

საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო
საქართველოს სახელმწიფო სასოფლო-სამეურნეო უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

შოთა ლომინაძე

ციტრუსოვანთა აზოტით კვების
ოპტიმიზაციის საფუძვლები

სპეციალობა: 06.01.04. აგროქიმია

სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორის
სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად წარმოდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2006

სამუშაო შესრულებულია ჩაის, სუბტროპიკულ კულტურათა და ჩაის მრეწველობის
სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში

მეცნიერ-კონსულტანტი: ვალერიან ცანავა, საქართველოს სოფლის

მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი
წევრი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა
დოქტორი, პროფესორი

ექსპერტი:

ოფიციალური ოპონენტები:

დისერტაციის დაცვა შედგება 2006წ. “-----“ “-----“ “-----“ სთ-ზე.
საქართველოს სახელმწიფო სასოფლო-სამეურნეო უნივერსიტეტის სადისერტაციო
საბჭოს Ag 0601 N^o სხდომაზე.

მისამართი: 0131 ქ. თბილისი-31, დილომი, დავით აღმაშენებლის ხეივანი, მე-13 კმ.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება საქართველოს სახელმწიფო სასოფლო-სამეურნეო
უნივერსიტეტის ბიბლიოთეკაში.

ავტორეფერატი დაიგზავნა 2006წ...”” “.....”

სადისერტაციო საბჭოს სწავლული მდივანი
ს/მ მეცნიერებათა კანდიდატი, დოცენტი

მ. იაკობაშვილი

სამუშაოს ზოგადი დახასიათება

პრობლემის აქტუალობა. მეციტრუსეობა საქართველოს სუბტროპიკული
სოფლის მეურნეობის ერთ-ერთი წამყვანი დარგია. სასიამოვნო გემოს მქონე
ნაყოფები თავისი დიეტური და არომატული თვისებებით ყოველთვის იპყრობდა
ადამიანის ყურადღებას. ისინი დიდი რაოდენობით შეიცავენ ნახშირწყლებს,
ორგანულ მჟავებს და მინერალურ 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 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.ზზიავას (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 შედეგების 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 მიკროსავლელ 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 ცეოლითების გავლენა აზოტშემცველი ნივთიერებების შეთვისებასა და გარდაქმნაზე ციტრუსოვნებში (ფორთოხალი, ლიმონი).

3. აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმების, აზოტ-ფოსფორ-კალიუმის თანაფარ-დობის და აზოტოვანი სასუქების ფორმების წილადობრივი შეტანის გავლენა მანდარინის, ფორთოხლის და ლიმონის ბიოლოგიურ პროდუქტიულობაზე.

4. მცენარეთა მიწისზედა ნაწილისა და ფესვთა სისტემის მიერ აზოტის გამოტანა, 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 ინაგროსა) 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-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 ჰპოვა “რეკომენდაციაში სასუქების გამოყენებაზე ციტრუსოვნების, ტუნგის და კეთილშობილი დაფნის ნარგაობაში” (რუსულ ენაზე. მოსკოვი, “აგროპრომიზდატ.”1986) და სახალხო მეურნეობის მიღწევათა საკავშირო გამოფენის სტენდებზე. მოსკოვი, (1987).

კვლევის შედეგების დანერგვა. 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 სამეცნიერო კონფერენციაზე (ოზურგეთი-ანასეული, 1987), საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის ბათუმის სახელმწიფო სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის ახალგაზრდა მეცნიერთა კონფერენციებზე (2000, 2001, 2003); საკავშირო საკოორდინაციო თათბირზე (მელიტოპოლი, 1987), ახალგაზრდა მეცნიერთა და სპეციალისტთა პირველ რესპუბლიკურ სამეცნიერო-პრაქტიკულ კონფერენციაზე “თანამედროვე მეცნიერულ-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 28 სამეცნიერო შრომა და 5 მოხსენებათა თეზისი.

ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა. დისერტაცია წარმოდგენილია კომპიუტერზე ნაბეჭდ 324 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 ქართულ და 377 უცხო ენებზე, აქედან ინგლისურ ენაზე 90 და 287 რუსულ ენაზე. ნაშრომი ილუსტრირებულია 84 ცხრილითა და 16 დიაგრამით. დისერტაციას თან ახლავს დანართები 35 ცხრილით და 2 დიაგრამით.

კვლევის ობიექტი და მეთოდიკა. კვლევა წარმოებდა ჩაის, სუბტროპიკულ კულტურათა და ჩაის მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის სტაციონალურ ბაზებზე 1980-1998წწ. ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის, მანდარინ უნშიუს და ლიმონ მეიერის სხვადასხვა ასაკის მცენარეებზე წითელმიწა და ყვითელმიწა ნიადაგების პირობებში. მინდვრის ცდების სქემები ითვალისწინებდა აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმებისა და შეტანის წესების გავლენის შესწავლას მცენარეების პროდუქტიულობასა, ხარისხსა და ნიადაგის ნაყოფიერებაზე. ჩატარებული კვლევების შედეგად მიღებული მონაცემები დამუშავებული იქნა დისპერსიული ანალიზით ბ. დოსპეხოვისა (1985) და ფ. იუდინის (1980) მიხედვით, გაანგარიშება გაკეთდა კომპიუტერული პროგრამის Eხცელ-ის გამოყენებით. ყველა ცდის სქემა როგორც მინდვრის, ისე სავეგეტაციოსი, მოცემულია ავტორეფერატში მოყვანილ ცხრილებში.

ნიადაგები. წითელმიწა ნიადაგები ვითარდება წითელი ფერის გამოფიტვის მძლავრ (10-12 მ-მდე) ქერქზე. იგი ხასიათდება მძიმე მექანიკური შედგენილობით, გააჩნია აგროტექნიკურად სრულფასოვანი სტრუქტურა და კარგი წყლიერ-ფიზიკური თვისებები. სტრუქტურულობის კოეფიციენტი აღწევს 90-95%, ნიადაგის საერთო ფორიანობა მერყეობს 70-75% ფარგლებში, არ არის გაჯერებული ფუძეებით და ღარიბია ტუტეებით, მაგრამ მდიდარია Fe და Al ჰიდროქსიდებით. ნიადაგის რეაქცია მჟავე ან სუსტი მჟავეა.

ყვითელმიწები ითვლება წითელმიწების წარმომქმნელ გარდამავალ სტადიად. წითელმიწებთან შედარებით ნაკლები რაოდენობით შეიცავს ალუმინისა და რკინის ერთნახევარ ჟანგეულებს. ეს ნიადაგები მძიმეა, აქვთ სუსტად გამოხატული მიკროაგრეგატულობა და სუსტი სტრუქტურა. ისინი ხასიათდებიან ნაკლებად ხელსაყრელი ფიზიკური თვისებებით, ვიდრე წითელმიწები.

ცდების დაყენებამდე აღნიშნული ნიადაგების აგროქიმიური მაჩვენებლები მოცემულია ცხრილში 1.

კლიმატი. დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკული ზონის კლიმატზე გავლენას ახდენს შავი ზღვის ჰაერის თბილი მასები და დაცულია ჩრდილოეთის ცივი დინებებისაგან კავკასიონის მთებით. ყველაზე ცივი თვის ტემპერატურა ექსპერიმენტის მიმდინარეობისას აღინიშნა 5,3-7,3°C, ხოლო ყველაზე თბილი თვის საშუალო ტემპერატურა 19,3-22,5°C. ცდების მიმდინარეობის წლებში საშუალო ტემპერატურა იცვლებოდა 13,1-14,1°C ფარგლებში, რომელიც მრავალწლიურ საშუალოს 1°C-ით ჩამორჩება. ნალექების საშუალო რაოდენობა ცდების წარმოების პერიოდში 35 მმ-ით ნაკლები იყო მრავალწლიან მაჩვენებლებთან შედარებით. ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობა საშუალოდ 80% აღინიშნა.

მინდვრის ცდები. ცდა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველზე დაყენებულია 1976 წელს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა კანდიდატის ნ. ცანავას მიერ ორწლიან ნერგებზე ისე, რომ შენარჩუნებული იყო სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა კანდიდატის მ.

გაბისონიას 1952 წელს დაყენებული ცდის ვარიანტები. აღნიშნული ცდის მცენარეები დაილუპა 1971-1972 წლების ზამთრის ყინვების შედეგად. ცდის განმეორება ექვსჯერადია. თითოეულ ვარიანტში 24 სააღრიცხვო მცენარეა. მცენარეთა კვების არე 2,2ხ3,0მ. სასუქები შეიტანებოდა აგროწესების მიხედვით, მოკირიანება ერთი გაცვლითი მჟავიანობის მიხედვით ჩატარდა 1979-1982 წლებში. P_2O_5 300 K_2O 200 გ/ხეზე ფონის სახით შეგვქონდა ორ წელიწადში ერთხელ, ნაკელი 20 კგ/ხეზე-1974, 1980, 1986, 1990 წწ. აზოტოვანი სასუქების ერთჯერადი ნორმა შეადგენდა 150 გ/ხეზე.

ცდა მანდარინ უნშიუს ორწლიან ნერგებზე დაყენებული იყო ყვითელმიწა ნიადაგებზე 1978წ. ცდის განმეორება ხუთჯერადია, თითოეულ ვარიანტში 20 სააღრიცხვო მცენარეა. 1979წ. მინერალური სასუქები შეტანილ იქნა შემდეგი ნორმით- N_{150} P_2O_5 60 K_2O 60, ხოლო 1980წლიდან N_{250} P_2O_5 250 K_2O_{150} გ/ხეზე. ტორფი შეიტანებოდა 30კგ/ხეზე, ნაკელი-20კგ/ხეზე 1980, 1981 და 1985 წლებში.

ცდა ლიმონ მეიერის ორწლიან ნერგებზე დაყენებული იქნა 1979 წელს ყვითელმიწა ნიადაგების პირობებში სადაც ისწავლებოდა: ა) საკვებ ელემენტებზე მოთხოვნილება; ბ) კარბამიდის ნორმებისა და N:P:K თანაფარდობის გავლენა ლიმონის პროდუქტიულობაზე; გ) აზოტოვანი სასუქების ნორმების, ფორმების და შეტანის ხერხების გავლენა ლიმონის პროდუქტიულობაზე. მცენარეთა კვების არე 1,5ხ2,2მ. ცდის განმეორება ხუთჯერადია. თითოეულ ვარიანტში 20 სააღრიცხვო მცენარეა. სასუქები შეტანილი იქნა 1979-1981 წლებში N_{40} P_2O_5 150 K_2O 100 გ/ხეზე, 1985 წლიდან აზოტის ნორმა შეადგენდა 150გ/ხეზე. 1980, 1981, 1985 წლებში შეტანილ იქნა ნაკელი 15კგ/ხეზე, კირი ერთი გაცვლითი მჟავიანობით შეტანილი იყო 1980წ. 1980-1981წწ მთელ ნაკვეთზე შეტანილ იქნა ტორფი.

ცდა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველზე ესპანური ფირმის “ინაგროსას” პრეპარატების (ამინოლ ფორტე, ჰუმიფორტე N-6, ქულათო ფორტე, კადოსტიმი, ფოსნუტრენი) გამოყენებით დაყენებული იქნა 1988წ წითელმიწა ნიადაგების პირობებში მრავალწლიან მინდვრის ცდაზე ფესვგარეშე გამოკვების სახით 1%-იანი ხსნარის გამოყენებით. პრეპარატის თითოეული ფორმა შესხურებული იქნა 3-3 მცენარეზე ორი წლის განმავლობაში. სულ ცდაში ჩართული იყო 15 სააღრიცხვო და 3 საკონტროლო მცენარე.

საცდელ ნაკვეთებში ყოველწლიურად მიმდინარეოდა მოსავლის აღრიცხვა. ბიოქიმიური ანალიზისთვის ვიღებდით ფორთოხლის, ლიმონის და მანდარინის საშუალო ნიმუშებს ვარიანტების მიხედვით. მათში ისაზღვრებოდა ვიტამინი C მურის მიხედვით, შაქრები ბერტრანის მეთოდით და ტიტრული მჟავიანობა, ისწავლებოდა ნაყოფის მექანიკური შედგენილობა, ნაყოფში NO_3 -ის შემცველობა იონ-სელექტიური მეთოდით, საერთო აზოტი კელდალის მეთოდით, კანში ეთერზეთის შემცველობა გინზბურგის მეთოდით. ფოთლებში ერთ გამონაწურში ისაზღვრებოდა აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი, კალციუმი, მაგნიუმი და მანგანუმი გინზბურგ-შეგლოვასა და ვულფიუსის (1963) მიხედვით

სავეგეტაციო ცდები. აზოტოვანი სასუქების ფორმებზე, სხვადასხვა ჯგუფში ^{15}N -ით ნიშანდებული ამონიუმის გვარჯილისა და ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორების გამოყენებაზე დაყენებული იქნა ლიმონსა და ფორთოხალზე. სავეგეტაციო ჭურჭლების ტევადობა 12კგ, ნიადაგი-წითელმიწა. სასუქები ყველა ცდაში შეტანილი იქნა შემდეგი ნორმით: P_2O_5 -0.2გ/კგ, K_2O -0,2 გ/კგ, CaO -2,18 გ/კგ და N- 0,416 გ/კგ ნიადაგზე. აზოტის ეს ნორმა გაყოფილ იქნა ორ ნაწილად და შეტანილი იქნა ცდის მიმდინარეობისას ყოველწლიურად. ინჰიბიტორები N-სერვე (ნიტრაპირინი) აზოტის

ნორმის 1,5% შეტანილ იქნა ცდის მიმდინარეობის პირველ წელს, ATC (4-ამინო-1,2,4-ტიროზოლი) აზოტის ნორმის 1,5%- მეორე წელს.

სავეგეტაციო ცდა მანდარინის მცენარის ზრდა-განვითარებაზე კარბამიდის გამოყენებით დაყენებული იქნა 1989წ წითელმიწა ნიადაგებზე 9კგ-იან ჭურჭლებში. სასუქები შეტანილი იქნა: P₂O₅-0.1გ/კგ, K₂O -0,1 გ/კგ და N- 0,1 გ/კგ, ხოლო ინჰიბიტორები KMnO₄ (1-კარბამოილ-3(5)მეთილპირაზოლი)-2მგ, IIF(ციან გუანიდინი) 2-დან 10მგ ერთ კილოგრამ ნიადაგზე. ნიტრიფიკაციის პროცესების შესწავლისათვის განსაზღვრული იქნა აზოტის ფრაქციული შედგენილობა ექსპოზიციების მიხედვით 7, 15, 30, 45 და 60 დღის შემდეგ, ხოლო ცდის დამთავრების შემდეგ მცენარის ცალკეულ ნაწილებში და ნიადაგში განსაზღვრული იქნა საერთო აზოტი.

სავეგეტაციო ცდები ფორთოხალსა და ლიმონზე აზოტოვანი სასუქების (კარბამიდი, ამონიუმის გვარჯილა და კარბამიდით მოდიფიცირებული ცეოლითი) ნორმებზე დაყენებული იქნა 1983 წელს წითელმიწა ნიადაგებზე 12კგ-იან ჭურჭლებში. სასუქები შეტანილი იქნა შემდეგი ნორმით: P₂O₅-0.2გ/კგ, K₂O -0,2 გ/კგ და N- 0,21 გ/კგ, კარბამიდით მოდიფიცირებული ცეოლითი-0,23გ/კგ ნიადაგზე.

მცენარის მიერ ნიადაგიდან ¹⁵N შეთვისება ორივე კულტურისათვის შევისწავლეთ კარბა- მიდისა და ამონიუმის გვარჯილის წილადობრივად შეტანისას (¹⁴N-60%, ¹⁵N-40% და

¹⁵N-60%,¹⁴N-40%). ფოთლები აღებული იქნა სასუქის პირველი ნორმის შეტანიდან 1, 5, 10, 20, 30 დღის შემდეგ და ამავე ვადებში სასუქის მეორე ნორმის შეტანის შემდეგ.

სავეგეტაციო ცდების დამთავრების (2 წლის) შემდეგ მცენარულ მასაში (ფოთლები, 1-2 და 3-4წლიანი ღეროები, ფესვები-<1მმ, >1მმ და ღერძულა) განისაზღვრა საერთო აზოტის

ცხრილი 1

ნიადაგის აგროქიმიური დახასიათება (ცდის დაყენებამდე)

ცდის სახე	ნიადაგის ტიპი	ნიადაგის სიღრმე, სმ	საერთო ჰუმუსი, %	საერთო აზოტი, %	მჟავიანობის ფორმები, მგ.ეკვ./100გ			PH		შთანთქმული ფუნქციების ჯამი მგ.ეკვ/	მომრავი შენაერთები, მგ/100გ. ნიადაგში				ნიადაგის წონა კგ. კვების არე
					გაცვლითი	Al ³⁺	ჰიდროლიზური	KCl	H ₂ O		ჰიდროლიზებული აზოტი	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	

სავეგეტაციო ცდა მანდარი ნზე	წითელ-მიწა	0-20	3.8	0.20	2.3	1.7	5	-	5.5	-	-	18.5	2.3	7.9	-	-	9.03
	წითელ-მიწა	0-20	2.9	0.20	2.5	2.3	8	6.2	4.0	5.1	4.1	19.9	2.0	7.0	110.2	19.8	12.0
სავეგეტაციო ცდები ფორთოხალსა და ლიმონზე	ყვითელ-მიწა	0-15		0.21				7.9	3.9	-	17.8	13.4	35.	19.		17.9	
		15-30	2.7	0.20	2.0			8.2	3.7		10.1	8.8	5	5	68.8	63.0	10.0
	ყვითელ-მიწა	0-15	2.7	0.20	2.0	1.8		7.5	3.8	4.9	10.9	10.6	7	8		9.6	
		15-30	2	0.18	0			6	5	2	8.5	9.0			133.	14.0	
საველე ცდა მანდარი ნზე	წითელ-მიწა	0-15	4.6		2.1	1.8		7.8	3.8	4.6	7.5	6.9	74.	56.	0	20.2	6.63
		15-30	9		0	7		6	9	2			0	0	64.6		
საველე ცდა ფორთოხალზე	ყვითელ-მიწა	0-15	3.1	0.18	3.5	3.1		8.5	3.8	4.8			27.	49.	61.2		
		15-30	1	0.16	1	2		6	1	0	12.2	12.8	0	0		18.3	
საველე ცდა ლიმონზე	ყვითელ-მიწა	0-15	1.5		5.3	4.7					9.83		0	0	77.0		
		15-30	8		5	6		8.5	3.9	5.3					79.4		3.3
საველე ცდა ლიმონზე	ყვითელ-მიწა	0-15			1.1	0.6		4	2	1			33.	16.			
		15-30			2	4		9.5	3.5	4.9			0	5			
საველე ცდა ლიმონზე	ყვითელ-მიწა	0-15	2.5					0	0	0			18.	21.			
		15-30	1.6		2.4	3							0	7			

შემცველობა კელდალ-იოდელბაუერის მიხედვით.

