ფორმირება ძირითად სასუქის აზოტის ხარჯზე ხდება.

მცენარეული მასის მიერ შეთვისებულ აზოტში “”ექსტრა აზოტის”” ჩართვა მაქსიმალურია დაბალი ნორმების გამოყენების შემთხვევაში. ნორმების ზრდასთან ერთად იზრდება სასუქის აზოტის ხვედრითი წილი.

აზოტის შეთვისება ნორმების ზრდის პარალელურად მცირდება, შეთვისებული აზოტის რაოდენობა მერყეობს როგორც სახეობრივი თავისებურებების, ისე გამოყენებული აზოტოვანი სასუქების ფორმების მიხედვით.

8. სავეგეტაციო ცდის შედეგები თვალნათლივ მიუთითებენ, რომ აზოტის დაუსაბუთებლად მაღალი ნორმების გამოყენება არარაციონალურია და ზრდის მის არამწარმოებლურ დანაკარგებს, რაც გაუმართლებელია ეკოლო- გიური და სამეურნეო თვალსაზრისით.

ფორთოხალზე ჩატარებულ ცდაში აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი კარბამიდისა და ამონიუმის გვარჯილიდან 69-73% შეადგენს, ნორმების გაზრდით იგი მცირდება 33-34% მდე. ლიმონის შემთხვევაში ეს მაჩვენებელი 64-73% შეადგენს, ნორმის გადიდებით იგი 26-27%-მდე მცირდება. ნორმების გაზრდით იზრდება აგრეთვე აზოტის არამწარმოებლური დანაკარგები გაზისებრ ფორმაში.

9. აზოტოვანი სასუქების ფორმები და ნორმები პირდაპირ დამოკიდებულებაში არაა ვაშინგტონ-ნაველის ფოთლებში ნიტრატების დაგროვებასთან. ნიტრატების მაქსიმალური რაოდენობა ახალგაზრდა ფოთლებში აღინიშნება ივლისის თვეში, ძველ ფოთლებში- ივნისის თვეში, შემდგომ პერიოდში მიმდინარეობს ნიტრატების შემცველობის შემცირება.

10. ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის საშუალო მოსავალს 9-14კგ/ხეზე ფარგლებში განაპირობებს ახალგაზრდა ფოთლების შემდეგი ქიმიური შედგენილობა: N-2,8-3,3; P₂O₅-0,32-0,33; K₂O-2,57-2,85; CaO-2,42-2,45; MMgO-0,139; MnO-0,0020-0,0024%, ხოლო ლიმონ მეიერის მოსავალს დაახლოებით 6კგ/ხეზე-N-2,50-2,94; P₂O₅ -0,38-0,41; K₂O-1,31-1,42; CaO-2,29-2,43; MMgO-0,175-0,179; M MnO-0,0020-0,0022%.

11. ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ბაღში ამონიუმის სულფატისა და ამონიუმის გვარჯილის ნორმების ეფექტურობის შედარებისას გამოვლინდა $N_{150g/ხეზე}$ შეტანის მყარი ეფექტი. ამასთანავე, ამონიუმის სულფატის ეს ნორმა ზღვრულია, ხოლო ამონიუმის გვარჯილის შემთხვევაში ცალკეულ წლებში ეფექტურია უფრო მაღალი ნორმებიც. სხვადასხვა ფორმების გამოცდისას გამოვლინდა ნაკლებად მჟავე და ტუტე ფორმების-ამონიუმის გვარჯილის, კარბამიდის და ნატრიუმის გვარჯილის ერთმაგი აგროტექნიკური ნორმის ($N_{150g/ხეზე}$) შეტანის უპირატესობა.

12. აზოტოვანი სასუქების გაზრდილი ნორმების გამოყენება იწვევს ფორთოხლისა და ლიმონის ნაყოფებში რბილობის ხვედრითი წილის და წვეწვების გამოსავლის მატებას.

აზოტოვანი სასუქების ფორმების გამოყენების მიხედვით საუკეთესო მექანიკური მაჩვენებლებით ხასიათდებიან ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ნაყოფები ამონიუმის გვარჯილის, კარბამიდის და ნატრიუმის გვარჯილის შეტანისას.

ამონიუმის გვარჯილა და ამონიუმის სულფატი ფონთან (PKCaMg) შედარებით დადებით გავლენას ავლენენ ნაყოფის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე. ნორმებიდან ხარისხობრივი მაჩვენებლების მიხედვით ფორთოხლის ბაღებში მაღალი მაჩვენებლებით ხასიათდება $N_{150 g/ხეზე}$.

ფორთოხლის კანიდან ეთერზეთების გამოსავლიანობა მაქსიმალურია ამონიუმის სულფატის $N_{300 g/ხეზე}$ და ამონიუმის გვარჯილის $N_{150 g/ხეზე}$ ნორმით შეტანის შემთხვევაში.

13. აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა საერთო აზოტის შემცველო- ბაზე ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ნაყოფის რბილობსა და კანში არ აღემატება 1%-ს, იგი ამონიუმის სულფატისათვის რბილობში 0,6-0,9%-ის ფარგლებშია, კანში 0,5-0,8%-ის ფარგლებში, ამონიუმის გვარჯილისათვის კი შესაბამისად 0,6-0,96%-ის და 0,55-0,76%-ის ფარგლებში. აზოტოვანი სასუქების სხვა ფორმებს შორის ამ მხრივ მკვეთრი სხვაობა არ აღინიშნება.

ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ნაყოფის წვეწვში ნიტრატების შემცველობა აზოტოვანი სასუქების ნორმებისა და ფორმების მოქმედებით არ აღემატება დასაშვებ ზღვურ ნორმას (50მგ/კგ).

ლიმონ მეიერის ნაყოფის რბილობში და კანში საერთო აზოტის შემცველობაზე ამონიუმის გვარჯილის და კარბამიდის გავლენა მნიშვნელო- ვანია-საშუალოდ რბილობში საერთო აზოტის შემცველობა 1,5% აღწევს, კანში -1,03%.

14. მანდარინ უნშიუს ბაღში ფოსფორისა და კალიუმის ერთმაგ ფონზე გამოვლინდა კარბამიდის $N_{250g/ზე}$ შეტანის ეფექტი-მოსავალი შეადგენს 26კგ/ზე და ნაყოფები ხასიათდება მაღალი ქიმიური მაჩვენებლებით. ასეთივე მოსავალი იქნა მიღებული ამონიუმის გვარჯილის ერთმაგი ნორმის გამოყენებისას, ფოსფორისა და კალიუმის ნორმების გადიდება განსხვავებულ მაჩვენებლებს არ იძლევა. აქედან გამომდინარე, მანდარინისათვის შენარჩუნებული უნდა იქნას აზოტის ერთმაგი ნორმა $N_{250g/ზე}$, რაც გარკვეულწილად შეამცირებს ნიადაგის დაბინძურების ხარისხს.

მანდარინ უნშიუს მოსავლით აზოტის გამოტანაზე აზოტოვანი სასუქების ფორმები და შეტანის წესები გავლენას არ ახდენს, ხოლო ნორმების ზრდა იწვევს აზოტის გამოტანის ზრდის ტენდენციას ნაყოფში საერთო აზოტის შემცველობის გადიდების ხარჯზე.

15. ციტრუსოვნებში აზოტის დაგროვება მცენარეში უპირატესად ამიაკური წყაროდან ხდება, რაც უფრო მკვეთრად ლიმონის მცენარეში აისახება. ციტრუსოვანი მცენარის მიერ შეთვისებული სასუქის აზოტის 47-65% მოდის ფოთლებსა და შემწოვ ფესვებზე, ხოლო 35-53% კი მცენარის ნაწილებზე (1-2 და 3-4 წლიანი ღეროები; გამტარი და ღერძულა ფესვები).

ფორთოხლისა და ლიმონის ნარგაობაში ფიზიოლოგიურად მჟავე სასუქების ხანგრძლივი გამოყენებისას წითელმიწა ნიადაგებში ნიტრიფიკაციის პროცესი იმდენად დაქვეითებულია, რომ ინჰიბიტორის N-სერვე-Aთჩ გამოყენების ეფექტი არაარსებითია, ხოლო ფიზიოლოგიურად ნაკლებ მჟავე სასუქების ფონზე ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორების გამოყენება ფორთოხლის ბაღში აზოტის დანაკარგებს 14%-ით ამცირებს.

16. ამონიუმის სულფატის ნორმის ზრდით ფორთოხლით დაკავებულ წითელმიწა ნიადაგში მცირდება ფოსფორის შემცველობა მისი ინტენსიური გამოტანის გამო, იზრდება ჰიდროლიზური მჟავიანობა და ჰიდროლიზებული აზოტი. საერთო აზოტი

და ჰუმუსი შედარებით მაღალია ამონიუმის სულფატისა და ამონიუმის გვარჯილის ორმაგი ნორმის შეტანის შემთხვევაში.

წითელმიწა ნიადაგებში აზოტოვანი სასუქების შეტანისას საერთო აზოტისა და ჰუმუსის ზრდა უფრო მეტად შეინიშნება ამონიუმის სულფატის, მონტანგვარჯილის და კარბამიდის ვარიანტებზე. მონტანგვარჯილის და კარბამიდის შეტანისას იზრდება მოძრავი ფოსფორის და კალციუმის შემცველობა, აღნიშნულ ვარიანტებზე მაღალია აგრეთვე მაგნიუმით უზრუნველყოფის დონე.

17. ლიმონით დაკავებულ ყვითელმიწა ნიადაგებზე აზოტის მაღალი ნორმების შეტანისას ჰუმუსის ზრდა არ აღინიშნება. აზოტის ორმაგი ნორმების დადებითი გავლენა აღინიშნა ნაკელის ფონზე, ხოლო საერთო აზოტის შემცველობაზე მნიშვნელოვად მოქმედებს კარბამიდის ერთჯერადი შეტანა. კარბამიდის ნორმის გადიდებისას 0-15სმ ფენაში უმნიშვნელოდ იზრდება ჰიდროლიზებული აზოტის, ფოსფორის, კალციუმის, მაგნიუმის და კალიუმის მოძრავი ფორმების შემცველობა, ხოლო საერთო აზოტი, საერთო ჰუმუსი, pH და მჟავიანობის ფორმები უცვლელი რჩება.

18. აზოტოვანი სასუქების ფორმები, ნორმები და NPKK თანაფარდობა ტორფის ფონზე მკვეთრად არ მოქმედებს მანდარინის ნარგაობით დაკავებული ყვითელმიწა ნიადაგების აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე. შეიმჩნევა ჰუმუსის უმნიშვნელო ზრდა ორგანული და მინერალური სასუქების გამოყენებისას. ფონთან შედარებით 0,12% გაზრდილია საერთო აზოტის შემცველობა ორივე (კარბამიდი, ამონიუმის გვარჯილა) ფორმის აზოტოვანი სასუქის გამოყენებისას ინდექსებთან შედარებით იზრდება ფოსფორის, კალიუმის და მაგნიუმის მოძრავი შენაერთები, არეს რეაქცია ნეიტრალურია.

19. გამოცდილი ესპანური პრეპარატების 5 ფორმიდან ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ნაყოფის მაღალი მოსავალი მიღებულია ამინოლ ფორტესა და ჰუმიფორტე-N6-ის გამოყენებისას. ნაყოფის ხარისხობრივი მაჩვენებლების მკვეთრი ცვლილებები შესწავლილ ფორმებს არ გამოუწვევია.

20. ციტრუსოვნებში კარბამიდით მოდიფიცირებული ცეოლითების შეტანა დადებით გავლენას ახდენს ლიმონის მცენარის პროდუქტიულობაზე, მის მიერ

სასუქისა და ნიადაგის აზოტის შეთვისებაზე, ხოლო ფორთოხლის მცენარეზე ასეთი კანონზომიერება არ აღინიშნა.

