

წიდაგის მუკვიანობა

ანოტაცია

ნაშრომში განხილულია ნიადაგის არეს მჟავე რეაქციის გავლენა ნიადაგში მიმდინარე ქიმიურ და ბიოქიმიურ პროცესებზე, მათი სისწრაფე და მიმართულება, რაც დამოკიდებულია თვით მჟავიანობის დონეზე. მისი ბუნების შესწავლის კვლად, მჟავიანობის შესამცირებელი სწორი აგროტექნიკური ღონისძიებების შემუშავება და მათი პრაქტიკული გამოყენების მეთოდები.

ნაშრომი განკუთვნილია პრაქტიკოს მიწათმოქმედთა ფართო წრისათვის, სასოფლო-სამეურნეო წარმოებით დაინტერესებული ნებისმიერი პირისათვის.

შედგენილია სსიპ სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო კვლევითი ცენტრის ნიადაგის ნაყოფიერების კვლევის სამსახურში.

ავტორები: გ. ორმოცაძე, გ. დამბაშიძე, ა. მეგრელიძე, ნ. კენჭიაშვილი, მ. თარხნიშვილი, გ. ზარდიაშვილი, თ. მესხი, გ. გვენცაძე, თ. ჯოლოხავა, გ. ბერუაშვილი, ე. მაგლობლიშვილი.

რედაქტორი - ზ. ჩანქსელიანი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი.

ნიადაგის რეაქცია დიდ გავლენას ახდენს მცენარეთა და ნიადაგის მიკროორგანიზმების განვითარებაზე, ნიადაგში მიმდინარე ქიმიური და ბიოქიმიური პროცესების სისწრაფესა და მიმართულებაზე; მცენარეთა მიერ საკვები ნივთიერებების შეთვისება, ორგანული შენაერთების მინერალიზება, ნიადაგის მინერალების დაშლა და ძნელადხსნადი ნაერთების გახსნა, კოაგულაცია და კოლოიდების პეპტიზაცია და სხვა ფიზიკურ-ქიმიური პროცესები ძლიერ არის დამოკიდებული ნიადაგის რეაქციაზე. იგი დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგში შეტანილი სასუქების ეფექტურობაზე., თავის მხრივ, სასუქებს შეუძლიათ შეცვალონ ნიადაგის ხსნარის რეაქცია, გაამჟავიანონ, ან გაატუტიანონ იგი.

ნიადაგის ხსნარის რეაქცია დამოკიდებულია მასში წყალბადის (H^+) და ჰიდროქსილის (OH^-) იონების თანაფარდობაზე. ხსნარში წყალბადის იონების კონცენტრაცია გამოისახება სიმბოლო pH-ით, რაც ნიშნავს წყალბადის იონების კონცენტრაციის უარყოფით ლოგარითმს. წყალბადის იონების კონცენტრაციაზე და pH-ის სიდიდეზე დამოკიდებულებით ნიადაგის ხსნარის რეაქცია ჯგუფდება შემდეგნაირად:

რეაქცია	pH	H^+ იონების კონცენტრაცია, გ/ლ
ძლიერ მჟავე	3-4	$10^{-3} - 10^{-4}$
მჟავე	4-5	$10^{-4} - 10^{-5}$
სუსტი მჟავე	5-6	$10^{-5} - 10^{-6}$
ნეიტრალური	7	10^{-7}
სუსტი ტუტე	7-8	$10^{-7} - 10^{-8}$
ტუტე	8-9	$10^{-8} - 10^{-9}$
ძლიერი ტუტე	9-11	$10^{-9} - 10^{-11}$

ბუნებრივ პირობებში ნიადაგის ხსნარის რეაქცია მერყეობს pH 3-3,5-დან (მაღლობისა და დაბლობის ტორფიან ნიადაგებს შორის გარდამავალი სხვადასხვა ტიპის ნიადაგები, რომლებიც შეიცავენ მცენარეულ ნარჩენებს არანაკლებ 70 %-ს, 10 %-მდე ხავსს და 20 %-მდე მერქნიან და ბალახეულ მცენარეთა ნარჩენებს) pH 9-10-მდე (ბიცობი ნიადაგები), მაგრამ ყველაზე ხშირად იგი არ ცილდება pH 4-8 ფარგლებს.

თუ 1 ლ აბსოლუტურად სუფთა დისტილირებულ წყალში H^+ წყალბადიონების რაოდენობაა 1×10^{-7} გ და ასევე OH^- ჰიდროქსილის იონების რაოდენობაც არის ამდენივე, ასეთი ხსნარი არის ნეიტრალური, ანუ pH=7. ხსნარის ნეიტრალურ რეაქციასთან სიახლოვით (pH 6,5-7) უფრო ხშირად ხასიათდებიან ღრმა სისქის მქონე მძლავრი შავმიწები.

საქართველოში სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების 11 % (330 ათასი ჰა) უკავიათ მჟავე ნიადაგებს (წითელმიწა, ყვითელმიწა, სუბტროპიკული ეწერი, ყომრალი და სხვა). დასავლეთ საქართველოში ძლიერ მჟავე ნიადაგების ფართობი აღწევს 37 ათას ჰა-ს, სადაც ჩაის ბუჩქის და ზოგიერთი სიდერატის (უპირველესად პარკოსანი მცენარეების) გარდა სხვა კულტურათა მოყვანა, სპეციფიური აგროტექნიკური ღონისძიებების გატარების გარეშე თითქმის შეუძლებელია.

მრავალი სასოფლო-სამეურნეო კულტურა და ნიადაგის სასარგებლო მიკროორგანიზმები უარყოფითად რეაგირებენ მჟავიანობის ამაღლებაზე. ამიტომ, დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის მჟავიანობის ბუნების გამოვლენას და მისი აცილების საშუალებების შემუშავებას.

მჟავე ნიადაგების მრავალმხრივ უარყოფით მახასიათებლებზე, რაც განაპირობებს მათ დაბალ ნაყოფიერებას, ღრმა ცვლილებებს იწვევს კირის შეტანა. უპირველესად, კირი ანეიტრალურს ნიადაგის მჟავიანობას, რის შედეგად ხდება აგრეთვე მცენარისათვის მავნე ალუმინის მოძრავი ფორმების შებოჭვა. კეთილსასურველ პირობებში ეს პროცესი მიმდინარეობს მეტად სწრაფად და მით უფრო დაჩქარებით, რაც მეტი კირი შეიტანება და კარგად შეერევა საკმაოდ ტენიან ნიადაგს.

კირიანი სასუქები გამოიყენებოდა მეტად დიდი ხნის წინ. გალიისა და ბრიტანეთის კუნძულების მიწათმომქმედები მინდვრებზე, მდელოებსა და საძოვრებზე მერგელსა და ცარცს იყენებდნენ დაახლოებით 2000 წლის წინათ, თუმცა იმ დროს, ჯერ კიდევ არ იცოდნენ კირის მოქმედების ბუნება და იგი მიაჩნდათ ნაკელის შემცველ საშუალებად და შეჰქონდათ ძალიან დიდი რაოდენობით, რის გამო ხშირად ღებულობდნენ უარყოფით შედეგებს.

კირის მოხმარება ნიადაგის მჟავიანობის მოსაცილებლად დაიწყო მხოლოდ გასული საუკუნის ბოლოს. მ.გ. პავლოვის შრომებში (1825, 1837 წ.წ.) საკმაო სიღრმისეულად განიხილება კირის მოხმარების სხვადასხვა მეთოდი ნიადაგის თვისებების გაუმჯობესების მიზნით.

კირის ეფექტურობის შესასწავლად, პირველი ზუსტი მინდვრის ცდები ჩატარებულია დ.ი. მენდელეევის ხელმძღვანელობით (1867-1869 წ.წ.)

ნიადაგის მოკირიანების პრაქტიკული პრინციპების თემაზე, ამომწურავი მიმოხილვა შედგენილი აქვს კოლმანს და სხვებს, სადაც ნათქვამია, რომ მჟავე ნიადაგებისათვის დოზების თანმიმდევრული ზრდით, კირი წყვეტს სასუქის მნიშვნელობას და იქცევა ნიადაგის სამელიორაციო საშუალებად., ამას აქვს აკადემიური ხასიათი, რომელმაც შეიძლება მიიღოს პრაქტიკული მნიშვნელობა: თუ მცენარე დადებითად რეაგირებს და ითვისებს ნიადაგში CaCl_2 -ის, ან CaSO_4 -ის ფორმით შეტანილ კალციუმს, მაშინ ვლინდება მისი ბუნებრივი უკმარისობა და კალციუმის ნებისმიერი შენაერთი უნდა განვიხილოთ, როგორც სასუქი; CaCl_2 -ზე, ან CaSO_4 -ზე მოთხოვნების უარყოფა და ნებისმიერ კირიან სასუქზე დადებითი რეაგირება უნდა ჩაითვალოს ნიადაგის სამელიორაციო საშუალებად. მჟავე ნიადაგებში ქიმიური მელიორაციის მიზნით კირის მომატებული რაოდენობით შეტანას ახდენენ ისეთი ელემენტების ტოქსიკური კონცენტრაციის შესამცირებლად, როგორებიცაა ალუმინი და მანგანუმი. გარდა ამისა, მოკირიანების შედეგად pH-ის ამაღლება ზოგჯერ ზრდის ისეთი ელემენტების ქიმიურ და ფიზიოლოგიურ მისაწვდომობას, როგორებიც არის ფოსფორი და მოლიბდენი., ასევე ქმნის მცენარეთა უმრავლესობისათვის კეთილსასურველ მიკრობიოლოგიურ გარემოს.