ნიადაგში აზოტის მინერალური ფორმები (NH_4 და NO_3) განვსაზღვრეთ K_2 შO_4 -ის 0,5ნ გამონაწურში გადადენით. ამიაკის გადადენის შემდეგ ნიტრატების აღდგენა ხდებოდა დევარდის შენადნობით. დარჩენილი ხსნარის ნეიტრალიზიის შემდეგ გოგირდმჟავას გამოყენებით დაწვით ვსაზღვრავდით ორგანულ ხსნად აზოტს, ხოლო დარჩენილ ნიადაგში დაწვის შემდეგ განვსაზღვრეთ აზოტის ძირითადი ორგანული შემცველობა კელდალის მიხედვით.

სავეგეტაციო ცდებში გამოყენებულ იქნა ფორთოხალი ანასეული-1, მანდარინი უნშიუ და ლიმონი მეიერი. გამოვიყენეთ აზოტოვანი სასუქების შემდეგი ფორმები: ($^{15}\text{NH}_4$) $_2$ შO_4 15,80 ატომ% გამდიდრებული; $\text{Na}^{15}\text{NO}_3$ -15,29 ატომ%; $^{15}\text{NH}_4$ ჩლ -8,32 ატომ%; $^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$ -11,6 ატომ%; NH_4 $^{15}\text{NO}_3$ -16,55 ატომ%; $^{15}\text{NH}_4$ $^{15}\text{NO}_3$ -21,03 ატომ%; ($^{15}\text{NH}_2$) $_2$ ჩO-16,0 ატომ%; ($^{15}\text{NH}_2$) $_2$ ჩO-21,41 ატომ%; $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ -14,58 ატომ% და ცეოლითი კარბამიდით მოდიფიცი- ცირებული-23,39 ატომ%.

სასუქის აზოტის იზოტოპური შედგენილობა განვსაზღვრეთ სპექტრულ-ემისიური და მას-სპექტრომეტრული მეთოდით აზოტის ანალიზატორზე "იზონიტრომატი-5200" და MII-1201 მარკის მას-სპექტრომეტრზე.

მინდვრის ცდებში წითელმიწა და ყვითელმიწა ნიადაგების ნაყოფიერებაზე აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ნორმისა და ფორმის გავლენის დადგენის მიზნით ნიადაგის ნიმუშებში განვსაზღვრეთ ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლები კლასიკური მეთოდებით (ი. სარიშვილი და სხვ.-"აგროქიმიის პრაქტიკუმი", 1972; ო. ონიანი, გ. მარგველაშვილი-"ნიადაგის ქიმიური ანალიზი", 1976; А. Петербургский-

“Практикум по агрономической химии”, М. 1963; ”Агрохимические методы исследования почв ” М,1975).

მინერალური სასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობის გაანგარიშებას ვაწარმოებდით მეთოდური მითითებებით გ. ბიბილეიშვილის მიხედვით (1972).

კვლევის შედეგების მიმოხილვა

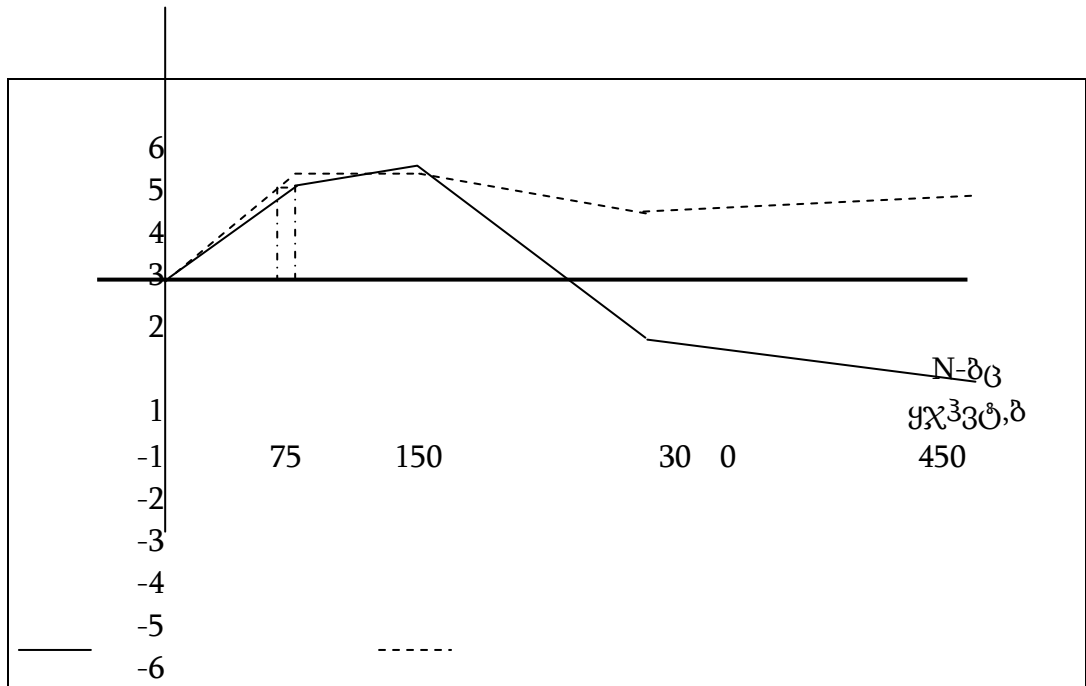
აზოტოვანი სასუქების გავლენა ციტრუსოვანთა მოსავლიანობაზე

1. აზოტოვანი სასუქების ფორმების და ნორმების გავლენა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის მოსავალზე, ნაყოფში NO_3^- -ის და საერთო აზოტის შემცველობასა და მოსავლით აზოტის გამოტანაზე

აზოტოვანი სასუქების ფორმების და ნორმების გავლენის მონაცემები წითელმიწა ნიადაგების პირობებში ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის მოსავლიანობაზე მოტანილია ცხრილში 2. ცხრილის მონაცემები გვიჩვენებს, რომ მაქსიმალური მოსავალი მიღებულია ამონიუმის სულფატისა და ამონიუმის გვარჯილის 150გ/ხეზე გამოყენებისას, უმნიშვნელოდ ჩამორჩება 75გ/ხეზე შეტანის ვარიანტი, რომელიც ეკონომიკურად და გარემოს დაბინძურების თავიდან აცილების თვალსაზრისით უფრო მომგებიანია.

აზოტის ნორმის შემდგომი ზრდა აზოტოვანი სასუქების ორივე ფორმის შემთხვევაში პროდუქტიულობის მკვეთრად შემცირებას იწვევს. ექვივალენტების (%) გაანგარიშების მეთოდის (Дж. Кук, 1970) გამოყენებით დადგინდა, რომ ამონიუმის სულფატის გამოყენებისას, 14 წლის საშუალო მონაცემებით დაახლოებით 13,1კგ/ხეზე მოსავალი მიიღება N_{75} გ/ხეზე შეტანისას, ამონიუმის გვარჯილა კი უზრუნველყოფს მოსავლის იგივე დონეს N_{63} გ/ხეზე ნორმის შეტანისას (ნახ. 1). მოსავლიანობის ასეთი დონე აღინიშნებოდა ადრეულ წლებში, ოღონდ იქ ამონიუმის გვარჯილის ნორმა შეადგენდა 52-60გ/ხეზე.

აზოტოვანი სასუქების ფორმების აგროტექნიკური ნორმით (150გ/ხეზე) შეტანისას გამოვლინდა ტუტე და ფიზიოლოგიურად ნაკლებად მჟავე ფორმების დიდი უპირატესობა



(NH₄)₂SO₄

NH₄NO₃

ნახ.1 აზოტით უზრუნველყოფის დონის გავლენა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის პროდუქტიულობაზე. 1980-1993წწ

ცხრილი 2

აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის მოსავალზე, ნაყოფში NO₃-ის საერთო აზოტის შემცველობაზე და მოსავლით აზოტის გამოტანაზე

აზოტის ნორმები PKCaMg ფონზე, გ/ხეზე NNBB	14 წლის საშუალო მოსავალი		მატება ფონთან შედარებით		NO ₃ შემცველობა ნაყოფში		საერთო აზოტის შემცველობა ნაყოფში %		აზოტის გამოტანა მოსავლით, კგ/ხეზე	ერთი ტონა მოსავლით გამოტანილი აზოტი, კგ
	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	1კგ აზოტით, კგ	მგ/100გ	მგ/კგ	რბილობი	კანი		
PKCaMg-ფონიNNBB	11.4	100	=	=	0.71	7.1	0.64	0.62	0.072	6.3
ფონი+(NH ₄) ₂ SO ₄ 75	13.1	115	1.7	22.6	0.56	5.6	0.80	0.62	0.095	7.2
150	13.7	120	2.3	15.3	0.44	4.4	0.66	0.73	0.093	6.8
300	10.1	88	-1.3	=	0.43	4.3	0.72	0.55	0.067	6.6
450	8.6	75	-2.8	=	0.55	5.5	0.91	0.82	0.075	8.7
ფონი+NH ₄ NO ₃ 75	13.4	117	2.0	26.6	0.91	9.1	0.72	0.65	0.093	6.9
150	13.5	118	2.1	14.0	0.60	6.0	0.96	0.55	0.113	8.4
300	12.5	109	1.1	3.7	0.42	4.2	0.94	0.76	0.116	9.3
450	12.8	112	1.4	3.1	0.32	3.8	0.62	0.72	0.084	6.6

SX, %_ 8.07

უას⁰⁵ კგ/ხეზე _ 2.70

V%_ 17.1

(ცხრილი 3). მოსავლიანობის მატებამ ფონთან შედარებით ამონიუმის გვარჯილის, კარბამიდის და ნატრიუმის გვარჯილის ვარიანტებზე შესაბამისად 28, 31, 32% შეადგინა.

2 და 3-ის ცხრილების მონაცემებიდან ირკვევა, რომ აზოტოვანი სასუქების ნორმებისა და ფორმების გავლენა ნაყოფის ცალკეულ ნაწილებში საერთო აზოტისა და NO₃-ის შემცველობაზე მკვეთრად არ აისახება. ნორმებს შორის აღინიშნება მცირე სხვაობა საერთო აზოტის შემცველობაში და იგი 0,1-0,3% შეადგენს, ხოლო აზოტოვანი სასუქების ფორმებს შორის საერთო აზოტის შემცველობა 0,80-0,98% (რბილობში) და 0,62-0,67% (კანში) ფარგლებში იცვლება.

ნაყოფში ნიტრატების შემცველობა აზოტოვანი სასუქების ნორმებისა და ფორმების მიხედვით მკვეთრად არ იცვლება. იგი საშუალოდ 3,8-9,1 მგ/კგ შეადგენს. აზოტოვანი სასუქების მოცემული ფორმებისა და ნორმების შეტანით მიღებული მოსავალი ითვლება ეკოლოგიურად სუფთად, რადგან ნაყოფში NO₃-ის შემცველობა ზღვრულ დასაშვებ ნორმაზე ნაკლებია (50მგ/კგ).

რაც შეეხება მოსავლით აზოტის გამოტანას, აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების გამოყენების შემთხვევაში ეს მაჩვენებელი მიღებული მოსავლის შესაბამისად იცვლება და ჰექტარზე ერთი ტონა მოსავლის მისაღებად შეადგენს 6,6-10,9კგ, სხვაობა ამ მიმართებით აღინიშნება აზოტოვანი სასუქების ფორმებს შორის (ცხრილი 2-3.)

ცხრილი 3

აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა ფორთოხალ ვაშინგტონ- ნაველის მოსავალზე, ნაყოფში NO₃-ის, საერთო აზოტის შემცველობაზე და მოსავლით აზოტის გამოტანაზე

აზოტის ფორმები PKCaMg ფონზე NNBB	14 წლის საშუალო მოსავალი		მატება ფონთან შედარებით		NO ₃ შემცველობა ნაყოფში		საერთო აზოტის შემცველობა ნაყოფში %		აზოტის გამოტანა მოსავლით, კგ/ხეზე	ერთი ტონა მოსავლით გამოტანილი აზოტი, კგ
	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	1კგ აზოტით, კგ	მგ/100გ	მგ/კგ	რბილობი	კანი		
უსასუქო	10.4	82	-	-	0.69	6.9	0.83	0.69	0.081	7.7
PKCaMg-ფონიNNBB	12.7	100	-	-	0.56	5.6	0.89	0.79	0.109	8.6
(NH ₄) ₂ SO ₄	13.2	104	0.5	3.3	0.63	6.3	0.94	0.73	0.113	8.6
(NH ₄) ₂ SO ₄ 60%+ NH ₄ NO ₃ 40%	14.2	112	1.5	10.0	0.40	4.0	1.18	0.95	0.156	10.9
NH ₄ NO ₃	16.3	128	3.6	24.0	0.69	6.9	0.98	0.67	0.142	8.7
(NH ₂) ₂ CO	16.6	131	3.9	26.0	0.65	6.5	0.95	0.68	0.142	8.5
N ₂ O	16.8	132	4.1	27.0	0.63	6.3	0.83	0.62	0.127	7.5

SX, %_ 7.77

საკვები ელემენტების ერთმაგი ნორმა N₁₅₀ P_{2O5} 150 K_{2O} 100

უას 05 კგ/ხეზე _ 3.11

V%_ 17.67

2. აზოტოვანი სასუქების ნორმების და ფორმების გავლენა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ნაყოფის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე

აზოტოვანი სასუქების გავლენის შესწავლა ფორთოხლის ნაყოფის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე 14 წლის განმავლობაში 4-ჯერ ჩატარდა. კვლევის შედეგები მოტანილია ცხრილ 4. როგორც მონაცემებიდან ჩანს, რომ ამონიუმის სულფატისა და ამონიუმის გვარჯილის ნორმების გადიდებით ნაყოფის მასა 2-10გ-ით მცირდება. ნაყოფში რბილობისა და კანის შემცველობა ამონიუმის სულფატისათვის იცვლება ნორმების შესაბამისად, ხოლო ამონიუმის გვარჯილისათვის ასეთი დამოკიდებულება არ აღინიშნება და აქ მკვეთრად გამოირჩევა ნორმა N₁₅₀ გ/ხეზე. წვენის გამოსავალი რბილობიდან ნორმების გადიდებისას ამონიუმის სულფატის შემთხვევაში მცირდება, ხოლო ამონიუმის გვარჯილის შემთხვევაში იზრდება.

ჩ ვიტამინის შემცველობა აზოტოვანი სასუქების ორივე ფორმის ნორმების გადიდებით მცირდება. მონოშაქრების შემცველობა წვენში იზრდება ნორმების გადიდების შესაბამისად-

სად 4,2-4,4გ/100მლ ამონიუმის სულფატისათვის და 3,6-4,5გ/100მლ ამონიუმის გვარჯილი-სათვის.

აზოტოვანი სასუქების სხვა დანარჩენი ფორმების გამოყენებისას საუკეთესო ხარისხის ნაყოფები მიღებული იქნა ფიზიოლოგიურად ნაკლებად მჟავე სასუქების ვარიანტებზე, როგორცაა კარბამიდი, ამონიუმის გვარჯილა და ნატრიუმის გვარჯილა.

რაც შეეხება ფორთოხლის ნაყოფის კანში ეთერზეთების შემცველობას, ორივე ფორმის აზოტოვანი სასუქების ნორმების გადიდებისას იგი იზრდება და ამონიუმის სულფატისათვის 0,3-0,44მგ%-ის ფარგლებშია, ხოლო ამონიუმის გვარჯილისათვის 0,37-0,42მგ% ფარგლებში.

ცხრილი 4

აზოტოვანი სასუქების ფორმების და ნორმების გავლენა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის მოსავალსა და ნაყოფის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე, 4 წლის საშუალო

აზოტოვანი სასუქების ნორმები PKჩაMგ ფონზე, გ/ხეზე NNBB	ერთი ნაყოფის წონა, გ	რბილობი, %	კანი, %	წვენის გამოსავალი რბილობიდან, %	ტიტრული მჟავიანობა ლიმონმჟავაზე გადან, გ/100მლ წვენში	ვიტამინ ჩ, მგ/%	მონოშაქრები, გ/100მლ. წვენში	შაქრების ჯამი გ/100მლ. წვენში	ეთერზეთების შემცველობა კანის მასაზე გადან, მგ/%
PKCaMგ-ფონიNNBB	158.4	66.0	34.0	73.5	1.49	71.2	4.13	8.04	0.31
(NH ₄) ₂ SO ₄ 75	175.8	66.9	33.1	76.4	1.39	66.1	4.16	9.16	0.30
150	173.3	66.3	33.7	73.6	1.39	65.9	4.09	10.89	0.36
300	171.8	67.8	32.2	71.6	1.27	63.9	4.45	8.80	0.44
450	160.6	69.0	31.0	68.9	1.42	63.7	4.40	8.24	0.38
NH ₄ NO ₃ 75	178.5	67.3	32.7	72.1	1.48	74.2	3.66	8.66	0.37
150	168.9	69.3	30.7	71.3	1.29	65.8	3.78	8.53	0.42
300	168.7	65.9	35.1	74.3	1.28	64.5	3.66	8.58	0.41
450	167.8	66.4	33.6	75.8	1.38	78.2	4.46	8.18	0.38

3.ლიმონის მცენარის აზოტით კვების ოპტიმიზაცია

აზოტოვანი სასუქების ოპტიმიზაციის საკითხები მინდვრის პირობებში შესწავლილ იქნა ყვითელმიწა ნიადაგებზე გაშენებულ ლიმონ მეიერის ბაღში. ცდის სქემა საშუალებას იძლეოდა შეგვესწავლა ლიმონის მცენარის მოთხოვნილება საკვებ ელემენტებზე, დაგვედგინა კარბამიდის ოპტიმალური ნორმა და N:P:K თანაფარდობა, ასევე აზოტოვანი სასუქების ფორმების და მათი შეტანის ხერხების ეფექტურობა. მცენარეთა მოსავლიანობის 8 წლის საშუალო მონაცემები მოყვანილია ცხრილებში 5,6,7.

ცხრილი 5-დან ირკვევა, რომ ლიმონის მცენარის მოსავლიანობა აზოტისა და ფოსფორის შეტანისას ფონთან შედარებით 60%-ით იზრდება, ხოლო აზოტისა და კალიუმის შეტანისას- 75%-ით. ყველა საკვები ელემენტის შეტანა (NPK) პროდუქტიულობას 73%-ით ადიდებს. მინერალური და ორგანული სასუქების ერთობლივი გამოყენება არ იძლევა მოსავლის შემდგომ მატებას.

