

ბაქტერიული სასუქების მოქმედება ხორბლის კულტურაზე

თენგიზ გვაზაგა – პროექტის მენეჯერი, ეკოლოგიის მეცნიერებათა აკადემიის ასოცირებული წევრი,
თამარ ხურციძე – ბიოლოგიის აკადემიური დოქტორი, ეკოლოგიის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი.

საკვანძო სიტყვები: სასუქი, ნიადაგი, ბაქტერიების ფიზიოლოგიური ჯგუფები, ხორბალი, რიზოსფერო

რეზიუმე

წარმოდგენილია მინერალური სასუქის, “ამოფოსი” 200კგ/ჰა-ის და ქართული წარმოების (შპს „ჯეოფერტი“-ი) ბაქტერიული, ორგანულ-მინერალური, მიკროელემენტების შემცველი სასუქების “ბონაკრაფტ P₂₀ S₁₀” და “ბონაკრაფტ P₂₄”-ს (100-150 კგ/ჰა) მოქმედება ხორბლის კულტურაზე.

ბაქტერიული სასუქების გავლენით ხორბლის რიზოსფეროში მნიშვნელოვნად გააქტიურდა მიკრობიოლოგიური პროცესები, სადაც სხვადასხვა ფიზიოლოგიური ჯგუფის მიკროორგანიზმების რაოდენობა 1000-2000-ჯერ მეტია “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-თან შედარებით. გაიზარდა მინერალიზაციისა და საკვები ნივთიერებების მობილიზაციის პროცესები. ბაქტერიული სასუქების მოქმედებით შესათვისებელი აზოტის რაოდენობა 1,2-1,5-ჯერ, P₂O₅-ის რაოდენობა 1,8-3,4-ჯერ, K₂O რაოდენობა 1,2-1,7-ჯერ გაიზარდა; ხორბლის მოსავალი 1,1-1,2-ჯერ გაიზარდა “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-სთან შედარებით. ბაქტერიული სასუქების მოქმედებამ “ამოფოსი” 200კგ/ჰა-სთან შედარებით ჰუმუსის რაოდენობა 0,08-0,72%-ით გაზარდა.

“ამოფოსი”-სთან შედარებით, ბაქტერიული სასუქების დაბალი ფასები და მცირე დოზები ეკონომიურ სარგებელს იძლევა. ეს ახალი ბიოტექნოლოგია, ბაქტერიული სასუქების გამოყენება და დანერგვა, ხელს შეუწყობს სოფლის მეურნეობის მდგრად განვითარებას მოსავლის პროდუქტიულობისა და ნიადაგის ნაყოფიერების გასაუმჯობესებლად.

ნიადაგის ძირითადი საწარმოო მნიშვნელობა მისი ნაყოფიერებაა, რომელიც მჭიდროდაა დაკავშირებული მის ფიზიკურ, ქიმიურ და ბიოლოგიურ თვისებებზე. ნიადაგის ეს თვისებები განსაზღვრავს მცენარისთვის საკვები ნივთიერებების ხსნადობას, მიწათმოქმედებისთვის სასარგებლო მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობას, რომელზედაცაა საბოლოოდ დამოკიდებული ნიადაგის ორგანული ნივთიერებების მინერალიზაცია და საკვები ნივთიერებების მობილიზაცია.

ნიადაგის ნაყოფიერება დამოკიდებულია არა მარტო მის ბუნებრივ თვისებებზე, არამედ მის ექსპლუატაციაზე. სწორად გამოყენებული ნიადაგი არ უნდა ღარიბდებოდეს. პირიქით, მისი ნაყოფიერება უნდა იზრდებოდეს, მაგრამ სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციამ, მინერალური სასუქების ხანგრძლივმა და დიდი დოზებით გამოყენებამ ნიადაგის ნაყოფიერების დაცემა გამოიწვია. დღეისთვის შემოგვრჩა ნიადაგის დიდი ფართობები, რომლებიც რეაბილიტაციას მოითხოვს. ამიტომ, თანამედროვე მიწათმოქმედება უნდა გადავიდეს ისეთ აგრონომიულ ღონისძიებებზე, რომელიც დეგრადირებული ნიადაგის აღდგენასა და მისი ნაყოფიერების გაზრდას გამოიწვევს. აუცილებელია თანდათანობით ეკომეურნეობაზე გადასვლა.

რამოდენიმე ათწლეულია მიწათმოქმედებაში, როგორც „მომავლის ტექნოლოგია“, პერსპექტიულ მიმართულებად იქცა ჰუმინური, ორგანულ-მინერალური სასუქების წარმოება და გამოყენება (Л. Христева 1951, 1977; А. Фокин 1975; О. Везуглова 2011; И. Грехова 2014; D.Okl et al 2018). დიდია ჰუმინური ნივთიერებების ფუნქცია ნიადაგისა და მისი ნაყოფიერების ფორმულირებაში. მათი შემადგენლობა და თვისებები უზრუნველყოფს ნიადაგის სტრუქტურის აგრონომიულ ღირებულებას (О. Везуглова 2009; N.Bradey et al 2016; Argi et al 2017), წყალ-ჰაეროვან რეჟიმს, ნიადაგის სითბურ თვისებებს (Ф. Горовая, 1995. N. Brady, R. Weil, 2008 Z. Cilar et al. 2014). მისი რაოდენობრივი შემცველობა განსაზღვრავს ნიადაგის ფერს, ორგანულ მასას, კათიონთა ცვლის მოცულობას და ნიადაგის ბუფერობას. ისინი, როგორც ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები, (Л. Христева 1962, 1969; И. Перминова 2008; Л. Новикова 2001) აუმჯობესებენ ნიადაგის ნაყოფიერებას, მცენარის ზრდა-განვითარებას, მოსავლიანობასა და მოსავლის ხარისხს და წარმადგენენ საუკეთესო გარემოს დაცვის საშუალებას ტოქსიკური