21. ამონიუმის გვარჯილის ნორმის ერთჯერადი შეტანა ფოსფორისა და კალიუმის ფონზე უზრუნველყოფს ფორთოხლისა და ლიმონის მცენარეების მაქსიმალურ პროდუქტიულობას. კარბამიდის გამოყენების შემთხვევაში უფრო ეფექტურია წილადობრივი შეტანა.

აზოტის ნორმის ერთჯერადად შეტანისას მცენარეები უპირატესად ითვისებენ სასუქის აზოტს. წილადობრივი შეტანისას შეთვისებული აზოტის ძირითადი მასა მოდის ნიადაგის აზოტზე. მცენარეების მიერ შეთვისებული აზოტის მაქსიმუმს შეიცავს მიწისზედა ნაწილი.

აზოტოვანი სასუქების წილადობრივი შეტანისას ნიადაგში აზოტის მარაგის შემცირების მაღალი ალბათობა ერთის მხრივ, ხოლო მეორეს მხრივ მაღალი პროდუქტიულობის უზრუნველყოფის აუცილებლობა დღის წესრიგში აყენებს ნიადაგის ნაყოფიერებაზე სისტემატიური მონიტორინგის განხორციელების საკითხს.

22. აზოტოვანი სასუქების შეთვისების ინტენსივობა დამოკიდებულია გამოყენებული სასუქების ფორმაზე, შეტანის ვადებსა და მცენარის სახეობრივ და ჯიშობრივ თავისებურებებზე. სასუქის აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი ფორთოხლის მცენარისათვის მერყეობს 77-53%, ხოლო ლიმონის მცენარისათვის 78-43% ფარგლებში.

რეკომენდაციები წარმოებას

1. ციტრუსოვნების (მანდარინი, ფორთოხალი, ლიმონი). აზოტით კვების თავისებურებების შესწავლის შედეგები ნათლად მეტყველებს, დღეს რეკომენდებული აზოტოვანი სასუქების ნორმები ჭარბია და ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქციის მიღების მიზნით ნორმების შემცირება მაღალი პროდუქტიულობის შენარჩუნებით სავსებით მიღწევადია. აღნიშნულის რეალიზებისათვის:

_მანდარინ უნშიუს 10-15 წლიანი მცენარეებისათვის ფოსფორ-კალიუმის ერთმაგ ფონზე სასურველია შეტანილ იქნას კარბამიდი N₂₅₀გ/ხეზე, რომელიც უზრუნველყოფს 26-27 კგ/ხეზე მოსავლის მიღებას.

_ ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის 20-21 წლიანი მცენარეებისათვის მიზანშეწონილია აზოტოვანი სასუქების N₁₅₀გ/ხეზე ნორმით შეტანა 13-16კგ/ხეზე მოსავლის მიღებას. აზოტოვანი სასუქების ამ ნორმით გამოყენება საჭიროა ფიზიოლოგიურად ნაკლებად მჟავე ან ტუტე სასუქების ფორმებისათვის, როგორცაა ამონიუმის გვარჯილა, კაბამიდი და ნატრიუმის გვარჯილა.

_ლიმონ მეიერი 14-15 წლიანი მცენარეებისათვის ფოსფორ-კალიუმის ოპტიმალური თანაფარდობის შემთხვევაში შეტანილ უნდა იყოს ამონიუმის გვარჯილა ან კარბამიდი N₁₅₀გ/ხეზე რაც უზრუნველყოფს 6-8კგ/ხეზე მოსავლის მიღებას.

_აზოტის არამწარმოებლური დანაკარგების შემცირების მიზნით საჭიროა აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების შერჩევა ციტრუსოვანთა სახეობრივი და ჯიშობრივი თავისებურებების გათვალისწინებით.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. აბესაძე გ. ნაკაიძე ი. აგროქიმია თ.: განათლება; 1991.-542გვ.
- 2 ადამია თ. აზოტოვანი სასუქების ეფექტიანობა ნემომპალა-კარბონატულ ნიადაგებზე გაშენებული მანდარინის ნარგაობაში. სუბტროპიკული კულტურები 2001. გვ.122-128.
3. ბაღათურია ნ. ბზიავა რ. ცანავა ნ. ლომინაძე შ. მინერალური კვების გავლენა ლიმონისა და ფორთოხლის მოსავლიანობაზე, ნაყოფის ხარისხსა და ეთერზეთების შემცველობაზე. //სუბტროპიკული კულტურები 1990. №2-გვ 70-80.
- 4.ბერიაშვილი ქ. ბუნებრივი ცეოლითების (კლინოპტილოლიტის და ფილიფსიტის) გავლენა ზოგიერთი ბოსტნეული კულტურების პროდუქტიულობაზე ავტორეფერატი საკანდიდატო დისერტაციის. თ.: 2003.-49გვ.

5. გამყრელიძე ი. ციტრუსოვანთა განოყიერების სიტემა თ.:1969. 311გვ.
6. გაგუა გ. საქართველოს აგროკლიმატური დარაიონება, საქართველოს გეოგრაფიის აქტუალური პრობლემები თბილისი. 2001.
- 7.გოგუაძე ვ. ჯაბნიძე რ. სასოფლო-სამეურნეო ეკოლოგია. ბ.:აჭარა P.შ. 2003-346გვ.
- 8.ზარდალიშვილი ო. ურუშაძე თ. სასუქების გამოყენება და გარემო. თ.: საქართველო. 1992-150გვ.
- 9.თავდიშვილი ლ. წითელმიწა ნიადაგებზე მინერალური სასუქების ხანგრძლივი გამოყენების გავლენა ჩაის პროდუქტიულობასა და ნიადაგის აგ როქიმიურ თვისებებზე. ავტორეფერატი დისერტაციის სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა კანდიდატის. თ.:2003-38გვ.
- 10.თალაკვაძე ქ. მიკროელემენტებით ფესვითა და ფესვგარეშე კვების გავლენა მანდარინის პლანტაციის მოსავლიანობაზე. //სუბტროპიკული კულტურები. 1973.№3-გვ 55-57.
- 11.თალაკვაძე ქ. ფესვითა და ფესვგარეშე კვების გავლენა მანდარინის ნაყოფების ზრდაზე, განვითარებასა და მოსავალზე.//სუბტროპიკული კულტურები. 1975.-№1-გვ. 70-72.
- 12.თალაკვაძე ქ. ნარგავების ფესვგარეშე და ფესვით კვება შარდოვანათი და მიკროელემენტებით. //სუბტროპიკული კულტურები. 1975ა. №5-გვ55-60.
- 13.ლომინაძე შ. მესხიძე ა. შკოდრინა ა. ლიმონისა და ფორთოხლის ქვეშ შარდოვანათი მოდიფიცირებული ცეოლითის კვლევის შედეგები. //სუბტროპიკული კულტურები 1989-№3 გვ 59-63.
- 14.ლომინაძე შ. მესხიძე ა. აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ფორმებისა და დოზების გამოყენების ხერხებისა და N:P:K თანაფარდობის გავლენა გაეწრებული ყვითელმიწა ნიადაგების აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე ლიმონის კულტურის ქვეშ. //სუბტროპიკული კულტურები.1990ბ. №6-გვ55-60.
- 15.ლომინაძე შ. ცანავა ვ. აზოტოვანი სასუქების დოზებისა და ფორმების ეფექ-

ტიანობა ფორთოხლის ბალებში.// სუბტროპიკული კულტურები.

1994. №1-2-გვ 99-106.

16. ლომინაძე შ. ცანავა ვ. ლიმონ “მეიერის” აზოტით კვების ოპტიმიზაცია.//სუბტროპიკული კულტურები. 1994ა. №1-2 გვ.115-121.
17. მარშანია ი. ციტრუსების სანერგის განოყიერება. სოხუმი. 1961. 55გვ.
18. მარშანია ი. აგროქიმია. თბილისი.: განათლება, 1991.-715გვ.
19. მელაძე გ. ეკოლოგია აგრომეტეოროლოგიის საფუძვლები. თ.: 1998.-255გვ.
20. ონიანი ო. მარგველაშვილი გ. ნიადაგის ქიმიური ანალიზი. თ.:1976.
21. საქართველოს აგრარულ-სამრეწველო და სასურსათო კომპლექსი მიმდინარე პროცესები, შედეგები და ამოცანები. თ.:1998.-222გვ.
22. საქართველოს სოფლის მეურნეობა 2002. სტატისტიკური კრებული თბილისი-2004გვ 67.
23. ურუშაძე თ. ლორია ვ. ეკოლოგიური სამართალი. თბილისი 1996.-210გვ.
24. ურუშაძე თ. საქართველოს ძირითადი ნიადაგები. თ.: მეცნიერება, 1997.-368გვ.
25. ურუშაძე თ. აგროეკოლოგია. თ.: ქრონოგრაფის, 2002.-321გვ.
26. ფალავანდიშვილი შ. ნიადაგების გეოგრაფია, ნიადაგმცოდნეობის საფუძვლები. ბ.: გამომცემლობა აჭარა. 2002.-350გვ.
27. ჩხაიძე გ. სუბტროპიკული კულტურები. თ.: ფარნავაზი, 1996.-531გვ.
28. ცანავა ვ. ლომინაძე შ. აზოტოვანი სასუქების გავლენა ციტრუსების პროდუქტიულობასა და აზოტის ბალანსზე. ცნობა I //სუბტროპიკული კულტურები 2000.- №1-2. გვ 118-124.
29. ცანავა ვ. ლომინაძე შ. აზოტოვანი სასუქების გავლენა ციტრუსების პროდუქტიულობაზე და აზოტის ბალანსზე. ცნობა II // სუბტროპიკული კულტურები. 2001.- №1-2. გვ 108-122.
30. ცანავა ვ. მესხიძე ა. კარტოზია დ. და სხვა ჩაის კულტურის წითელმიწა ნიადაგში ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორის N-სერვე გამოყენებაზე ჩატარებული კვლევის შედეგები.// სუბტროპიკული კულტურები. 1985. №6-გვ. 75-80.
31. ცანავა ნ. ლომინაძე შ. მინერალური სასუქების გავლენა ფორთოხალ

“ვაშინგტონ-ნაველისა” და ლიმონ “მეიერის” ფოთლების ქიმიურ შემადგენლობაზე. //სუბტროპიკული კულტურები.1990ა. №3-გვ 76-83.

- 32.ცომაია ი. ჩანქსელიანი ზ. ნარეიშვილი თ. ნიტრატები და მისი შეზღუდვის ღონისძიებები. რეკომენდაცია თბილისის გამოყენებითი ეკოლოგიის სასწავლო ინსტიტუტი თ.:1998.-27გვ.
- 33.წოწონავა ჯ. მანდარინ “უნშიუს” მცენარის მინერალური კვების ოპტიმიზაცია აფხაზეთის სუბტროპიკულ ეწერ ნიადაგებზე. ავტორეფერატი დისერტაციის სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორის. თბილისი, 2002.-72გვ.
34. ხარებავა მ. სუბტროპიკულ მცენარეთა ეკოლოგია. თ.: 1964.-გვ 46-103.
- 35.ჯაბნიძე რ. ციტრუსოვანთა ინტენსიური აგროტექნიკა. ბ.: ალიონი 1999.-420გვ.
36. ჯაყელი ე. სარჯველაძე გ. ხარებავა ლ. პრეპარატ “ამინოლ ფორტეს” გავლენა ციტრუსოვან კულტურათა ზოგიერთ მაჩვენებელზე //სუბტროპიკული კულტურები.1988.- №2-გვ 102-108.
37. . Абаев М.Н. Эгамберыев А. Некоторые выращивания лимона Мейер в Гисарской долине // ТР. Таджикского Гос. ин-та им. В.И.Ленина. 1979. Вып. 3.С.3-8.
- 38.. Агроправила по цитрусовым культурам. Т.: 1979-50с
- 39.Агрохимические методы исследования почв М.1975. 55с
40. Акаба Ю.Г. Эффективность азотных удобрений применяемых с учетом выноса азота удобрениями урожай длительно удобряемых садов мандарина на аллювальной почве. Тезиси докладов Всесоюзная конференция молодых ученых и специалистов. Махарадзе-анасеули 1987. с.139-141.
- 41.Андреева Е.А. Шеглова Г.М. Использование растениями азотных удобрений (по данным опытов, проведенных с изотопом ¹⁵N). // Почвоведение. 1964.- №12-С47-54.
42. Андреева Е.А. Шеглова Г.М. использование растениями азота почвы и азота удобрений. //Агрохимия.-1966. №6.-С16-19.