მოკირიანებისას ძლიერდება ნიადაგში თავისუფლად მცხოვრები, ჰაერიდან აზოტის შემთვისებელი ბაქტერიები (აზოტობაქტერიები), ან პარკოსან კულტურათა ფესვებზე დასახლებული კოჟრის ბაქტერიები; აქტიურდება აგრეთვე მცენარეული ნარჩენების და ჰუმუსის დამშლელი მიკროორგანიზმები; უმჯობესდება ნიადაგის ფოსფორული რეჟიმი, ფიზიკური თვისებები; ნიადაგი ხდება უფრო მეტად სტრუქტურული, ფხვიერი, წყალგამტარი და ადვილად დასამუშავებელი.

კირის ზემოქმედების ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ნორმასა და მის გამოყენებაზე. მაგალითად, 1 ჰა-ზე 3-4 ტ კირის შეტანით, მისი ზემოქმედება შეიძლება გახანგრძლივდეს 5-7 წელი, ხოლო 6-8 ტ-ის შეტანით-10-15 წელი. ამის შემდეგ, ნიადაგიდან მისი ჩარეცხვისა და მცენარეთა მიერ გამოყენების კვალად იწყება მჟავიანობის აღდგენა.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მიმართება ნიადაგის მოკირიანებასთან.

მცენარეები სხვადასხვაგვარად არიან მომართულნი ნიადაგის მჟავიანობისა და მისი მოკირიანებისადმი. ამის შესაბამისად, შეიძლება მცენარეთა დაყოფა ოთხ ჯგუფად.

პირველი ჯგუფი. ნიადაგის მჟავიანობაზე ყველაზე მეტად მგრძობიარე კულტურები, რომლებიც ითხოვენ ნეიტრალურ, ან სუსტ ტუტე რეაქციას და დადებითად რეაგირებენ მოკირიანებაზე: ჭარხალი (შაქრის, სუფრის, საკვები), კომბოსტო თავხვეულა, ხახვი, ნიორი, ნიახური, ისპანახი, ძირთეთრა, სამყურა წითელი, იონჯა, მოცხარი.

მეორე ჯგუფი. მცენარეები, რომლებიც საჭიროებენ მჟავიანობის სუსტ და ნეიტრალურთან მიახლოებული ნიადაგური ხსნარის რეაქციას და დადებითად არიან განწყობილნი მოკირიანების მიმართ: კომბოსტო საკვები, ხვიტი (კოლრაბი), კომბოსტო ყვავილოვანი, თაღამურა (მიწამხალა), ტურნეფსი, სიმინდი, ხორბალი, ქერი, სალათა, პრასი, კიტრი, სამყურა შვედური, შვრიელა, ლობიო, ბარდა, ხანდური, ცერცველა, ვაშლი, ქლიავი, ალუბალი.

მესამე ჯგუფი. ამ ჯგუფს მიეკუთვნება ნიადაგის ზომიერი მჟავიანობის გადამტანი მცენარეები. ზოგიერთი მათგანი მოითხოვს კირის მთლიან დოზებს-შვრია, ჭვავი, ტიმოთელა, წიწიბურა, ხოლო სხვები ვერ იტანენ ნიადაგში კალციუმის სიჭარბეს და ამჯობინებენ შემცირებული დოზებით მოკირიანებას, ან კირის შეტანას თესლბრუნვაში წინამორბედი კულტურისათვის: კარტოფილი, მზესუმზირა, მიწავაშლა, სელი, სტაფილო, ოხრახუში, თალგამი, ბოლოკი, გოგრა, ყაბაყი, პამიდორი, რევანდი, ჟოლო, მსხალი, მარწყვი, ხურტკმელი.

მეოთხე ჯგუფი. აქ შედიან ნიადაგის მჟავიანობის მიმართ ნაკლებად მგრძობიარე და მოკირიანების ნაკლებად მომთხოვნი, ან მისი არსაჭიროების მცენარეები: ხანჭკოლა, ჩიტოფეხა, მჟაუნა.

სხვადასხვა ტიპის ნიადაგების მქონე რაიონებში, ფართოდ გავრცელებული რიგი კულტურების ცალკეული ჯიშები (მაგალითად, ხორბალი, ქერი, სამყურა) მოითხოვენ ნიადაგის ასევე განსხვავებულ რეაქციას. მაგალითად, ნეიტრალური რეაქციის ნიადაგის ხსნარის მქონე შავმიწა ნიადაგებზე წარმოშობილი ჯიშები უფრო მეტად მგრძობიარე და დადებითად განწყობილნი არიან მოკირიანების მიმართ, ვიდრე მჟავე, კორდიან ეწერ ნიადაგებზე წარმოშობილი ჯიშები.

ნიადაგის მოკირიანების საჭიროების განსაზღვრა

საორიენტაციოდ, ნიადაგის მოკირიანების საჭიროების განსაზღვრა შესაძლებელია ნიადაგის გარეგნული (მორფოლოგიური) ნიშნებით., თუმცა, მოსაკირიანებლად მინდვრის შერჩევა და კირის ნორმების დადგენა უნდა მოხდეს ნიადაგების კვლევებით და შედეგად მიღებული მჟავიანობის დონეზე დაყრდნობით. ნიადაგის მოკირიანების საჭიროების თანამედროვე აგროქიმიური მეთოდები გვაძლევს საშუალებას საკმაო სიზუსტით დავყოთ ნიადაგები მათი მჟავიანობის მიხედვით და გამოვყოთ ისინი, რომლებიც საჭიროებენ მოკირიანებას. უდა აღინიშნოს, რომ აუცილებელია შედგეს ნიადაგების მჟავიანობის კარტოგრამები, რომელთა გამოყენებამ ადგილი უნდა ჰქონდეს პრაქტიკულ მიწათმოქმედებაში.

ქვემოთ ნაჩვენებია მჟავიანობის სხვადასხვა დონის მქონე ნიადაგები და მათი მოკირიანების საჭიროება:

pH მარილმჟავას გამონაწურის მეთოდით	ნიადაგის მოკირიანების საჭიროება
4,5-ზე ნაკლები	ძლიერი
4,5-5,0	საშუალო
5,1-5,5	სუსტი
5,6-6,0	ძალიან სუსტი
6-ზე მეტი	არ საჭიროებს

ნიადაგები, რომლებიც ძლიერ და საშუალო დონეზე საჭიროებენ მოკირიანებას, იმ შემთხვევაშიც უნდა მოკირიანდნენ, თუ კირის შემენასა და მის შეტანაზე გაწეული დანახარჯი არის მნიშვნელოვანი; მოკირიანების სუსტად მომთხოვნი ნიადაგები კირიანდება მაშინ, როდესაც მოყავთ მჟავიანობის მიმართ შედარებით მეტად მგრძნობიარე კულტურები (პირველი და მეორე ჯგუფის კულტურები), კირიანი მასალის შემენასა და ნიადაგში შეტანაზე შედარებით ნაკლები დანახარჯით; მოკირიანებაზე ძალიან სუსტად მომთხოვნი ნიადაგებზე კირი შეაქვთ მხოლოდ მჟავიანობის მიმართ მეტად მგრძნობიარე კულტურების მოყვანისას, მაგალითად, ჭარხლის (შაქრის, სუფრის, საკვები), ძირითადად შემცირებული ნორმებით.

კულტურულ მცენარეთა უმრავლესობა და ნიადაგის მიკროორგანიზმები კარგად ვითარდებიან სუსტი მჟავას ან ნეიტრალური რეაქციის (pH 6-7) პირობებში. განსხვავებული მცენარეები ასევე განსხვავებულად არიან განწყობილნი ნიადაგის არეს რეაქციის მიმართ, გააჩნიათ pH-ის სხვადასხვა ინტერვალი თავიანთი კეთილსასურველი ზრდა-განვითარებისათვის და ასევე განსხვავებული მგრძნობელობა რეაქციის ოპტიმალურიდან გადახრის მიმართ. პირველი ცხრილი გვიჩვენებს სხვადასხვა კულტურათა ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის მჟავიანობის კეთილსასურველ ინტერვალებს.

ცხრ. 1.

სხვადასხვა კულტურათა ოპტიმალური რეაქციის ინტერვალები

კულტურა	pH-ის სასურველი ინტერვალი	კულტურა	pH-ის სასურველი ინტერვალი
იონჯა	7,2-8,0	სალათა	6,0-7,0
ჭარხალი სუფრის	7,0-7,5	მზესუმზირა	6,0-6,8
კანაფი	6,7-7,4	ბამბა	6,5-7,3
კომბოსტო	7,0-7,4	პრასა	5,5-7,5
კიტრი	6,4-7,5	ქვავი	5,0-7,7
ხახვი	6,4-7,5	შვრია	5,0-7,5
ქერი	6,0-7,5	წიწიბურა	4,7-7,5
ხორბალი საშემოდგ.	6,3-7,5	ბოლოკი	5,0-7,3
ხორბალი საგაზაფხ.	6,0-7,3	სტაფილო	5,6-7,0
სიმინდი	6,0-7,5	პამიდორი	5,0-8,0
სოია	6,5-7,5	სელი	5,5-6,5
ბარდა	7,0	კარტოფილი	4,5-6,3
პარკოსანი საკვები	6,0-7,0	ჩაის ბუჩქი	4,0-5,0
ლობიო	6,4-7,1	ხანჭკოლა	4,6-6,0
სამყურა	6,0-7,0	თაღამურა	4,8-5,5
		ტიმოთელა	4,5-7,6

მცენარეებზე მჟავე რეაქციის გავლენა მეტად მრავალმხრივია. ნიადაგებში წყალბადის იონების მაღალი კონცენტრაციის მავნე ზემოქმედება შესაბამისობაშია მჟავე რეაქციის მთელ

რიგ თანმხლებ უარყოფით გავლენებთან, სხვადასხვა ფაქტორების პირდაპირი თუ არაპირდაპირი მოქმედების გზით.