ნივთიერებების მოქმედების შესამცირებლად (А. Горовая 1980; Т. Козюкина 1983; С. Albers 2008; S. Wang 2009). მათი ადაპტაციური მოქმედებით მცენარის ზრდა-განვითარება სტიმულირდება pH-ის დაბალ და მაღალ პირობებში (А. Петербургский 1981; М. Tahir 2011; А. Lodhi 2013).

ჩვენი კვლევის მიზანი მიწათმოქმედებაში ჰუმინური, ორგანულ-მინერალური, მიკროელემენტების შემცველი ბაქტერიული სასუქების გამოყენებაა, რომელიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ნიადაგის რეაბილიტაციაში, მისი ნაყოფიერების ამაღლებაში, სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ხარისხისა და მოსავლიანობის გაზრდაში. ასევე მისი გამოყენებით მინერალური სასუქების მაღალი დოზების შემცირებაა შესაძლებელი.

ჩვენი კვლევის მიზანია ქართული წარმოების (შპს. „ჯეოფერტ“-ის) ჰუმინური, ორგანულ-მინერალური, მიკროელემენტების შემცველი ბაქტერიული პრეპარატების “ბონაკრაფტ P₂₀ S₁₀”-ს და “ბონაკრაფტ P₂₄”-ს სხვადასხვა დოზებით (100 კგ/ჰა და 150 კგ/ჰა) გამოყენების შესწავლა. აღნიშნული პრეპარატები შეტანილი იქნა ხორბლის კულტურის ქვეშ, მდელის ყავისფერ ნიადაგში, გორის მუნიციპალიტეტის სოფელ ქვახვრელში, ფერმერ მიხეილ ქორქიაშვილის კერძო მეურნეობის ხორბლის ნაკვეთში. ნიმუშები აღებული იქნა ხორბლის კულტურის ზრდა-განვითარების ორ პერიოდში: რძისებრ სიმწიფემდე, აღერებულ, დაუთავთავებელ პერიოდში და სრულ სიმწიფეში, მოსავლის აღების დროს. გამოკვლეული იქნა აღნიშნული ბაქტერიული სასუქების მოქმედება ხორბლის რიზოსფერული ნიადაგის მიკრობიოლოგიურ აქტიუობაზე; საკვები ელემენტების შემცველობასა და ხორბლის მოსავალზე. ბაქტერიული სასუქისა და მინერალური სასუქის შედარებითი დახასიათებისათვის საკონტროლო ვარიანტად აღებული იქნა მინერალური სასუქის, “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ის ვარიანტი. ნიადაგის მიკროორგანიზმების რაოდენობა განისაზღვრა აგარიზებულ არეზე განზავეების მეთოდით. ნიადაგის ქიმიური ანალიზი: საერთო აზოტი გოსტი - 26107-84; ჰოდროლიზური აზოტი NAR-P-399-102; მოძრავი კალიუმი და ფოსფორი გოსტი-26205-91; ჰუმუსი გოსტი-26213-91; საერთო კალიუმი გოსტი-26261-84.

ახალგაზრდა, აღერებული ხორბლის მცენარეული მასალის ნიმუშებში გაიზომა ფესვის სიგრძე, ფესვის ზრდის არეალი სიბრტყეში, მიწის ზედა ნაწილის სიგრძე, ფოთლების რაოდენობა და მათი სიგრძეები (ცხ. 1). წარმოდგენილია ფოტოსურათები. შესწავლილია მცენარის ფესვთა სისტემასთან ახლოს მყოფი - რიზოსფერული ნიადაგი, რომლის 1 გ. აბსოლუტურად მშრალ მასაში დათვლილია სხვადასხვა ფიზიოლოგიური ჯგუფის მიკროორგანიზმების რაოდენობა (ცხრ. 2 და ცხრ. 3).

ცხრილი 1 და შესაბამისი ფოტომასალა ასახავს ახალგაზრდა ხორბლის ნაზარდს, საიდანაც კარგად ჩანს ნაზარდის უპირატესობა ბაქტერიული სასუქის “ბონაკრაფტ P₂₀ S₁₀” - 150 კგ/ჰა და მინერალური სასუქის “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა ვარიანტებზე, სხვა ბაქტერიული სასუქების “ბონაკრაფტ P₂₀ S₁₀” - 100 კგ/ჰა და “ბონაკრაფტ P₂₄”-ს - 100 კგ/ჰა და 150 კგ/ჰა) ვარიანტებთან შედარებით.

“ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ს ვარიანტზე ახალგაზრდა ხორბლის წარმატებული ზრდა, ზოგიერთ ბაქტერიული სასუქის ვარიანტებთან შედარებით, შეიძლება აიხსნას მარცვლეული კულტურების საკვები ნივთიერებების მიმართ მოთხოვნილებით (ი. ნაკაიძე 1991).



ახალგაზრდა ხორბალი



ზრდასრული ხორბალი

“ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-სა და ბაქტერიული სასუქების შედარებითი გავლენა ახალგაზდა ხორბლის კულტურის ზრდაზე.