43. Андреева Е.А. Шеглова Г.М. Азотные удобрения, их использование и потери из почвы по данным вегетационных опытов с ^{15}N в кн.: Третий делегатский съезд почвоведов-М.: Наука.-1968ю-С 111-115.
44. Андреева Е.А. Шеглова Г.М. Куренева Л.Н. распределение азота удобрений по фракциям азота почвы. В кн.: применение стабильного изотипа ^{15}N в исследованиях по земледелию. М.: 1973.-С-119128.
45. Андреева Е. А. Шеглова Г.М. Баланс азотных удобрений (меченых ^{15}N) в пору и под растениями, по данным вегетационным опытов. //Роль азота в земледелии дерново- подзолистых почв. Под ред. А.В. Соколов.- Москва. 1974ю С 215-231.
46. Андреева Е.А. Шеглова Г.М. Середкина Н.Н. Результаты полевых исследований с применением сернокислого аммония, меченного ^{15}N //Агрохимия. 1981 №5. С3-14.
47. Аристовская Т.В. микробиология процессов почвообразования.-Л.: Наука. 1980.-187с.
48. Байер И. питательные вещества как фактор формирования урожая основных систем с/х культур М. "Колос"1984. ст 19-29.
49. Барбер М. Биологическая доступность питательных веществ в почве. М."Агропромиздат" 1988. 376с.
50. Бобрицкая М.А. Поступление азота с атмосферными осадками и вынос его из почвы лизиметрическими водами. // Почвоведение. 1963. №9.-С 21-30.
51. Бобрицкая М.А. Локшина Т.В. Андреева Е.А. Превращение азотных удобрений в дерново-подзолистую почву. //Агрохимия. 1965. №7-С37-42.
52. Бобрицкая М.А. Потери азота и других элементов при выщелачивании из слобоокультуренной дерново-подзолистой почвы.-В сб.:Ба-

ланс азота дерново-подзолистых почвах.-М.: Наука. 1966
С. 126-150.

- 53.Бобрицкая М.А. Москаленко Н.Н. Потер элементов питания растений из почвы при инфильтрации осадков В.кн.: Третий делегатский съезд почвоведов.-М.:-1968.С-111-120.
- 54.Бобрицкая М.А. Москаленко Н.Н. изучение степени использование азотных удобрений в полевых условиях с помощью стабильного изотипа ^{15}N //Агрохимия. 1969.- №12с23-29.
55. Бобрицкая М.А. Москаленко Н.Н. Исследование баланса азота удобрений в дерново-подзолистых почвах. Под ред. А.В. Соколов.- Москва 1974 С 206-214.
- 56.Борисова Н.И. Влияние ингибиторов нитрификации на превращение аммонийного азота удобрение в почве и поступление его в растения. // Химия в сельском хозяйстве , 1968 № 11 с-16-19.
- 57.Базилинская М.Б. Заболотнова Л.А. вынос и накопление некоторых элементов в насыпных лизиметрах с естественной и культурной растительностью. изд.- во ТСХА, 1977. I С-110-116.
- 58.Безлюдный Н.Н. Шанбанович Г.А. Превращение азотных удобрений в почве и их использование растениями-Земледелие и растениеводство в БССР.- М.:-1973.-Т.17.-С.84-92.
59. Бжалава У.Ш. Эффективность форм и доз азотного удобрения в саду лимона мейера . //Субтропические культуры. -1983.-№6.-С.87-90.
- 60.Бжалава У.Ш. Эффективност форм и доз азотного удобрений в молодом саду лимона Грузинский и мейера: автореф. дис. к.с.-х.н. С.-1983.а.-20 с.
- 61.Бзиава М.Л. Петербургский А.В. Удобрение цитрусовых в Грузии. //Агрохимия .- 1968.-№4.-С.77-87.
62. Бзиава М.Л. Удобрение субтропических культур. -Т.: Сабчота сакартвело. 1973.- 369с.

63. Бзиава М.Л. Диагностика питания субтропических культур азотом, фосфором, калием и магнием на основании химического анализа растений. // Анализ растений как метод диагностики их питания и эффективности макро- и микроудобрений. Под ред. А.В.Соколов др. Тбилиси, 1976.С.172-184.
64. Бзиава М.Л. Бурчуладзе Т.И. Цанава В.П. и др. Методические указания по диагностике питания чая.-М.:Колос, -1982.-14с.
65. Бзиава М.Л. Цанава В.П. Чануквадзе Ф.Ш. и др. Рекомендации по применению удобрений под чай, citrusовых, тунг и лавр благородный.-М.: Агропромиздат, -1986.-32с.
66. Бзиава М.Л. Мамулаишвили И.Н. Эффективность различного соотношения питательных элементов под культурой мандарина в условиях желтоземных почв. Сб "Применение удобрений под субтропической культурой" Махарадзе-Анасеули . 1987. с.256-264.
67. Бибилейшвили Г.Е. Методика установления экономической эффективности рекомендуемых органических мероприятий. //Субтропические культуры. -1972.-№6.-С36-43.
68. Битер А.Д. Чеботава М.В. Годзиашвили Б.А. Оптимизация калийного и магниевого питания citrusовых. // Бюлетень Почвенного ин-та им. В.В.Докучаева 1987.Вып. XLIII. С.45-46.
69. Блек К.А. Растения и почва.-М.:-Колос.1973.-503с.
70. Блюм Б.Г. Выволокина А.Г. Влияние ингибитора 2 хлор-6 (трихлор-метил) пиридина на скорость нитрификации и использование азота удобрений растениями. //Агрохимия. -1974.-№4.-С 3-8.
71. Бражник С.П. Изучение использования азота удобрений озимой пшеницей с помощью ¹⁵N. //Агрохимия. 1973.-№7.-С.21-26.
72. Бражник С.П. Использование озимой пшеницей азота минеральных удобрений и превращение его в почве (с применением ¹⁵N): Автореф. дис. к.с.-х.н.-К.1975.-18с.

- 73.Брей С.М. Азотный обмен в растениях. Москва. Агропромиздат . 1986. 199с
74. Борисова Н.И. Зерцалова В.В. Потери азота удобрений в форме молек-улярного азота и закиси азота. // Агрохимия.-1966.-№ I С.13-19.
75. Борисова Н.И. Бурцева С.Н. Родионов В.Н. Кирпанева О.Л. Определение потерь азота из почвы в виде различных окислов аммиака в полевых условиях. // Почвоведение.-1972.-№9.С.76-82.
- 76.Бурчуладзе И.Т. Цанава В.П. Датуадзе О.В. Химическая диагностика урожай и качество чайного листа в зависимости от свойств почвы и удобрений. // Анализ растений как метод диагностики их питания и эффективности макро и микроудобрений. / Под ред. А.В. Соколов и др. – Тбилиси. 1976.С.221-230.
- 77.Быдель К.Л. Фтосинтез и биопродуктивность: Методы определены биомассы растений и чистия (нетто) первичная продукция Москва В.О. “Агромиздат ”1989. С.23-52.
78. Быдель К.Л. Фтосинтез и биопродуктивность: анализ роста растений. Москва В.О. “Агромиздат ”1989. С.53-61..
- 79.Возняковская Ю.М. Микрофлора растений и урожай.-М.: Колос. 1969 С 240.
80. Варюшкина Н.М. К методике агрохимических анализов в исследованиях ¹⁵N .Бюллетен ВИУНА. -1969.№6.-С 54-57.
81. Варюшкина Н.М. Кирпанева Л.И. Никитина М.М. Роль азота удобрения в баланс азота почвы. // Агрохимия.-1974.-№7.-С10-16.
- 82.Габисония М.В. Основные результаты применения удобрений под субтропические культуры в условиях западной Грузии. Сб.:Влияние влияние длительного применения

83. Габисония М.В. Результаты испытания форм азотных удобрений на чайной и цитрусовой плантациях Западной Грузии. // Азотные удобрения. - М.: Колос. - 1966 - С. 323.
84. Габисония М.К. Гочолашвили З.А. Русадзе А.В. изменение микрофлоры почвы при наличии цеолита. - В сб.: Применение природных цеолитов в животноводстве и растениеводстве. - Т.: Мецниереба, - 1984. - С. 230-233.
85. Гамзиков Г.П. Азот в земледелии Западной Сибири. - М.: Наука. - 1981. - 266.
86. Гамзиков Г.П. Кострик Г.И. Баланс азота удобрений в системе почва-растение. В кн.: Круговорот и баланс азота в системе почва-удобрение-растение-вода. - М.: Наука - 1979. - С. 100-103.
87. Гамзиков Г.П. Кострик Г.И. Емельянова В.Н. Баланс превращения азота удобрений. - Н.: Наука. 1985. - 160 с.
88. Гамзиков Г.П. Применение ^{15}N в агрохимических исследованиях. - Н.: Наука. - 1988. - 156 с.
89. Гамкрелидзе И.Д. Эффективность азотных удобрений на мандариновых плантациях. // Бюллетень ВНИИЧИСК. - 1945. №3. - С. 30-34.
90. Гамкрелидзе И.Д. азотные удобрения в культуре цитрусовых. // Субтропические культуры - 1965. - №4. - С. 53-74.
91. Гамкрелидзе И.Д. Влияние ранних удобрений на агрохимические свойства почвы цитрусовых плантаций. // Субтропические культуры - 1966. - №1. - С. 40-63.
92. Гамкрелидзе И.Д. Химический состав цитрусовых плодов в зависимости от вносимых удобрений. // Субтропические культуры - 1967. - №3. - С. 68-78.
93. Гамкрелидзе И.Д. Система удобрений цитрусовых садов. - М.: Колос. 1971. - 215 с.

- 94.Гедеванишвили Д.П. Почвы субтропических районов Грузии в связи с проблемой их освоения. //Тр.: Секции МАП.1936.Т.4.С.86-89.
- 95.Герасимов И.П. Что такое субтропические подзолы Абхазии? //Почвоведение .-1966.- № II.-С.48-53.
96. Герасимов И.П. Генетические типы почв субтропиков Закавказья.-М.: Наука.1979.- 270с.
97. Гигинейвили П.Л. Влияние азотистых и фосфорных удобрений на качество мандарина. // Бюллетень ВНИИЧиСК.-1945.-№1-2.-С.41-47.
- 98.Гинзбург К.Е. Щеглова Г.М. Вульфийус Е.А. Ускоренный метод определения общего содержания фосфора и азота в почвах с жиганием в серной кислоте с добовлением наибольших количеств хлорной кислоты. // Почвоведение.-1963.-№5.-С.89-96.
- 99.Глонти И.Ф. Влияние доз азотных удобрений и некоторых внешних факторов на рост и развитие апельсина Вашингтон-Навель. . //Субтропические культуры-1970.-№6-С.101-106.
- 100.Глонти Ц.Ф. Изменение агрохимических свойств красноземных почв в зависимости от доз азотных удобрений под культурой апельсина. . //Субтропические культуры-1971.-№6-С.60-65.
101. Глонти Ц.Ф. Механические показатели плодов апельсина в зависимости от форм азотных удобрений. //Субтропические культуры-1972-№2 .-С97-100.
- 102.Глонти Ц.Ф. Влияние различных форм азотных удобрений на агрохимические свойства красноземных почв и на урожай апельсина. //Субтропические культуры-1973.-№6.-С.44-49.
103. Глонти Ц.Ф. Эффективност азотных удобрений под культурой апельсина в условиях красноземных почв. //Субтропические культуры-1974.№6.-С.152-154.