მჟავე რეაქციის დროს სუსტდება ცილოვანი ნივთიერებების სინთეზი, მცენარეებში მცირდება ცილისა და საერთო აზოტის შემცველობა, ხოლო აზოტის არაცილოვანი ფორმების რაოდენობა იზრდება;

მცენარეები ზრდის პირველ მონაკვეთში არიან უფრო მეტად მგრძნობიარე ნიადაგის მჟავიანობის მიმართ. იგი იწვევს ნახშირწყლების და ცილების გაცვლითი პროცესების ძლიერ რღვევას, უარყოფითად მოქმედებს გენერაციული ორგანოების კვირტების ჩასახვაზე, რაც შემდგომ აისახება მარცვლის განაყოფიერებასა და მის შევსებაზე, მოსავალი მკვეთრად ეცემა. მოგვიანებით მცენარეებს შედარებით ადვილად გადააქვთ მჟავე რეაქცია.

სხვადასხვა მცენარისათვის ზემოთ მოტანილი ოპტიმალური რეაქციის ინტერვალები შეიძლება შეიცვალოს, მაგრამ ცალკეულ მცენარეთა განსხვავებულობა ნიადაგის მჟავიანობისადმი მგრძნობელობის მხრივ რჩება უცვლელი. მაღალი მჟავიანობის უარყოფითი გავლენა მნიშვნელოვანწილად უკავშირდება ნიადაგში ალუმინისა და მანგანუმის შენაერთების ხსნადობას. ხსნარში მათი შემცველობის გაზრდა უფრო მეტად აუარესებს მცენარის განვითარებას, ვიდრე წყალბადის იონები.

არეს მჟავე რეაქციასა და ალუმინის მოძრავი ფორმების მიმართ მცენარეთა მგრძნობელობის მკაცრი პარალელი ყოველთვის არ ვლინდება. ზოგიერთი მცენარე მეტად ძნელად იტანს ნიადაგის მჟავიანობას (სიმინდი, პრასა), სხვები დამაკმაყოფილებლად იზრდებიან მჟავე რეაქციისას (სელი), მაგრამ მეტად მგრძნობიარენი არიან ალუმინის მიმართ.

მჟავე ნიადაგებზე სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მაღალი და მდგრადი მოსავლიანობის მისაღებად საჭიროა სასუქების ეფექტურობის ამაღლება, რაც ხდება კირის გამოყენებით ნიადაგის ზედმეტი მჟავიანობის მოცილების მიზნით. ამიტომ, დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის მჟავიანობის ბუნების გამოვლენას და მისი აცილების საშუალებების შემუშავებას.

განასხვავებენ ნიადაგის მჟავიანობის შემდეგ სახეებს: აქტუალური (ან აქტიური) მჟავიანობა და პოტენციალური (ფარული) მჟავიანობა, რომელიც თავის მხრივ იყოფა გაცვლით და ჰიდროლიზურ მჟავიანობად.

აქტუალური მჟავიანობა

აქტუალური მჟავიანობა არის ნიადაგის ხსნარის მჟავიანობა, განპირობებული მასში H^+ იონების კონცენტრაციის ამაღლებით OH^- იონებთან შედარებით.

ნიადაგში მუდმივად წარმოიქმნება CO_2 . ნიადაგის ტენში ნახშირგაზის გახსნით წარმოიქმნება ნახშირმჟავა (H_2CO_3), რომელიც დისოცირდება H^+ და HCO_3^- იონებად. შედეგად, ხსნარში მაღლდება წყალბადის იონების კონცენტრაცია და იგი მჟავიანდება. რაც მეტია ნიადაგის ჰაერში CO_2 , მით მეტი რაოდენობით იხსნება იგი ნიადაგის ტენით და უფრო ძლიერად ამჟავიანებს ხსნარს.

ნიადაგის ხსნარში წარმოქმნილი ნახშირმჟავა ნეიტრალდება შთანთქმული ფუძეებით (Ca, Mg, Na), აგრეთვე კალციუმისა და მაგნიუმის კარბონატებით. ნახშირმჟავას კალციუმის კარბონატებთან, ან კალციუმით მაძღარ მშთანთქავ კომპლექსთან ურთიერთქმედებით წარმოიქმნება კალციუმის ბიკარბონატის ხსნადი მარილი $Ca(HCO_3)_2$

ნიადაგში ნატრიუმის შთანთქმულ მდგომარეობაში შემცველობას შეიძლება მოყვეს ხსნარში ნატრიუმის ბიკარბონატის (NaHCO_3) ან კარბონატის (Na_2CO_3) წარმოქმნა.

ხსნარში კალციუმისა და ნატრიუმის ნახშირმჟავა მარილები ექვემდებარება ჰიდროლიზურ დაშლას და წარმოიქმნება ძალიან სუსტი ნახშირმჟავა და ძლიერი ფუძეები. ხსნარში მაღლდება ჰიდროქსილის იონების კონცენტრაცია და ის ტუტთანდება. ხსნარს განსაკუთრებით ძლიერ ატუტთანებს ნატრიუმის კარბონატი, შემდეგ ნატრიუმის ბიკარბონატი, ხოლო სუსტად კალციუმის და მაგნიუმის ბიკარბონატები. როდესაც ნიადაგში არის კალციუმი და მაგნიუმი და შთანთქმულ კათიონებს შორის ჭარბობს კალციუმი (რუხი, შავმიწები), ნიადაგის ხსნარში წარმოიქმნება კალციუმის ბიკარბონატი, რომელიც სუსტად ატუტთანებს ამ ნიადაგებს და მათი ხსნარების რეაქცია ნეიტრალური, ან სუსტი ტუტეა (pH 7-8).

ნიადაგებში, რომელთა შთანთქმული კათიონების შემადგენლობაში კალციუმთან და მაგნიუმთან ერთად არის წყალბადის იონები (გამოტუტვილი შავმიწები, ტყის რუხი და კორდიანი ეწერი ნიადაგები) მათი ხსნარის რეაქციას ერთდროულად განსაზღვრავს ნახშირმჟავას და კალციუმის ბიკარბონატი, აგრეთვე ხსნადი ორგანული მჟავები და მათი მარილები. ამ ნიადაგების ხსნარის რეაქცია დამოკიდებულია შთანთქმული კათიონების შედგენილობაზე და მერყობს pH 5-7 ფარგლებში. რაც უფრო ნაკლებია მშთანთქავ კომპლექსში კალციუმის კათიონები და მეტია წყალბადის კათიონები, მით უფრო ნაკლები იქნება ნიადაგის ხსნარში კალციუმის ბიკარბონატი, ხოლო მეტი თავისუფალი H_2CO_3 და ამით-დაბალი pH.

მჟავე და ძლიერ მჟავე კორდიან-ეწერ და ტორფიან დაჭაობებულ ნიადაგებში, შთანთქმულ მდგომარეობაში კალციუმის მცირე და მნიშვნელოვანი რაოდენობის წყალბადისა და ალუმინის იონების შემცველობით, ნიადაგის ხსნარს გარდა ნახშირმჟავასი ამჟავიანებენ ხსნადი ორგანული მჟავები, აგრეთვე ალუმინის მარილები, რომელთა ჰიდროლიზის შედეგად წარმოიქმნება მჟავა და სუსტი ფუძეები. ასეთ შემთხვევაში ხდება ნიადაგის ხსნარის გამჟავიანება pH 4,5-მდე და ქვემოთ.

ამგვარად, აქტუალური მჟავიანობა არის ნიადაგის ხსნარის მჟავიანობა, შექმნილი ნახშირმჟავათი (H_2CO_3), წყალხსნადი ორგანული მჟავებით და ჰიდროლიზური მჟავე მარილებით. იგი განისაზღვრება წყლის სუსპენზიის, ან ნიადაგის წყლის გამონაწურში pH-ის გაზომვით. აქტუალური მჟავიანობა უშუალო ზეგავლენას ახდენს მცენარეთა და ნიადაგის მიკროორგანიზმების განვითარებაზე.

პოტენციალური ან ფარული მჟავიანობა განპირობებულია ნიადაგში წყალბადისა და ალუმინის შთანთქმულ მდგომარეობაში ყოფნით. ეს იონები ვერ გამოირეცხებიან წყლით. ამიტომ, პოტენციალური მჟავიანობა არ ვლინდება ნიადაგის ხსნარში ან ნიადაგის წყლის გამონაწურში. იგი შეიძლება დადგინდეს მხოლოდ მარილთა ხსნარებით ნიადაგის დამუშავების გზით. ამ მიზნით გამოყენებულ მარილებზე დამოკიდებულებით პოტენციალურ მჟავიანობას ყოფენ ორ სახედ, გაცვლით და ჰიდროლიზურ მჟავიანობად.

გაცვლითი მჟავიანობა

აქტუალური მჟავიანობის გარდა, არსებობს ნიადაგის პოტენციალური (ფარული) მჟავიანობა, რომელიც განპირობებულია წყალბადის, ან ალუმინის იონების შთანთქმულ

მდგომარეობაში ყოფნით. ნიადაგში შთანთქმული წყალბადის იონების ნაწილი შეიძლება გამოძევდეს ხსნარში მყოფი ნეიტრალური მარილების კათიონების მიერ. თუ ნიადაგს დავამუშავებთ KCl-ის ხსნარებით, კალიუმის კათიონები „ჩაიყლაპება“ ნიადაგში, ხოლო მშთანთქავი კომპლექსიდან ხსნარში გადავა წყალბადის იონები. წყალბადის იონების ამგვარი გამოძევების შედეგად ნიადაგის ხსნარი მჟავიანდება. ნიადაგის მჟავიანობის ამ სახეს უწოდებენ გაცვლითს. გარდა შთანთქმული წყალბადისა, ძლიერ მჟავე მინერალურ ნიადაგებში იმყოფება შთანთქმული ალუმინი, რომელსაც ასევე შეუძლია ნიადაგის და ნეიტრალური მარილების ურთიერთქმედების ფონზე გადავიდეს ხსნარში და წარმოქმნას ქლორიანი ალუმინი ($AlCl_3$). ხსნარში ქლორიანი ალუმინი ექვემდებარება ჰიდროლიზურ დისოციაციას და წარმოიშვება სუსტი ფუძეები და მჟავა: $AlCl_3 + 3H_2O = Al(OH)_3 + 3HCl$. ნეიტრალური მარილების ხსნარით ნიადაგის დამუშავებისას, ალუმინის გამოძევებით წარმოქმნილი მჟავა და ნიადაგში შთანთქმული წყალბადი, რომელიც გადადის მარილის გამონაწერში, აპრობებენ ნიადაგის გაცვლით მჟავიანობას.