ცხრილი 1.

ვარიანტი	ფესვი		მიწისზედა ნაწილის სიგრძე (სმ)	ფოთლის რაოდენობა ცალობით	ფოთლის სიგრძე (სმ)				
	სიგრძე (სმ)	განთხმული სიგანეში (სმ)			1-2	3	4	5	6
ამოფოსი 200 კგ/ჰა	14,93	18,55	71,44	6	20,37	24,3	27,9	30,85	34,7
P ₂₀ S ₁₀ -100 კგ/ჰა	15,97	25,5	56,55	8	15,54	20,8	23,87	23,5	27,17
P ₂₀ S ₁₀ - 150 კგ/ჰა	16,5	25,3	75,55	7	20,35	21,99	28,3	27,95	26,7
P ₂₄ - 100 კგ/ჰა	12,77	21,85	54,05	7	18,34	20,23	22,63	27,9	24,77
P ₂₄ - 150 კგ/ჰა	12,37	19,98	65,72	7	15,8	23,35	24,8	25,56	23,14

ამ პერიოდამდე ხორბლის ნაზარდს ნიადაგიდან ფოსფორსა და აზოტზე ჰქონდა მოთხოვნილება და ამ მოთხოვნილების დაკმაყოფილება შეძლო მინერალურმა სასუქმა ამოფოსმა, როგორც აზოტისა და ფოსფორის შემცველმა სასუქმა. ამ ვარიანტზე ხორბლის ფესვის სიგრძე - 14,93 სმ-ია, ხოლო ფესვის ნაზარდი სიბრტყეში - 18,55 სმ აღწევს. მიწისზედა ნაწილის სიგრძე – 71,44 სმ. აქვს - 6 კარგად განვითარებული ფოთოლი.

ამ პერიოდისთვის ხორბლის ნაზარდი, ამოფოსთან შედარებით უფრო მეტად დააკმაყოფილა ბაქტერიულმა სასუქმა “ბონაკრაფტ P₂₀ S₁₀” – 150 კგ/ჰა., სადაც მცენარის ყველა მონაცემი უფრო მაღალია. ფესვის სიგრძე - 16,5 სმ-ია, ფესვის ზრდა სიბრტყეში - 25,3 სმ. მიწისზედა ნაწილის - 75,55 სმ. აქვს – 7 კარგად განვითარებული ფოთოლი და ძლიერი ღერო. ამ ვარიანტზე ფოთლის ნაზარდის მოთხოვნილება ფოსფორზე უზრუნველყო ბაქტერიულ სასუქში ფოსფორის შემცველობამ და გააქტიურებულმა მიკრობიოლოგიურმა პროცესებმა. კერძოდ, ფოსფატგამხსნელი მიკროფლორისა და სილიკატური ბაქტერიების გაზრდილმა რაოდენობამ, ხოლო აზოტზე მოთხოვნილება უზრუნველყო ნიადაგში გააქტიურებულმა ნიტრიფიკაციისა და აზოტფიქსაციის პროცესებმა (ცხრ. 2).

ბაქტერიული სასუქების ვარიანტებზე “ბონაკრაფტ P₂₀ S₁₀”-ს და “ბონაკრაფტ P₂₄”-ს 100 კგ/ჰა და 150 კგ/ჰა-ზე, “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ს ვარიანტან შედარებით, დაბალია ხორბლის ნაზარდის მონაცემები (ცხრ. 1), მაგრამ მათ ფოთლების რაოდენობა მეტი აქვთ (7-8 ფოთოლი) და კარგად განვითარებული ღეროებით ხასიათდებიან. ამავდროულად, საკონტროლო “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ს ვარიანტებთან შედარებით, საცდელი სასუქების ვარიანტებზე მიკრობიოლოგიური პროცესები უფრო აქტიურია (ცხრ. 3), რაც ამ ვარიანტებზე ხორბლის ნათესების შემდგომი კარგი განვითარების გარანტიას იძლევა. ამისთვის კვლევა გაგრძელდა და გამოკვლეული იქნა ზრდასრული ხორბლის ნიმუშები მოსავლის აღებისას.

მცენარისა და რიზოსფერული მიკროფლორის ურთიერთდამოკიდებულება შესწავლილია მკვლევართა მიერ (Ю. Возняковская 1980), რომელთა აზრით მცენარე, როგორც ავტოტროფი ფოტოსინთეზის პროცესში ქმნის ორგანულ ნივთიერებებს, ხოლო მიკროორგანიზმები, როგორც ჰეტეროტროფები იკვებებიან მზა ორგანული ნივთიერებებით. მიკროფლორა თავისი მეტაბოლიტებითა და მაღალი აქტივობით მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მცენარის განვითარებისათვის.