104. Глонти Ц.Ф. Взаимосвязь между корневой системой и надземной частью и урожаем апельсина при длительном внесении различных форм и доз азотных удобрений. //Субтропические культуры.-1975№6.-С.53-56.
108. Глонти Т.А. Дараселия М.К. Изменение красноземов и субтропических подзолистых почв чайными плантациями. //Почвоведение .1974ю-№5.-С.91-101.
110. Гогия В.Т. Биохимия субтропических растений.-М.: Колос. 1984.-С.286.
111. Годзиашвили Г.С. Известкование кислых почв как способ повышения урожайности цитрусовых // Бюллетень ВНИИЧиСК.-1948.-№2.-С.3-30.
112. Годзиашвили Г.С. Беридзе А.Е. Жеденова М.С. Эффективность магниевых удобрений на чайных и цитрусовых плантациях. //субтропические культуры.-1963.-№4.
113. Годзиашвили Г.С. Годзиашвили Б.А. Диагностика калийного и магниевого питания чая и других субтропических культур. // Анализ растений как метод диагностики их питания и эффективности и микроудобрений. Под ред. А.В.Соколов и др.- Тбилиси.1976.-С.201-212.
114. Горделадзе А. Трансформация и миграция азота удобрений аллювиальных и подзолисто-желтоземных почв плодоносящих садов мандарина. Тр. Гисх.-а 1988.
115. Гочолашвили М.М. Влияние различного питания на плодоношение лимонного дерева. // Бюллетень ВНИИЧиСК.-1949.-№4.-С.3-10.
116. Гочолашвили М.М. Влияние различного питания на плодоношение лимонного дерева. // Бюллетень ВНИИЧиСК.-1979.-№4.-С.-Т.: Цодна.-1963.-238с.
117. Данелия М.К. Процесс денитрификации в красноземной почве. // Субтропические культуры.-1952.-№3.-С.162-169.

118. Дараселия М.К. Красноземные и подзолистые посвы Грузии и их использование под субтропические культуры.-Махарадзе-Анасеули.:1949.-445с.
119. Дараселия М.К. Опыты над лимонами в лизиметрах. //Субтропические культуры.-1951.-№3.-С.62-69.
120. Дараселия М.К. Динамика микробиологических процессов в красноземных почвах чайных плантаций Грузии. //Почво-ведение.-1960.-№8.-С.62-70.
121. Дараселия М.К. Динамика почвенных растворов красноземных почв Грузиию.-Т.:1974.-20с.
122. Дараселия Н.А. Биологическая активность основных почв Западной Грузии.-Т.:Мецниерева. 1979.-302с.
123. Датуадзе О.В. Обеспеченность подвижным магнием красноземных и субтропических подзолистых почв чайных и цитрусовых плантации Западной Грузии. // Почвоведение.-1964.-№2.
124. Датуадзе О.В. Сравнительная эффективность аммиачной селитры и мочевины под мандарина на красноземях Западной Грузии. В сб.:к.УІ Всесоюзному съезду почвоведов.-Т.:-1981.С.177-183.
125. Демолон А.- Рост и развитие культурных растений .М.:1961.-400с.
126. Динчев Д. Исследования баланса внесенного в почву азота с применением изотипа ¹⁵N. // Агрохимия.-1964.-№7.-С.19-22.
127. Динчев Д. Баджов К. Потери азота в почве. В кн.: Превращение азота в почве и использование его растениями. Академия с.-х.наук. ГДР .-1978.-С.89-129.
128. Долидзе Д.А. Изменение свойств красноземных почв Аджарии в связи с их окультуриванием.-Автореферат.-дис.к.с.-х.н.-Т.1969.-30с.

129. Долгов С.В. Соколов О.А. Потребление элементов минерального питания карликовым подвоем яблони при измирении уровня азотного питания. // Агрохимия. - 1987. - №1. - С.9-13.
130. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - М.: Колос. 1985. - 351 с.
131. Ефимов В.Н. Торфяные почвы и их плодородие. - Л.: Агромиздат. 1986. - 264 с.
132. Ефимов В.Н. Царенко В.П. Шидловская Т.П. Баланс и превращение азотных удобрений под многолетними травами на торфяных низинных почвах Вологодской области. // агрохимия. - 1985. - №3. - С3-9.
133. Завришвили М.И. Некоторые свойства окультуриванных подзолисто-желтоземных почв под мандариновым насаждениями эшерского учебно-опытного хозяйства. Всесоюзная конференция молодых учёных и специалистов, посвященная 40-летию победы над фашизмом. Тез. докл. - Махарадзе-Анасеули. 1985. - С.136.
134. Замятина В.Б. Применение ^{15}N в агрохимических исследованиях. В сб.: Удобрения и основные условия их эффективного применения. - М.: - 1970. - С.254-280.
135. Замятина В.Б. методы определения азота в почве. - В кн.: Агрохимические методы исследования почв. - М.: Наука. - 1975. - С.63-105.
136. Замятина В.Б. Кореньков Д.А. Варюшкина Н.М. Романюк Л.И. применение ^{15}N при изучении превращения азотных удобрений в почве и использование его растениями. // Док-лады ВАСХНИЛ. 1963. Вып.2. С.21-24.
137. Замятина В.Б. Борисова Н.И. Варюшкина Н.М. Зерцалова В.В. Применение ^{15}N для изучения превращения азотных удобрений в почве и их использования - Isotopentexis. - 1967. - С.62-66.
138. Замятина В.Б. Варюшкина Н.М. Кирпанева Л.И. Поршнева В.И. превращение азотных удобрений в почве. // Почвоведение. - 1972. - №1. - С17-50-59.

139. Зардалишвили О.Ю. превращение азота аммиачной селитры на эродированной перегнойно-карбонатной почве Западной Грузии. //Агрохимия .-1970.- №10.-С.17-20.
140. Зардалишвили О.Ю. Аладашвили Н.З. Тетруашвили В.Г. Потери азота в газообразной форме и использование растениями азота удобрений. //Агрохимия .- 1976.-№1.-С.27-30.
141. Захаров С.А. О переделке почвы субтропиков Закавказья. //Советские субтропики.1934.-№1.-С.54-64.
142. Захарченко И.Г. Шилина Л.И. Логинов Ю.М. Бурцева С.В. Тарарико О.Г. Застосування ^{15}N при вивчанні використання рослинами та порційності в ґрунт азоту добрив. //Вестник сельского осподарской науки. 1968.- №10.-С.5-7.
143. Зеленская Е.Д. Гордецкая С.Г. Состояние и перспективы исследований по растительной диагностике потребности плодовых деревьев в питательных веществах в советском союзе. // Анализ растений как метод диагностики их питания и эффективности макро и микроудобрений. / Под ред. А.В. Соколов и др. – Тбилиси. 1976.С.47-60.
144. Зони С.В. О процессах подзола и псевдоподзоливания проявления последнего в почвах СССР. //Почвоведение.-1969.-№3.-С-3-11.
145. Зони С.В. Почвы субтропиков и тропиков.-М.:УДН.1974.-440с.
146. Зони С.В. Почвенный покров и проблемы преобразования природы и хозяйства субтропиков СССР.-1987.-164с.
147. Зони С.В.,Шония Н.К. Псевдоподзоливание всубтропических почвах Западной Грузии. //Почвоведение- 1971-№1-С-103-116.

148. Зырин Н.Г. Момузова Г.В. Симонова В.Д. Обухова А.И. Микроэлементы (бор, Маргенец, мед, цинк) в почвах Западной Грузии .-В кн.: Содержание и формы соединений микроэлементов в почвах.-М.:МГУ.-1979.-С.3-160.
- 149.Иванова Н.А. Влияние переувлажнения на микрофлору подзолисто-глеевых почв и использование ячменя азота и фосфора –автореф.канд.дис.-Л.1972.-19с.
- 150.Иванова С.Н. Ворошилова А.И. Шмигелский А.А. баланс азота удобрений в зависимости от биологических особенностей культур и норм азотных удобрений.//Агрохимия.-1984.-№9.-С.11-14.
151. Измайлов С.Ф. азотный обмен в растениях.-М.:Наука.1986.-320с.
- 152.Измайлов С.Ф. Арман Л.А. Смирнов А.М. Транспорт амидов дикарбоновых абинокислот из корня в лист и обновление белков в различных приростках кукурузы. Физиология растений.-1975.-Т.22.-Вып.5.-С.966-976.
- 153.Ильина Т.К. Ферментные системы микроорганизмов, участвующие в восстановлении нитратов.//Агрохимия.-1973.№6.-С.136-152.
- 154.Калинин М.И. Корневидные “Экология”.М.:-1991.-173с.
- 155.Качарава О.Н. Оптимальные сроки внесения аммиачной селитры на мандариновые плантации в условиях оподзолненных буроземов Абхазской АССР.// Субтропические культуры.-1974.-№2.-С.40-43.
- 156.Качарава О.Н. Дозы азота для мандариновых плантаций. // Субтро-пические культуры.-1974а.-№3.-С.45-48.
- 157.Классификация и диагностика почв СССР.-М.: Колос.1977.-223с.
- 158.Кидин В.В. Иванникова Л.А. Превращение и использование азота удобрения на почвах различных степени окультурности. В.кн.: круговорот и баланс

азота в системе почва-удобрение-растение-вода.М.: Наука.-1979.-С.84-87.

159. Кидин В.В. Ионова О.Н. Превращение в почве и баланс под различными культурами меченого ^{15}N азота удобрений в зависимости от доз и сроков их внесения. //Агрохимия .-1984.-№11.-С7-18.
- 160.Кирпанева Л.И. Варюшкина Н.М. Романюк Л.И. К вопросу просачивания атмосферных осадков и вымывания под важных форм азота на лизиметрах. В.кн.: круговорот и баланс азота в системе почва-удобрение-растение-вода.М.: Наука.-1979.-С.296-298.
- 161.Ковда В.А. К географии подзолистой стадии почвообразования. //Тр. Почвенного ин-та Академии Наук СССР.1934.т.х. вып 2.-30с.
- 162.Кононова М.М. Органические вещество целинных и освоенных почв.-М.:Наука.-1972.-278с.
- 163.Кондаков А.К. О почвенно-лиственной диагностике питания плодовых и ягодных культур.// Анализ растений как метод диагностики их питания и эффективности макро и микроудобрений. / Под ред. А.В. Соколов и др. – Тбилиси. 1976.С.213-220.
- 164.Кореньков Д.А. Агрохимия азотных удобрений.М.:Наука.1976.-210с.
- 165.Кореньков Д.А.Лаврова И.А. Превращение азотных удобрений в почве при внесении их под разные культуры. Сообщение I.//Агрохимия.-1973.-№3.С.3-9.
166. Кореньков Д.А.Лаврова И.Л. Превращение азотных удобрений в почве при внесении их под различные культуры. //Агрохимия.-1970.-№3.
167. Кореньков Д.А.Лаврова И.А. Превращение азотных удобрений в почве при внесении их под разные культуры. Сообщение 2.//Агрохимия.-1974.-№5.С.12-17.