ცხრილი 5

საკვები ელემენტების გავლენა ლიმონ მეიერის მოსავალზე, ნაყოფში NO₃-ის, საერთო აზოტის შემცველობაზე და მოსავლით აზოტის გამოტანაზე

ცდის სქემა NNBB	8 წლის საშუალო მოსავალი		მატება ფონთან შედარებით		NO ₃ შემცველობა, მგ/100გ		საერთო აზოტის შემცველობა ნაყოფში, %		აზოტის გამოტანა მოსავლით, კგ/ზეზე	ერთი ტონა მოსავლით გამოტანილი აზოტი, კგ
	კგ/ზეზე	%	კგ/ზეზე	1კგ აზოტით, კგ	რბილობი	წვენი	რბილობი	კანი		
უხასუქო	3.2	97	-	-	1.55	1.52	1.01	0.55	0.027	8.40
P K	3.3	100	-	-	0.83	0.79	1.00	0.50	0.028	8.48
N P [N- (NH ₂) ₂ CO]	5.3	160	2.0	13.3	1.35	1.35	1.33	0.93	0.067	12.64
N K [N- (NH ₂) ₂ CO]	5.8	175	2.5	16.6	0.91	0.89	1.55	0.86	0.080	13.80
NPK [N- (NH ₂) ₂ CO]	5.7	173	2.4	16.0	1.00	1.00	1.48	0.92	0.077	13.51
NPK[N- (NH ₂) ₂ CO]+ ნაკელი	5.0	151	1.7	11.3	1.02	1.02	1.57	1.00	0.071	14.20

SX, % _ 10.00

საკვები ელემენტების ერთმაგი ნორმა N₁₅₀ P₂₀O₅ 150 K₂O₁₀₀

უას₀₅ კგ/ზეზე _ 1.34

V%_ 16.95

ცხრილი 6

კარბამიდის ნორმების და N:P:K გავლენა ლიმონ მეიერის მოსავალზე, ნაყოფში NO₃-ის, საერთო აზოტის შემცველობაზე და მოსავლით აზოტის გამოტანაზე

ცდის სქემა NNBB	8 წლის საშუალო მოსავალი		მატება ფონთან შედარებით		NO ₃ შემცველობა, მგ/100გ		საერთო აზოტის შემცველობა ნაყოფში, %		აზოტის გამოტანა მოსავლით, კგ/ხეზე	ერთი ტონა მოსავლით გამოტანილი აზოტი, კგ
	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	1 კგ აზოტით, კგ	რბილობი	წვენი	რბილობი	კანი		
უსასუქო	3.2	97	-	-	1.55	1.52	1.01	0.54	0.027	8.40
P ₁ K ₁	3.3	100	-	-	0.83	0.79	1.00	0.50	0.028	8.48
N ₁ P ₁ K ₁ - (NH ₂) ₂ CO	5.7	173	2.4	16.0	1.00	1.00	1.48	0.92	0.077	13.51
N ₂ P ₁ K ₁ - (NH ₂) ₂ CO	5.6	170	2.3	7.6	1.18	1.18	1.41	0.79	0.070	12.50
N ₁ P ₂ K ₁ - (NH ₂) ₂ CO	5.9	180	2.6	17.3	1.41	1.44	1.49	0.90	0.076	13.10
N ₁ P ₁ K ₁ - (NH ₂) ₂ CO+ ნაკელი	5.0	151	1.7	11.3	1.02	1.02	1.57	1.00	0.071	14.20
N ₂ P ₂ K ₂ - (NH ₂) ₂ CO+ ნაკელი	7.6	280	4.3	7.2	1.20	1.20	1.38	0.70	0.087	11.45

SX, % _ 9.98 საკვები ელემენტების ერთმაგი ნორმა N₁₅₀ P₂O₅ 150 K₂ O₁₀₀

უას₀₅ კგ/ხეზე _ 1.35

V% _ 17.00

კარბამიდის ნორმების გავლენა ლიმონ მეიერის პროდუქტიულობაზე (ცხრილი 6) გვიჩვენებს, რომ აზოტის აგროტექნიკური ნორმის შეტანა მოსავალს ფონთან შედარებით 73%-ით ადიდებს. ნორმის გაორმაგებამ არ გამოიწვია პროდუქტიულობის შემდგომი ზრდა, რაც განპირობებულია საკვები ელემენტების შეფარდების დარღვევით. ფოსფორიანი სასუქების გაორმაგება უზრუნველყოფს მოსავლის მატებას 80%-ით. განსაკუთრებულ ყურადღებას იქცევს ნაკელის ეფექტიანობა, რომელიც NPK ერთმაგი ნორმის ვარიანტზე ფონთან შედარებით 51% აღწევს, ხოლო NPK ორმაგი ნორმის ვარიანტზე 130% შეადგენს.

ცხრილი 7

აზოტოვანი სასუქების ნორმების, ფორმების და შეტანის ხერხების გავლენა ლიმონ მეიერის მოსავალზე, ნაყოფში NO₃-ის, საერთო აზოტის შემცველობაზე და მოსავლით აზოტის გამოტანაზე

ცდის სქემა NNBB	8 წლის საშუალო მოსავალი		მატება ფონთან შედარებით		NO ₃ შემცველობა, მგ/100გ		საერთო აზოტის შემცველობა ნაყოფში, %		აზოტის გამოტანა მოსავლით, კგ/ხეზე	ერთი ტონა მოსავლით გამოტანილი აზოტი, კგ
	კგ/ხეზე	%	კგ/ხეზე	1 კგ აზოტით, კგ	რბილობი	წვენი	რბილობი	კანი		
P ₁ K ₁	3.3	100	-	-	0.89	0.79	1.00	0.05	0.028	8.48
N ₁ P ₁ K ₁ - (NH ₂) ₂ CO ^b	5.7	173	2.4	16.0	1.00	1.00	1.48	0.92	0.077	13.5
N ₁ P ₁ K ₁ - (NH ₂) ₂ CO ^{bb}	5.3	160	2.0	13.3	1.12	1.07	1.38	0.84	0.059	11.1
N ₂ P ₁ K ₁ - (NH ₂) ₂ CO ^b	5.6	170	2.3	7.6	1.18	1.18	1.41	0.79	0.070	12.5
N ₂ P ₂ K ₂ - (NH ₂) ₂ CO ^{bb}	5.0	151	1.7	5.6	1.26	1.29	1.51	1.03	0.068	13.6
N ₁ P ₁ K ₁ -NH ₄ NO ₃ ^b	7.5	227	4.2	28.0	1.23	1.23	1.51	0.86	0.099	13.2

NiP ₁ K ₁ -NH ₄ NO ₃ ^{bb}	5.5	166	2.2	14.6	1.11	1.12	1.46	0.82	0.067	12.2
--	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	-------	------

SX, %_ 10.25 X ერთდროული შეტანა
 უას⁰⁵ კგ/ხეზე _ 1.32 XX წილადობრივი შეტანა
 V%_ 17.08 საკვები ელემენტების ერთმაგი ნორმა N₁₅₀P₂O₅ 150 K₂ O₁₀₀

კარბამიდისა და ამონიუმის გვარჯილის ერთდროული და წილადობრივი შეტანის ეფექტიანობის შესწავლამ (ცხრილი 7) გვიჩვენა, რომ ლიმონის ნარგაობაში საუკეთესო შედეგს ამონიუმის გვარჯილა იძლევა-მოსავლის მატება ფონთან შედარებით 127% შეადგენს. ასეთივე ხერხით კარბამიდის შეტანისას მოსავლის მატებამ 73% შეადგინა. ყვითელმიწა ნიადაგებში აზოტოვანი სასუქების ორივე ფორმის წილადობრივმა შეტანამ მოსავლის უფრო მცირე მატება მოგვცა, ვიდრე ერთდროულმა.

ლიმონის ნაყოფში (რბილობსა და კანში) საერთო აზოტის და NO₃ შემცველობაზე აზოტოვანი სასუქების გავლენის შესწავლამ (ცხრილები 5,6,7), გვიჩვენა, რომ აზოტოვანი სასუქების ნორმების გადიდებით საერთო აზოტის შემცველობა ნაყოფის რბილობში 1,51%-მდე იზრდება, ხოლო კანში 1,03%-მდე. ორგანული სასუქების გამოყენებით ეს მაჩვენებელი კიდევ უფრო იზრდება -1,57%. გამოყენებული აზოტოვანი სასუქები ნაყოფში ნიტრატების შემცველობაზე მნიშვნელოვან გავლენას არ ახდენს და იგი რბილობში 1,44-1,41მგ/100გ აღწევს. ლიმონ მეიერის ნაყოფში NO₃-ის ასეთი შემცველობა ადამიანისათვის საშიში არ არის, რადგან იგი მერყეობს 18-26მგ/კგ-ის ფარგლებში, რაც ბევრად ნაკლებია ზღვრულ დასაშვებ ნორმაზე (50მგ/კგ).

ლიმონის ერთი ტონა მოსავლით აზოტის გამოტანამ (ცხრილები 5,6,7) აზოტოვანი სასუქების ნორმებისა და ფორმების გამოყენებისას საშუალოდ 12-14კგ შეადგინა. ცალკეულ ფორმებს შორის მკვეთრი სხვაობა არ აღინიშნება. ფოსფორ-კალიუმის ნორმების ცვლილება უმნიშვნელოდ უწყობს ხელს ლიმონის მოსავლით აზოტის გამოტანას.

4. აზოტოვანი სასუქების ფორმების და ნორმების გავლენა ლიმონ მეიერის ნაყოფის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე

აზოტით უზრუნველყოფის დონე გავლენას ახდენს ციტრუსოვანთა არამარტო საერთო სამეურნეო პროდუქტიულობაზე, არამედ ნაყოფების ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე. იზრდება სტანდარტული ნაყოფების ხვედრითი წილი, საშუალოდ ერთი ცალი ნაყოფის მასა 80-92გ ფარგლებში იცვლება. მკვეთრი სხვაობა ცალკეულ ვარიანტებს შორის არ აღინიშნება. რაც შეეხება ნაყოფში კანის პროცენტულ შემცველობას, იგი მაღალია უსასუქო და აზოტოვანი სასუქების წილადობრივ შეტანის ვარიანტებზე. ფორმებიდან ამ მიმართებით საუკეთესო შედეგებია მიღებულია კარბამიდის ვარიანტებზე (ცხრილები 8,9).

ლიმონ მეიერის ნაყოფების ქიმიურ მაჩვენებლებზე აზოტოვანი სასუქების მკვეთრი გავლენა არ გამოვლინდა. ვიტამინი ჩ შემცველობა მერყეობს 34-44 მგ% ფარგლებში ხოლო შაქრების ჯამი 2,3-3,2გ/100მლ წვენში ფარგლებში. აზოტოვანი სასუქების ფორმებს შორის მინერალური სასუქების აგროტექნიკური ნორმით (N₁₅₀P₂O₅ 150 K₂ O₁₀₀) გამოყენებისას ამ მაჩვენებლების მიხედვით იკვეთება ამონიუმის

გვარჯილის უპირატესობა კარბამიდთან შედარებით. უნდა აღინიშნოს უსასუქო ფონზე და ფოსფორისა და კალიუმის დადებითი გავლენა ვიტამინ ჩ-ს შემცველობაზე. ვიტამინის მაქსიმალური შემცველობა აღინიშნება NPK-ის გაორმაგებული ნორმის ფონზე (ცხრილი 9).

ცხრილი 8

საკვები ელემენტების გავლენა ლიმონ მეიერის ნაყოფის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე (მრავალი წლის საშუალო)

ცდის სქემა	ერთი ნაყოფის წონა, გ	რბილობი, %	კანი, %	წვენის გამოსავალი რბილობიდან, %	ტიტრული მჟავიანობა ლიმონმჟავაზე გადაან., გ/100მლ წვენში	ვიტამინი ჩ, მგ/%	მონშაქრები, გ/100მლ. წვენში	შაქრების ჯამი, გ/100მლ. წვენში
უსასუქო	93,2	69,5	30,5	64,2	5,42	47,7	1,45	2,07
P K	87,1	70,1	29,9	62,7	4,88	39,4	1,40	2,26
N P [N-(NH ₂) ₂ CO]	87,4	62,1	37,9	71,6	4,32	34,1	1,75	2,73
N K [N-(NH ₂) ₂ CO]	94,0	74,7	25,3	59,9	4,35	38,4	2,00	3,07
NPK [N-(NH ₂) ₂ CO]	87,6	74,9	25,1	69,5	5,41	38,3	1,76	2,79
NPK [N-(NH ₂) ₂ CO]+ ნაკელი	92,4	72,7	27,3	66,9	5,17	36,1	1,77	2,97

ცხრილი 9

აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმების და შეტანის ხერხების გავლენა ლიმონ მეიერის ნაყოფის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე (მრავალი წლის საშუალო)

ცდის სქემა	ერთი ნაყოფის წონა, გ	რბილობი, %	კანი, %	წვენის გამოსავალი რბილობიდან, %	ტიტრული მჟავიანობა ლიმონმჟავაზე გადაან., გ/100მლ წვენში	ვიტამინი ჩ, მგ/%	მონშაქრები, გ/100მლ. წვენში	შაქრების ჯამი, გ/100მლ. წვენში
P ₁ K ₁	87.1	70.1	29.9	62.7	4.88	39.4	1.40	2.26
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^b	87.6	74.9	25.1	69.5	5.41	38.3	1.76	2.79
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^{bb}	80.7	70.3	29.7	66.1	5.05	38.1	1.97	2.95
N ₂ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^b	87.1	72.8	27.2	73.8	4.77	38.4	1.59	2.65
N ₂ P ₂ K ₂ -(NH ₂) ₂ CO ^{bb}	80.7	71.2	28.8	67.8	4.82	43.6	1.72	2.71
N ₁ P ₁ K ₁ -NH ₄ NO ₃ ^b	90.5	72.6	27.4	65.3	5.35	41.3	1.99	3.08
N ₁ P ₁ K ₁ -NH ₄ NO ₃ ^{bb}	78.1	62.8	38.2	63.1	5.01	41.5	2.09	3.21

X ერთდროული შეტანა

XX წილადობრივი შეტანა

5. აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების ეფექტურობა მანდარინ უნშიუს ბაღში

ამონიუმის გვარჯილისა და კარბამიდის ნორმების გავლენა მანდარინ უნშიუს მოსავალზე ყვითელმიწა ნიადაგების პირობებში ისწავლებოდა 10 წლის განმავლობაში. საშუალო მაჩვენებლები მოცემულია ცხრილში 10, საიდანაც ჩანს, რომ აზოტის შეტანა 21-23%-ით ზრდის მანდარინის მოსავალს კარბამიდის 250გ/ხეზე ნორმის შეტანისას, შემდგომი ზრდა კი არაეფექტურია. ფოსფორ-კალიუმის ორმაგ ფონზე მკვეთრად იზრდება აზოტის ორმაგი ნორმის ეფექტი და შეადგენს 31%-ს. მანდარინ უნშიუს მოსავლის მატება ფონთან შედარებით 1კგ აზოტზე გადაანგარიშებით მაქსიმალურს აღწევს კარბამიდისა და ამონიუმის გვარჯილის 250გ/ხეზე ნორმის შემთხვევაში, სადაც იგი შეადგენს 18-22კგ/ხეზე, ხოლო აზოტის ორმაგი ნორმის (500გ/ხეზე) შემთხვევაში ეს მაჩვენებელი მცირდება, რაც განპირობებულია N:P:K შორის შეფარდების დარღვევით.

მანდარინის ნაყოფის რბილობსა და კანში საერთო აზოტის შემცველობა იცვლება შესაბამისად 0,95-1,31%-ის და 0,67-0,79%-ის ფარგლებში. მკვეთრი სხვაობა ცალკეულ ვარიანტებს შორის არ გამოიკვეთა. მანდარინ უნშიუს მოსავლით აზოტის გამოტანა აზოტოვანი სასუქების მოქმედებით ცალკეულ ვარიანტებს შორის მკვეთრად არ განსხვავდება, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ P₂₅₀K₁₅₀N₅₀₀ ვარიანტს, სადაც ერთ ტონა მოსავალს ნიადაგიდან გამოაქვს 11-12კგ აზოტი, საერთოდ კი მანდარინის ერთ ტონა მოსავლით გამოტანილი აზოტის რაოდენობა 8-12კგ-ის ფარგლებშია.

რაც შეეხება მანდარინის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე აზოტოვანი სასუქების გავლენას (ცხრილი 11), ირკვევა, რომ კარბამიდისა და ამონიუმის გვარჯილის ერთმაგი ნორმის გამოყენებისას ნაყოფების საშუალო მასა 76-81გ შეადგენს. ნაყოფებში რბილობის შემცველობის მაქსიმალური პროცენტი აღინიშნა აზოტის 250გ/ხეზე შეტანისას (67-71%). წვენი გამოსავალი რბილობიდან ამავე ვარიანტებზე 92-98% შეადგენს.

ნაყოფის ქიმიური მაჩვენებლებიდან ჩანს, რომ C ვიტამინის მაქსიმალური შემცველობა ნაყოფში აღინიშნა კარბამიდისა და ამონიუმის გვარჯილის როგორც ერთმაგი, ისე ორმაგი ნორმის ვარიანტებზე და იგი 37,6-37,8მგ% შეადგენს. ფოსფორ-კალიუმის და ორგანული სასუქების გამოყენება არსებითად არ მოქმედებს ამ მაჩვენებელზე. შაქრების ჯამის მაქსიმალური მაჩვენებლები აღინიშნა ამონიუმის გვარჯილის და კარბამიდის 250გ/ხეზე შეტანის ვარიანტებზე, სადაც იგი წვენში 8,2-9,4 გ/100მლ შეადგენს.

ცხრილი 10

აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმების და N:P:K თანაფარდობის გავლენა
მანდარინ უნშიუს პროდუქტიულობაზე, ნაყოფში საერთო აზოტის შემცველობაზე
და მოსავლით აზოტის გამოტანაზე

ცდის სქემა NNBB	10 წლის საშუალო მოსავალი	მატება ფონთან შედარებით	მატება P ₂ K ₂ ვარიანტთან შედარებით	საერთო აზოტის შემცველობა ნაყოფში, %	აზოტის გამოტანა მოსავლით, კგ/ტონა	მოსავლით გამოტანილი აზოტი, კგ/ტონა

	კვ/ზეზე	%	კვ/ზეზე	1კვ აზოტით, კვ	კვ/ზეზე	1კვ აზოტით კვ	რბილობი	კანი		
P1K1+ტორფი-ფონი	21.1	100	-	-	-	-	1.11	0.80	0.214	10.1
P1K1+ ტორფი +N1 (NH2)2 CO	25.8	122	4.7	18.8	-	-	0.95	0.67	0.223	8.6
P1K1+ ტორფი + N2(NH2)2 CO	25.5	121	4.4	8.8	-	-	1.31	0.79	0.295	11.6
P2K2+ ტორფი +N1 (NH2)2 CO	25.9	123	4.8	19.2	-	-	0.98	0.68	0.227	8.7
P2K2+ ტორფი +N2 (NH2)2 CO	27.7	131	6.6	13.2	1.8	3.6	0.89	0.83	0.241	8.7
P2K2+ ტორფი +N1 NH4NO3	26.6	126	5.5	22.2	0.7	2.8	0.98	0.86	0.251	9.4
P2K2+ ტორფი + N1 (NH2)2 CO+ნაკელი	17.3	82	-	-	-	-	0.71	0.61	0.119	6.8

SX, % _ 4,01 საკვები ელემენტების ნორმა N₂₅₀ P₂O₅ 250 K₂ O₁₅₀
 უას₀₅ კვ/ზეზე _ 2,9

ცხრილი 11.