ცხრილში 2 ნაჩვენებია “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-სა და ბაქტერიული სასუქების შედარებითი გავლენა ახალგაზრდა ხორბლის რიზოსფერული ნიადაგის მიკროფლორის რაოდენობაზე (1 გრამ აბსოლიტურად მშრალ ნიადაგში)

ცხრილი 2

ვარიანტი	ამონიფიკატორები (ხპა)-ზე	მინერალური აზოტით მკვებავი მიკროორგანიზმები ჩაპეკას არეზე		აზოტფიქსატორები ეშბის არეზე			ძნელად ხსნადი კალციუმის ფოსფატის დამშლელი ბაქტერიები გ-ას-ს	ნიტრიფიკატორები ვინოგრადის არეზე	დენიტრიფიკატორები გილტაის არეზე	აზოტობაქტერიის გავრცელება %
		ბაქტერიები	სოკოები	აზოტობაქტერი	ოლიგონიტროფი	სილიკატ-ბაქტერი				
ამოფოსი - 200 კგ/ჰა	11,7x10 ⁸	155,8x10 ⁶	94,8x10 ³	16,67x10	858,9x10 ⁶	64,1x10 ⁶	139,7x10 ⁶	1,4x10 ²	7,69x10 ³	61,6
P20S10 - 100 კგ/ჰა	73,7x10 ⁸	23,7*10 ⁸	23,7x10 ⁴	15,5x10 ²	181,6x10 ⁸	127,6x10 ⁶	76,3x10 ⁸	1,6x10 ⁵	2,5x10 ⁴	54,7
P20S10 - 150 კგ/ჰა	93,5x10 ⁸	113,0x10 ⁸	21,0x10 ⁵	16,2x10 ²	27,3x10 ⁸	107,8x10 ⁸	66,2x10 ⁸	2,0x10 ⁵	16,8x10 ⁴	61,8
P24 - 100 კგ/ჰა	53,5x10 ⁸	44,0x10 ⁸	37,2x10 ⁴	37,8x10 ²	124,4x10 ⁸	41,0x10 ⁸	29,5x10 ⁸	1,6x10 ⁵	3,2x10 ⁴	95,5
P24 - 150 კგ/ჰა	13,0x10 ⁸	100,0x10 ⁸	38,3x10 ⁴	67,4x10 ²	158,4x10 ⁸	19,5x10 ⁸	87,0x10 ⁸	1,7x10 ⁵	1,8x10 ⁴	84,0

“ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-სა და ბაქტერიული სასუქების შედარებითი გავლენა ზრდასრული ხორბლის რიზოსფერული ნიადაგის მიკროფლორაზე (1 გრამ აბსოლიტურად მშრალ ნიადაგში)

ცხრილი 3

ვარიანტი	ამონიფიკატორები (ხპა)-ზე	მინერალური აზოტით მკვებავი მიკროორგანიზმები ჩაპეკას საკვებ არეზე		აზოტფიქსატორები ეშბის საკვებ არეზე			ნიტრიფიკატორები ვინოგრადის არეზე	დენიტრიფიკატორები გილტაის არეზე	ძნელად ხსნადი კალციუმის ფოსფატის დამშლელი ბაქტერიები	ცელულოზის დამშლელი მიკრობული გენინსონის არეზე
		ბაქტერიები	სოკოები	აზოტობაქტერი	ოლიგონიტროფი	სილიკატ-ბაქტერი				
ამოფოსი - 200 კგ/ჰა	74.2 * 10 ⁷	215 * 10 ⁶	116 * 10 ³	20	12.42 * 10 ⁶	112.4*10 ⁶	1.7*10 ³	8.37*10 ³	185.9*10 ⁶	62.9*10 ²
P20S10 - 100 კგ/ჰა	206.8 * 10 ¹⁰	116.8 * 10 ⁶	57.2 * 10 ⁴	103	76.5 * 10 ⁶	204.4*10 ⁷	2.0*10 ³	2.3*10 ⁴	182.2*10 ⁶	94.6*10 ³
P20S10 - 150 კგ/ჰა	237.7 * 10 ¹⁰	235.5 * 10 ⁶	226 * 10 ⁶	580	210.9 * 10 ⁶	228.8*10 ⁷	2.4*10 ³	1.7*10 ⁴	140.6*10 ⁶	27.9*10 ⁴
P24 - 100 კგ/ჰა	122 * 10 ¹⁰	128.9 * 10 ⁶	58.4*10 ⁴	620	137.5 * 10 ⁶	186.1*10 ⁷	1.9*10 ³	3.8*10 ⁴	155.8*10 ⁶	50.4*10 ³
P24 - 150 კგ/ჰა	192.8*10 ¹⁰	130.8 * 10 ⁶	51.9*10 ⁴	680	202.9 * 10 ⁶	192.8*10 ⁷	1.9*10 ³	2.0*10 ⁴	186*10 ⁶	108*10 ³

ორგანული ნივთიერებების მინერალიზაცია, მათი დაშლა, ნეშომპალის, ჰუმუსის წარმოქმნა მთლიანად დაკავშირებულია ნიადაგში მიმდინარე ბიოქიმიურ და მიკრობიოლოგიურ პროცესებთან.

მიკრობიოლოგიური აქტივობა ბაქტერიული სასუქების ვარიანტებზე უფრო მაღალია, საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით (ცხრ. 2 და ცხრ. 3). საკონტროლო, მინერალური სასუქის, “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ს ვარიანტზე ამონიფიკატორების რაოდენობა ახალგაზრდა ხორბლის რიზოსფეროში $41,7 \cdot 10^8$ -ია ხოლო ბაქტერიული სასუქების ვარიანტებზე მათი რაოდენობა იზრდება $63,5 \cdot 10^8$ -დან $193,5 \cdot 10^8$ -მდე.