168. Кореньков Д.А. Романюк Л.И. Варюшкина Н.М. Кирпанева Л.И. Баланс азота удобрений при изучении действия и последствий азотных удобрений в полевых лизиметрах. //Бюллетень ВИУА.-1975.-№25.- С.18-27.
169. Кореньков Д.А.Лаврова И.А. Филимонов Д.А. Руделев Е.В. Превращение азотных удобрений в почве. Сообщение 1. //Агрохимия .-1976.-№8.-С.3-11.
170. Кореньков Д.А.Лаврова И.А. Филимонов Д.А. Руделев Е.В. Превращение азотных удобрений в почве. Сообщение 2. //Агрохимия .-1976 а.-№9.-С.3-6.
171. Кореньков Д.А.Лаврова И.А. Харченко Н.В. Использование и трансформация азота в почве при внесении минеральных удобрений и органического вещества. //Агрохимия. 1979.-№7.-С.3-7.
172. Кореньков Д.А. Руделев Е.В. Филимонов Д.А. Трансформация и использование азота ^{15}N озимой пшеницей в зависимости от сроков его внесения. //Агрохимия. 1985.-№10.-С.3-10.
173. Колесников В.А. Корневая система плодовых и ягодных растений. М.:Колс.-1974.- 509с.
174. Кочиашвили Н.С. Влияние различных форм азотных удобрений на формы кислотности красноземной почвы. //Субтропические культуры.-1971.- №3.-С.178-183.
175. Крептович В.Л. Основы биохимии растений. М.: Высшая школа, 1971.-429с.
176. Кузнецов С.И. Микрофлора озер и её геохимическая деятельность.-М.:Наука.-1970.- 440с.
177. Кудяров В.Н. Янишевский Ф.В. Кольчакина Т.П. Превращение азотных удобрений в дерново-подзолистой почве и доступность его в растениями. // Агрохимия.-1969.-№11.-С.3-14.

178. Кудеяров В.Н. Кузнецова Т.В. Башкин В.Н. Исследование факторов действия и последействия меченной селитры в полевом опыте на серой лесной почве. Сообщение 1 Действие азота удобрения. //Агрохимия.-1987.-№8.-С.3-10.
179. Кудеяров В.Н. Цикл азота в почве и эффективность удобрений. М.:Наука.-1989.-215с.
180. Кук Дж.У. Регулирование плодородия почвы . М.:Колос.-1970.-520с.
181. Кук Дж.У. Системы удобрения для получения максимальных урожаев М. “Колос” 1975. 415с.
- 182.Лаврова И.А. Приминение меченных ^{15}N минеральных удобрений в исследованиях по агрохимии.// Агрохимия .-1978.-№3.-С.140-145.
- 183.Лаврова И.Л. Баланс азота удобрений в зависимости от биологических особенностей с/х культуры. //Бюллетень ВИУА.-№25.-1985.-С.28-34.
184. Ломинадзе Ш.Д. Изучение особенностей азотного питания лимонов и апельсинов. дисертация к.с.х. наук.М.:1989а.-227с.
- 185.Макаров Б.Н. Газообразные потери азота удобрений и их формы.// Агрохимия.-1968.-№12.-С.3-9.
- 186.Макаров Б.Н. . Использованиые медленно-действующих удобрений и ингибиторов нитрификаций. //Агрохимия.-1975.-№10.-С.144-155.
- 187.Макаров Б.Н. Газообразные потери азота удобрений на мощных типичных черноземах Курской области. // Агрохимия.-1977.-№9.-С.3-6.
188. Макаров Б.Н. Патрикеева Т.А. Суточный ход выделения NH_4 и NO_3 из почвы. //Агрохимия.-1973.-№2.-С.141-150.

189. Макаров Б.Н. Герешенко Л.Б. Газообразные потери азота удобрений из почвы при внесении различных доз и форм азотных удобрений. //Агрохимия.- 1981.-№1.-С.13-18.
- 190.Маршания И.И. Удобрение цитрусовых питомников и плантаций.- С.: Алшара.1967.- 61с.
- 191.Маршания И.И. Влияние длительного применения минеральных удобрений и навоза на рост и урожайность лимона. //Субтропические культуры.-1970.-№1.- С.69-74.
192. Маршания И.И. Удобрение цитрусовых культур.- С.: Алшара.1970а.-412с.
193. Маршания И.И. Микеладзе З.Р. Эффективность форм и норм азотных удобрений в молодом саду апельсина Вашингтон-Навель. //Субтропические культуры.-1983.-№6.-С.48-52.
194. Маршания И.И. Бжалава У. Ш. Эффективность форм и норм азотных удобрений в молодом плодоносящем саду лимона Грузинский.

//Субтропические культуры.-1984.-№1.-С.67-70.
- 195.Маршания И.И. Цоцонава Дж.И. Влияние длительного применения различных форм калийного удобрения на рост и урожайность мандарина.
//Субтропические культуры.-1973.-№3.
196. Маршания И.И. Чачибая Т.Г. Влияние форм, доз и сроков внесения азотных удобрений на урожайность молодого мандаринового сад.
//Субтропические культуры.-1983.-№5.-С.90-97.
- 197.Меладзе Г.Г. Экологические факторы и производство сельскохозяйстве-нных культур. Л.:Гидрометеоиздат.-1981.-168с.

198. Месхидзе А.М. Превращение азотных удобрений в красноземной почве. //Субтропические культуры.-1982.-35.-С.145-149.
199. Месхидзе А.М. Влияние ворм азотных удобрений на превращение и баланс азота в красноземной почве под культурой чая.- Автореф.дис.канд.биол. наук.- М.:ТСХА.-1982а.-15с.
200. Метлицкий Л.В. Цитрусовые плоды пишепроиздат.-М.:1955.-195с.
- Метлицкий З.А.. Агротехника плодовые культур.М.: Колос.-1978.-519с.
201. Микеладзе З.Р. Влияние форм и доз азотных удобрений на качественные показатели апельсина Вашингтон-Навель.-В сб.: научно-технический прогресс в цитрусоводческом агропромышленном комплексе.-Б.: -1985. -с.128-129.
202. Минаев В.Ф. Агрохимия М.: Колос.-2004.-718 с.
203. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и плодородие почвы.-М.: Изд-во АН СССР.1956.-247с.
204. Мишустин Е.Н. Емцев В.Т. Микробиология.-М.: Колос.1978.-315с.
205. Мовсулов З.Р. Потери азота аммиака из внесенных в карбонатные почвы азотных удобрений. //Агрохимия.-1969.-№5.-С.25-28.
206. Мудавин Э.А. Ингибиторы нитрификации. М.: Агромиздат.1989.-247с.
207. Надарая Г.Б. Научные основы получения высоких и устойчивых урожаев цитрусовых.-Т.: Ганатлеба.1966.-381с.
208. Назарова В.Н. Газообразные потери азота удобрений из почвы и их снижение с помощью ингибиторов нитрификации.- Автореф. канд. дис.-М.:1978.-19с.

- 209.Ониани О.Г. Фосфорный режим кислых почв и применение фосфорных удобрений на чайных плантациях Грузии.-Т.: 1974.-306с.
210. Ониани О.Г. Каходзе Д.И. Баланс азота удобрений в дренированных и недренированных почвах Колхидской низменности. // Агро-химия.- 1980.-№9.-С.12-16.
211. Орлов Д.С. Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса.-М.: 1981.-270с.
212. Переверзев В.Н. Головкин Э.А. Алексеева Н.С. Биологическая активность и азотный режим торфноболотных почв в условиях Крайнего Севера.- Л.:Наука.1970.-99с.
- 213.Петербургский А.В. Практикум по агрономической химии . М.1963.592с.
214. Зардалишвили О.Ю. Тетрашвили В.Г. Усвоение, превращение удобрения и баланс азота в черноземовидной почве Грузии. //Агрохимия.- 1972.-№5.-С.11-16.
215. Пирцхалаишвили Э.С. Влияние некоторых форм азотного удобрения на накопление аскорбиновой кислоты в листьях и плодах апельсина Вашингтон-Навель. //Субтропические культуры.-1970.-№3.-С71-73.
- 216.Помазкина Л.В. Использование растениями и превращение меченого азота удобрений в почвах подтаежной зоны, Средней Сибири. //Агрохимия .1980.- №4.С.3-8.
- 217.Поуль Ф. Смит. Вольтер Ройтер –Минеральное питание цитрусовых культур В сб.: Минеральное питание плодовых культур. М.:1968.
- 218.Приянишников Д.Н. Избранные сочинения.Т-1.М.:Изд-во АН СССР.1951.-420с.
- 219.Приянишников Д.Н. Азот в жизни растений и в земледелии СССР Избранные сочинения, т III, М.Сельхозгиз 1953-167с.

- 220.Путкарадзе Ш.А. Талаквадзе К.В. Урожайность и качество апельсина Вашингтон-Навель в зависимости от доз азота. //Субтропические культуры.- 1971.- №1.-С.77-85.
- 221.Рассел Д. Почвенные условия и рост растений М.ИЛ.1955.-596с.
222. Риттенберг Д. Приготовление образцов для масспектрометрического азотного анализа. –В сб.: Получение и определение мечен-ных атомов.-М.:ИЛ.- 1948.-С.43-58.
223. Ромашкевич А.И. Желтоземы СССР и их генетические особенности.// Почвоведение .-1972.-№6.-С.3-17.
- 224.Ромашкевич А.И. Почвы и коры выветривания влажных субтропиков Западной Грузии.-М.:Наука.-1974.-248с.
225. Ромашкевич А.И. Кармянова Л.А. Опыт изучения водного , тепловго режимов, ОВП и вымывание веществ в красноземах. // Поч-ведение.-1971.-№2.-С.41-54.
- 226.Рубин С.С. Бондаренко А.А. Карпенчук Г.К. Маисейченко В.Ф. Питание плодовых культур и рпогноз эффективности удобрений. //Химия в. с. х. -1976.- №2.-С.48-51.
- 227.Руделев Е.В. Баланс азота удобрений внесенных под различны сельскох-озяйственные культуры . //Бюллетень Всесоюзного НИИ удобрений и агропочвоведения.-1975.-25.-С.35-39.
- 228.Сабашвили М.Н. Почвы влажной субтропической зоны Грузинской ССР.-Т.:1936.- 189с.
229. Сабашвили М.Н. Почвы Грузии.-Т.: Изд-во АН ГССР 1948.-396с.
230. Сабашвили М.Н. Почвы Грузинской ССР. (На грузинском языке).-Т.: Изд.-во АН ГССР. 1965.-549с.

231. Саникидзе Г.С. Влияние разных форм азотных удобрений на микробиологические процессы в почве чайной плантации. // Субтропические культуры.- 1969.-№5.-С8-13.
232. Саникидзе Г.С. Изменение биологической активности красноземных почв при систематическом применении минеральных удобрений. // Субтропические культуры.-1978.-№1-3.-С.176-179.
233. Саникидзе Г.С. Тавадзе Л.Е. Авидзба В.Х. Применение комплексного органоминерального удобрения “КОМУ” в цитрусовых садах . // ТР.ГИСХ 1984.- С.111-115.
234. Сапожников Н.А. Водно-воздушный режим в почве и азотное питание растений. // Азот в земледелии нечерноземной полосы. Под ред. Н.А. Сапожникова.- Л.-1973.-С. 112-127.
235. Сапожников Н.А. Баланс азота в земледелии нечерноземной полосы и основные пути улучшения азотного питания культурной растении. // Азот в земледелии нечерноземной полосы. Под ред. Н.А. Сапожникова.- Л.1973 а.-С.5-32.
236. Сапожников Н.А. Нетерова Е.И. Башинская Н. Влияние окультуренности и различного физиологического режима подзолистых почв на использование растениями почв и азота удобрений. –Isotopenprexis.- 1968.-№12.-С.466-469.
237. Саришвили И.Ф. Теория и практика известкования красноземно-подзолистых почв влажных субтропиков Грузии.-Т.:СХИ.-1958.-267с.
238. Саришвили И.Ф. К вопросу оптимальной реакции почвы для чайного куста. //Агрохимия.-1971.-№1.-С.85-87.