დღეისათვის, მრავალრიცხოვანი კვლევების საფუძველზე შეიძლება დამაჯერებლად ითქვას, რომ მჟავე ნიადაგების ნეიტრალური მარილების ხსნარებთან ურთიერთქმედებით, მარილის გამონაწერში გადადის როგორც წყალბადის, ისე ალუმინის იონები. მათ შორის თანაფარდობა დამოკიდებულია ნიადაგის წარმოშობის პირობებზე, მშთანთქავი კომპლექსის შედგენილობაზე და სხვა მიზეზებზე.

გაცვლითი მჟავიანობა დამახასიათებელია კორდიანი ეწერი და წითელმიწებისათვის, აგრეთვე შავმიწებისთვისაც. წყლის გამონაწერში სუსტი მჟავა რეაქციის მქონე ნიადაგებში გაცვლითი მჟავიანობა უმნიშვნელოა, ხოლო ტუტიანებში საერთოდ არ არსებობს.

გაცვლითი მჟავიანობა გასაკუთრებით დიდ მნიშვნელობას იძენს ნიადაგში მინერალური

სასუქების დიდი რაოდენობით შეტანისას (განსაკუთრებით ადვილად ხსნადების). აქტიურ ფორმაში ადვილად გადასვლით და ნიადაგის ხსნარის გამჟავიანებით ის უარყოფითად მოქმედებს მჟავიანობის მიმართ მგრძობიარე მცენარეთა და ნიადაგის მიკროორგანიზმების განვითარებაზე. მრავალი მცენარისათვის განსაკუთრებით ტოქსიკურია ხსნარში გადასული ალუმინი. ამიტომ, მჟავე ნიადაგებში კირის შეტანისას აუცილებელია შევძლოთ არა მხოლოდ აქტუალური, არამედ გაცვლითი მჟავიანობის ნეიტრალიზაცია.

გაცვლით მჟავიანობას გამოსახვენ KCl-ის გამონაწერის pH-ის სიდიდით, ან მილიგრამ/ ექვივალენტებით 100 გ ნიადაგზე. გაცვლითი მჟავიანობის სიდიდეში შედის აქტუალური მჟავიანობაც, ამიტომ, ნიადაგის გაცვლითი მჟავიანობა ყოველთვის მეტია აქტუალურზე, ხოლო მარილის გამონაწერის pH დაბალია წყლის გამონაწერის pH-ზე, თუ ნიადაგს გააჩნია გაცვლითი მჟავიანობა.

ჰიდროლიზური მჟავიანობა

ნეიტრალური მარილების ხსნარით ნიადაგის დამუშავებისას შთანთქმული წყალბადის ყველა იონი არ გადადის ხსნარში, ანუ ამ შემთხვევაში მთლიანად ვერ ვლინდება პოტენციალური მჟავიანობა. ნიადაგის მშთანთქავი კომპლექსიდან წყალბადის იონების გამოძევება უფრო სრულად შესაძლებელია ჰიდროლიზური ტუტე ნორმალობის მარილის ხსნარის ნიადაგზე ზემოქმედებით, მაგალითად, მმარმჟავა ნატრიუმის (CH_3COONa)

მეშვეობით. ჰიდროლიზური ტუტე მარილის მეშვეობით გამოვლენილი ნიადაგის მჟავიანობის ამ სახეს უწოდებენ ჰიდროლიზურ მჟავიანობას.

CH_3COONa -ის ხსნარით ნიადაგის დამუშავებით გამომჟავნებული მჟავიანობა გაცილებით მაღალია, ვიდრე გაცვლითი. ამ შემთხვევაში განისაზღვრება ნიადაგის საერთო მჟავიანობა, რომელიც მოიცავს მთლიანად აქტუალურ და პოტენციალურ მჟავიანობას, როგორც გაცვლითს, ისე „საკუთრივ ჰიდროლიზურს“ (რომელიც არ გამოძევდება KCl -ით, მაგრამ გამოძევდება CH_3COONa -ის 1 ნორმ. ხსნარით).

ჰიდროლიზურ მჟავიანობას გამოსახავენ მილიგრამ-ექვივალენტებში 100 გ ნიადაგზე. ზოგჯერ, ჰიდროლიზური მჟავიანობის განსაზღვრის შედეგები არის ნაკლები, ვიდრე გაცვლითი მჟავიანობისა. ეს დაკავშირებულია მასზე, რომ ძმარმჟავას ანიონები სორბირებენ ზოგიერთ ნიადაგებთან, რომლებშიც ჭარბობენ ძლიერი ბაზოიდური თვისებების მქონე კოლოიდები (წითელმიწები) და ძველებიან OH^- -ის იონები., შედეგად, ნიადაგის გამონაწურის მჟავიანობა მცირდება. ასეთ შემთხვევებში, ჰიდროლიზური მჟავიანობის განსაზღვრის ჩვეულებრივი მეთოდი არ არის მისაღები.

ჰიდროლიზური მჟავიანობა მჟღავნდება ნიადაგების ფუძეებით გაღარიბების დასაწყისში. ფუძეების შემდგომი დაკარგვით ვლინდება უკვე გაცვლითი და აქტუალური მჟავიანობა.

ფუძეებით გაღარიბებული გამოტუტვილი შავმიწები ხასიათდებიან, როგორც ჰიდროლიზური, ისე არცთუ მაღალი გაცვლითი მჟავიანობით; ფუძეებით კიდევ უფრო მეტად გაღარიბებულ კორდიან ეწერ ნიადაგებს გააჩნიათ მნიშვნელოვანი ჰიდროლიზური მჟავიანობა და ძლიერ გამოხატული გაცვლითი მჟავიანობა, აგრეთვე აქტუალური მჟავიანობა.

ვინაიდან ჰიდროლიზურ მჟავიანობას არ გააჩნია წყალბადის ნაკლებმოდრავი იონების ჩანართები, ის (გაცვლითი მჟავიანობის არარსებობისას) არ არის მცენარეებისათვის მავნე. მისი სიდიდის ცოდნა აუცილებელია სასუქების გამოყენების რიგი პრაქტიკული საკითხებისათვის (მოკირიანება, ფოსფორიტის ფხვნილის შეტანა).

1,3 გ/სმ³ სიმკვრივის ნიადაგის მასა 20 სმ-იან სახნავ ფენაში 1 ჰა-ზე შეადგენს 2600 ტონას., ამასთან, 1 მგ. ექვ. 100 გ ნიადაგზე ჰიდროლიზური მჟავიანობის ნეიტრალიზაციისათვის 1 ჰა-ზე საჭიროა 1,3 ტ CaCO_3 , თუმცა, ჩვეულებრივ გამოიყენება კირის არასრული დოზა, მისი გარკვეული ნაწილი, რომელსაც საზღვრავენ მოსაყვანი კულტურის თვისებების შესაბამისად.

ნიადაგის ფუძეებით მამღრობის ხარისხი

ნიადაგის ხსნარის რეაქცია დამოკიდებულია არა მხოლოდ გაცვლით და ჰიდროლიზურ მჟავიანობაზე, არამედ ნიადაგის ფუძეებით მამღრობის ხარისხზეც. ნიადაგის ფუძეებით მამღრობის ხარისხი არის გაცვლითი ფუძეების (ჩვეულებრივ Ca^{2+} Mg^{2+}) რაოდენობა გამოხატული პროცენტებში შთანთქმის ტევადობიდან:

$$V = \frac{S}{E} \times 100 = \frac{S}{S+H} \times 100, \text{ სადაც } V - \text{ფუძეებით მამღრობის ხარისხი, \%};$$

S - გაცვლითი ფუძეების ჯამი, მგ. ექვ/100 გ;

E - შთანთქმის ტევადობა, მგ. ექვ./100 გ;

H - ჰიდროლიზური მჟავიანობა, მგ. ექვ./100 გ;

100 - პროცენტებში გადასაყვანი კოეფიციენტი.

მაგალითი: დაუშვათ, ნიადაგში შთანთქმულ მდგომარეობაში არის 200 მგ Ca, 24 მგ Mg, მაშინ ამ ნიადაგის შთანთქმის ტევადობა (E) იქნება $\frac{200}{20} + \frac{24}{12} = 10+2=12$ მგ. ექვ./100 გ. (20-კალციუმის ექვივალენტური მასა, 12-მაგნიუმის ექვივალენტური მასა).

$$V = \frac{S}{S+H} \times 100, \text{ ანუ } \frac{12}{12+4} \times 100 = \frac{12}{16} \times 100 = 75\%$$

ქვემოთ მოცემულია ფუძეებით მამღრობის ხარისხის შესაბამისად ნიადაგის მოკირიანების საჭიროება:

ფუძეებით მამღრობის ხარისხი, %	მოკირიანების საჭიროება
50-ზე ნაკლები	ძლიერ საჭიროებს მოკირიანებას
50-დან 70-მდე	საშუალოდ საჭიროებს მოკირიანებას
70-დან 80-მდე	სუსტად საჭიროებს მოკირიანებას
80-ზე მეტი	არ საჭიროებს მოკირიანებას

ფუძეებით ნიადაგის მამღრობის ხარისხი წარმოდგენას გვაძლევს თუ შთანთქმის ტევადობის რა წილი მოდის წყალბადზე და ალუმინზე და რამდენი ფუძეებზე. მჟავიანობის თანაბარ სიდიდეებზე ფუძეებით მამღრობის ხარისხი შეიძლება იყოს განსხვავებული.