ასევე, მინერალური აზოტით მკვებავი ბაქტერიების რაოდენობა საკონტროლო ვარიანტზე $155,8 \cdot 10^6$ -ია, სოკოების რაოდენობა - $94,8 \cdot 10$, როცა ბაქტერიული სასუქების ვარიანტებზე ბაქტერიების რაოდენობა იზრდება $23,7 \cdot 10^8$ -დან $113,0 \cdot 10^8$ -მდე, ხოლო სოკოების რაოდენობა - $23,7 \cdot 10^4$ -დან $21,0 \cdot 10^5$ -მდე.

ზრდასრული ხორბლის რიზოსფეროში (ცხრ. 3) ცდის ყველა ვარიანტზე მიკროფლორის რაოდენობა უფრო მეტია ახალგაზრდა ხორბლის რიზოსფეროსთან შედარებით, რაც ზრდასრული ხორბლის რიზოსფეროში საკვები ნივთიერებების მეტი რაოდენობით აიხსნება. ახალგაზრდა ხორბლის მოთხოვნილება საკვებზე დიდია საკუთარი მასის გასაზრდელად, ხოლო ზრდასრული ხორბლის - პირიქით, საკვები ნივთიერებები ნიადაგში გადადის.

ამონიფიკატორების რაოდენობა ზრდასრული ხორბლის რიზოსფეროში (ცხრ. 3) “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ის ვარიანტზე $74,2 \cdot 10^7$ -ს შეადგენს, ხოლო ბაქტერიული სასუქების ვარიანტებზე მათი რაოდენობა იზრდება $122 \cdot 10^{10}$ -დან $237,7 \cdot 10^{10}$ -მდე. ასევე “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ის ვარიანტზე მინერალური აზოტით მკვებავი ბაქტერიების რაოდენობაა $215 \cdot 10^6$; სოკოების - $116 \cdot 10^3$, ხოლო ბაქტერიული სასუქების ვარიანტებზე მათი რაოდენობები იზრდება $116,8 \cdot 10^6$ -დან $235,5 \cdot 10^6$ -მდე; სოკოების - $51,9 \cdot 10^4$ -დან $226 \cdot 10^5$ -მდე.

ორგანული ნივთიერებების გახრწნის, ამონიფიკაციის შედეგად ნიადაგში გროვდება ამონიფიკატორი მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობის მეტაბოლიტური პროდუქტი ამიაკი, რომელიც შემდეგ სწრაფად იჟანგება აზოტოვანამდე, ხოლო შემდგომ აზოტმჟავამდე. ნიტრიფიკაციის ეს პროცესი ნიტრიფიკატორი ბაქტერიებით ხორციელდება და ამიაკი ჰაერის ჟანგბადით იჟანგება. ამ პროცესს დიდი მნიშვნელობა აქვს მიწათმოქმედებაში, რადგან ის პირდაპირ დამოკიდებულია ნიადაგის ნაყოფიერებასთან. რაც უფრო ნაყოფიერია ნიადაგი, მით მეტი აზოტმჟავა გროვდება. ამრიგად, ნიტრიფიკაციის ინტენსიურობა შეიძლება იქნას გამოყენებული ნიადაგის აგრონომიული თვისებების დასახასიათებლად. კერძოდ, ის კარგი მაჩვენებელია ნიადაგში მინერალიზაციის პროცესებისა, მაგრამ ყურადღება მისაქცევია იმ ფაქტზეც, რომ მცენარისათვის საჭირო ერთი საკვები - ამიაკი, გადადის მეორე ფორმაში - აზოტმჟავაში. როდესაც ამონიუმის იონები ნიადაგის მიერ შთაინთქმება, აზოტმჟავა მარილები ადვილად გამოირეცხება ნიადაგიდან. გარდა ამისა, ნიტრატები შეიძლება აღდგეს მოლეკულურ აზოტამდე დენიტრიფიკატორების მიერ და მნიშვნელოვნად გააღარიბოს ნიადაგი აზოტით. (H. Сарожников 1980. Г. Нестерова 1973). მოლეკულური აზოტის დანაკარგების შესაჩერებლად მკვლევართა წინაშე დგას საკითხი ნიტრიფიკაციის პროცესის ხელოვნური შეზღუდვის შესახებ, ინგიბიტორების გამოყენებით. მიუხედავად მრავალი მცდელობისა, ამ მიმართულებით შედეგი არ დადგა.

ნიადაგში აზოტის დანაკარგების შესამცირებლად, აზოტფიქსატორი მიკროორგანიზმების ხელოვნური შეყვანა ბაქტერიული სასუქების სახით ხელსაყრელი პირობაა, რადგან ჰაერისა და ნიადაგში არსებული მოლეკულური აზოტის ფიქსირებით, ისინი მათ უჯრედებში დაკავებულ აზოტს აგროვებენ მარაგის სახით. ბიოლოგიურად დამაგრებული აზოტი ნიადაგში არ იკარგება, რადგან მიკროორგანიზმების დახოცვის შემდეგ ცილოვანი ნივთიერება განიცდის მინერალიზაციას და გარდაიქმნება ამიაკად, რომელსაც შემდგომ მცენარე გამოიყენებს. აზოტმჟავა მარილები უნდა აღდგეს, რომ ის მცენარემ გამოიყენოს, ხოლო ამონიუმის მარილებს უშუალოდ იყენებს.