აზოტოვანი სასუქების ნორმების, ფორმების და N:P:K თანაფარდობის გავლენა მანდარინ უნშიუს ნაყოფის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე

ცდის სქემა	ერთი ნაყოფის წონა, გ	რბილობი, %	კანი, %	წვენის გამოსავალი რბილობიდან, %	ტიტრული მჟავიანობა ლიმონმჟავაზე გადაან., გ/100მლ წვენი	ვიტამინი ჩ, მგ/%	მონომჟებები, გ/100მლ. წვენი	შაქრების ჯამი, გ/100მლ. წვენი
P1K1+ტორფი-ფონი	83.7	71.7	28.3	87.0	1.29	33.9	1.83	8.10
P1K1+ ტორფი +N1 (NH2)2 CO	81.5	69.6	30.4	92.1	1.24	37.6	2.34	8.02
P1K1+ ტორფი + N2(NH2)2 CO	77.6	69.1	30.9	92.3	1.43	30.0	2.06	7.48
P2K2+ ტორფი +N1 (NH2)2 CO	80.0	69.3	30.7	84.3	1.21	33.1	2.19	9.36
P2K2+ ტორფი +N2 (NH2)2 CO	71.5	69.6	30.4	88.5	1.37	37.6	2.16	7.78
P2K2+ ტორფი +N1 NH4NO3	76.1	70.6	29.4	92.2	1.21	37.8	2.00	9.36
P2K2+ ტორფი + N1 (NH2)2 CO+ ნაკელი	68.2	65.6	34.4	86.1	1.26	34.9	2.95	8.10

აზოტოვანი სასუქების გავლენა ნიადაგის აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე

1. აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების გავლენა ფორთოხლით დაკავებული წითელმიწა ნიადაგების აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე

წითელმიწა ნიადაგების აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე აზოტოვანი სასუქების გავლენის შესასწავლად დაკვირვების მთელი პერიოდის განმავლობაში 3-ჯერ ჩატარდა ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლების განსაზღვრა. ხანგრძლივი ზემოქმედების შედეგები მოცემულია ცხრილში 12. ამ ცხრილიდან ირკვევა, რომ ამონიუმის სულფატის და ამონიუმის გვარჯილის მოქმედებით ზედა ჰორიზონტებში ადგილი აქვს ფონის ვარიანტთან შედარებით როგორც საერთო ჰუმუსის, ისე საერთო აზოტის უმნიშვნელო კლებას. ამონიუმის გვარჯილის შეტანისას ნორმით 150გ/ზეზე აღინიშნება საერთო აზოტის მნიშვნელოვანი ზრდა. 3H წყლის გამონაწურში 15-30 და 30-45სმ ფენაში იცვლება 4,2-დან 5,9-მდე, ზედა ფენაში ადგილი აქვს არის რეაქციის მიახლოებას ნეიტრალურთან. ფორთოხლის ბაღის

ნიადაგების გაცვლითი მჟავიანობა ძირითადად განპირობებულია გაცვლითი წყალბადით. რაც შეეხება მოძრავ საკვებ ელემენტებს, მათი შემცველობა წითელმიწა ნიადაგებში შემდეგია: ჰიდროლიზური აზოტი და ფოსფორი დაბალია ინდექსების მიხედვით, კალიუმის შემცველობით ეს ნიადაგი მაღალი უზრუნველყოფის დონეზეა, მაგნიუმის შემცველობით კი საშუალოდ უზრუნველყოფის დონეზე. ცალკეულ ვარიანტებს შორის მცირე განსხვავებები აღინიშნება, რაც აიხსნება მცენარეთა კვების სხვადასხვა პირობებით და აზოტოვანი სასუქების ფორმების მოქმედებით.

2. აზოტოვანი სასუქების გავლენა ლიმონით და მანდარინით დაკავებულ ყვითელმიწა ნიადაგის აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე

ლიმონ მეიერის ბაღში ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლები ცდის მიმდინარეობის პერიოდში 3-ჯერ იქნა შესწავლილი. შედეგები მოცემულია დისერტაციაში, ხოლო ავტორეფერატში შევჩერდებით ბოლოს მიღებულ შედეგებზე, რომელიც მოცემულია ცხრილში 13. მიღებული მონაცემები გვიჩვენებს, რომ მინერალური საკვები ელემენტების შეტანით იზრდება ჰუმუსისა და საერთო აზოტის შემცველობა უსასუქო ვარიანტთან შედარებით 0.10-1.16% და 0.01-0.02%-ით შესაბამისად. ყვითელმიწებში აქტუალური მჟავიანობა უმეტესად დაბალია და თითქმის უახლოვდება ნეიტრალურს, მცირე სხვაობა აღინიშნება იმ ვარიანტებზე, სადაც შეტანილია სამივე საკვები ელემენტი (N, P, K) და ორგანული სასუქი. გაცვლითი მჟავიანობა საკვები ელემენტების შეტანით იზრდება და ძირითადად განპირობებულია გაცვლითი ალუმინის იონით. ჰიდროლიზებული აზოტი სიღრმეების მიხედვით მცირდება და საშუალოდ 0-15სმ ფენაში იგი იცვლება 15-20მგ ფარგლებში 100გ ნიადაგში, ხოლო უსასუქო ვარიანტთან შედარებით ამავე ფენაში გადიდებულია 3-5მგ-ით 100გ ნიადაგში.

რაც შეეხება ფოსფორისა და კალიუმის შემცველობას 100გ ნიადაგში, საკოტროლო ვარიანტთან შედარებით გადიდებულია, ხოლო სიღრმეების მიხედვით კი შემცირებულია. საერთოდ ეს ნიადაგები ამ ელემენტების შემცველობის მიხედვით საშუალო უზრუნველყოფის დონეზეა. კალციუმითა და მაგნიუმით ყვითელმიწა ნიადაგი უზრუნველყოფილია. სიღრმეების მიხედვით მათი შემცველობა იცვლება ნიადაგის არის რეაქციის მიხედვით.

მანდარინ უნშიუს ბაღში ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლები ცდის მიმდინარეობის პერიოდში ორჯერ იქნა შესწავლილი. ჰუმუსის შემცველობა მერყეობს 2.8-2.9%-ის.

ცხრილი 12

ამონიუმის სულფატისა და ამონიუმის გვარჯილის ნორმების გავლენა წითელმიწა ნიადაგების აგროქიმიური მაჩვენებლებზე
(ფორთოხალი ვაშიგტონ-ნაველი)

აზოტოვანი სასუქების ნორმები PK CaMg, ფონზე, გ/ზეზე	ნიადაგის სიღრმე, სმ	საერთო ჰუმუსი, %	C, %	საერთო აზოტი, %	C:N	pH		მჟავიანობის ფორმები, მგ/ექვ. 100გ			მოძრავი ფორმები, მგ/100გ. ნიადაგში							
						H ₂ O	H ₂ O	გაცვლითი		ჰიდროლიზური	ჰიდროლიზებული აზოტი	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO			
								საერთო	Al ³⁺									

KCaMg- (ფონი)	0-15	6.37	3.7	0.65	5.7	5.7	4.4	2.52	0.18	7.70	20.91	18.20	52.5	154.7	5.5
	15-30	5.61	3.3	0.54	6.1	5.3	4.0	3.12	0.92	7.10	14.00	14.00	52.0	123.2	26.0
	30-45	5.45	3.2	0.36	8.9	5.1	3.8	2.11	0.83	7.25	17.49	7.00	47.5	112.4	19.9
ფონი +N 75 (NH ₄) ₂ SO ₄	0-15	5.32	3.1	0.38	8.2	6.8	5.2	4.78	0.46	8.05	16.65	4.00	41.3	137.9	22.2
	15-30	5.29	3.1	0.28	11.1	5.7	4.5	2.76	0.36	7.65	14.76	3.00	40.8	154.7	21.2
	30-45	5.14	3.0	0.21	14.3	5.3	4.1	3.77	0.55	7.30	12.00	5.60	38.0	161.7	20.0
ფონი +N 150 (NH ₄) ₂ SO ₄	0-15	5.63	3.3	0.50	6.6	6.8	5.3	2.48	0.74	8.50	20.90	6.00	50.0	151.3	21.6
	15-30	5.73	3.3	0.44	4.5	6.0	4.3	2.12	0.55	8.28	17.40	9.00	49.3	140.3	17.2
	30-45	4.37	2.5	0.41	6.1	6.8	3.9	1.75	0.45	8.05	16.61	8.50	42.5	144.5	16.8
ფონი +N 300 (NH ₄) ₂ SO ₄	0-15	4.29	2.5	0.18	22.7	6.8	5.3	3.86	1.10	9.40	16.60	25.00	46.7	168.5	37.1
	15-30	4.00	2.3	0.16	14.4	5.3	4.7	2.21	0.55	8.95	12.82	14.00	46.0	160.5	26.6
	30-45	3.93	2.3	0.11	12.8	5.0	4.3	2.39	0.64	3.41	10.40	12.00	42.5	140.0	31.5
ფონი +N 450 (NH ₄) ₂ SO ₄	0-15	5.81	3.4	0.64	5.3	5.5	4.9	2.02	0.98	4.73	18.19	66.00	55.00	178.4	27.1
	15-30	5.56	3.2	0.54	5.9	5.5	4.0	1.84	0.46	9.94	16.29	38.00	42.5	143.4	35.4
	30-45	4.96	2.9	0.24	12.1	4.9	3.7	1.10	0.55	8.04	15.50	5.00	35.0	153.7	32.7
ფონი +N 75 NH ₄ NO ₃	0-15	5.36	3.1	0.39	7.9	5.8	4.9	2.57	0.36	8.60	17.00	31.00	55.00	154.6	16.4
	15-30	5.27	3.1	0.32	9.7	5.3	4.3	2.12	0.28	8.00	16.65	17.00	50.0	141.8	31.1
	30-45	4.95	2.8	0.30	9.3	5.9	4.2	1.84	0.46	7.82	14.45	13.00	45.0	167.3	21.9
ფონი +N 150 NH ₄ NO ₃	0-15	5.54	3.2	0.96	3.8	4.9	4.2	1.56	0.28	6.40	21.61	21.00	46.2	133.4	18.5
	15-30	5.50	3.2	0.89	3.6	4.8	3.7	3.12	1.10	10.58	19.78	14.00	42.5	137.9	18.1
	30-45	4.00	2.3	0.84	2.4	4.9	4.0	4.23	0.18	9.20	16.57	4.00	41.3	126.0	16.3
ფონი +N 300 NH ₄ NO ₃	0-15	6.26	3.6	0.68	14.4	5.8	4.1	3.58	1.15	9.30	22.37	16.00	45.0	165.9	20.0
	15-30	5.25	3.0	0.50	6.0	5.2	3.8	3.68	0.55	9.85	21.67	14.00	42.5	84.1	8.4
	30-45	4.73	2.7	0.25	4.0	4.2	3.7	4.96	0.55	11.05	20.18	9.00	41.2	82.3	5.4
ფონი +N 450 NH ₄ NO ₃	0-15	5.59	3.2	0.36	24.6	4.7	3.8	6.72	1.46	13.80	18.68	15.00	55.0	91.9	15.0
	15-30	5.18	3.2	0.15	20.0	5.3	3.1	5.98	1.36	11.60	16.46	12.00	46.7	125.9	12.3
	30-45	4.65	2.7	0.13	7.5	4.8	3.4	8.28	2.28	13.75	15.16	12.60	41.2	164.1	19.0

ცხრილი 13

მინერალური საკვები ელემენტების გავლენა ყვითელმიწა ნიადაგების აგროქიმიურ
მაჩვენებლებზე
(ცდა ლიმონ მეიერზე, 1991)

ცდის სქემა	ნიადაგის სიღრმე, სმ	საერთო				pH		მჟავიანობის ფორმები, მგ/ექვ. 100გ		მიძრავი ფორმები, მგ/100გ ნიადაგში				
		ჰუმუსი %	P%	აზოტი %	N	H ₂ O	KCl	გაცვლითი		ჰიდროლიზებული აზოტი	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
								საერთო	Al ³⁺					
უსასუქო	0-15	2.29	1.38	0.16	8.3	6.0	5.3	8.82	8.64	15.7	38.0	30.9	161.3	30.3
	15-30	1.50	0.87	0.15	5.8	6.8	5.4	8.00	7.87	11.8	30.0	14.5	126.5	52.7
	30-45	1.16	0.67	0.12	5.6	5.7	4.5	6.91	6.80	8.0	27.0	14.0	131.2	72.1
PK	0-15	2.39	1.39	0.15	9.3	6.7	5.7	6.32	6.19	18.2	55.0	47.5	141.7	45.2
	15-30	1.30	0.75	0.13	5.8	6.2	5.0	5.72	5.65	17.3	43.0	26.0	100.8	48.9
	30-45	1.06	0.62	0.10	6.2	6.1	5.0	3.67	3.62	17.0	37.0	16.0	81.8	57.7
NP	0-15	3.22	1.87	0.18	10.4	6.2	5.1	7.51	7.36	19.3	37.0	14.0	122.6	39.0
	15-30	1.75	1.02	0.14	5.7	6.7	5.1	5.00	4.94	14.0	26.0	11.4	110.6	41.5
	30-45	1.50	0.87	0.12	7.25	6.0	5.0	9.20	8.39	11.5	23.0	10.0	90.9	56.4
NK	0-15	1.86	1.08	0.14	7.7	7.0	6.0	5.01	4.85	20.3	28.0	48.2	124.0	53.9
	15-30	1.06	0.62	0.10	6.2	6.8	5.7	6.80	6.66	19.7	24.0	27.1	112.2	50.2
	30-45	0.99	0.57	0.09	6.3	6.4	5.4	5.12	5.05	13.7	22.0	20.0	88.0	46.5
NPK	0-15	3.45	2.00	0.18	11.1	5.7	4.5	8.70	8.53	18.6	30.0	72.9	115.8	15.4
	15-30	1.29	0.75	0.14	5.4	5.0	4.7	7.45	7.29	12.5	28.0	26.0	111.4	29.1
	30-45	1.02	0.59	0.10	5.9	5.4	4.9	3.57	3.51	11.6	25.0	14.0	97.1	58.9
NPK +ნაკელი	0-15	2.89	1.68	0.16	10.5	5.3	4.7	11.33	11.20	19.0	37.0	80.9	127.4	18.6
	15-30	2.79	1.62	0.16	10.1	5.4	4.6	6.80	6.67	15.3	30.0	71.1	102.2	19.7
	30-45	2.07	1.20	0.16	17.5	5.0	4.3	3.39	3.34	14.9	28.0	60.5	98.6	26.4

ფარგლებში. საერთო აზოტი მერყეობს უფრო ფართო ფარგლებში 0.21-0.39%. მჟავიანობას შორის მკვეთრი სხვაობა არ იკვეთება. მიძრავი ფორმები-ფოსფორი, კალიუმი,კალციუმი და მაგნიუმი მაღალი უზრუნველყოფის დონეზეა ინდექსების მიხედვით

სხვადასხვა ფორმის ესპანური პრეპარატების გავლენა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაკელის მოსავალსა და ზოგიერთ ქიმიურ მაჩვენებლებზე

სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარების უზრუნველყოფის ღონისძიებათა სისტემაში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება აგროღონისძიებებს, რომლებიც

ითვალისწინებენ ბუნებრივი პროცესების ხასიათსა და თავისებურებებს. ბოლო წლებში განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა მინერალური სასუქების მაღალი ნორმების ალტერნატივის შესწავლას. ფართოდ ისწავლება ტორფის ბაზაზე შექმნილი სხვადასხვა ორგანო-მინერალური პრეპარატები.

ამ მიზნით ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ბაღში შესწავლილ იქნა ესპანური ფირმა "ინაგროსას" პრეპარატები. ცდის სქემა და ისტორია მოცემულია კვლევის ობიექტსა და მეთოდოლოგიაში. აღნიშნული პრეპარატების სავსე ცდის პირობებში გამოცდამ გვიჩვენა ფორთოხლის მოსავლიანობის მატება 6,1 კგ/ხეზე (66%) საკონტროლოსთან შედარებით მიღებულია ამინოლ-ფორტეს ვარიანტზე, ხოლო ჰუმიფორტეს ვარიანტზე კი-2,2 კგ/ხეზე (21%). სხვა დანარჩენმა პრეპარატებმა მოგვცა მოსავლიანობის მცირე მატება.

აღნიშნული პრეპარატების მკვეთრი გავლენა ფორთოხლის ნაყოფის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე არ გამოვლინდა. საკონტროლოსთან შედარებით 2%-ით გაიზარდა რბილობის რაოდენობა და 1.5%-ით შემცირდა კანისა, ხოლო C ვიტამინის შემცველობა იცვლება 41.4-44.09 მგ%-ის ფარგლებში ქულათო ფორტეს, კადოსტიმის და ფონსუტრენის გამოყენების ვარიანტზე.

ციტრუსოვანთა აზოტით კვების დიაგნოსტიკა

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

როგორც იყო აღნიშნული კვლევის მიზანსა და ამოცანებში (თავი 3), ციტრუსოვანთა ფოთლებში საკვები ელემენტების შემცველობის დიაგნოსტიკის მიზნით ანალიზი უტარდებოდა პირველ ნაზარდის ფოთლებს. კვლევის ობიექტი იყო ვაშინგტონ-ნაველის და ლიმონ მეიერის მინდვრის ცდა, სადაც ისწავლებოდა აზოტოვანი სასუქების ფორმების და ნორმების ეფექტურობა. ამისათვის პირველი ნაზარდის ფოთლებში განვსაზღვრეთ N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO და MNO შემცველობა. ჩავატარეთ საკვები ელემენტებისა და მოსავლის, ან აზოტის ნორმების შემცველობის წყვილ დამოკიდებულებათა რეგრესიული ანალიზი კვადრატული განტოლებების გამოყენებით. სხვადასხვა მაჩვენებლებისათვის შერჩეული იქნა სხვადასხვა კოეფიციენტი. შედეგები ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველისათვის მოცემულია ცხრილში 14, საიდანაც ჩანს, რომ N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO და MNO გასაანგარიშებელი მნიშვნელობა არ იცვლება, ვარიანტების მიხედვით ისინი უახლოვდებიან ექსპერიმენტულ მნიშვნელობებს ერთმაგი და ორმაგი ნორმებისათვის. აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ ერთ ხეზე 150გ ამონიუმის სულფატის შეტანისას 9კგ/ხეზე მოსავლის მისაღებად და ერთ ხეზე 450გ ამონიუმის გვარჯილის შეტანისას 14კგ/ხეზე მოსავლის მისაღებად ფორთოხლის ფოთლებში საკვები ნივთიერების შემცველობა უნდა იყოს: N-2,8-3,9; P₂O₅-0,32-0,39; K₂O-2,57-2,85; CaO-2,42-2,45; MgO - 0,139; MNO-0,002-0,0024%.