239. Селянинов Г.Т. Перспективы субтропического хозяйства СССР в связи природными условиями.-Л.: Гидрометеиздат.1961.-195с.
240. Сирота Л.Б. Влияние азотных минеральных удобрений на использование растениями азота почвы. //Азот в земледелии нечерноземной полосы. Под ред. Н.А. Сапожникова.- Л.1973 .-С.143-180.
- 241.Сихарулидзе Н.Г. Кирвалидзе Н.Ш. Пеикришвили Г.М. Бзиава М.Л. Цанава В.П. Цхакая Н.Ш. Мчедлишвили К.М. Технология производство цеолитовых удобрений с регулируемым высвобождением питательных микроэлементов. //Научно-технической конференций, дробичая переработка и приминение природных цеолитов:Тез. докл.-Т. Мецниереба 1986.-С.114-115.
242. Сихарулидзе Н.Г. Пеикришвили Г.М. Капанадзе Э.С. Гвасалия Л.И. Амирагова Н.А. Бзиава М.Л. Цанава В.П. Цанава Н.Г. Цеолитизированные удобрения с регулируемым высвобождением питательных микроэлементов. // Там же: Тез. докл.-Т. Мецниереба. 1986.-С.120-121.
243. Сихарулидзе Н.Г. Кавсадзе М.Р. Имнаишвили М.Ш. Пуцыкина Е.Б. Ис-ледование физико-химических свойств модифицированных фосфором клиноптилолитов. В книге Дробыча, переработка и приминение природных цеолитов.-1989.-С.93-98.
- 244.Смирнов П.М. Превращение азотных удобрений в почве и их использование растениями. Автореф. дис. д.ра. с-х. наук.-М.1970.-42с.
- 245.Смирнов П.М. Превращение азотных удобрений в почве и их использование растениями.- Автореф. дис. на саискание ученой степени доктора с/х наук М.:1971.-42с.
246. Смирнов П.М. Повышение эффективности азотных удобрений с помощью ингибиторов нитрификации. Доклад ТСХА.-1975. Вып.-213.-С.5-13.

247. Смирнов П.М. Проблемы азота в земледелии и результаты исследований с ^{15}N .//Агрохимия.-1977.-№1.-С.3-25.
248. Смирнов П.М. Вопросы агрохимии азота (в исследованиях с ^{15}N).-
М.:1977а.- 72с.
- 249.Смирнов П.М. Газообразные азота почв и удобрений и пути их снижения.- В кн.:
Круговорот и баланс азота в системе почва-удобрение-растение-вода .-
М.: Наука.-1979.-С.56-65.
- 250.Смирнов П.М. Вопросы агрохимии азота (в исследованиях с ^{15}N).-М.: Изд-во ТСХА.
1982.-74с.
251. Смирнов П.М. Фруктова Н.И. Необменная фиксация аммония почвами.
//Почвоведение.-1963.-№3.-С.83-93.
252. Смирнов П.М. Вуйцик-Войтковяк Д. Лаврова И.А. Превращение разных форм
азотных удобрений в почве и их использование растениями.//Известия
ТСХА. 1967.2.С.85-98.
253. Смирнов П.М.Суков А.А. Использование растениями азота удобрений и его
превращение в дерново-подзолистой и черноземной почвах.//Доклады
ТСХА. 1970.-Вып.160.С.5-9.
- 254.Смирнов П.М. Дегтярева Н.И. Использование азота $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и NaNO_3
яровой пшеницей и особенности превращение его в пару и под
растениям.//Доклады ТСХА. 1971.-Вып 169.-С.33-38.
255. Смирнов П.М. Подишюс Р.К. Газообразные потери азота удобрений из почвы при
различных условиях. //Доклады ТСХА. 1973.-Вып 203.-С.5-23.
256. Смирнов П.М. Шилова Е.И. Хон Н.И. О биологическом закреплении азота
удобрений в почве.//Почвоведение.-1974 а.-№5.-С.69-80.

257. Смирнов П.М. Кидин В.В. Иванникова Л.А. Влияние окультурности почв на баланс меченного ^{15}N азота удобрений в длительном опыте.//Агрохимия.-1980.-№8.-С.3-12.
258. Смирнов П.М. Кидин В.В. Баланс меченного ^{15}N азота удобрений состав газообразных его потерь в почвах разной окультурности.// Проблемы почвоведения.-1982.-С.82-85.
- 259.Смирнов П.М. Базилевич С.Д. Обуховская А.В. Использование азота удобрения почвы плодами огурца и накопление ими нитратов .Сборник научных трудов. Применение ^{15}N в агрохимических исследованиях.Н.:Наука.1988.-С.66-68.
260. Соколов А.В. Диагностика питания растений, методы определения потребности растений в удобрениях. Справочник по минеральным удобрениям.-М.: Селтхозгиз. 1960.-С.407-408.
261. Спиваковски Н.Д. О динамике питания садовых растений. В кн.: Диагностика потребности растений в удобрениях.-М.: Колос.1970.-С.87-91.
262. Суков А.А. Превращение в почве азотных удобрений после их внесения.
// Агрохимия.-1972.-№5.-С.8-10.
- 263.Тавдгиридзе Г.Н. Влияние форм азотных удобрений на биохимический состав плод мандарина Уншиу.// Субтропическую культуру.-1976.-№2.-С.86-91.
264. Тавдгиридзе Г.Н. Путкарадзе Ш.А. Влияние форм азотных удобрений на механический состав плодов мандарина Уншиу.//Субтропические культуры.-1976.-№5-6.-С.140-142.
265. Тавдишвили Ю.Я. Эффективность форм азотных удобрений и способы их

внесения на чайных плантациях.-Автореф. дис.к.с.-х.н. Т.

1983.- 19с.

266. Такидзе Р.М. Диагностика фосфорного питания citrusовых. //Субтропические культуры.-1972.-№4.-С112-136.
267. Техина М.В. Влияние орошения и ингибиторов нитрификации на эффективность разных доз азотного удобрения использование его озимой пшеницей и превращение почве.-Автореф. дис.к.с.-х.н.-М.:1976.-18с.
268. Тискунов А. С. Методы агрохимических исследований. М. "Колос"2004.312с.
269. Трапаидзе М.Я. Влияние форм азотных удобрений на активность нитратредуктазы и глутаматдегидрогеназы апельсина сорта Вашингтон-Навель. Дис. канд. биол. наук. –Махарадзе-Анасеули. 1987.-156с.
270. Турчин Ф.В. Превращение азотных удобрений в почве и усвоение их растениями. //Агрохимия.-1964.-№3.-С.3-19.
271. Турчин Ф.В. Использование азотных удобрений урожаем и их превращение в почве.//Всесоюзного химического общества им. Д.И.Менделеева.-1965.-Т.10.-№4.-С.400-407.
272. Турчин Ф.В. Азотное питание растений и применение азотных удобрений.-М.: Колос. 1972.-336с.
273. Тюрин И.В. Михновский В.К. Ярцева А.К. Из результатов работ по изучению азотного баланса в дерново-подзолистых почвах при их сельскохозяйственном использовании. // Почвоведение .-1962.-№8.-С.3-7.
274. Филимонов Д.А. Стерльникова Р.А. Баланс азота удобрения на кислых и дерново-подзолистых почвах при черенковании культур. //Агрохимия .-1986.-№8.-С.-3-7.

275. Фолгер П. Основные учения в почвах субтропических и тропических стран.-М.:1935.-163с.
276. Уокер Н. Почвенная микробиология.-М.:Колос.1979.-316.
277. Фробишер М. Основы микробиологии
278. Цанава В.П. Использование чайным растением азотных удобрений на красноземах Грузинской ССР. //Агрохимия.-1964.-С69-76.
279. Цанава В.П. Превращение азотных удобрений в красноземных почвах и использование азота минеральных удобрений чайным растением.- Автореф.дис.к.с.-х.н..-С. 1965.-25с.
280. Цанава В.П. Превращение азота в красноземной почве по данным исследований с применением изотипа ^{15}N . // Агрохимия.-1967.-№6.-С.45-53.
281. Цанава В.П. Перспективы применения азотных удобрений на чайных плантациях. // Субтропические культуры.-1974.-№6.-С.121-124.
282. Цанава В.П. Агрохимические основы азотного питания чайного растения.-Т.: Мецниереба.-1985.-186с.
283. Цанава В.П. Агрохимические основы азотного питания чайного растения.- Автореф. дис. д-ра с-х наук.-С.1988.-50с.
284. Цанава В.П . Цанава Н.Г. Использование изотопа азота ^{15}N при изучение превращения азота минерального удобрения в красноземной почве. //Субтропические культуры.-1968.-№6.-С.162-170.
285. Цанава В.П . Цанава Н.Г.Превращение азотных удобрений и степен мобилизации почвенного азота в красноземной почве. //Агрохимия.-1970.-№12.-С.16-21.

286. Цанава В.П . Цанава Н.Г. изотоп ^{15}N в исследованиях превращения азота в почве и субтропических растениях. // Субтро-пические культуры.-1975.-№5.- С.109-113.
287. Цанава В.П . Цанава Н.Г. Месхидзе А.М. О потерях азота вымыванием в условиях Западной Грузии. //УШ Межд. конгресс по минеральным удобрениям:тезиси докладов советских участков конгресса.М.: 1976.С.382-383.
288. Цанава В.П . Цанава Н.Г. Чеботова М.В. Цирекидзе М.А.. Коэффициент использования, превращение в почве и потери азота различных форм азотных удобрений в условиях вегетационного опыта с чаем. //Агрохимия.-1977.№10.-С.27-32.
289. Цанава В.П. Цанава Н.Г. Тавдишвили Ю.Я. Влияние форм азотных удобрений на урожай чая и на потери азота улетучиванием. //Субтропические культуры.-1978.-№1-С.8.12.
290. Цанава В.П.Цанава Н.Г. Основные результаты и перспективы использования стабильного изотипа ^{15}N в агрохимических исследованиях.//Субтропические культуры.-1978.-№6.-С.48-12.
291. Цанава В.П. Морчиладзе Г.М. Контридзе А.Н. Биологическая продуктивность чая на красноземах. //В сб пр ВНПОЧиСК. /Удобрение чайных плантаций и цитрусовых садов. Махарадзе-Анасеули.1982.-С.59-64.
292. Цанава В.П. Цанава Н.Г Картозия Д.Д. Эсадзе Н.Г. Изучение действия ингибитора нитрификации под чаем полевых условиях. //Субтропические культуры.-1984.-№5.-С.32-40.
293. Цанава В.П. Цанава Н.Г Картозия Д.Д. Баланс азота удобрений под чаем при различной обеспеченности азотом П.Закрепление азота в почве. //Субтропические культуры.-1985.-№1.-С60-65

294. Цанава В.П. Картозия Д.Д. Цанава Н.Г. Баланс азота удобрений под чаем при различной обеспеченности азотом. III. Потери азота вымы-ванным. //субтропические культуры.-1985а.-№ 2.-С.72-76.
295. Цанава Н.Г. Вопросы превращения азота различных форм азотных удобрений в растениях мандарина. //Субтропические культуры.-1973.-№6.-С.39-43.
296. Цанава Н.Г. Влияние азотных удобрений на превращение азотосодержащих веществ в молодых растениях мандарина. //Агрохимия №5. 1974. с.28-33.
297. Цанава Н.Г. Превращение азота красноземной почве и чайном растении. //Тр ВНПОЧиска . /Удобрение чайных плантаций. 1979.Т.2.С.58-78.
298. Цанава Н.Г. Азот в цитрусоводстве. //Субтропические культуры.-1980.-№3-4.-С.171-175.
299. Цанава Н.Г. Изучение превращение в несенного азота почве под мандарином. //УИ дел. съезда ВОП. Тез. докл. Тбилиси Т.З. комис. IУ.-1981.-С.113-114.
300. Цанава Н.Г. Бурчуладзе А.Ш. Изменение свободных аминокислот в плодах мандарина под влиянием режима питания. //Субтропические культуры.-1974.-№3.-С.49-53.
301. Цанава Н.Г. Ломтадзе З.К. Влияние почвенных на пути использование азота различных удобрений мандаринами. //Научно-технического совещания “Применение стабильного изотопа азота ^{15}N в исследованиях по земледелию” Тез. докл.-Т.:-1979.-С.31-38.
302. Цанава Н.Г. Ломтадзе З.К. Цирекидзе М.А. Превращение в почве и использование мандаринами азота удобрений. //Субтропические культуры.-1979.-№4.-С.49-55.
303. Цанава Н.Г. Ломтадзе З.К. Цирекидзе М.А. Применение азота ^{15}N к изучению отдельных статей баланса азота в цитрусовых садах.- В кн : Круговорот

и баланс азота в системе почва-растение-удобрение-вода.-М.: Наука.-1979о.-С.87-89..