მიკროორგანიზმების ინტენსიური გამრავლებისას ნიადაგის მინერალური ფორმის აზოტს მიკრობები იყენებს თავისი უჯრედის პლაზმის ცილის სინთეზისათვის და წარმოებს აზოტის იმობილიზაცია, რომელიც მნიშვნელოვნად ამცირებს მცენარის აზოტით კვებას. აზოტის იმობილიზაციას ძირითადად ნიადაგის ჰეტეროტროფიული მიკროფლორა აწარმოებს (H. Сапожников 1973). მინერალური აზოტის იმობილიზაციის რაოდენობა 0,9-1,7% შეადგენს ნიადაგში მოხვედრილი ახალი ორგანული ნივთიერებებიდან (П. Смирнов 1973). ამასთანავე, დიდი მნიშვნელობა აქვს მიკრობულ სუბსტრატში C : N ფარდობას (Е. Шилова 1974, А.

Илялетдинов 1976). თუ ის ვიწრო შეფარდებისაა, მაშინ ორგანული ნივთიერებების დაშლის შედეგად წარმოიქმნება ამიაკი, რადგან მიკრობებს აზოტის ასიმილაციისთვის არ ჰყოფნით ნახშირბადშემცველი ნაერთები. როცა C : N ახლოა 22-25 : 1-თან, ან უფრო მცირეა, ამ დროს მინერალური აზოტი გროვდება ნიადაგში, ხოლო მათი მაღალი შეფარდებები იწვევს აზოტის მარაგის იმობილიზაციას (Т. Теравис 1980).

“ამოფოსი“-ს და ბაქტერიული სასუქების მოქმედება ზრდასრული ხორბლის რიზოსფერულ ნიადაგში ჰუმუსის, საეთო და შესათვისებელი საკვები ელემენტების რაოდენობაზე

ცხრილი 4.

ვარიანტი	ჰუმუსი %	C ორგანული	C : N	საკვები ელემენტები მგ/100გ ნიადაგში			საკვები ელემენტები %			PH(H ₂ O)
				N (შესათვისებელი)	P ₂ O ₅ (შესათვისებელი)	K ₂ O (შესათვისებელი)	N (საერთო)	P ₂ O ₅ (საერთო)	K ₂ O (საერთო)	
ამოფოსი - 200კგ/ჰა	3.26	1.89	17,18	4.27	0.72	36	0.11	0.14	0.3	7.41
P20 S10 – 100 კგ/ჰა	3.29	1.91	19.1	5,39	1.32	43,7	0.1	0.13	0.31	7.63
P20 S10 – 150 კგ/ჰა	3.81	2.2	18.41	6,37	1.34	63,5	0.12	0.16	0.3	7.43
P24 – 100 კგ/ჰა	3.09	1.79	19,92	5.04	2.33	46.9	0.12	0.14	0.3	7.6
P24 – 150 კგ/ჰა	3.17	1.84	9.2	6.51	2.46	60	0.2	0.2	0.28	7.63

ხორბლის რიზოსფერული ნიადაგის გამოკვლევებით (ცხ. 4) C : N ფარდობა ცდის ყველა ვარიანტზე 9,2-დან 19,92-მდეა. ე.ი. ხორბლის რიზოსფერულ ნიადაგში აღვილი აქვს მინერალური აზოტის დაგროვებას და ყველაზე დიდი რაოდენობით ის “ბონაკრაფტ P₂₄“- 150 კგ/ჰა-ს ვარიანტზეა. აქ ფარდობა C : N = 9,2 ყველაზე დაბალია, ამიტომ შესათვისებელი აზოტი მეტია სხვა ვარიანტებთან შედარებით და შეადგენს 6,51 მგ-ს 100 გ. ნიადაგში. უნდა აღინიშნოს, რომ აქ ჰუმუსის რაოდენობა (ცხრ. 4) ბაქტერიული სასუქების მოქმედების სხვა ვარიანტებთან (3,26% - 3,81%) შედარებით ყველაზე დაბალია - 3,17%; აქვე აღინიშნება მიკრობიოლოგიური პროცესების (ცხრ.3) აქტიურობა, რაც ამ ვარიანტზე მინერალიზაციისა და საკვები ნივთიერებების მობილიზაციის პროცესების გაძლიერებას ადასტურებს.

უაზოტო ორგანული ნივთიერებების საწყის ეტაპზე დაშლა მიმდინარეობს ცელულოზის დამშლელი მიკროფლორით. ცელულოზის აერობული მიკროორგანიზმების რაოდენობა იზრდება ბაქტერიული სასუქების გავლენით, მათი რაოდენობა ამ ვარიანტებზე 1000-2000-ჯერ მეტია ამოფოსთან შედარებით (ცხრ. 3).

ბაქტერიული სასუქების მოქმედებით იზრდება აზოტობაქტერიის გავრცელება, მინერალურ სასუქთან შედარებით, როგორც ახალგაზრდა, ასევე ზრდასრული ხორბლის რიზოსფეროში (ცხრ. 2. და ცხრ. 3). ახალგაზრდა ხორბლის რიზოსფეროში მისი რაოდენობა ბაქტერიული სასუქების ფონზე 15,5*10²-დან 67,0*10²-მდეა, ხოლო ზრდასრული ხორბლის პირობებში 103 ბაქტერიული უჯრედიდან 680 ბაქტერიულ უჯრედამდე. საკონტროლო “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ის ვარიანტზე მათი რაოდენობა შემცირებულია და შეადგენს 20 ბაქტერიულ უჯრედს.