ასეთივე წყვილ დამოკიდებულებათა რეგრესიული ანალიზი გაკეთდა ლიმონ მეიერის

მოსავალსა და საკვებ ელემენტებს შორის. მიღებული თეორიულის ფაქტობრივთან მიახლოებული მნიშვნელობების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ NPK ერთმაგი ნორმების შეტანის შედეგად მიღებული ლიმონის საშუალო მოსავალი-6კგ-მდე ხეზე განისაზღვრება პირველნაზარდი ფოთლების შემდეგი ქიმიური

შედგენილობით: N-2,50- 2,94; P₂O₅-0.38; K₂O-1,31; CaO-2,29-2,43; MgO -0,175-0,179; MNO-0,002-0,0022%.

ცხრილი 14

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

აზოტოვანი სასუქების ნორმები PKCaMg ფონზე (გ/ზეზე)	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
150	0.24	0.33	1.56	2.22	2.47	2.45	0.112	0.139	0.0032	0.0024
300	0.33	0.32	2.88	2.20	2.62	2.47	0.144	0.139	0.0022	0.0024
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
150	0.31	0.38	2.68	2.57	2.26	2.35	0.144	0.139	0.0021	0.0020
300	0.37	0.34	2.84	2.65	2.48	2.43	0.171	0.139	0.0021	0.0023
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 სხვადასხვა ფორმისა და ნორმის ეკონომიკური ეფექტიანობა ციტრუსოვანთა(მანდარინი, ფორთოხალი, ლიმონი) ბაღში

აზოტოვანი სასუქების ეკონომიკური ეფექტიანობის შესწავლისათვის პირობითად აღებული იქნა საბაზრო პირობებში არსებული ფასები. ჩვენს მიერ აღწერილ მინდვრის ცდებში ცალკეული კულტურებისათვის აზოტოვანი სასუქების ყველაზე ეფექტური ნორმა და ფორმა ასე გამოიკვეთა:ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველისათვის N₇₅₋₁₅₀,P₂O₅ 150, K₂O₁₀₀ გ/ზეზე ამონიუმის სულფატი, ამონიუმის გვარჯილა, კარბამიდი და ნატრიუმის გვარჯილა; მანდარინ უნშიუს ბაღში- N₂₅₀, P₂O₅ 250, K₂O₁₅₀ და ლიმონ მეიერის ბაღში კი- N₁₅₀, P₂O₅ 150, K₂O₁₀₀ როგორც კარბამიდის, ისე ამონიუმის გვარჯილის გამოყენებისას.

მაღალი ეკონომიკური მაჩვენებლები ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ბაღში ამონიუმის სულფატის, ამონიუმის გვარჯილის, კარბამიდის და ნატრიუმის გვარჯილის გამოყენებისას ხასიათდება შემდეგი კანონზომიერებით:წმინდა შემოსავალმა შესაბამისად 2.3; 2.2, 4.2 და 4.3 ათასი ლარი/ჰა შეადგინა, რენტაბელობის დონემ - 703.1; 954.9; 1045.1 და 671.7, თითოეულ დახარჯულ ლარზე მოგება 8-11 ლარი შეადგინა.

კარბამიდისა და ამონიუმის გვარჯილის შეტანით მანდარინ უნშიუს ბაღში პირობითი წმინდა შემოსავალი 1.6 და 1.9 ათასი ლარი/ჰა შეადგენს, რენტაბელობის დონე კი 445.7 და 254.1%-ია. თითოეულ დახარჯულ ლარზე მოგება 3.5-5.5 ლარის ფარგლებში მერყეობს.

ლიმონ მეიერის ბაღში კარბამიდისა და ამონიუმის გვარჯილის შეტანით მიღებულია წმინდა შემოსავალი ფოსფორ-კალიუმის ერთმაგი ნორმის დროს - 9-15.6 ათასი ლარი, რენტაბელობის დონე 1309.2 და 1986.9%-ის ფარგლებშია, ხოლო თითოეულ დახარჯულ ლარზე მოგებამ 14.1-20.8 ლარი შეადგინა.

აგროქიმიურ კვლევებში აზოტის სტაბილური იზოტოპის ¹⁵N-ის გამოყენების თავისებურებანი

1. აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა ციტრუსოვანთა პროდუქტიულობაზე

აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა ლიმონისა და ფორთოხლის ბიოლოგიურ აქტივობაზე შესწავლილი იქნა სავეგეტაციო ცდის მაქსიმალურად კონტროლირებად პირობებში აზოტის სტაბილური იზოტოპის ¹⁵N-ის გამოყენებით. მოღებული შედეგებიდან (ცხრილი 15) ჩანს, რომ აზოტოვანი სასუქების ფორმები არაადექვატურ გავლენას ახდენენ მცენარეთა პროდუქტიულობაზე. ამონიუმის სულფატი (PK+ჩა)-ფონთან შედარებით 71%-ით ზრდის ფორთოხლის მცენარის საერთო მასას, ნატრიუმის გვარჯილის შეტანა-56%, ამონიუმის ქლორიდისა კი -7%-ით.

ფორთოხლის მცენარის მიწისზედა მასისა და ფესვთა სისტემის შეფარდება პრაქტიკულად არ იცვლება ცდის ყველა ვარიანტზე, ხოლო ლიმონის მცენარის მიწისზედა ნაწილის და ფესვთა სისტემის შეფარდებაში არსებითი სხვაობაა. მიწისზედა ნაწილის მასის მატება ფონთან შედარებით მერყეობს 21-39%-ის ფარგლებში. ფესვთა სისტემა ამონიუმის სულფატის შეტანისას პრაქტიკულად არ იძლევა ნამატს (5%). დანარჩენი ორი ფორმის შეტანა იწვევს ფესვთა მასის შემცირებას, რაც საერთო ბიომასის მაჩვენებლებზე აისახება.

აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა ფორთოხლისა და ლიმონის ბიოპროდუქტიულობაზე უფრო რელიეფურადაა გამოხატული მცენარეული მასის მატების მხრივ. ყველაზე არსებითი მატება ფორთოხლის მცენარისათვის გამოვლინდა ამონიუმის სულფატის შეტანისას-154,7გ, ნატრიუმის გვარჯილის შეტანისას მატებამ 122,5გ შეადგინა, ხოლო ამონიუმის ქლორიდის შეტანისას - 16გ. ლიმონის მცენარეზე ბიომასის ბევრად უფრო მცირე მატება აღინიშნა.

აზოტის სტაბილური იზოტოპით ¹⁵N-ით გამდიდრებული სასუქის გამოყენებით განსაზღვრული იქნა ფორთოხლის მცენარის მიერ შეთვისებული აზოტის რაოდენობაში სასუქის აზოტის წილი - 59-61%, ნიადაგის აზოტზე შეთვისებული აზოტის 39-41% მოდის.

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

2. აზოტოვანი სასუქების ნორმებისა და ფორმების გავლენა ციტრუსოვანთა პროდუქტიულობაზე

აზოტოვანი სასუქების (კარბამიდი და ამონიუმის გვარჯილა) ნორმების გავლენის შესწავლამ ფორთოხლისა და ლიმონის ბიომასაზე გვიჩვენა, რომ კარბამიდის შეტანით ამ კულტურების მცენარეული ბიომასის მაქსიმალური

მატება-23-49გ ფონთან შედარებით აღინიშნა N_{5.0გ/ჭურჭელზე} შეტანისას, ხოლო ამონიუმის გვარჯილის გამოყენებისას კი

ცხრილი 15

აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა ციტრუსოვანთა
 ბიოპროდუქტიულობაზე
 და აზოტის შეთვისებაზე N_{2.5გ/ჭურჭელზე} (49-31გ).

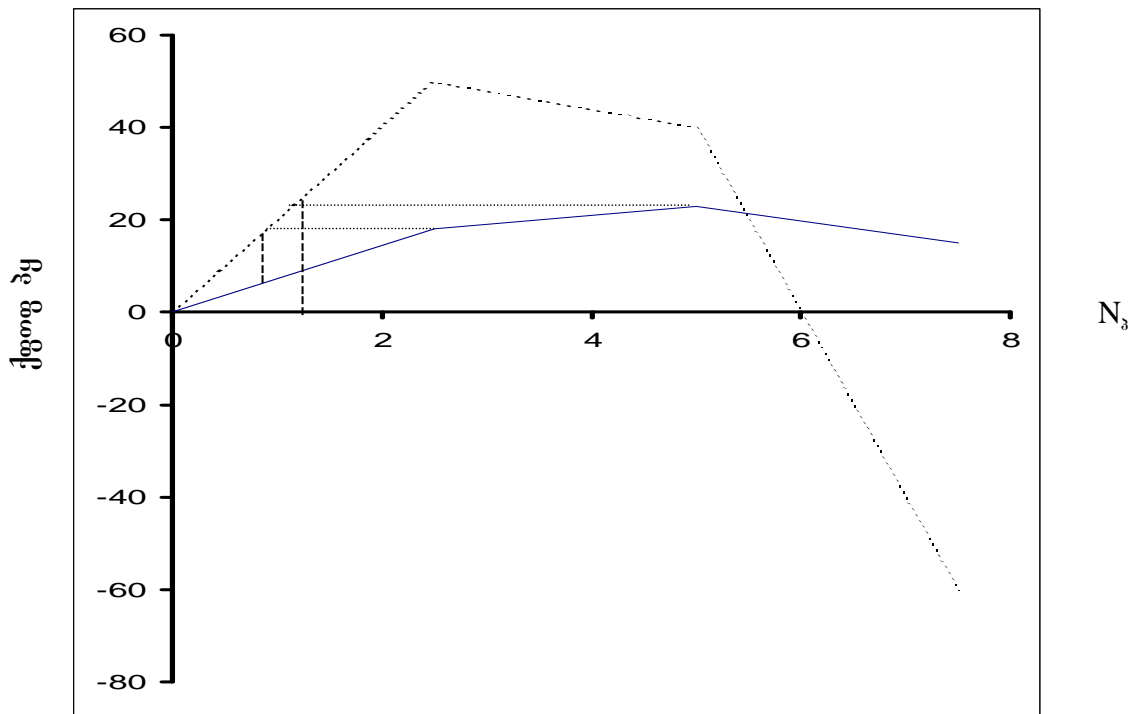
ფესვებისა და ფოთლების სასიმილაციო აპარატის მასების ურთიერთშეფარდება

აზოტოვანი სასუქების ფორმები PKCa ფონზე	მცენარეული მასა, გ			ნამატი აზოტისაგან, გ			აზოტის გამოტანა მცენარის მიერ, მგ/ჭურჭელზე			მიწისზე და ნაწილი ფესვთა სრსტემა
	მიწისზედა ნაწილი	ფესვთა სისტემა	საერთო მასა	მიწისზედა ნაწილი	ფესვთა სისტემა	საერთო მასა	საერთო აზოტი	სასუქის აზოტი	ნიადაგის აზოტი	
ფორთოხალი										
PKCa- ფონი	127.30	89.65	216.95	-	-	-	1654.93	-	-	1.42
(¹⁵ NH ₂) ₂ CO ₄	216.95	154.70	371.65	89.70	65.05	154.75	5274.54 100%	3101.93 59%	2172.62 41%	1.40
¹⁵ NH ₄ Cl	137.29	95.95	233.24	9.99	6.30	16.29	3596.75 100%	2197.83 61%	1398.92 39%	1.43
Na ¹⁵ NO ₃	195.82	143.70	339.52	68.52	54.05	122.57	3397.70 100%	2063.23 60%	1334.47 40%	1.36
ლიმონი										
PKCa - ფონი	68.91	55.20	124.11	-	-	-	1099.44	-	-	1.25
(¹⁵ NH ₂) ₂ SO ₄	95.98	57.95	153.93	27.07	2.75	29.82	2323.74 100%	1262.1 54%	1061.6 46%	1.65
¹⁵ NH ₄ Cl	90.05	47.85	137.90	21.14	-7.35	13.79	1815.93 100%	1041.7 57%	774.22 43%	1.88
N ₃ ¹⁵ NO ₃	83.66	34.80	118.46	14.75	-20.40	-5.65	1587.02 100%	694.34 44%	892.68 56%	2.40

წარმოდგენას იძლევა მცენარეთა ფესვებით უზრუნველყოფაზე. ჩვენ შემთხვევაში

შეფარდება “ფესვთა სისტემა-ფოთლები” ფორთოხლისათვის 2,6-2,46 ფარგლებში იცვლება, ხოლო ლიმონისათვის უფრო ფართო საზღვრებში-1,94-3,06.

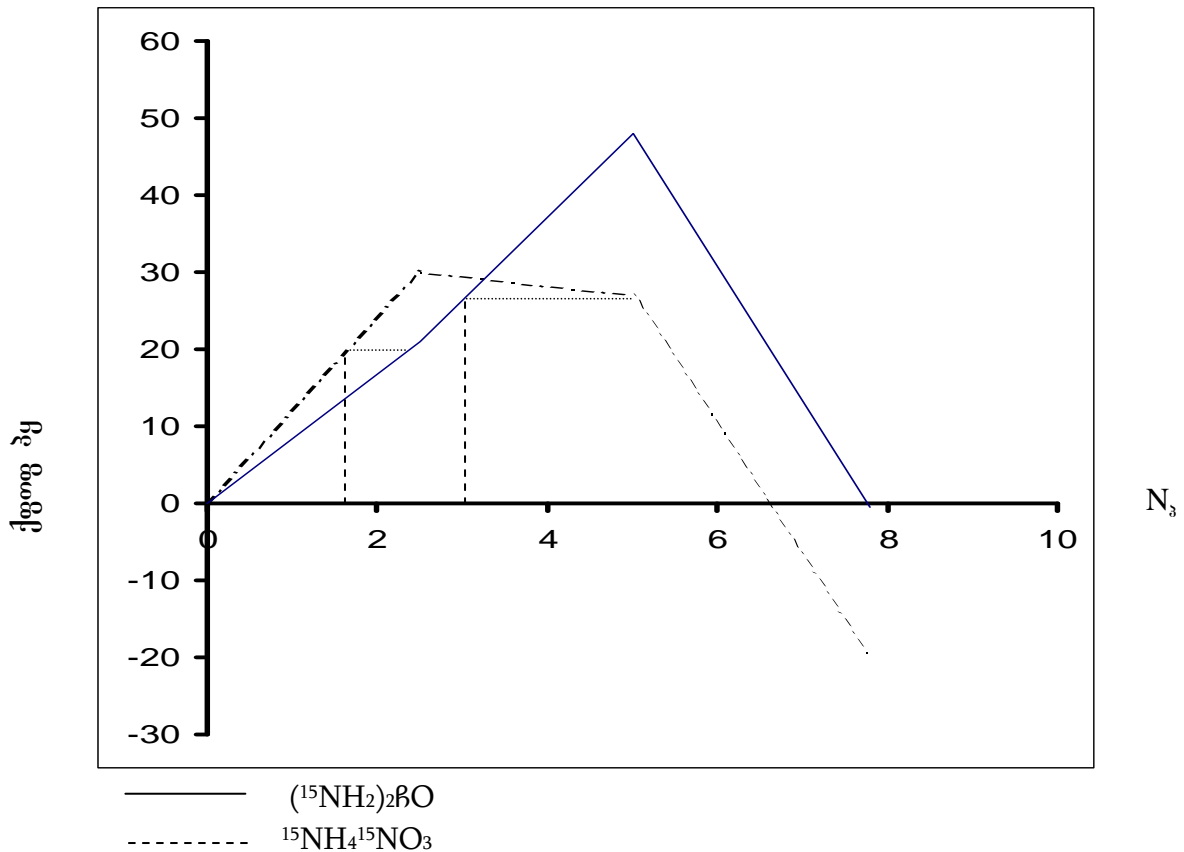
ამონიუმის გვარჯილისა და კარბამიდის ნორმების მცენარეული მასის მატებაზე გავლენის ამსახველი მონაცემები საშუალებას იძლევა გავიანგარიშოთ პროცენტებში ერთი სასუქის ექვივალენტი მეორის ერთეულებში. ნახ. 2 ჩანს, რომ ფორთოხლის ცდაში კარბამიდის სახით შეტანილი 2,5გ აზოტი უზრუნველყოფს მცენარეული მასის ისეთივე მატებას, როგორც ამონიუმის გვარჯილის 0,95გ აზოტი.



————— $(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$
 - - - - - $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$

ნახ. 2. აზოტოვანი სასუქების გავლენა ფორთოხლის ბიომასაზე ლიმონის ცდაში (ნახ.3) დაბალი ნორმებით შეტანილი (2,5გ) კარბამიდი უზრუნველყოფს მცენარეული მასის მატებას 21,6გ. ასეთივე მატებას უზრუნველყოფს 1,65გ აზოტი, შეტანილი ამონიუმის გვარჯილის სახით. ამონიუმის გვარჯილის მაღალი ნორმების შეტანისას 5გ აზოტი უზრუნველყოფს მცენარეული მასის მატებას 28გ-ით. ასეთივე მატებას იძლევა კარბამიდის აზოტის 3გ ნორმით შეტანა.

მცენარეების ცალკეულ ორგანოებში საერთო აზოტის განსაზღვრამ ^{15}N -ის გამოყენებით საშუალება მოგვცა დაგვედგინა შეტანილი აზოტოვანი სასუქების წილი მცენარეული მასის შექმნაში. ნახ. 4-დან ჩანს, რომ ფორთოხლის ცდაში კარბამიდის ერთმაგი ნორმით შეტანისას მცენარის მიერ ნიადაგური აზოტის გამოტანა საერთო რაოდენობის 44,5% შეადგენს. ე.ი. სასუქის აზოტის წილზე მოდის 55,5%. ნორმის გადიდებით სასუქის აზოტის წილობრივი მასა იზრდება და იგი მერყეობს 73-74%-ის ფარგლებში. ანალოგიური კანონზომიერებაა შენარჩუნებული ამონიუმის გვარჯილის გამოყენების შემთხვევაშიც.