304. Цанава Н.Г. Ломтадзе З.К. Цирекидзе М.А. К вопросу применения азотных удобрений под мандарины. //Агрохимия.-1980.-№12.-С.12-19.
305. Цанава Н.Г. Морчиладзе Г.М. Удобрение маточных мандариновых садов. //Субтропические культуры.-1983.-№1.-С.98-107.
306. Цанава Н.Г. Такидзе Р.М. Годзиашвили Б.А. и др. Методические указания по диагностике питания цитрусовых культур.-М.: Колос. 1983а.-15с.
307. Цанава Н.Г.Киладзе Т.Д. Путкарадзе Ш.А. Влияние норм и способов внесения аммиачной селитры на состав азотсодержащих веществ плодов мандарина . //Субтропические культуры.-1984.-№3.-С.88-100.
308. Цанава Н.Г. Киладзе Т.Д. Путкарадзе Ш.А. Тавдумадзе Г.Н. Сравнительная характеристика влияния форм азотных удобрений на апельсины и мандарины. //Субтропические культуры.-1985.-№4.-С.99-103.
309. Цанава Н.Г. Цирекидзе М.А. Закрепление и превращение азота удобрений в почве под мандариновыми садами. //Субтропические культуры.-1986.-№3.-С.108-114.
310. Цанава Н.Г. Ломинадзе Ш.Д. Касторнова Е.Н. Долидзе З.В. Моделирование азотного питания цитрусовых в условиях Западной Грузии (сообщение I). //Агрохимия .-1987.-№3.-С.14-18
311. Цанава Н.Г. Ломинадзе Ш.Д. Цирекидзе М. А. Применение азотных удобрений под цитрусовых насаждения. Сб. “Применение удобрения под субтропические культуры ” . Махарадзе-Анасеули. 1987. с. 228-252.

312. Цанава Н.Г. Цирекидзе М.А. Баланс и трансформация азота удобрений под мандаринами // В сб научных Тр. Академия Наук СССР. /Применение ^{15}N в агрохимических исследованиях.- Н.:Наука.-1988.-С.36-38.
313. Церлинг В.В. Агрохимические основы диагностики минерального питания сельскохозяйственных культур.-М.: Наука .1978.-215с.
314. Цирекидзе М.А. О степени использования азота мандаринами условиях вегетационного опыта. // Всесоюзная конференция молодых ученых и аспирантов, посвящу 60-й годовщине Великого Октября: Тез. докл. – Махарадзе-Анасеули. 1977.С.96-98.
- 315.Цхакая Н.Ш. Квашали Н.Ф. Японский опыт по использованию природных цеолитов.- Т.: Мецниереба.1984.-129с.
- 316.Чачибая Т.Г. Маршания И.И. Влияние форм, доз и сроков внесения азотных удобрений на урожайность молодого мандаринового сада. //Субтропические культуры .-1983.-№5.-С.90-97.
317. Чачибая Т.Г. Эффективность форм, доз и сроков внесения азотных удобрений в молодом саду мандарина. Автореф. дис.к.с.х.наук С.: 1983.-26с.
318. Шабает В.П. Саидов И.Н. Кудеяров В.Н. Включение ^{15}N удобрения во фракции органического вещества серой лесной почвы в зависимости от доз азотного удобрения. //Агрохимия.-1985.-№2.-С.9-12.
319. Шабанович Г.Н. Превращение в почве , использование растениями азота удобрений и пути повышения их эффективности.- Автореф. дис. к.с.-ч.н.-Ж.: 1974.- 21с.
- 320.Шашко Д.И.Агроклиматическое районирование СССР.-М.:Колос 1967-334с.
321. Шит П.Г, Закономерности роста и развития древесных и кустарниковых плодовых пород. /Избранные сочинения .М.: Колос. 1968.-584с.

322. Хвошева Б.Г. некоторые проблемы возникающие при применении высоких доз азотных удобрений с\х заработам №12. 1977.10с.
323. Эндрюс У.Б. Применение органических и минеральных удобрений. М.: - 1959.-398с.
324. Юдин Ф.А. Методика агрохимических исследований. М.: Колос. 1980.- 366с.
325. Allison F. E. the nigma of soil nitrogen balance sheets. // Advances in Agronomy, 1955.-V.7.-N -1. -p.213-250.
326. Aleksis L., Broeshart H., Medelboe V. The effect of nitrogen fertilization on soil nitrogen. // Plant and soil, 1968. -V.29.-N -3. -p.417-477.
327. Alexsander M., Nitrification.- Soil Nitrogen, Medison USA, 1955. -p.213-250.
328. Anderson O. E Boswell F.C. Harrson R.M. Variations in low temperature adeptability of nitrifias in acid soils. // Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 1971. v.35.-n-I.-p.68-71.
329. Anderson J.P. Domsch K. H. Mineralization of bacteria and fundi in chloroform-fumigated soils. //Soil Bil. Biochem. 1978. Vol.10.-№2. p207-213.
330. Anderson C. The generation of soil acidity. // Citrus Industry.1980.-v.61.- №8.-p8-13.
331. Aplitauer I. Vliv inhibitor nitrifikace na premenu a pahyb dustup v pude.-Rostl. Uvroba. 1979.-V.25.- №11.-p1163-1174.
332. Aso P.J. Dantur N.G. Respuesta del naranjo Valencia a la fertilization on nitrogeno fosforo y potasio. // Revista Industrial y Auricular de Tucuman, 1970.-v.47.- №1.- p.1-11.
333. Aso I. Dantur N.G Casanova M.R. Affections de la Dozes y epoca de application de nitrogen sobre la production de narinjos Valencia . // Rev. Ind. y Agric. Tucuman. 1980-v.56 .-№2.-p.61-68.

334. Aso I. Dantur N.G Casanova M.R. Affections de la Dozes y epoca de application de nitrogen sobre el reudiwiewuto, calidad de la fruta j nitrogen foliar eu liwonerros. // Revista Ind. j, Agricola de tucumen. 1983.-v.60 .-Nº2..-p.63-73/
335. Atansiu N. Bakhati H. handi H. The utilization of amonium and nitrate nitrogen using the traced technique. // Soil Sci. UAR, 1971.-v.II.-Nº2..-p.171-191.
336. Beker K.V. Meyer B. Infiltration and Umwondlung (metabolic) von marketed Danger N. $^{15}\text{NH}_4$ and $^{15}\text{NO}_3$) in enema Sandbeoden under Sewachs and brechosowie Einflub der N-dungerform auf geschwindigkeit and hohe Dunger-N-aufnahme von somergerste. // Landwirtschaftliche Forschung. 1978.-v.34.-Nº2..-p.63-73.
337. Beverly R. Stark I. Ojala I. Embleton T. Nutrient diagnosis of "Valencia" orange by DRIS. // Am.Soc.Hortic. Sc.1984.-v.109.-Nº5.-p.649-654.
338. Bothanm J.R. maturing citrus trees Journ. // Agric South Australia. 1959.-v.62.-Nº7.-p.315-318.
339. Broadben F.E. Nitrogen immobilization in relation to N-containing fraction of soil organic matter. -in. Isotopes and Radiate in soil organic- matter Studies Vienna, 1968- p.131-140.
340. Brandt G. h. Wolcott A.R. Srickson A.E. Nitrogen trends formation in soil as related to structure, moisture and oxygen diffusion rate proceeding soil sci. Soc America, 1964.-v.28.-Nº1.-p.71-75.
341. Carter G.N. Bennet P.L. Pearson R.W. Recovery of fertilizer nitrogen under field condition usin nitrogen ^{15}N . // soil sci. Soc America, Proc 1967.-v.31.-Nº1.-p.50-56.
342. Chapman D. H. Parker E. R. Weekly absorption of nitrate by young, blazing orange trees Yrawing out of doors in solution cultures Plant Plysio. 1942.-v.17.-Nº1.-p.366-376.

- 343.** Chapman. H.D. Technique proposees pour le prelevement et la manutention des echantillons. "Fruits" 19. (7). 1964.
- 344.** Chapman. H.D. Harrletann Josoph and Rayner H.J. Nitrogen nutrition in young lemons. //Citograph , 1969. -N°54.- p. 192-196.
- 345.** Chapman.J. The effect of potassium and nitrogen fertilizers on the yield, fruit quality and leaf analysis of Imperial mandarins.- Austral. //Exsper. Agr. anim. Husbandry. 1982.-v.22.-N°117.-p.331-336.
- 346.**Clarce G. Zeollites –Eake off for the Lutt guys? //Industrial Minerals.-1980.- N°144/-p/21-38.
- 347.**Dbreszeni B. A talaj nedoszeg es nitrogen-ellottzaganak hatasa a zab N feloetelere stabil 15N izotoppal jelzett mutzagyakbol. // Agro-kem. Talajtan, 1975.-v.24.- N°1/2.-p.4-16.
- 348.**Delas I. Evolution de lazote mineral en sol nu sous climate attantiunuen en fonction de divorces fumures organiques. // C.R. acad. Agr. Fr/ 1963. v49.- N°5.-p.383-392.
- 349.** Dev G. Rennie D. Isotope Studies on the comparative efficiency of nitrogenous sources. // Aust. Soil. Res. 1979.-v.17.- N°1.-p.155-162.
- 350.** Edwards A.P. Hauk R.D. Nitrogen-15-depfeed nitrogen-15-enriched ammonium sulfate as traces I nitrogen uptake studies. //Soil. Sci. Socc. America Proc. 1974.-v.38.- N°5.-p.765-767.
- 351.** Embelton T.W. lemons leoft analysis and potassium fertilizacion, Cacitr, 159 (5), 1971.
- 352.**Faurie G. Bardin R. La volatilization de I ammoniac .I. influence de la nature du Sol et dec composes azotes.-1979.-v.43. N°6.-p.1165-1168.
- 353.**Ford H.W. Reuther W. and Smith P.F. Effect of nitrogen on root development of Valencia orange trees. Proc Chmez. soc. Hort. Sci. 1957. N°70.-p.237-244.
- 354.**Gasser J.K.K. Urea as a Fertiliser.-Soils and fertilizers.-1964.-v.27.-p.175-180.