ცდის ყველა ვარიანტზე ახალგაზრდა ხორბლის რიზოსფეროში აზოტობაქტერი მეტია ზრდასრული ხორბლის რიზოსფეროსთან შედარებით, რადგან ზრდასრული ხორბლის გეგეტაციური ორგანოები მობერებულია და აქ ტენის დეფიციტია. აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ აზოტობაქტერის მაღალი გავრცელება (84,0-96,5%) “ბონაკრაფტ P₂₄“- 150 კგ/ჰა -ის ვარიანტზეა (ცხრ. 2), სადაც ყველაზე დიდი რაოდენობითაა შესათვისებელი ფოსფორის რაოდენობა - 2,46 მგ. 100გ. ნიადაგში (ცხრ. 4). ამრიგად, აზოტობაქტერის გამრავლებას ხელი შეუწყო ტენისა და ფოსფორის რაოდენობის ხელსაყრელმა პირობებმა.

ბაქტერიული სასუქების ვარიანტებზე (ცხრ. 2 და ცხრ. 3) ნიტრიფიკაციისა და დენიტრიფიკაციის ბაქტერიები მეტია, საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით, რაც მინერალიზაციის პროცესების აქტიურობას გვიჩვენებს და ამ ვარიანტების მეტ შესაძლებლობას დააკმაყოფილოს მცენარე საკვები ნივთიერებებით მინერალურ სასუქ “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-სთან შედარებით.

მართლაც, ხორბლის რიზოსფეროს ნიადაგში (ცხრ. 4) შესათვისებელი საკვები ელემენტები (N, P, K) ბაქტერიული სასუქების ვარიანტებზე მეტია, “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ს ვარიანტთან შედარებით. “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ს ვარიანტზე შესათვისებელი აზოტის რაოდენობა 4,27 მგ.-ია 100 გ. ნიადაგში. ბაქტერიული სასუქის ვარიანტებზე მისი რაოდენობა გაიზარდა 5,04მგ-დან 6,51მგ-დეა 100 გ. ნიადაგში, ხოლო შესათვისებელი აზოტი (P_2O_5) 1,8-3,4-ჯერ გაიზარდა, შესათვისებელი კალიუმი (K₂O) კი - 1,2-1,8 ჯერ.

საკვები ელემენტების საერთო რაოდენობა საკონტროლო “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ს და ბაქტერიული სასუქების ვარიანტებზე ძირითადად ერთმანეთთან ახლოსაა, იშვიათად მეტია ან ნაკლები. ამოფოსის ვარიანტზე აზოტის საერთო რაოდენობა 0,11%-ია, “ბონაკრაფტ $P_{20} S_{10}$ ” - 150 კგ/ჰა-ზე და “ბონაკრაფტ P_{24} ”- 100 კგ/ჰა-ზე - 0,12%, “ბონაკრაფტ $P_{20} S_{10}$ ” - 100 კგ/ჰა-ზე კი ნაკლები - 0,10%, ხოლო “ბონაკრაფტ P_{24} ”- 100 კგ/ჰა და “ბონაკრაფტ P_{24} ”- 150 კგ/ჰა-ზე - 0,20%, ე.ი. 1,8-ჯერ მეტია საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით. საკვები ელემენტების საერთო და შესათვისებელი ფორმების რაოდენობები გვიჩვენებს, საერთო რაოდენობიდან რამდენი მინერალიზირდა და გადავიდა მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმაში.

მიღებული შედეგებით, ბაქტერიული სასუქები ააქტიურებენ საერთო საკვები ელემენტების მობილიზაციას “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ს ვარიანტთან შედარებით. მაგალითად, “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ს ვარიანტზე საერთო აზოტი (N) უდრის 0,11 გ./100 გ. ნიადაგში შესათვისებელი - 0,00427 გ./100 გ. ნიადაგში, ე.ი. “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ს ვარიანტზე მობილიზირდა 3,88% აზოტი; ბაქტერიული სასუქის “ბონაკრაფტ $P_{20} S_{10}$ ” - 100 და 150 კგ/ჰა მოქმედებისას - 5,31-5,39%, “ბონაკრაფტ P_{24} ”- 100 კგ/ჰა - 4,20%, “ბონაკრაფტ P_{24} ”- 100 კგ. და 150 კგ/ჰა - 3,26% მაგრამ, რადგან აქ საერთო აზოტის რაოდენობა 1,8-ჯერ მეტია “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ს ვარიანტთან შედარებით, ამიტომ აზოტის მინერალიზაცია შეადგენს 5,93%.

საერთო P_2O_5 -ის მობილიზაცია “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ს ვარიანტზე - 0,51%; “ბონაკრაფტ $P_{20} S_{10}$ ” - 100 და 150 კგ/ჰა - 1,04% და 0,84%. “ბონაკრაფტ P_{24} ”- 100 და 150 კგ/ჰა - 1,66% და 1,23%.

ძნელადხსნადი კალიუმის ნაერთების მინერალიზაცია უფრო მაღალია აზოტისა და ძნელადხსნადი ფოსფორის ნაერთებთან შედარებით. “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ს საკონტროლო ვარიანტზე საერთო K₂O მობილიზაცია 12%-ია. “ბონაკრაფტ $P_{20} S_{10}$ ” - 100 და 150 კგ/ჰა - 14,1% და 21,2%. P_{24} - 100 და 150 კგ/ჰა - 15,63% და 21,4%.