ნახ. 3. აზოტოვანი სასუქების გავლენა ლიმონის ბიომასაზე

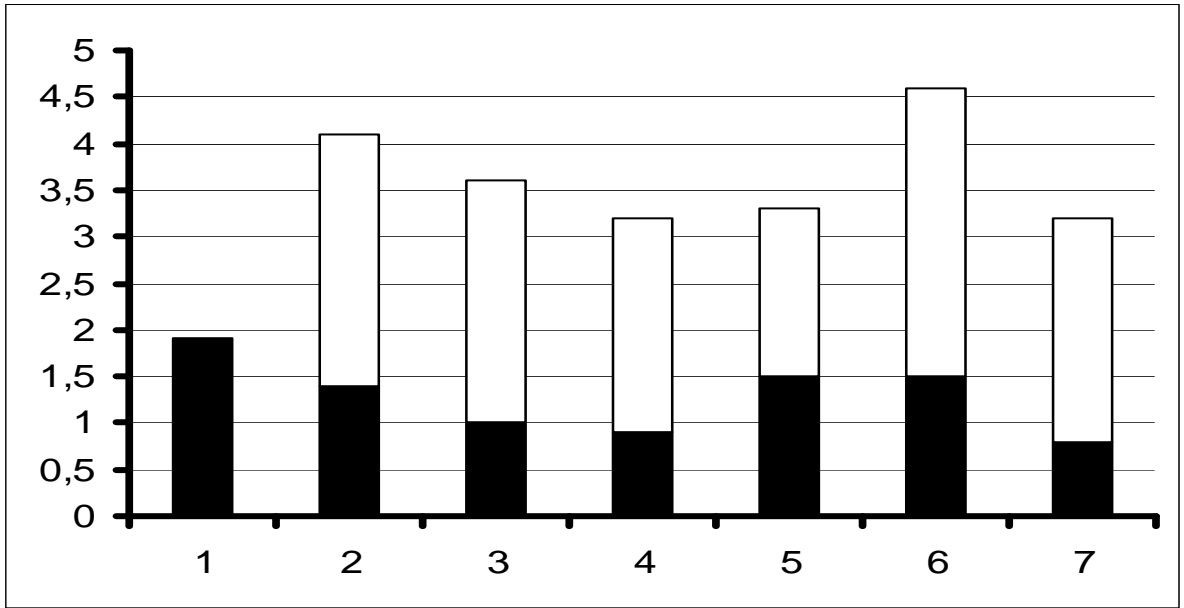
ლიმონის ცდაში სასუქის აზოტის ხვედრითი წილის ზრდის ტენდენცია და ნიადაგის აზოტის წილის შემცირება საერთო გამოტანის რაოდენობაში შენარჩუნებულია. ნახ. 5-დან ჩანს, რომ ფორთოხლისაგან განსხვავებით ლიმონის ცდაში აზოტოვანი სასუქების ნორმების მატებით იზრდება სასუქის აზოტის წილი მცენარის მიერ გამოტანილი საერთო აზოტში.

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

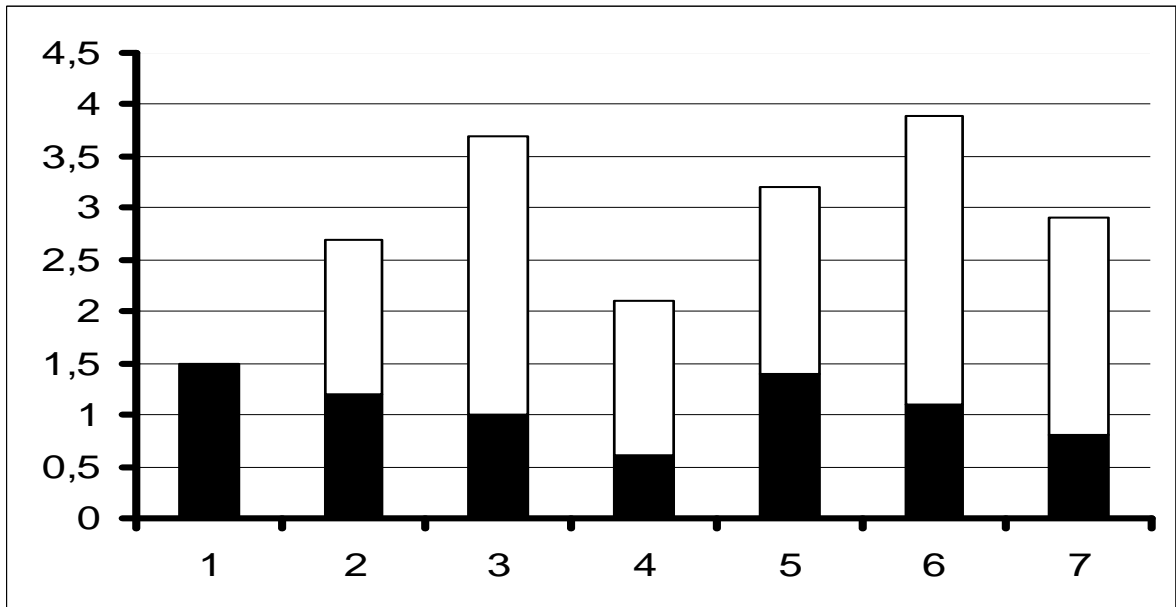
აზოტის სტაბილური იზოტოპის ^{15}N -ით ნიშანდებული აზოტოვანი სასუქების გამოყენებით შესწავლილ იქნა სასუქების ერთჯერადი და წილადობრივი შეტანის გავლენა ციტრუსოვანთა პროდუქტიულობაზე. ჩატარებული კვლევის შედეგები მოყვანილია ნახ. 6, საიდანაც ჩანს, რომ ამონიუმის გვარჯილის ერთჯერადად შეტანისას მატება ფონთან შედარებით შეადგენს 36გ/ჰურჰელზე. ნორმის წილადობრივი შეტანის შემთხვევაში მატება 10-15გ/ჰურჰელზე ფარგლებშია. კარბამიდის ნორმის ერთჯერადად შეტანისას მატება შეადგენს 4გ/ჰურჰელზე, წილადობრივად შეტანის შემთხვევაში კი 10-23 გ/ჰურჰელზე ფარგლებში მერყეობს.

მე-7 ნახაზე მოცემულია ლიმონის მცენარის მიწისზედა ნაწილის საერთო მასის მატება, საიდანაც ჩანს, რომ ამონიუმის გვარჯილის ნორმის ერთჯერადი შეტანისას მატება შეადგენს 18 გ/ჰურჰელზე წილადობრივი შეტანისას კი 6-7 გ/ჰურჰელზე

ფარგლებშია. მიწისზედა ნაწილის საერთო ომასის 40% მოდის ფოთლებზე, 1-2 წლიან ღეროებზე მოდის 21%, ხოლო 3-4 წლიან ღეროებზე -31%.



ნახ. 4 აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა მცენარეული მასით აზოტის გამოტანაზე (ცდა ფორთოხალზე)

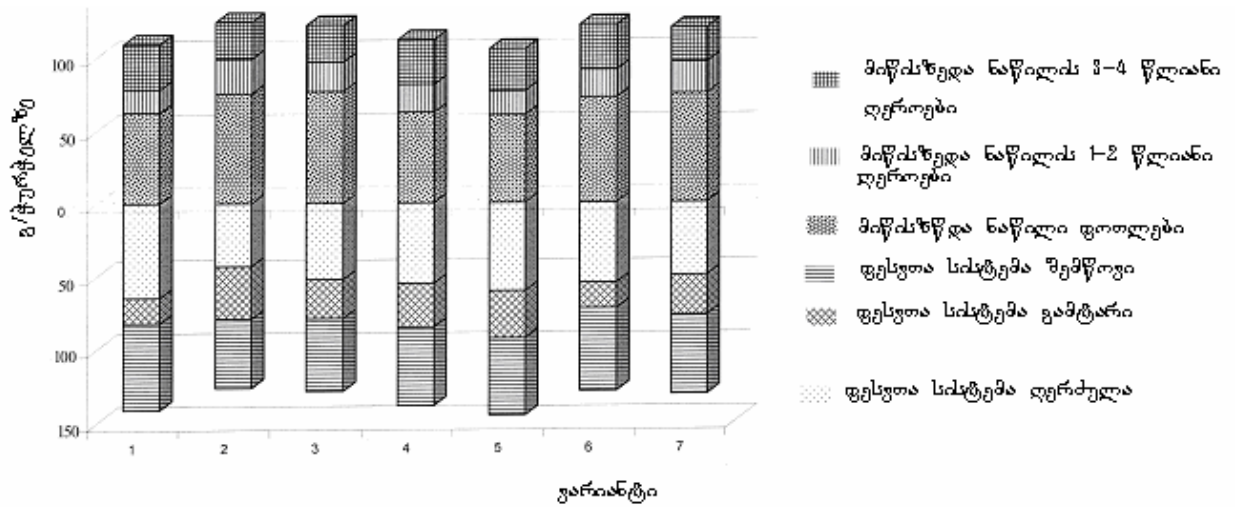


■ ნიადაგის აზოტი

□ სასუქის აზოტი

1. PK 2. PK+(¹⁵NH₂)₂ბო-2.5გ 3. PK+(¹⁵NH₂)₂ბო-5.0გ
 4. PK+(¹⁵NH₂)₂ბო-7.5გ 5. PK+¹⁵NH₄¹⁵NO₃-2.5გ 6. PK+¹⁵NH₄¹⁵NO₃-5.0გ
 7. PK+¹⁵NH₄¹⁵NO₃-7.5გ

ნახ. 5. აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა მცენარეული მასით აზოტის გამოტანაზე (ცდა ლიმონზე)



ცდის სცემა 40%

1. PK+ ფონი 2. PK +¹⁵NH₄¹⁵NO₃ 3. PK +¹⁵NH₄¹⁵NO₃ ¹⁴N 60% ¹⁵N 40%

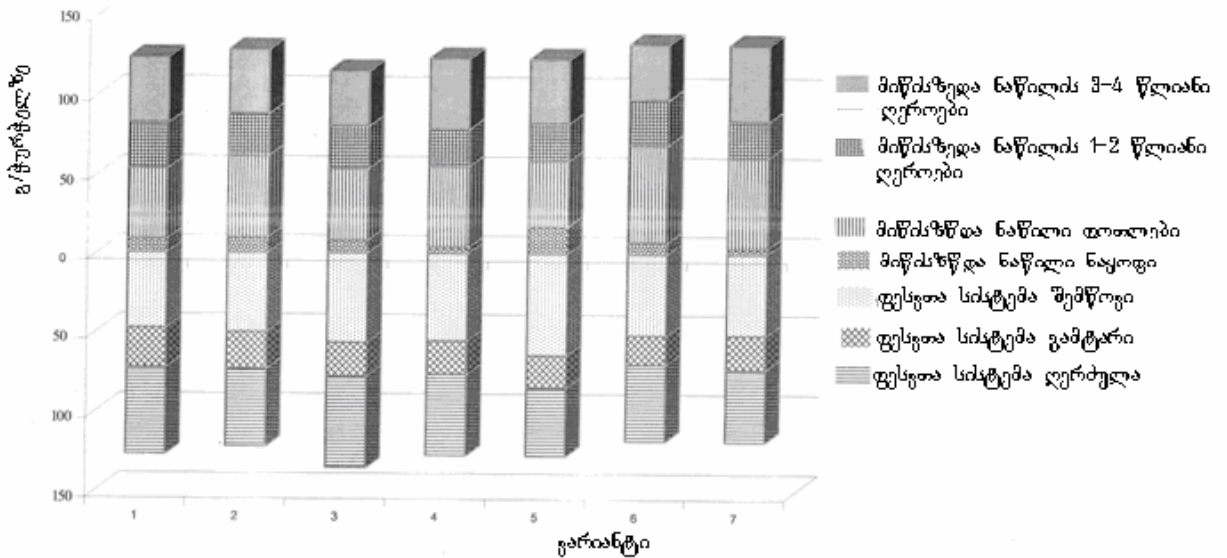
4. PK +¹⁵NH₄¹⁵NO₃ ¹⁵N60% ¹⁴N40% 5. PK +(¹⁵NH₂)₂ BO

6. PK +(¹⁵NH₂)₂ BO ¹⁴N40% ¹⁵N60%. 7. PK +(¹⁵NH₂)₂ BO ¹⁵N60%.¹⁴N40%

ნახ. 6. აზოტოვანი სასუქების ფორმების ერთჯერადი და წილადობრივი შეტანის გავლენა ფორთოხლის მცენარის ბიოპროდუქტიულობაზე (გ/ჭურჭელზე)

ორივე კულტურის (ფორთოხალი, ლიმონი) ფესვთა სისტემის საერთო მასაში ძირითადი ნაწილი მოდის შემწოვ და ღერძულა ფესვებზე, ხოლო მცირე ნაწილი-გამტარ ფესვებზე. შეტანის ხერხებს შორის მკვეთრი სხვაობა არ აღინიშნა.

მოცემულ ცდაში აზოტოვანი სასუქების ერთჯერადი და წილადობრივი შეტანა გავლენას ახდენს მცენარეების მიერ აზოტის შეთვისებაზე. ცხრილიდან 16 ირკვევა, რომ ამონიუმის გვარჯილის ერთჯერადი შეტანისას ფორთოხლის მცენარის მიერ შეთვისებული



ცდის სცემა 1. PK+ ფონი 2. PK +¹⁵NH₄¹⁵NO₃ 3. PK +¹⁵NH₄¹⁵NO₃ ¹⁴N 60% ¹⁵N 40%

4. PK +¹⁵NH₄¹⁵NO₃ ¹⁵N60% ¹⁴N40% 5. PK +(¹⁵NH₂)₂ βO

6. PK +(¹⁵NH₂)₂ βO ¹⁴N40% ¹⁵N60%. 7. PK +(¹⁵NH₂)₂ βO ¹⁵N60%.¹⁴N40%

ნახ. 6. აზოტოვანი სასუქების ფორმების ერთჯერადი და წილადობრივი შეტანის

გავლენა ლიმონის მცენარის ბიოპროდუქტიულობაზე (გ/ჭურჭელზე) აზოტის 54% სასუქის აზოტზე მოდის, ხოლო ნიადაგის აზოტზე-46%. წილადობრივი შეტანის შემთხვევაში ნიადაგის აზოტის ხვედრითი წილი 73-75%-ის ფარგლებშია, სასუქის აზოტისა კი 25-27%. კარბამიდის გამოყენების შემთხვევაში კანონზომიერება ნარჩუნდება- სასუქის აზოტი მთლიანად შეთვისებულის 55% შეადგენს, ხოლო წილადობრივი შეტანის შემთხვევაში 27-31%-ის ფარგლებში მერყეობს.

ლიმონზე ჩატარებულ ექსპერიმენტში ამონიუმის გვარჯილის ერთჯერადი შეტანისას სასუქის აზოტზე შეთვისებულის 56% მოდის, წილადობრივი შეტანის შემთხვევაში 25-26%-ის ფარგლებშია (ცხრილი 16). კარბამიდის ერთჯერადად შეტანისას სასუქის აზოტი 57% შეადგენს, ხოლო წილადობრივი შეტანის შემთხვევაში ის 25-27% ფარგლებში მერყეობს

ცხრილი 16

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

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	1554.6	1824.7	3260.3	1445.1	1815.2
	100%	46%	54%	100%	44%	56%
PK+ ¹⁵ NH ₄ NO ₃	3119.6	2350.3	769.3	3006.4	2249.3	757.1
¹⁴ N 60% ¹⁵ N 40%	100%	75%	25%	100%	75%	25%
PK+ ¹⁵ NH ₄ NO ₃	3005.1	2208.2	796.8	2654.0	2007.2	646.8

¹⁵ N 60% ¹⁴ N 40%	100%	73%	27%	100%	76%	24%
PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO	3097.2	1379.4	1717.8	2808.9	1214.9	1594.0
	100%	45%	55%	100%	43%	57%
PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO	2642.0	1916.0	726.0	3112.8	2328.1	784.7
¹⁴ N 60% ¹⁵ N 40%	100%	73%	27%	100%	75%	25%
PK+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO	2876.4	1982.3	894.1	2359.2	1714.3	644.9
¹⁵ N 60% ¹⁴ N 40%	100%	69%	31%	100%	73%	27%

4. ფორთოხლის, ლიმონის და მანდარინის მცენარის მიერ აზოტის შეთვისების დინამიკა

ლიმონისა და ფორთოხლის მცენარეების მიერ სასუქის აზოტის შეთვისება შესწავლილ იქნა სავეგეტაციო ცდის პირობებში. მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილებში 17 და 18.

როგორც ცხრილ 17-დან ჩანს, ამონიუმის გვაჯილით გამოკვებისას ნიშანდებული აზოტის შეტანის პირველსავე დღეს ფორთოხლის მცენარის ფოთლებში საერთო აზოტის 1.26%(0.12მგ/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%(0.24-0.38მგ/ჭურჭელზე) ფარგლებში. 30-ე დღეს აღინიშნება შემცველობის დაცემა 1.68%-მდე (0.18მგ/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 ექსპოზიციებში ეს მაჩვენებელი იზრდება და შესაბამისად შეადგენს 1.97; 3.79; 8.99%. 31-ე დღეს, როგორც ამას ითვალისწინებდა ცდის სქემა, შეტანილია

ცხრილი 17

ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ფოთლების მიერ აზოტის შეთვისების დინამიკა ნიშანდებული ამონიუმის გვარჯილისა და კარბამიდის გამოყენებისას (Nმგ/ჭურჭელზე)

ექსპოზიციები დღეებში და საათებში	¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃ წილადობრივი შეტანა						¹⁵ (NH ₂) ₂ 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
----------	-------	-------	------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------

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 მერყეობს 20, 24 და 26%-ის ფარგლებში.

კარბამიდის შეტანის შემთხვევაში 31-ე დღეს, როდესაც გამოკვების სახით შეტანილი იქნა ნიშანდებული სასუქი, სასუქის აზოტზე მოდის ფოთოხლის 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 განოყიერებისას (ნორმის 60%) ნიშანდებული სასუქის შეტანის პირველსავე დღეს საერთო აზოტში სასუქის აზოტის წილი 0.38%-ია, 5-დან 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 (ცხრილი 18) ნიშანდებული ამონიუმის გვარჯილით გამოკვების პირველსავე დღეს სასუქის აზოტმა ლიმონის ფოთოლში საერთო აზოტის 0.9% შეადგინა, მე-5 დღეს მან უკვე 2%-ს გადააჭარბა, ხოლო სასუქის შეტანიდან 30-ე დღეს საერთო აზოტის 3%-ზე მეტი შეადგინა.

სასუქების 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 გამოკვებისას ძლიერდება ადრე შეტანილი სასუქის შეთვისება და პირველსავე დღეს ¹⁵N -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 18

ლიმონ მეიერის ფოთლების მიერ აზოტის შეთვისების დინამიკა ნიშანდებული ამონიუმის გვარჯილისა და კარბამიდის გამოყენებისას (Nმგ/ჰურჰელზე)

ექსპოზიციები დღეებში და საათებში	¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃ წილადობრივი შეტანა						¹⁵ (NH ₂) ₂ 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	-	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 18) სასუქის აზოტის შეთვისება 2-ჯერ უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს და 5 დღის შემდეგ მასზე საერთო აზოტის 6% (0.5 მგ/ჰურჰელზე) მოდის.

ძირითადი განოციერებისათვის (ნორმის 60%) 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% წარმოადგენილია სასუქის აზოტით.

მანდარინის მცენარის მიერ აზოტის შეთვისება ისწავლებოდა სავეგეტაციო ცდაში, სადაც გამოყენებული იყო კარბამიდი და ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორები KMP და ЦГ. მათი დადებითი გავლენა პირველ რიგში გამოიხატა მცენარის საერთო მასის 25-49% ზრდაში $PK+(NH_2)zHO$ შედარებით. გამონაკლის წარმოადგენს ინჰიბიტორი ЦГ ნორმით 10მგ/კგ. სადაც არსებითად ითრგუნება როგორც საერთო ბიომასის ასევე ცალკეული შემადგენელი ნაწილების განვითარება. ფოსფორისა და კალიუმის ფონზე კარბამიდის გამოყენებისას მიწისზედა ნაწილის საერთო აზოტის 66% მოდის ფოთლებზე, 1-2 წლიან ღეროებზე მოდის 9%, 3-4 წლიან ღეროებზე კი 25%.