მოკირიანებას პირველ რიგში საჭიროებენ ფუძეებით მამღრობის ყველაზე ნაკლები ხარისხის მქონე ნიადაგები, 50 % და ქვემოთ; 50-დან 70 %-მდე მოკირიანებაზე მოთხოვნილება საშუალოა; 70-80 %-ის ფარგლებში მოკირიანების საჭიროება სუსტია, ხოლო 80 %-ის ზევით ნიადაგი არ საჭიროებს მოკირიანებას. მცენარეთა ზრდა- განვითარების ყველაზე კეთილსასურველი პირობები ვლინდება ფუძეებით მამღრობის ხარისხის 80-დან 95 %-მდე, ფუძეებით მამღრობის ასეთი ხარისხი შეესაბამება კირის ოპტიმალურ დოზებს.

კირის დოზები დამოკიდებულია აგრეთვე ნიადაგის ბუფერულ თვისებებზე (ნიადაგის უნარი შეეწინააღმდეგოს მისი მჟავე ან ტუტე რეაქციის შესაცვლელად მომქმედ მოვლენას). ნიადაგში ჰუმუსისა და თიხიანი ნაწილაკების შემცველობის გაზრდით მაღლდება ნიადაგის ბუფერულობა. ამიტომ მძიმე, ორგანული ნივთიერებებით მდიდარ და მჟავიანობით თანაბარ ნიადაგებზე კირის დოზები უნდა იყოს უფრო მაღალი, ვიდრე მსუბუქ, ორგანული ნივთიერებებით ღარიბ ნიადაგებზე. მცირე ბუფერულობის ქვიშიანი და ქვიშნარი ნიადაგების მოკირიანება უნდა მოხდეს დიდი სიფრთხილით. ამ ნიადაგებზე, კირის მაღალმა დოზებმა შეიძლება უარყოფითად იმოქმედოს ზოგიერთ კულტურაზე (ხანჭკოლა, კარტოფილი, სელი).

ნიადაგის ფენის სიმძლავრის (სისქის) გაზრდასთან ერთად საჭიროა კირის დოზების ამალეობაც, რადგან აუცილებელი ხდება ნიადაგის დიდი მოცულობის განეიტრალება

კირზე მოთხოვნილება განისაზღვრება აგრეთვე მოსავლით კალციუმის გამოტანისა და ნალექებით ნიადაგიდან მისი გამორეცხვის მიხედვით. მარცვლოვნებისა და სამარცვლე

პარკოსნების მოსავლით გამოტანილი კალციუმი მერყეობს კულტურების შესაბამისად 30კგ-დან 120კგ-მდე CaO 1 ჰა-ზე. ნალექებით ნიადაგიდან კალციუმის რაოდენობრივი გამორეცხვის მხრივ მონაცემები არასაკმარისია. მ. ა. ბობრიცკის მონაცემებით, სუსტად გაკულტურებული ეწერ-ლებიანი თიხნარი ნიადაგის სახნავი ფენიდან CaO-ს დანაკარგი ფილტრაციული წყლებით, სამი წლის განმავლობაში 1 ჰა-ზე საშუალოდ შეადგენდა 14,7-37,6 კგ-ს. სახნავი ფენიდან, ნალექებით CaO-ს მაქსიმალური გამოტანა-78,4 კგ/ჰა დაფიქსირდა ყველაზე ტენიან წელს (1960), სამყურასა და ტიმოთელას ნარევ ნათესბალახიან მინდორზე. რიგი მკვლევარების მიუთითებენ, რომ მსუბუქი ეწერ-ლებიანი ნიადაგის სახნავი ფენიდან CaO-ს გამოტანა შეტანილ სასუქებზე დამოკიდებულებით, წლის განმავლობაში მერყეობდა 48,4-58,4 კგ-ის ფარგლებში 1 ჰა-ზე. ტ. ნ. კულაკოვსკაია თვლის, რომ ბელორუსიის პირობებში, 1 ჰა ნიადაგიდან წლის განმავლობაში გამოირეცხება 75-100 კგ CaO.

ფიზიოლოგიურად მჟავე მინერალური სასუქების გასანეიტრალეზად კირის დოზები შეადგენს (CaCO₃ ც-ით 1 ც სასუქზე):

ამიაკი თხევადი.....	1,47
წყლიანი ამიაკი (ამიაკის წყალი).....	0,36
ამონიუმის გვარჯილა.....	0,74
შარდოვანა.....	0,83
სულფატ-ამონიუმი.....	1,13
ნატრიუმ-ამონიუმის სულფატი.....	0,90
ქლორიანი ამონიუმი.....	1,39
ამოფოსი.....	0,65
სუპერფოსფატი.....	0,10

მეცნიერებითა და პრაქტიკით დადგენილია, რომ კირიან მასალაში 1 მმ-ზე მეტი დიამეტრის მქონე კირის მექანიკური ნაწილაკები ნაკლებად ვარგისია მჟავე ნიადაგების გასანეიტრალეზად. ამიტომ, კირიანი მასალის დოზების დადგენისას, მასში გარდა ტენიანობის და კალციუმის კარბონატის (CaCO₃+MgCO₃ გაანგარიშებული CaCO₃-ზე) შემცველობისა, აუცილებელია ყურადღება მიექცეს კირის ნაწილაკების ზომებს და მათი გადამეტების შემთხვევაში, შესაბამისად გავზარდოთ კირის შესატანი დოზები.

მოკირიანებაზე მოთხოვნილება მარილის გამონაწურში pH-ზე დამოკიდებულებით, ფუძეებით მამღრობის ხარისხის (V) და მექანიკური შედგენილობის მიხედვით (მ. ფ. კორნილოვის მიხედვით) მე - 2 ცხრილში.

მოკირიანების ჩატარებისას მეტად მნიშვნელოვანია ნიადაგის და მოსაყვანი კულტურის თვისებების შესაბამისი კირის ოპტიმალური ნორმის დადგენა. ნიადაგის სახნავი ფენის მაღალი მჟავიანობის სუსტ რეაქციამდე (pH წყლის გამონაწურში 6,2-6,5, მარილის გამონაწურში 5,6-5,8) შესამცირებელი კირის აუცილებელ რაოდენობას, რომელიც

კეთილსასურველია კულტურათა უმრავლესობისა და სასარგებლო მიკროორგანიზმებისათვის უწოდებენ სრულ ნორმას.

ცხრ. 2.

მოკირიანებაზე მოთხოვნილება მარილის გამონაწურში pH-ზე დამოკიდებულებით, ფუძეებით მადღრობის ხარისხისა და მექანიკური შედგენილობის მიხედვით.

ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა	მჟავიანობაზე მგრძობიარე მცენარეთა მოთხოვნილება მოკირიანებაზე							
	ძლიერი		საშუალო		სუსტი		არ საჭიროებს	
	pH KCl-ში	V	pH KCl-ში	V	pH KCl-ში	V	pH KCl-ში	V
მძიმე და საშუალო თიხნარი	5,0 მდე	45-მდე	5,0-5,5	45-60	5,5-6,0	60-70	>6,0	>70
	4,5 მდე	50-მდე	4,5-5,0	50-65	5,0-5,5	65-75	>5,5	>75
	4,0 მდე	55-მდე	4,0-4,5	55-70	4,5-5,0	70-80	>5,0	>80
მსუბუქი თიხნარები	5,0 მდე	35-მდე	5,0-5,5	35-55	5,5-6,0	55-65	>6,0	>65
	4,5 მდე	40-მდე	4,5-5,0	40-60	5,0-5,5	60-70	>5,5	>70
	4,0 მდე	45-მდე	4,0-4,5	45-55	4,5-5,0	65-75	>5,0	>75
ქვიშნარი და ქვიშიანი	5,0 მდე	30-მდე	5,0-5,5	30-45	5,5-6,0	45-55	>6,0	>55
	4,5 მდე	35-მდე	4,5-5,0	35-50	5,0-5,5	50-60	>5,5	>60
	4,0 მდე	40-მდე	4,0-4,5	40-55	4,5-5,0	55-65	>5,0	>65
ტორფიანი და ტორფჭაობიანი	3,5 მდე	35-მდე	3,5-4,2	35-55	4,2-4,8	55-65	>4,8	>65

უფრო მეტი სიზუსტით კირის სრული ნორმა განისაზღვრება ჰიდროლიზური მჟავიანობით. კირის ნორმის (CaCO₃ ტ/ჰა-ზე) გაანგარიშებისას ჰიდროლიზური მჟავიანობის სიდიდეს (H ჰ), გამოხატულს მილიექვივალენტობით 100 გ ნიადაგზე ამრავლებენ 1,5 კოეფიციენტზე. CaCO₃-ის ნორმა = H ჰ × 1,5. აღნიშნული ფორმულა მიიღება შემდეგნაირად: 100 გ ნიადაგზე 1მ.- ექვ. მჟავიანობის (H⁺ იონების) გასანიტრალეზლად საჭიროა 1 მ.-ექვ., ანუ 50 მგ CaCO₃, ხოლო 1 კგ ნიადაგზე 10-ჯერ მეტი, ანუ 500 მგ CaCO₃; ამ სიდიდის გამრავლებით 1ჰა ნიადაგის სახნავი ფენის მასაზე (3000000კგ) და მიღებულის გაყოფით 1000000000-ზე (მილიგრამების ტონებზე გადასაანგარიშებლად) ვღებულობთ კირზე მოთხოვნილებას (D) ტ/ჰა-ზე.