- 355.**Gonzales A. et al. influencia de la fertilization nitrogen sobre rudiment de la naranja Valencia late. //Cltivos trop. 1984.-v.6.- Nº1.-p. 235-245.
- 356.**Goffman B. Lorang G. Stabilizer conserves N cuts disease Stress. 1975.-Ferm.J. v.-99.- NºII.- p.25-26/
- 357.**Guardiola J. L. Agusti M. Ei diagnostico folier en los agros. Un analisis critico. // Levante agricola. 1984.-v.23. Nº249/250.-p.16-25.
- 358.**Hauk R.D. Soil and fertilizer nitrogen –a review of receny work and commentary. Trans.9-th Intern. Congr. Soil Sci. Adelaide, 1968.-v.2.-p475-486.
- 359.**Havelka B. Bartosova M. Hlusek J.- Uliv dusikatych hnojiona zmeny pudni reakce . // Acta Univ Agr. Fac. Agen. Brno. 1981.-v.29.- Nº1/2.-p.89-93.
- 360.**Herandez J. Efecto del fosforo, potasio y dosis de nitrogen, sobre el renaimdento, celibd del fruto y contenido foliar dsi naranjo Valencia. //Cultivos Tropicales. 1979.-v.1. Nº1.-p.23-36.
- 361.**Hernandez J. Calculo de la dosis optima economical de nitrogen para orbales adultos de naranjo “Valensia late”. //Cultivos trop. 1981.-v.3. Nº1.- p.151-164.
- 362.**Intragliolo F. Risposte proste productive e nutritional di tre tipi di consume azotata Sull aroncio cv “Sanguinello moscato”. //Riv. Fruttic. Ortofloric. 1985.-v.47.- Nº5.- p.51-58.
- 363.**Iokomiro H. Ichihara M. Studies on the mineral nutrition of fruit trees by Sand and water Clture. I. Effect of the composition on the growth of nutrient solution on the growth of sastuma mandarin, trees. //Bull. Hortic Res. Stn. (Hiratsuka). 1973.- Nº12.-p. 29-77.
- 364.**Jan L. De Leus Fertilizer Luide Dor tropics and Subtropics “Zurich”. 1973.-p.34.

365. Juda E. Nutritional problems in citrus in Japan. Proceeding of the international society of citrus culture. Lake Bifres, Fla. 1977. vol.1. -p.5-9
366. Jansson S.L. Tracer studies on nitrogen transformations in soil with special attention to mineralisation-immobilization relationships. //K. Lant-brukhogsk. Ann. 1958. №24. -p.101-361.
367. Jansson S. E. Balance check and residual of fertilizer nitrogen in a 6-years Study with ^{15}N . //Soil. Sci.- 1963.-v.95.- №1.-p.31-37.
368. Jenkinson D.S. The effects of biological treatments on metabolism in soil. IV. The decompositions of fumigated organisms in soil. //Soil. Biol. and Biochem. 1976. vol 8. №2.-p.203-208.
369. Jenkinson D.S. Ladd J.N. Microbial biomass in soil-measurement and turnover. //Soil biochemistry. N.Y. 1981. vol. 5. p.415-471.
370. Jenkinson D.S. Determination of microbial biomass carbon and nitrogen in soil. // Advances in nitrogen cycling in agricultural ecosystems. C.A.B. International. Wallingford U.K. 1988.-p.368-386.
371. Jones W.W. Embleton T. W. Relation of nitrogen nutrient to lemon production. //Calif. Citrograph. 1964.- №49.-p.267-276.
372. Jones W.W. Embleton T. W. Some guidelines for the use of nitrogen leaf analysis for citrus. //Calif. Citrograph. 1968 a. №54.-p.54.
373. Jones W.W. Embleton T. W. Boswell S.B. Goodall G.E. nitrogen rate effects in lemon production quality and leaf nitrogen. Calif.: Citrog.- 1968.a. -73. p 367-376.
374. Jones W.W. Embleton T. W. and Piat R.G. Nitrogen fertilization of oranges. //Calif. Citrog. 1968b. № 73.-p.367-376.

375. Kato T. Nitrogen assimilation in trees. I. Ammonium and nitrate assimilation by intact roots, leaves and fruits. // *Physiol Plantarum* . 1980.-v.48. №3.-p.416-420.
376. Kato T. Jamagata M. and Tsukahara S. Relationship between nitrogen Status of leaves and Nitrogenous components in Various Organs in Adult Satsuma Mandarin trees. // *Bull. Shikoku Natl. Agric. Exp. Stn.* 1986. -№46.-p.1-9.
377. Kesterson J.W. Braddock R.J. Koo R.C.J. and Reeso R.L. Nitrogen and Potassium Fertilization as Related to the Yield of Peel Oil from "Pineapple" Oranges. // *Amer. Soc. Hort. Sci.* -1977.-v.102.- №1.-p.3-4.
378. Koo R. Reeso R. Fertility and irrigation effects on "Temple" orange .2.Fruit quality. // *Amer. Soc. Hort. Sci.* -1977.-v.102.- №2.-p.152-155.
379. Koo R.C.J Young T.W. Reeso ROLL. and Kesterson J.W. Effects of nitrogen, potassium and irrigation on yield and quality of lemon. // *Amer. Soc. Hort. Sci.* -1974.-v.99.- №4.-p.289-291.
380. Legg J.P. Stanford A. Utilization of Soil and Fertilizer N by Oats in Relation to the Available N Status of Soils. // *Soil Sci. Soc. America.* 1967.
381. Lind. P. A. Leley V.K. Nitrate reduction in rodzon og underground. *Ugesks.* // *Ordor.* 1980.-v.125.- №3.-p.78-82.
382. Low A.J. Piper E.J. Urea as a fertilizer. Laboratory and pot culture studies.// *Agric. Sci.* 1961.-v.57.- №2.-p.249-255.
383. More S. Varade S. volatilization losses of ammonia from different nitrogen carriers as effected by soilmoisture, organic matter and method of fertilizers application. // *Indian Soc. Soil Sc.* 1978.-v.26.- №2.-p.112-115.
384. Osamu J. Amino acid metabolism in plant leaf. II. Effect of light the incorporation of ¹⁵N – Labeled ammonium and nitrate into amino acid in sunflower leaf discs.// *Soil. and plant nutr.* 1978.-v.24.- №2.-p.299-303.

- 385.**Overrien L.N. Moe P.G. Factors effecting urea hydrolyses and ammonia volatilization in soil.// Soc. Soil Sc. America product 1967.-v.31.- №1.-p.57-61.
- 386.**Pagel H. Stickstoffbilans und Stickstoffverluste in Gefassversachen.- Tag.- Ber. (Akad. Landwirtsch.- Wiss. ODR, Berlin) 1978.-p.155-164.
- 387.**Pasons I.W. Tinsley I. Nitrogenous substances // Soil Components N.Y. 1975. Vol.1: Organic components. p.263-304.
- 388.**Paul E.A. Juma N.G. Mineralization and immobilization of soil nitrogen by microorganisms. // Terrestrial nitrogen cycle: Ecol Bull. 1981. №33. p.179-195.
- 389.**Perr J.E. Chemical and biochemical considerations for maximizing the efficiency of fertilizer nitrogen. // environm. Quart. 1973.-3.- №1.-p75-84.
- 390.**Peart E. Vavtour A. Gonzalez C. Efecto del nitrogeno , fosforo sobre el rendimiento y calidad del fruto del narinjo Valencia late. //Reporte de investigation. Academia de ciencias de cuba1986.- №23.-p1-9.
- 391.**Peschke H. Markgraf G. Schmidt O. Selle U. Ausnutzung des Mineraldungerstickstoffs in Abhangigkeit von dangerform und Wassergehalt des Bodes.- Tegungsberiocht, Akademie der Landwirtschaft-swissenschaften, Berlin. 1978. 155. s.63-73.
- 392.**Primo Millo. Legar Parades. Fertilization N,P,K, en agios . Levonte agricola. 1983.- №245.- p.39-59.
- 393.**Raciti G. Concimezione e productioni. // T'erroe Vita.-1986.-Ann.27.- №49.-p.52-54.
- 394.**Rashid G.H. Volatilization losses of nitrogen form abded urea in some soils of Bengladesch. //Plant and Soil . 1977.-v.48. -№3.-p.549-556.

- Remy J.C. Herbert J. Le devine des engrais azotes dans le sol. 1977. C.R. 700-710. Discuss. p.710-714/
- 395.** Reese R. Koo R. and K fertilization effect on leaf analysis, tree size and yield of three major. Florida Orange cultivars. //Am. Hort. Sc. 1975.-v.100.- Nº2.-p.195-198.
- 396.** Rondhewa Iwanta M. Effects of pH, calcium concentrativ and sources of nitrogen on growth and inorganic composition of citrus seedling of solution culture. //Japan. Soc. Hortic Sci. 1968.- Nº37.-p.27-28.
- 397.** Sahata G. Arora J. Effect of and Zn on Hamlin sweet orange (*Citrus sinensis osbesck*) . //Japan. Spc. Hortic Sc. 1981.-v.50. -Nº3.-p.281-286/
- 398.** Sakanto T. and Okuch S. The effects of time of nitrogen supply on the tree growth fruit quality and leaf nitrogen of sastuma orange *Agrochimica*. 1971.-v. XVI.- Nº1-2.-p.168-173.
- 399.** Shorter N.H. and Crippps J.E.L. Fartilizar recommendations for citrus. //Dep. Agr. W. Austral. 1970.-v.II.- Nº8.-p.185-188.
- 400.** Singh B. and Singh R. Effect of various levels of nitrogen on growth. yield and yield contributory characters of lemon (*Citrus lemon burn.*). // Prog. Hort.-1984.-v.16.- Nº1-2.-p.37-40.
- 401.** Smith C.J. Chalk P.M. Caseous nitrogen evolution nitrification of ammonia fertilizer and nitrietrans formations in soil. //Soil Sci. Soc. Amer.-1980.-v.44.- Nº2.-p.277-282.
- 402.** Smitn P. Citrus Nutrition. En. N.F. Childres (ed). Temperateto Tropical Fruit Nutrition. Pag. 1966.-p.144-207. Horticultural.-Publications, Rutgers Univ. N. Jersey.
- 403.** Sohata G. Arora I. Effecys of and Zn on Hamlin sweet orange (*Citrua Sinensis Osleck*).- I. Japan. Soc. Hortic Sc. 1981.-v.50.- Nº 3. p.281-286.

404. Snarples G.Y. Hilgeman, R. Influence of differential nitrogen fertilization on production, trunk growth, fruit size and quality, and foliage composition of Valencia orange in Central Arizona. Proc. First Intern. Citrus Symp. 1969. 3: p.1569-1578.-Univ. of Calif. Riverside, Calif.
405. Stewart J.Y. Wuraton T. A nitrogen source and rate study on Valencia oranges. Proc. Fla. State Hort. Soc. 1965.- Nº78.-p.21-26.
406. Stewart I. Wheaton and Reeso R.L. Collapse of Mureot citrus trees Hort Science. 1968. 3: p.230-231/
407. Taylor O.G. Pratt P.F. and Goodall G.E. Effects on lemon production of accumulated soil nitrogen. // Calif. Citrog. 1960. -Nº45.-p.137-143.
408. Thnabadu M. Isotope studies on loss of nitrogenous fertilizers from soils.- Isotopes and Radiation in Research on Soil Plant Relationships. 1979. -p.125-135.
409. Tillotson W. Wagnet R. Simulation of fertilizer nitrogen under cropped situation. //Soil Sc. 1982.-v.133.- Nº3.-p.133-143.
410. Van Veen J.A. Paul E.A. Conversion of biopolymer measurements of soil organisms, ground under various moisture tensions, to biomass and their nutrient content.//Appl. Environ. Microbiol. 1979. vol. 37. p.686-692.
411. Weir C.C. Nutrient element balance in citrus nutrition. //Amer. Soc. Hort. Sci. 1978.-v.103.- Nº2.p.405-414.
412. Westerman R.L. Kurtz L.T. Hauck R.D. Recovery of ¹⁵N labeled fertilizers in field experiments. //Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 1972.-v.36.- Nº1.-p.82-86.
413. Yntrigliolo Ri Sops productive nutritional: di tre tipi di consume azotes skull orancio cv "Sonquanello moscato". // Rivista di Frutticoltura. 1985.-v. XLVII.- Nº5.-p.51-58.