5. სასუქის აზოტის გამოყენება ფორთოხლისა და ლიმონის მცენარის მიერ აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ფორმებისა და ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორების გამოყენებისას

ფორთოხლისა და ლიმონის მცენარის მიერ აზოტის გამოტანაზე ინჰიბიტორების მოქმედების შედეგები მოყვანილია ცხრილში 19, საიდანაც ირკვევა, რომ სასუქის აზოტის ნიადაგიდან გამოტანაზე ინჰიბიტორების დადებითი მოქმედება ორივე კულტურისათვის გამოვლინდა კარბამიდის ვარიანტზე, სადაც მცენარემ გამოიტანა 1-4%-ზე მეტი სასუქის აზოტი, ვიდრე ინჰიბიტორის გარეშე. ამონიუმის სულფატის ვარიანტზე დადებითი შედეგი არ გამოვლინდა. კარბამიდისა და ინჰიბიტორის ერთად შეტანისას ფორთოხლის მცენარემ შეითვისა ნიადაგის აზოტი 254მგ/ჰურჰელზე, ხოლო ლიმონის მცენარემ - 82მგ/ჰურჰელზე.

იმისათვის, რომ გაგვერკვია ფორთოხლისა და ლიმონის მცენარე სასუქის აზოტს კვების რომელი წყაროდან NH_4 თუ NO_3 ითვისებს უფრო ინტენსიურად, ამ კულტურების ქვეშ სავეგეტაციო ცდების პირობებში შევიტანეთ ამონიუმის გვარჯილა სხვადასხვა ჯგუფში ნიშანდებული ^{15}N -ით. მიღებული შედეგებიდან (ცხრილი 20) ჩანს, რომ ფორთოხლის მცენარე ერთნაირი ინტენსივობით ითვისებს სასუქის აზოტს როგორც ამიაკური, ისე ნიტრატული წყაროდან და იგი შეადგენს

სასუქის ნორმიდან 29-30%-ს. ლიმონზე ცდაში კი ამ მხრივ სხვაობა აღინიშნა-პირველ რიგში იგი ითვისებს სასუქის აზოტს ამიაკური ჯგუფიდან, რადგან შეთვისებული სასუქის აზოტი 12,5%-ით მეტია ნიტრატული ჯგუფიდან შეთვისებულ სასუქის აზოტზე.

ცხრილი 19

ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორების გავლენა ფორთოხლისა და ლიმონის მცენარეების მიერ ნიადაგიდან აზოტის გამოტანა შეტანიდან 2 წლის შემდეგ (სავეგეტაციო ცდა, Nმგ/ჰურჰელზე)

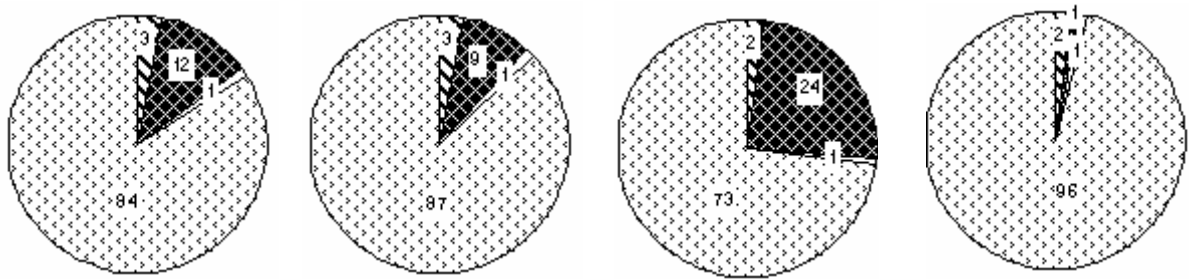
აზოტის ფორმები PKCa ფონზე	ფორთოხალი				ლიმონი			
	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი	% ნორმიდან	დამატებით მოხდის ზეგნული ნიადაგის N N	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი	% ნორმიდან	დამატებით მოხდის ზეგნული ნიადაგის N N
PKCa-ფონი	1655.0	—	—	—	1099.6	—	—	—
(¹⁵ NH ₄) ₂ SO ₄	2172.6	3101.9	62.0	517.6	1061.5	1262.1	25.2	—
(¹⁵ NH ₄) ₂ SO ₄ + Nserve-ATC	1654.6	2070.3	41.4	—	1207.1	1181.5	23.6	107.5
(¹⁵ NH ₂) ₂ CO	1590.1	1825.8	36.5	—	1000.1	1224.9	24.5	—
(¹⁵ NH ₂) ₂ CO+ Nserve-ATC	1908.6	2044.5	40.9	253.6	1182.4	1275.8	25.5	81.8

შხ, % 7.0 14.0
V% 21.1 42.2

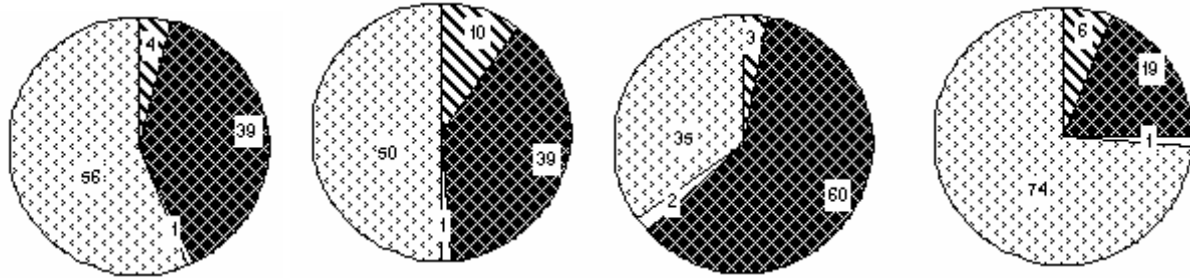
6. სასუქის აზოტის დამაგრება ფორთოხლისა და ლიმონის მცენარეების ქვეშ აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ფორმებისა და ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორების გამოყენებისას

ნიადაგში მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიურ და ბიოლოგიურ პროცესებში აზოტოვანი სასუქების ინტენსიური ჩართვა გავლენას ახდენს მცენარის მიერ სასუქის აზოტის შეთვისების უნარზე. ¹⁵N-ით ნიშანდებული ამონიუმის სულფატის და კარბამიდის აზოტის ნიადაგში დამაგრება ისწავლებოდა ფორთოხლისა და ლიმონზე დაყენებულ სავეგეტაციო ცდაში, სადაც იცდებოდა ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორები Nserve და ATC. ექსპერიმენტის შედეგები მოყვანილია ნახ. 8-ში. მონაცემებიდან სჩანს, რომ ფორთოხლის მცენარეზე დაყენებულ ცდაში ნიადაგში სასუქის აზოტი მინერალურ ფორმაში დარჩა საწყისი რაოდენობიდან 11-3%, დიდი ნაწილი კი წარმოდგენილია ორგანული ნაერთების სახით-87-96%. ასეთივე ფორთოხალი

(¹⁵NH₄)₂SO₄ (¹⁵NH₄)₂SO₄+ Nserve-ATC (¹⁵NH₂)₂CO (¹⁵NH₂)₂CO+ Nserve-ATC



ლიმონი



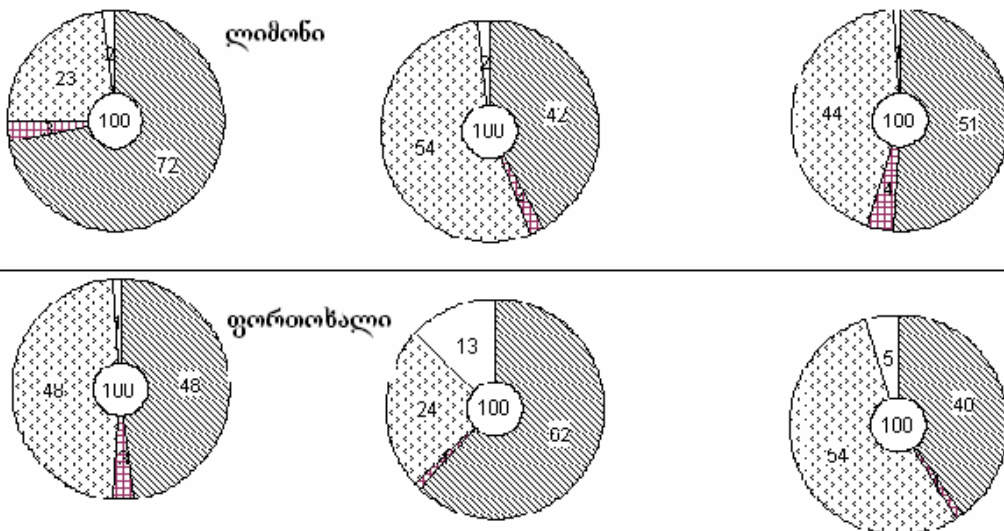
■ N-NH₄ ■ N-NO₃ □ ორგანული ხსნადი აზოტი
 ■ ძირითადი ორგანული შედგენილობის აზოტი

ნახ. 8. ფორთოხლისა და ლიმონის მცენარის ქვეშ სასუქის აზოტის დამაგრება (% საერთო სასუქის აზოტიდან)

¹⁵NH₄NO₃

NH₄¹⁵NO₃

¹⁵NH₄¹⁵NO₃



□ N-NH₄ ■ N-NO₃ ■ ორგანული ხსნადი აზოტი ■ ძირითადი ორგანული შედგენილობის აზოტი

ნახ. 9. ლიმონისა და ფორთოხლის მცენარის ქვეშ ნიადაგში სასუქის აზოტის დამაგრება (სასუქის საერთო აზოტიდან %)

სურათია ლიმონით დაკავებულ ნიადაგში, ოღონდ აქ აღინიშნა სასუქის აზოტის მინერალურ ფორმაში დიდი რაოდენობით დამაგრება (49-25%). ნიტრიფიკაციის

ინჰიბიტორების განსაკუთრებული მოქმედება აღინიშნა კარბამიდის შეტანისას. ინჰიბიტორების გარეშე შეტანილი კარბამიდის ვარიანტზე ორივე კულტურის შემთხვევაში ნიადაგში რჩება ნიტრატული აზოტის დიდი რაოდენობა (24-60% მთლიანი რაოდენობიდან).

აზოტის იზოტოპით ^{15}N -ით სხვადასხვა ჯგუფებში ნიშანდებული ამონიუმის გვარჯილის

ნიადაგში სასუქის დამაგრებაზე გავლენის შესწავლის შედეგები მოცემულია ნახ. 9, საიდანაც ჩანს, რომ ნიადაგში აღმოჩენილ სასუქის საერთო აზოტიდან ამიაკური, ნიტრატული, ორგანული ხსნადი აზოტი და ძირითად ორგანულ ნივთიერებათა აზოტი შესაბამისად იცვლება ფორთოხლისათვის-2-4; 23-54; 1-2; 42-72%% და ლიმონისათვის-3-13; 24-48; 1; 40-68% ფარგლებში.

ნიადაგში აზოტის ტრანსფორმაციის დონით სხვადასხვა ჯგუფში ნიშანდებული ამონიუმის გვარჯილა მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისაგან, რაც გამოწვეულია მოკირიანებისა და შეტანილი აზოტის ფორთოხლისა და ლიმონის მცენარით გამოტანის თავისებურებებით. ფორთოხლით დაკავებულ ნიადაგში მინერალურ ფორმაში ყველაზე ნაკლებად ჩაერთო $\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ – ვარიანტზე (3,6% ნორმიდან), ხოლო ლიმონის შემთხვევაში $^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$ ვარიანტზე-4.1%ნორმიდან.

ცხრილი 20

ფორთოხლისა და ლიმონის მცენარეების მიერ ნიადაგიდან აზოტის გამოტანა სხვადასხვა ჯგუფში ნიშანდებული ამონიუმის გვარჯილის გამოყენებისას (სავეგეტაციო ცდა, N მგ/ჭურჭელზე)

ცდის სქემა	ფორთოხალი			ლიმონი		
	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი	% ნორმიდან	ნიადაგის აზოტი	სასუქის აზოტი	% ნორმიდან
PKCa-ფონი	1655.01	–	–	1099.44	–	–
$^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$	3385.17	1443.72	28.87	2057.73	1209.08	24.18
$\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$	2722.58	1489.54	29.79	1217.67	581.65	11.63
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$	1990.17	2782.82	55.65	1128.89	1152.24	23.04
SX, %	7.03	14.05				
V%	21.04		42.17			

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

წითელმიწა ნიადაგების პირობებში ციტრუსოვანი კულტურების ცალკეული სახეობებისათვის აზოტოვანი სასუქების ბალანსის დადგენამ გვიჩვენა (ცხრილი 21), რომ მინერალური სასუქების (ამონიუმის სულფატი, ნატრიუმის გვარჯილა, ამონიუმის ქლორიდი) ფორთოხლის მცენარის მიერ სავეგეტაციო ცდის პირობებში აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი მერყეობს 41-62% ფარგლებში. ცდის შემდეგ ნიადაგში აღმოჩნდა შეტანილი აზოტის 9-24%, არამწარმოებლურმა დანაკარგებმა, ძირითადად აზოტის გაზისებრი ფორმების სახით შეადგინა 29-45%.

ლიმონის მცენარის მიერ აზოტის გამოყენების მაჩვენებელი მერყეობს 14-25% ფარგლებში, შესაბამისად ნიადაგში აზოტის დამაგრების ხარისხი შეადგენს 20-37%, ხოლო დანაკარგები აზოტის ოქსიდების სახით მერყეობს 42-64% ფარგლებში.

სასუქის აზოტის ბალანსის მონაცემები აზოტოვანი სასუქების და ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორების ერთად გამოყენებისას მოცემულია ნახ. 10. დადგენილია, რომ ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორები ზრდიან აზოტის გამოყენების კოეფიციენტს 10-15%-ით და ამცირებენ აზოტის დანაკარგებს 1,5-2 ჯერ.

ცხრილი 21

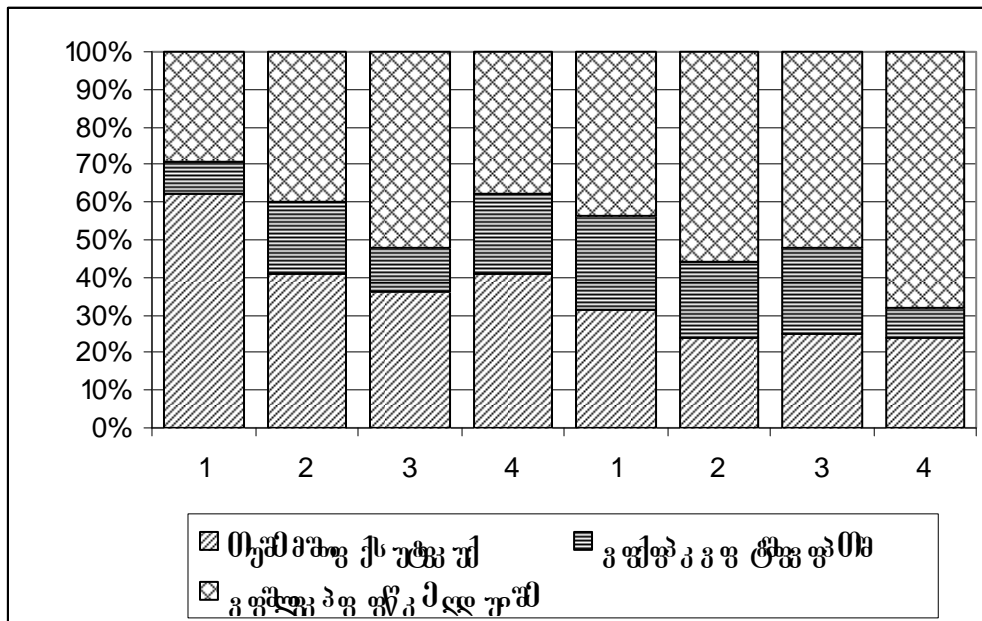
აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა აზოტის ბალანსზე

აზოტის ფორმები PKCa ფონზე	შეტანილია. მგ/ჰურჰელზე		შეითვისა მცენარემ, მგ/ჰურჰელზე		ნაპოვნია ნიადაგში, მგ/ჰურჰელზე		აზოტი სისტემაში "ნიადაგი-მცენარე", მგ/ჰურჰელზე		აზოტის დანაკარგები გაზისებრ ფორმაში, მგ/ჰურჰელზე	
	მგ	%	მგ	%	მგ	%	მგ	%	მგ	%
ფორთოხალი										
(¹⁵ NH ₄) ₂ SO ₄	5000	100%	3102	62	446	9	3548	71	1452	29
N ₃ ¹⁵ NO ₃	5000	100%	2063	41	699	14	2762	55	2238	45
¹⁵ NH ₄ Cl	5000	100%	2198	44	1204	24	3399	68	1601	32
ლიმონი										
(¹⁵ NH ₄) ₂ SO ₄	5000	100%	1262	25	1001	20	2263	45	2737	55
N ₃ ¹⁵ NO ₃	5000	100%	692	14	1105	22	1797	36	3203	64
¹⁵ NH ₄ Cl	5000	100%	1042	21	1846	37	2888	58	2112	42

ჩვენს პირობებში ფორთოხლის მცენარის მიერ სასუქის აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი იზრდება 5%-ით. მხოლოდ კარბამიდის გამოყენების შემთხვევაში მნიშვნელოვ-

ფორთოხალი

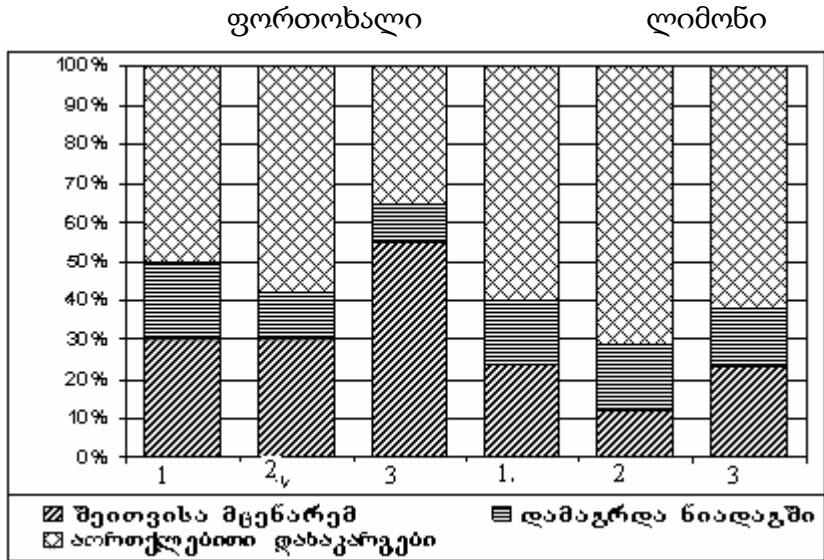
ლიმონი



1. (¹⁵NH₄)₂SO₄ 2. (¹⁵NH₄)₂SO₄+ Nserve-ATC 3. (¹⁵NH₂)₂CO
 4. (¹⁵NH₂)₂CO+ Nserve-ATC

ნახ. 10. აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა აზოტის ბალანსზე ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორების გამოყენებისას

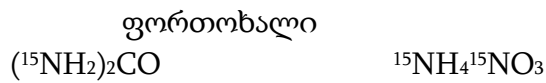
ნად იზრდება ნიადაგის მიერ სასუქის აზოტის დამაგრება 9-10%-ით. გაზისებრი დანაკარგები კარბამიდისა და Nserve-ATC გამოყენებისას შემცირებულია 14%-ით ინგიბიტორების გარეშე გამოყენებული აზოტოვანი სასუქის ვარიანტთან შედარებით.