$$D = \frac{H \text{ ჰ} \times 50 \times 10 \times 3000000}{1000000000} = \frac{1500000000}{1000000000} = H \text{ ჰ} \times 1,5 \text{ ტ.} = 7,5 \text{ ტ/ჰა.}$$

კვლევებით დადგენილია (ბ. ა. იაგოდინი, 1982), რომ ნიადაგის რეაქციის სუსტ მჟავიანობამდე დაყვანა შესაძლებელია ჰიდროლიზური მჟავიანობის სიდიდის 2/3-ის მოცილებით. ამიტომ, არცთუ იშვიათად კირი შეაქვთ ჰიდროლიზურ მჟავიანობაზე გათვლილი სრული ნორმის 2/3-ის რაოდენობით. ასეთ შემთხვევაში CaCO₃-ის ნორმა

რიცხოზრდად უთანაბრდება ჰიდროლიზურ მჟავიანობას. თუ მოსაკირიანებლად იყენებენ ისეთ კირიან სასუქებს, რომლებიც შეიცავენ არა CaCO_3 -ს, არამედ MgCO_3 -ს, ან CaO და Ca(OH)_2 , მაშინ კირის გათვლილ ნორმას ამრავლებენ კოეფიციენტებზე: 0,84 MgCO_3 -სთვის, 0,74 Ca(OH)_2 -სთვის და 0,56 CaO -სთვის.

კირის შეტანის მეთოდები

კირის სრული ნორმები ნიადაგში შეაქვთ ერთჯერადად, ან ეტაპობრივად. ნორმების ერთჯერადად შეტანისას მიიღწევა ნიადაგის სახნავი ფენის მჟავიანობის უფრო სწრაფი და სრული განეიტრალება ხანგრძლივად და მიიღება სასოფლო სამეურნეო კულტურათა უმრავლესობის მოსავლის შედარებით მაღალი ნამატი. კირის სრული ნორმებით შეტანა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ძლიერ მჟავე ნიადაგებზე კულტურათა მოყვანისას, ასევე სუსტად გაკულტურებული ეწერ-ლებიანი ნიადაგების სახნავი ფენის დაღრმავებისას.

შეიძლება გამოყენებული იქნას ნორმის ნახევარი, რათა მოკირიანება ჩატარდეს ორჯერ მეტ ფართობზე. ასეთ შემთხვევაში, მოსავლის ნამატი 1 ჰა-დან იქნება 20-30 %-ით ნაკლები., თუმცა, მთლიანი ფართობიდან, სადაც შეტანილი იქნა კირი პირველ წლებში მოსავლის საერთო ნამატი იქნება მეტი, ვიდრე მთლიანი ნორმის გამოყენებისას.

კირის სრული და ნახევარი ნორმების შეტანის პირველ წლებში, განსხვავება ეფექტურობის მხრივ არ არის დიდი. თესლბრუნვის მეორე როტაციაში ნახევარი ნორმით მიღებული მოსავლის ნამატი მცირდება თითქმის ორჯერ, ვიდრე სრული ნორმის შეტანისას

ცხრ. 3

კირის სხვადასხვა ნორმების ეფექტურობა მჟავე (pH KCl 4,0) მძიმე თიხნარ ეწერ ლებიან ნიადაგზე

კირის ნორმა	მოსავალი მარცვალზე გაანგარიშებით (ც/ჰა)			
	პირველი როტაცია		მეორე როტაცია	
	ჯამური	მატება კირით	ჯამური	მატება კირით
ფონი (NPK)	84,4	-	154,0	-
ფონი+კირი (7,2 ტ/ჰა)	115,6	31,2	205,9	51,9
ფონი+კირი (3,6 ტ/ჰა)	106,5	22,1	180,7	26,7

სრული ნორმა საშუალო და მძიმე თიხნარ ნიადაგებზე მოსაყვან მოსავლიანობაზე ახდენს მდგრად დადებით გავლენას 12-15 წლის განმავლობაში, ხოლო მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე - 8-10 წელიწადს.

ნორმის ნახევარის დადებითი გავლენა ნაკლებად ხანგრძლივია, ვიდრე სრულის, ამიტომ ნორმის მეორე ნახევარი იმავე ფართობზე შეაქვთ 6-7 წლის შემდეგ. მინერალური სასუქების მაღალი ნორმების სისტემატური გამოყენებისას (განსაკუთრებით ფიზიოლოგიურად მჟავე), მნიშვნელოვნად იზრდება კალციუმისა და მაგნიუმის დანაკარგები

და ხდება ადრე მოკირიანებული ნიადაგების უფრო სწრაფად გამჟავიანება. ამ შემთხვევაში განმეორებითი მოკირიანება აუცილებელია განხორციელდეს უფრო მოკლე ვადაში, რათა უზრუნველყოფილი იქნას კირის შესვლა ნიადაგში არანაკლებ 5-6 ც/ჰა. განმეორებითი მოკირიანების აუცილებლობა განისაზღვრება ნიადაგის აგროქიმიური ანალიზებით (ნიადაგის მჟავიანობის ხარისხის განსაზღვრა).

კირის სრული და ნახევარი ნორმები ნიადაგში უნდა ჩაკეთდეს შემოდგომით, მზრალად ხვნის დროს, ან გაზაფხულზე გადახვნისას. კირის სრული ნორმის შემცირებული დოზები 1/4-1/5 (0,5-1 ტ/ჰა) - არ არის საკმარისი ნიადაგის მთელი სახნავი ფენის მჟავიანობის შესამცირებლად, ამიტომ ის შეაქვთ მწკრივებში თესვისას და ბუდნებში - ჩითილის გადარგვისას, იმისათვის, რომ ფესვთა გავრცელების ძირითად ზონაში შემცირდეს ნიადაგის მჟავიანობა. კირის მცირე დოზები ქმნიან მცენარეთა ზრდის კეთილსასურველ პირობებს და ამალეებენ კულტურათა მოსავლიანობას. პირველი გადახვნისთანავე კირი შეერევა მთელ სახნავ ფენას მთელ ფენას. ამიტომ კირის მცირე დოზები აუცილებელია როტაციაში შეიტანებოდეს 4 - 5-ჯერ მჟავიანობის მიმართ მგრძობიარე კულტურებისათვის. ასეთ შემთხვევაში მოკირიანების მთავარი ამოცანა, ანუ ნიადაგის მაღალი მჟავიანობის შემცირება გადაიწვეს მეტად ხანგრძლივი დროის განმავლობაში.

კირის დაბალი დოზების გამოყენება, როგორც მოსავლის მატების დამატებითი ღონისძიება უფრო მეტად სასურველია მჟავიანობის მიმართ მგრძობიარე კულტურებისათვის: იონჯა, საშემოდგომო ხორბალი, ჭარხალი, სიმინდი.

სოფლის მეურნეობის სამინისტროს სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრის ნიადაგის ნაყოფიერების კვლევის სამსახურში შემუშავდა პროექტი, რომლის მთავარ მიზანს წარმოადგენდა სიმინდის, როგორც დასავლეთ საქართველოს ერთ-ერთი ძირითადი წამყვანი სას. სამ. კულტურის მოსავლიანობის ამალეება მჟავე ნიადაგების პირობებში ოპტიმალური აგროტექნიკური გარემოს შექმნით. ამგვარი გარემოს შექმნის მთავარ საშუალებას წარმოადგენდა ჩხოროწყუს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე არსებული ბუნებრივი მელიორანტი - მერგელი (ტკილი), აღებული თაიას და ნაფიჩხოუს საბადოებიდან, რომელთა შორის განსხვავება კირის შემცველობის მხრივ არის უმნიშვნელო და საშუალოდ შეიცავენ 5,5 %-ს.

საველე ცდა მოეწყო სოფ. ლესიჭინეში არსებულ საცდელ-სადემონსტრაციო ნაკვეთზე . საცდელ კულტურად შეირჩა სიმინდის ადგილობრივი ჯიში „აჯამეთის თეთრი“.

კვლევა ტარდებოდა სტაციონალური მრავალფაქტორიანი მინდვრის ცდის მეთოდით, რაც ითვალისწინებდა მერგელის შეთანაწყობას სასუქების სხვადასხვა კომბინაციებთან და მათ საფუძველზე მიღებული მოსავლიანობის და მისი პროდუქციის ხარისხობრივი მაჩვენებლების გაანალიზებას.

ცდა აიგემა და მოეწყო სყოველთაოდ მიღებული მეთოდიკის სრული დაცვით, 4 ვარიანტიანი სქემით, სამჯერადი განმეორებით, დანაყოფის ფართობი 50 კვ. მ.

საცდელი ფართობი უკავია სუბტროპიკული ეწერი ტიპის ნიადაგს. ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლებით არის მძიმე თიხნარი, ფიზიკური თიხის შემცველობა შეადგენს 48 %-ს, ორგანული ნივთიერებები ძალიან დაბალი, ვარიანტების მიხედვით მერყეობს 2,5-3,8 %-ის ფარგლებში; ცდის საწყის ეტაპზე ნიადაგი ხასიათდებოდა უკიდურესად მჟავე არეს რეაქციით, pH KCl-ის გამონაწურში შეადგენდა 3,7. ცდის შედეგების უფრო მეტი

დამაჯერებლობისათვის გამოვიყენეთ ВИУА-ს მიერ შემუშავებული საყოველთაოდ ცნობილი და მიღებული კირის დოზების დასადგენი ცხრილი, რომელსაც მიუსადაგეთ საკვლევი ნიადაგის მახასიათებელი ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრები. ამდენად, ინტერესს

ცხრ. 4

მერგელის გავლენა ნიადაგის არეს მქავიანობაზე, საშუალოდ ცდის სამი წლის განმავლობაში

განმეორება	pH წყლის გამონაწურით				pH KCl-ის გამონაწურით			
	1.საკონტრ. (უსასუქო)	2.N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ ა.ტ.დ. (ფონი)	3 ტკილი 8 ტ/ჰა	4.ტკილი + ა.ტ.დ.	1.	2.	3.	4.
1	5,03	5,02	5,27	5,22	4,75	4,73	5,86	5,93
2	5,06	5,06	4,99	4,54	4,83	4,79	5,80	5,87
3	4,64	4,78	5,26	5,11	4,92	4,94	5,92	5,91
საშუალო ვარიანტზე	4,91	4,95	5,17	4,96	4,83	4,82	5,86	5,90

ა.ტ.დ.-აგროტექნიკური დოზა.

წარმოადგენდა კირის შემცველი საბადოს (მერგელი) განსხვავებულ პირობებში გამოყენებისას რამდენად მკაფიოდ წარმოჩინდებოდა მისი უნარი, როგორც ნიადაგის მქავე არეს გამანეიტრალელებისა pH-ის წყლის გამონაწურის და KCl-ის გამონაწურის მეთოდებით განსაზღვრისას.

ცდაში გამოიყენებოდა ყველაზე კონცენტრირებული მყარი აზოტიანი სასუქი შარდოვანა (კარბამიდი)-(NH₂)₂CO, მცენარისათვის შესათვისებელი აზოტი 46,3 %. 1 ჰა-ზე გაანგარიშებით შეიტანებოდა 196 კგ, ანუ 2 ც ფიზიკური წონა., ნორმის ნახევარი შეგვქონდა სიმინდის თესვის თანმიყოლებით, მეორე ნახევარი სიმინდის საგველას (ქოჩოჩის) გამოტანის ფაზაში.

ცდაში გამოყენებული დიამოფოსკა-მარკა A, NPK-1, 10 : 26 : 26 წარმოადგენს საკვები ნივთიერებებით მაღალკონცენტრირებულ, ფიზიოლოგიურად ნეიტრალურ სასუქს (pH-7). იგი შეიცავს 10 % აზოტს ამონიუმის ფორმით (NH₄)₂, P₂O₅-26%, K₂O-26%,., შეიძლება შეიცავდეს სხვადასხვა მიკრიელემენტებს, არ შეიცავს ქლორს.

დიამოფოსკა შეიტანებოდა გაზაფხულზე, სიმინდის თესვის წინ, ფიზიკური წონა 1 ჰა-ზე გაანგარიშებით: N - 9 ც, P₂O₅ - 3,5 ც, K₂O - 3,5 ც., ჯამში 16 ც/ჰა დიამოფოსკა.

მე-4 ცხრილში მოტანილი ლაბორატორიული კვლევის შედეგები გვიჩვენებს, რომ წყლის გამონაწურის მეთოდით ნიადაგის არეს რეაქციის ცვლილება მერგელის განსხვავებულ

პირობებში გამოყენებით გამოიხატა სხვადასხვაგვარად., კერძოდ, pH-ის სიდიდე ცდის ოთხივე ვარიანტზე თითქმის თანაბარია და საშუალოდ ვარიანტებზე მერყეობს 4,91- 5,17-ის ფარგლებში; თუ ცდის ყველა ვარიანტის pH-ის აღნიშნულ საშუალო სიდიდეს შევადარებთ უსასუქოს, ანუ ნიადაგის ბუნებრივ პირობებში მყოფ ვარიანტს, შევნიშნავთ რომ მისი pH-ის საშუალო სიდიდე (4,91) უმნიშვნელოდ ჩამორჩება მხოლოდ ტკილის დამოუკიდებლად გამოყენების (ვარიანტი 3, pH 5,17) და სასუქების აგროტექნიკური დოზების ფონზე ტკილის გამოყენებით (ვარიანტი 4, pH 4,96) მიღებულ შედეგებს. წყლის გამონაწურის მეთოდით განსაზღვრული ნიადაგის არეს რეაქციის ცვლილებები ზოგიერთი გამონაკლისების გარდა წარმოჩინდა შედარებით ნათლად, მჟავიანობის დონე შემცირდა ხოლო pH-ის რიცხობრივმა სიდიდეებმა იმატა და შეადგინა 5,02-დან (ვარიანტი 2, განმეორება 1) 5,27-მდე (ვარიანტი 3, განმეორება 1).

ზემოთ აღვნიშნეთ, რომ ნიადაგური ხსნარის მაღალი მჟავიანობისას ხსნარში წარმოიქმნება აქტიური მჟავიანობა, რომლის pH-ის სიდიდე იზომება წყლის გამონაწურის მეთოდით. აქტიური მჟავიანობა მჭიდრო კავშირშია ჰიდროლიზურ მჟავიანობასთან. pH-ის რიცხობრივი მაჩვენებლის გაზრდა და ჰიდროლიზური მჟავიანობის დონის შემცირება ყოველთვის იწვევს ჰიდროლიზური მჟავიანობის მიხედვით განსაზღვრული კირის ნორმის წილობრივ მატებას აქტიური მჟავიანობის დონის შესაბამისად. ეს მიუთითებს იმაზე, რომ წყლის გამონაწურის მეთოდით აქტიური მჟავიანობის pH-ის სიდიდის განსაზღვრა შეიძლება გამოყენებული იქნას კირის სავარაუდო, მიახლოებითი ნორმების დასადგენად.

ჩვენი ცდის პირობებში, მერგელის ეფექტურობის ყველაზე თვალსაჩინო ვარიანტზე (ვარ. 3) აქტიური მჟავიანობის სიდიდე - pH შეადგენდა 5,17, ჰიდროლიზური მჟავიანობა- 3,4 მგ-ექვ. 100 გ ნიადაგზე. ეს ნიშნავს რომ, თუ ნიადაგის არეს რეაქციის განსაზღვრის თანამედროვე და ყველაზე სარწმუნო მეთოდით, ანუ ჰიდროლიზური მჟავიანობის დონის მიხედვით ნიადაგში შესატანი კირის ნორმამ შეადგინა 8 ტ/ჰა, მაშინ წყლის გამონაწურის მეთოდით განსაზღვრული აქტიური მჟავიანობის მაჩვენებლით კირის წილობრივ ნორმად უნდა მივიჩნიოთ $8 : 1,5 = 5,3$ ტ/ჰა

ზემოთ თქმულის თანახმად უნდა აღინიშნოს, რომ წყლის გამონაწურის მეთოდით განსაზღვრული ნიადაგის არეს რეაქციის ცვლილებები მერგელის სხვადასხვა პირობებში გამოყენებისას, ზოგიერთი გამონაკლისის გარდა საკმაოდ დამაჯერებლად ვერ ამჟღავნებს მერგელის, როგორც ნიადაგის მჟავიანობის გამანეიტრალებელ თვისებას., ამიტომ კირზე ნიადაგის მოთხოვნილების განსაზღვრისათვის უპირატესობა მიენიჭა KCl-ის გამონაწურის მეთოდს.

კირი უპირველესყოვლისა შეიტანება ზედმეტი მჟავიანობის მოსაცილებლად, რაც უნდა განაპირობოს გამოსაყენებლად მიჩნეულმა კირის შემცველმა მასალამ. ნახშირმჟავა კალციუმის - CaCO_3 (ან ნახშირმჟავა მაგნიუმის) შეტანისას ნიადაგური ხსნარის გავლენით ხდება მისი ბიკარბონატად - $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ გარდაქმნა და იგი, როგორც ტუტე მარილი ნიადაგის ხსნარში ზრდის OH^- ჰიდროქსილის კონცენტრაციას., შედეგად, ნიადაგის არეს რეაქცია მჟავე ინტერვალიდან მიიწევს ნეიტრალურისკენ. ყოველივე ეს უკეთესად გამოვლინდა კალიუმქლორის გამონაწურის მეთოდით ნიადაგის მჟავიანობის დონის განსაზღვრით, რაც დადასტურდა აგრეთვე სიმინდის მოსავლიანობის რაოდენობათა ნამატის მიხედვით იმ

ვარიანტებზე, სადაც წყლის გამონაწურის მეთოდმა pH-ის სიდიდის ცვლილება წარმოგვიდგინა შედარებით სუსტად.

იმავე მე-4 ცხრილიდან ჩანს, რომ pH-ის რიცხოვრივი სიდიდეების მატებით, ანუ მჟავიანობის შემცირებით ცდის სამი წლის საშუალო მონაცემებით გამოირჩევა ვარიანტები (3, 4), სადაც ნიადაგში შეიტანებოდა ტკილი 8 ტ/ჰა ცალკე (დამოუკიდებლად) და სასუქების აგროტექნიკური დოზების ფონზე. ცდის დასასრულს, შესაბამისად აღნიშნული ვარიანტებისა მჟავიანობის რიცხოვრივი სიდიდეები მატულობს 5,86 და 5,90-მდე, რაც მიუთითებს, რომ ცდის საწყის ეტაპზე უკიდურესად მჟავე რეაქციის (pH 3,5) მქონე ნიადაგის არე განიცდის ცვლილებას და ადგილს იკავებს სუსტი მჟავე კატეგორიის ნიადაგებთან. აღნიშნული მოვლენა უპირველესყოვლისა მიეწერება მერგელის, როგორც ნიადაგის მჟავიანობის გამანეიტრალებელ თვისებას, რომელიც უკეთესად ვლინდება კალიუმქლორის გამონაწურის მეთოდით ნიადაგის მჟავიანობის დონის განსაზღვრით, რაც დადასტურდა აგრეთვე სიმინდის მოსავლიანობის რაოდენობათა ნამატით.