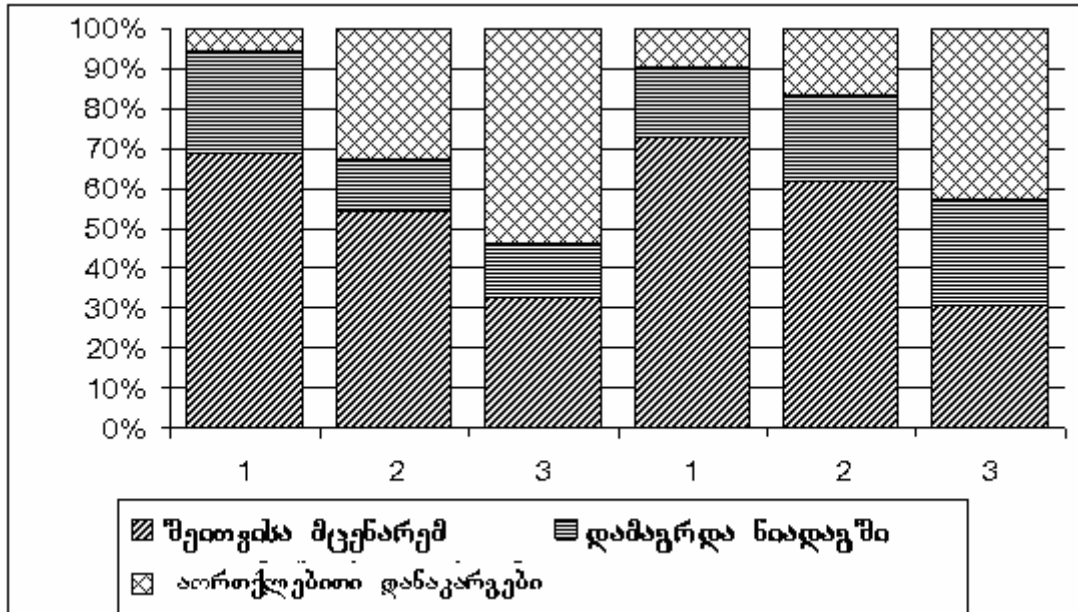


1. $^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$ 2. $\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ 3. $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$

ნახ. 11. სხვადასხვა ჯგუფში ნიშანდებული ამონიუმის გვარჯილის გავლენა ციტრუსოვანთა აზოტის ბალანსზე

ლიმონზე ცდაში, - 23-25%-ით შემცირებულია მცენარის მიერ სასუქის აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი, გადიდებულია ნიადაგში სასუქის აზოტის დამაგრების და გაზისებრი დანაკარგების პროცენტული რაოდენობა





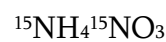
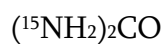
1. ფონი+N_{2.5} 2. ფონი+N_{5.0} 3. ფონი+N_{7.5}

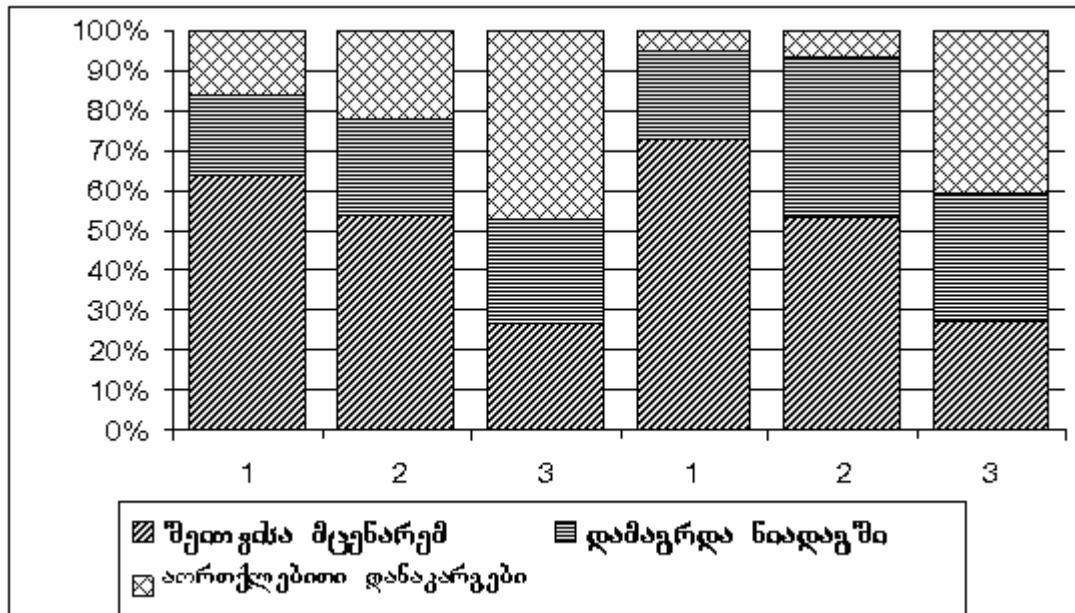
ნახ. 12. აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა ფორთოხლის მცენარის აზოტის ბალანსზე

ნახ. 11-დან ჩანს, რომ ფორთოხლის მცენარის მიერ სასუქის აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი მაღალია ორივე ჯგუფში ნიშანდებული ამონიუმის გვარჯილის გამოყენებისას და ის 55% შეადგენს, ხოლო ცალკეულ ჯგუფების ¹⁵N გამდიდრებისას ის შეადგენს -29%. ნიადაგში სასუქის აზოტის დამაგრების ხარისხი მაღალია ¹⁵NH₄NO₃ ვარიანტზე -21%., გაზისებრი დანაკარგების მაქსიმალური რაოდენობა აღინიშნა NH₄¹⁵NO₃ ვარიანტზე. ლიმონის ცდაში თითქმის ასეთივე დამოკიდებულებაა ამონიუმის გვარჯილის სხვადასხვა ჯგუფში არსებულ ¹⁵N –თან, ოღონდ აქ შემცირებულია გამოყენების კოეფიციენტი და გადიდებულია გაზისებრი დანაკარგები

სავეგეტაციო ცდის პირობებში (ლიმონი, ფორთოხალი) აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების გავლენის შესწავლამ სასუქების ნორმის ერთჯერადად შეტანისას კანონზომიერი ცვლილებები გამოავლინა. უფრო მაღალია მცენარის მიერ აზოტის გამოყენება, ნიადაგში აზოტის დამაგრებისა და არამწარმოებლური დანაკარგების მაჩვენებლები უფრო მცირეა. აზოტოვანი სასუქების ნორმების გადიდებით მცირდება სასუქის აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი ორივე კულტურისათვის, იზრდება ნიადაგში დამაგრება და გაზისებრი დანაკარგები. ლიმონის მცენარის შემთხვევაში შენარჩუნებულია ისეთივე სურათი, როგორც სხვა ბალანსური მაჩვენებლები. (ნახ 12-13).

ლიმონი





1. ფონი+N_{2,5} 2. ფონი+N_{5,0} 3. ფონი+N_{7,5}

ნახ. 12. აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა ლიმონის მცენარის აზოტის ბალანსზე

დასკვნები.

1. სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ინტესიფიკაციის უზრუნველყოფა მნიშვნელოვან-წილადაა დამოკიდებული მცენარეების საკვები ელემენტებით უზრუნველყოფის დონეზე, რომელიც თავის მხრივ მოითხოვს განოციერების 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 ერთმანე 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 ამალღებასაც.

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, ნარგობათა 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 ეკოლოგიური 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; MgO-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; MgO-0,175-0,179; MNO-0,0020-0,0022%.

11. ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის ბაღში ამონიუმის სულფატისა და ამონიუმის გვარჯილის ნორმების ეფექტურობის შედარებისას გამოვლინდა N₁₅₀გ/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 (N₁₅₀გ/ხეზე) შეტანის უპირატესობა.

12. აზოტოვანი სასუქების გაზრდილი ნორმების გამოყენება იწვევს ფორთოხლისა და ლიმონის ნაყოფებში რბილობის ხვედრითი წილის და წვეწის 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 N₁₅₀ გ/ხეზე.

ფორთოხლის კანიდან ეთერზეთების გამოსავლიანობა მაქსიმალურია ამონიუმის სულფატის N_{300} გ/ხეზე და ამონიუმის გვარჯილის N_{150} გ/ხეზე ნორმით შეტანის შემთხვევაში.

13. აზოტოვანი სასუქების ნორმების გავლენა საერთო აზოტის შემცველობაზე 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 ზღვულ ნორმას (50მგ/კგ).

ლიმონ მეიერის ნაყოფის რბილობში და კანში საერთო აზოტის შემცველობაზე ამონიუმის გვარჯილის და კარბამიდის გავლენა მნიშვნელოვანია-საშუალოდ რბილობში საერთო აზოტის შემცველობა 1,5% აღწევს, კანში -1,03%.

14. მანდარინ უნშიუს ბაღში ფოსფორისა და კალიუმის ერთმაგ ფონზე გამოვლინდა კარბამიდის N_{250} გ/ხეზე შეტანის ეფექტი-მოსავალი შეადგენს 26კგ/ხეზე 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_{250} გ/ხეზე, 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 შემწვოვ 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 Nserve-ATC 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 ჰუმეფორტე-N6-ის გამოყენებისას. ნაყოფის ხარისხობრივი მაჩვენებლების მკვეთრი ცვლილებები შესწავლილ ფორმებს არ გამოუწვევია.

20. ციტრუსოვნებში კარბამიდით მოდიფიცირებული ცეოლიტების 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.

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 $N_{250g/ხეზე}$, რომელიც უზრუნველყოფს 26-27 კგ/ხეზე მოსავლის მიღებას.

– ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის 20-21 წლიანი მცენარეებისათვის მიზანშეწონილა აზოტოვანი სასუქების $N_{150g/ხეზე}$ 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 $N_{150g/ხეზე}$ 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.

სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი დებულებები ასახულია სამეცნიერო შრომებში:

1. Ломинадзе Ш. Д.-Диагностика азотного питания апельсина. Повышение эффективности удобрений на основе почвенно-ростительной диагностики. Бюллетень Почвенного института В. В. Докучаева 1987, Выпуск XLIV, с. 54.
2. Цанава Н. Г., Цирекидзе М. А., Ломинадзе Ш. Д.- Применение азотных удобрений под цитрусовых насаждения. Сборник научных трудов ВНИПОЧСК, Махарадзе-Анасеули, 1987, с.228-252.
3. Цанава Н.Г., Ломинадзе Ш.Д.,Касторнова Е.Д.,Долидзе З.В.-Моделирование азотного питания цитрусовые в условиях Западной Грузии (сообщение 1) // “Агрохимия”, № 3,1987 , с. 14-18.
- 4.Цанава В.П. Цанава Н.Г., Ломинадзе Ш.Д., Цирекидзе М.А.-Научные основы применения доз и форм азотных удобрений под молодые апельсины и лимоны. //”Субтропические культуры ” № 2, 1989, с. 63-68.
5. Цанава Н.Г., Ломинадзе Ш. Д., Касторнова Е. Н.-Моделирование азотного питания лимонов в условиях Западной Грузии. //“Агрохимия “М. № 3,1989,с. 9-14.
6. Ломинадзе Ш. Д., Месхидзе А.М., Шкодрина А.А.-Результаты испытания цеолита модифицированный мочевиной под лимонами и апельсинами. //“Субтропические культуры ” №3 1989, с. 59-63.
7. Ломинадзе Ш. Д., Цанава Е.А., -Изучение вопросов превращения разных форм и доз азотных удобрений в подах и листьях в растение лимона. Научно-практической конференции молодых учённых и специалистов. Цхалтубо.1989, с.21-22.
8. Цанава Н.Г., Ломинадзе Ш. Д.-Изучение азотного питания цитрусовых в условиях вегетационного опыта. Сб. научных трудов “Микроорганизмы и плодородие

некоторых типов почв субтропической зоны Грузии” . Озургети-Анасеули, 1989, с.110-129.

9.Багатурия Н.Ш. Бзиява Р.М. Цанава Н.Г., Ломинадзе Ш. Д.-Влияние минерального питания на урожай, качеств и состав эффективных масель плодов лимонов и апельсинов. //“ Субтропические культуры ” №2, 1990, с.70-81.

10. Цанава Н.Г., Ломинадзе Ш. Д.- Влияние минеральных удобрений на химический состав листьев апельсина Вашингтон-навелль и лимон мейер //“Субтропические культуры ” №3, 1990, с.76-83.

11. Ломинадзе Ш. Д., Месхидзе А.М.- Влияние различных форм, доз и способов применения азотных удобрений и соотношения N:P:K на агрохимических показателей оподзеленно желтоземной почвы под культурой лимона //“ Субтропические культуры ” №6, 1990, с.55-56.

12. Ломинадзе Ш. Д., Месхидзе А.М.- Изменение агрохимических показателей красноземной почвы под культурой апельсина //“ Субтропические культуры ” №1-2, 1991, с. 112-118.

13. ლომინაძე შ., ესაძე ნ.-აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და დოზების გავლენა ფორთოხლის ნაყოფის ბიოქიმიურ მაჩვენებლებსა და მექანიკურ შედგენილობაზე. ახალგაზრდა მეცნიერთა და სპეციალისტთა რესპუბლიკური სამეცნიერო-მეთოდური კონფერენცია “მეცნიერება სოფელს” თბილისი. 1992, გვ.34-35.

14. ლომინაძე შ., ცანავა ვ.-აზოტოვანი სასუქების ფორმების და ნორმების ეფექტურობა ფორთოხლის ბაღებში. Н//“სუბტროპიკული კულტურები” №1-2, 1994, გვ. 83-90.

15. Ломинадзе Ш.Д., Цанава В.П.-Оптимизация азотного питания лимона. //“Субтропические Культуры” №1-2, 1994, с. 99-105.

16. Цанава В.П., Ломинадзе Ш.Д.- Влияние азотных удобрений на продуктивность цитрусовых и баланс азота (сообщение I) . //“Субтропические Культуры” №1-2, 2000, с. 118-124.

17. ლომინაძე შ.-სხვადასხვა ფორმის ესპანური პრეპარატების გავლენა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის მოსავალზე და ნაყოფის ზოგიერთ ბიოქიმიურ მაჩვენებელზე. საიუბილეო შრომათა კრებული “აგრარული მეცნიერების პრობლემები” თბილისი-ბათუმი, ტ. X, 2000, გვ. 215-220.

18. Цанава В.П., Ломинадзе Ш.Д.-Влияние азотных удобрений на продуктивность цитрусовых и баланс азота (сообщение II) . //“Субтропические Культуры” №1-2, 2001, с. 108-122.

19. Цанава В.П., Ломинадзе Ш.Д., Цанава Е. А.-Влияние азотных удобрений на продуктивность цитрусовых и баланс азота (сообщение III) . //“Субтропические Культуры” №1-2, 2002, с. 83-98.

20. ლომინაძე შ., ლეონიძე გ.-ნიადაგში აზოტის დამაგრება აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ნორმისა და ფორმის შეტანისას ფორთოხლის ნარგაობაში. ბათუმის ბოტანიკური ბაღის მოამბე №32, 2003, გვ. 110-117.

21. ცანავა ვ., ლომინაძე შ.-აზოტოვანი სასუქების ერთჯერადი და წილადობრივი შეტანის გავლენა ციტრუსოვანთა პროდუქტიულობასა და აზოტის შეთვისებაზე. //“სუბტროპიკული კულტურები” №1-2, 2004.გვ. 126-137.

22. ლომინაძე შ.-აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ნორმების და ფორმების ეფექტურობა მანდარინ უნშიუს ბაღში. //“სუბტროპიკული კულტურები” №1-2, 2004. გვ.148-152.
23. Ломинадзе Ш.Д., Леонидзе Г. Дж.-Использование азота удобрений лимонами при внесении доз и форм азотных удобрений, //“Известия аграрной науки” т. 3, №1, Тбилиси, 2005, с.61-68.
24. ცანავა ვ., ლომინაძე შ.- აზოტოვანი სასუქების გავლენა ციტრუსოვანი მცენარების მიერ აზოტის შეთვისების ინტენსივობაზე. // სუბტროპიკული კულტურები” № 1-2, 2005.
25. ლომინაძე შ., დოლიძე რ.-აზოტოვანი სასუქების ფორმების და ნორმების გავლენა ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის საყოფის მექანიკურ შედგენილობასა და ბიოქიმიურ მაჩვენებლებზე. ბათუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომათა კრებული. ბათუმი, ტ.5, 2006.
26. ლომინაძე შ., დოლიძე რ.-აზოტოვანი სასუქების ფორმების, ნორმების და შეტანის ხერხების გავლენა ლიმონ მეიერის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე. ბათუმის აგრარული ბიოტექნოლოგიების და ბიზნესის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული. ბათუმი 2005. გვ.65-70.
27. Цанава В.П., Ломинадзе Ш.Д., Цанава Е. А.- Динамика усвоения азота растениями апельсина и лимона. //“Аграрная наука” № 6, 2006, с. 22-24.
28. Цанава В.П., Ломинадзе Ш.Д., Цанава Е. А.-Закрепление азота в почве при внесении доз и форм азотных удобрений (опит с лимоном). //“Аграрная наука” № 8, 2006, с.

დისერტაციის თემაზე გამოქვეყნებული მოხსენებათა თეზისები:

1. Ломинадзе Ш.Д.-влияние форм азотных удобрений состав лимонов и апельсинов. Тезисы всесоюзная конференция молодых учёных и специалистов махарадзе-анасеули. 1985, 75с.
2. Ломинадзе Ш.Д., Цанава Н.Г. –К вопросу об азотном питании апельсин и лимон. Тезисы всесоюзная научно-техническая конференция по теме научно-технический прогрес в цитрусовордеческом агромишленном комплексе. Батуми.1985, 118-120с.
3. Ломинадзе Ш.Д.-Приминение азотных удобрений под апельсины и лимоны. Тезисы всесоюзная конференция молодых учённых и специалистов. Махарадзе-Анасеули, 1987, с 95-96.
4. ლომინაძე შ., ცანავა ვ.-ლიმონის აზოტით კვების ოპტიმიზაცია. თეზისები რესპუბლიკური კონფერენცის. “აგროეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები.” თბილისი, ტ.2, 1998, გვ.96.
5. ლომინაძე შ., ცანავა ვ.-აზოტოვანი სასუქების ფორმებისა და ნორმების ეფექტიანობა ფორთოხლის ბაღში. თეზისები რესპუბლიკური კონფერენცის. “აგროეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები.” თბილისი, ტ.2, 1998, გვ.97.