ცხრ. 5

მერგელის გავლენა სიმინდის მარცვლის და ჩალის მოსავლიანობაზე, სამი წლის საშუალო

ვარიანტი	მარცვალი	მატება უსასუქოსთან		ჩალა ჰაერმშრალი	მატება უსასუქოსთან	
	ც/ჰა	ც/ჰა	%	ც/ჰა	ც/ჰა	%
1.საკონტროლო (უსასუქო)	35,5	–	–	4,0	–	–
2.N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ ა.ტ.დ. (ფონი)	46,0	10,5	29,6	8,6	4,6	115,0
3.ტკილი 8ტ/ჰა	51,2	15,7	44,2	8,8	4,8	120,0
4.ტკილი+ა.ტ.დ.	52,6	17,1	48,2	9,7	5,7	142,5

მე-5 ცხრილი გვიჩვენებს, რომ ცდის სამი წლის საშუალო მოსავლიანობით საუკეთესოა ვარიანტები (3, 4), სადაც ნიადაგში შეიტანებოდა მხოლოდ ტკილი 8 ტ/ჰა და მისი იგივე ნორმა სასუქების აგროტექნიკური დოზების ფონზე. შესაბამისად აღნიშნული ვარიანტებისა, სიმინდის მარცვლის წონამ შეადგინა 51,2 და 52,6 კგ/ჰა, რაც უსასუქო ვარიანტს აღემატება 15,7 და 17,1 ც-ით, ან 44,2 და 48,2 %-ით.

ნიადაგის მჟავიანობა ახდენს ძლიერ ზეგავლენას ნიადაგში საკვები ელემენტების მოძრავ ფორმებზე: ზოგიერთი მათგანის რაოდენობა კლებულობს, ზოგის კი იზრდება. მერგელის გამოყენებამ გარკვეულწილად შეცვალა არეს რეაქცია და დაგვანახა, რომ იგი წარმოადგენს ნიადაგში საკვები ელემენტების მობილიზაციის და იმობილიზაციის ფაქტორს.

ნიადაგის მჟავიანობის მავნე ზემოქმედება არის მნიშვნელოვანი მიზეზი მცენარისათვის ხელმისაწვდომი ფოსფორის შემცირებისა., კირის შემცველი მასალის

გამოყენებას კი მოჰყვა ნიადაგში ფოსფატების მობილიზაცია. მაგალითად, ცდის დასასრულს ლაბორატორიულმა ანალიზებმა გვიჩვენა წყლის გამონაწურის მეთოდით მიღებული ნიადაგის ძლიერი მჟავიანობა (pH 4,91) უსასუქო ვარიანტის 0-20 სმ ფენაში. მიუხედავად ამისა, ნიადაგში მოძრავმა ფოსფორმა საშუალოზე მაღალი შემცველობიდან (34,4 მგ/კგ) მიაღწია მაღალ შემცველობას (57,7 მგ/კგ). ეს უნდა მიეწეროს ნიადაგის ბუნებრივი მდგომარეობის პირობებში დაგროვილ P_2O_5 -ის მარაგს., თუმცა აღნიშნულ ვარიანტზე მცენარეები არ იყვნენ საკმარისად უზრუნველყოფილნი ფოსფორის ხელმისაწვდომი ფორმებით, რაც მნიშვნელოვნად აამაღლებდა მათ პროდუქტიულობას. ამგვარი მოვლენა აიხსნება იმით, რომ ძლიერ მჟავე ნიადაგები მნიშვნელოვანი რაოდენობით შეიცავენ ალუმინის და რკინის მოძრავ ფორმებს. ასეთ ნიადაგებში სასუქების შეტანისას ფოსფორი მჭიდროდ უკავშირდება ალუმინს და რკინას და წარმოიქმნება რკინისა და ალუმინის ფოსფატები ($FePO_4$, $AlPO_4$), რის გამოც მცენარეთა მიერ ფოსფორის შეთვისება ხდება პრობლემური. ცდაში გამოვლინდა კირის შემცველი საბადოს უნარი რკინისა და ალუმინის მოძრავი ფორმების მოცილებასა და ნიადაგის ფოსფორის მობილიზაციაში., შედეგად, მცენარეთა უზრუნველყოფა ფოსფორით.

აზოტიანი და კალიუმისანი სასუქების სისტემატური გამოყენებისას წითელმიწა მჟავე ნიადაგებისათვის ზოგადად დამახასიათებელია თვისებების გაუარესება და მოსავლიანობის დაცემა. ცდაში აგრეთვე გამოვლინდა ტკილის დადებითი გავლენა აზოტისა და კალიუმის ეფექტურობის მხრივ., მაგალითად, სრული მინერალური სასუქები ტკილის გარეშე (ვარ. 2) სიმინდის მარცვლის მოსავლიანობას ზრდის უსასუქოსთან შედარებით 29,6 %-ით, ხოლო ტკილის გამოყენებამ (ვარ. 3, 4) მოსავალი აამაღლა 44,2 და 48,2 %-ით.

საცდელ ნიადაგში მიმდინარე ქიმიურ პროცესებს განაპირობებს პირველ რიგში თვით ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები: სტრუქტურა, ორგანული და მინერალური შედგენილობა, შთანთქმის უნარი და შთანთქმული კომპლექსის თვისებები, მიკრობიოლოგიური პროცესები, არეს რეაქცია და სხვა, რაც უნდა ესადაგებოდეს მოსაყვანი კულტურის ბიოლოგიურ თვისებებებს.

ზემოთ აღვნიშნეთ, რომ საცდელი ნიადაგის ნაყოფიერების განმსაზღვრელი პარამეტრები მიუსადაგეთ ВИУА-ს მიერ შემუშავებულ კირის დოზების დასადგენ ცხრილს. ამ ცხრილის მიხედვით კირის დოზა შეადგენს 8 ტ/ჰა-ს, რაც ტოლია ჩვენს მიერ წყლის გამონაწურის მეთოდით განსაზღვრული აქტიური მჟავიანობის მიხედვით მიღებული კირის ნორმისა.

თაიას ბუნებრივი ტკილის საბადო შეიცავს 5 % $CaCO_3$ -ს. აქედან გამომდინარე, ტკილის ნორმა შეადგენს: $(8 \times 100) : 5 = 160$ ტ/ჰა, რაც დანაყოფზე (50 მ²) უტოლდება 800 კგ-ს.

რეკომენდაცია მეწარმეებს

1. ადგილობრივ მეწარმეებს ვურჩევთ: 1 ჰა-ზე ნიადაგში შესატანი ტკილის რაოდენობა (160 ტ) გამოიყენონ ეტაპობრივად, ანუ სამი წლის განმავლობაში ყოველწლიურად შეიტანონ დაახლოებით 50 ტ ტკილი; ნიადაგის ნაწილაკებთან ტკილის უკეთ შესარევადად (მეტი ეფექტურობისათვის) უმჯობესია მისი გაშრობა და შეძლებისდაგვარად დაქუცმაცება.

სამი წლის გასვლის შემდეგ, კიდევ ხუთი წლის განმავლობაში კირის შემცველი საბადო ინარჩუნებს ნიადაგის არეს მჟავე რეაქციის გამანეიტრალებელ თვისებას, ხოლო შემდეგ ნიადაგი კვლავ იწყებს გამჟავიანებას. ამიტომ საჭიროა მერგელის საბადოს ახალი მარაგის შექმნა და მისი შეტანის სწორი მეთოდებით გამოყენება.

2. კირის შემცველი ბუნებრივი საბადოს მეტი ეფექტურობისათვის მიზანშეწონილია მისი გამოყენება ძირითადი საკვები ნივთიერებებით მაღალკონცენტრირებული, არაჰიგროსკოპული და არაბელტვადი, ფიზიოლოგიურად ნეიტრალური სასუქის (pH-7) დიამოფოსკას ფონზე, მარკა A, NPK – 1,10 : 26 : 26; რეკომენდებულია დიამოფოსკა ნიადაგში შეტანილი იქნას სიმინდის თესვის წინ ან თანმიყოლებით, მწკრივებში; სასუქის ნორმა $N_{90}P_{90}K_{90}$., ნიადაგში შესატანი ფიზიკური წონა შეადგენს 16ც/ჰა - ს.

გამოყენებული უნდა იქნას მყარი აზოტიანი სასუქებიდან ყველაზე კონცენტრირებული სასუქი შარდოვანა (კარბამიდი) – $(NH_2)_2 CO$, იმავე ნორმით - $N_{90}P_{90}K_{90}$, სასუქის ფიზიკური წონა 196 კგ, ანუ 2ც/ჰა. ნორმის ნახევარი შეიტანება სიმინდის თესვის თანმიყოლებით, მე - 2 ნახევარი - გამოკვების სახით, სიმინდის ქოჩოჩის გამოტანის ფაზაში.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ავდონინი ნ. ს. სასუქების გამოყენების მეცნიერული საფუძვლები., მოსკოვი „კოლოს“ 1972 წ.
2. მარგველაშვილი გ. ნიადაგის ქიმიური ანალიზი., თბილისი 2019 წ.
3. სმირნოვი პ. მ., მურავინი ე. ა. აგროქიმია., მოსკოვი „კოლოს“ 1977 წ.
4. კორნილოვი მ. ფ. და სხვ. სსრკ-ს არაშავმიწა მჟავე ნიადაგების მოკირიანება., მოსკოვი „კოლოს“ 1971 წ.
5. იაგოდინი ბ. ა. აგროქიმია., მოსკოვი „კოლოს“ 1982 წ.
6. კუკი ჯ. უ. ნიადაგის ნაყოფიერების რეგულირება., მოსკოვი „კოლოსი“ 1970 წ.