“ამოფოსი”-ს და ბაქტერიული სასუქების მოქმედება ხორბლის მარცვლის შემცველობასა და მოსავალზე

ცხრილი 5

		ამოფოსი 200 კგ/ჰა	$P_{20} S_{10}$ - 100 კგ/ჰა	$P_{20} S_{10}$ - 150 კგ/ჰა	P_{24} 100 კგ/ჰა	P_{24} 150 კგ/ჰა
ტყვია	მგ/კგ	0.45	0.09	0.20	0.09	0.09
კადმიუმი	მგ/კგ	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
სპილენძი	მგ/კგ	4.95	5.48	5.26	7.25	7.90
თუთია	მგ/კგ	26.23	22.56	27.17	28.50	30.89
აზოტი	%	1.88	1.82	1.92	1.84	2.01
კალიუმი	%	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28
ფოსფორი	მგ/კგ	296.81	281.76	275.06	264.51	307.46
ცილა	%	11.75	11.35	11.98	11.51	12.56

წებოგვარა (ნედლი)	%	34.80	33.80	34.80	33.90	36.30
1000 მარცვლის წონა	გ	40.30	40.24	42.50	41.00	41.92
ხორბლის მოსავალი	ტ/ჰა-ზე	3.678	3.982	4.055	4.387	4.181
ნამჯის მოსავალი	ტ/ჰა-ზე	9.464	10.190	10.316	10.222	10.522

ბაქტერიული სასუქების მოქმედებით იზრდება აზოტმაფიქსირებელი ოლიგონიტროფილების რაოდენობა ახალგაზრდა და ზრდასრული ხორბლის რიზოსფეროში. ახალგაზრდა ხორბლის რიზოსფეროში “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ს ვარიანტზე მათი რაოდენობა შეადგენს $1858,9 \cdot 10^6$, ხოლო ბაქტერიული სასუქის “ბონაკრაფტ $P_{24} S_{10}$ ”-ს ვარიანტებზე მისი რაოდენობა $27,3 \cdot 10^8$ -დან $181,6 \cdot 10^8$ -მდე გაიზარდა, “ბონაკრაფტ P_{24} ”-ს ვარიანტზე $124,4 \cdot 10^8$ -დან $158,4 \cdot 10^8$ -მდე დაფიქსირდა. ზრდასრული ხორბლის რიზოსფეროში “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ს ვარიანტზე $1242 \cdot 10^6$ -ია, ხოლო ბაქტერიული სასუქების ვარიანტებზე მათი რაოდენობა $76,5 \cdot 10^8$ -დან $210,9 \cdot 10^8$ -მდე გაიზარდა.

ასევე, ბაქტერიული სასუქების მოქმედებით გაიზარდა სილიკატური ბაქტერიების რაოდენობა $127,6 \cdot 10^6$ - $107,8 \cdot 10^8$ -მდე, როცა “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ს მოქმედების ვარიანტზე მისი რაოდენობა $64,1 \cdot 10^6$ -ია (ცხრ. 2). ასევე, ზრდასრული ხორბლის რიზოსფეროში ამ ჯგუფის მიკროორგანიზმების რაოდენობა ბაქტერიული სასუქების ვარიანტზე აჭარბებს ($186,1 \cdot 10^7$ - $228,8 \cdot 10^7$) მინერალური სასუქის ვარიანტს ($112,4 \cdot 10^8$).

ნიადაგში ფოსფორი ორგანული (ფიტინი, ნუკლეინის მჟავები, გლიცეროფოსფატები და სხვა) და არაორგანული (აპატიტი, ოქსიაპატიტი, ფოსფორიტები) ნაერთების სახით გვხვდება. არაორგანული ფოსფორის ნაერთები ტუტე ნიადაგებში წარმოდგენილია Ca-ის ფოსფატის სახით, მჟავე ნიადაგებში Al-ისა და Fe-ის ფოსფატების უხსნადი ნაერთების სახით.

ფოსფორის მინერალური ნაერთების 95-99% მცენარისთვის მიუწვდომელია. საგულისხმოა ის ფაქტიც, რომ ნიადაგში სასუქის სახით შეტანილი ფოსფორის მხოლოდ 10-20%-ია მცენარისთვის მისაწვდომი (К. Гинзбург 1981), დანარჩენი ნაწილი კი ნიადაგის კოლოიდების მიერ შთაინთქმება და გადადის უხსნად ფორმაში. ამიტომ, დიდია ფოსფატგამსნელები მიკროორგანიზმების როლი ფოსფორის მობილიზაციაში. მთავარი ფაქტორი ძნელადხსნადი ფოსფორის მობილიზაციისა არის ნიადაგის pH და ნიადაგში ხელატური ნაერთების არსებობა. დადგენილია, რომ სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებში კალციუმის ფოსფატის გამსნელები მიკროორგანიზმების რაოდენობა 5-95%-ია მთლიანი მიკროფლორის რაოდენობიდან აგარიზებულ მყარ არეზე, ხოლო Al-ისა და Fe-ის 1-40%-მდე (Г. Муромцев В. Павлова 1980).

ბაქტერიული სასუქების გავლენით შესაძლებელია ფოსფატგამსნელები მიკროფლორის რაოდენობის ზრდა (ცხრ. 2 და ცხრ. 3), მინერალურ სასუქ “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-თან შედარებით. მათი რაოდენობა ახალგაზრდა ხორბლის რიზოსფეროში ბაქტერიული სასუქების ვარიანტებზე $29,5 \cdot 10^8$ -დან - $87,0 \cdot 10^8$ -მდეა, როცა “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ს ვარიანტზე $139,7 \cdot 10^8$ -ია. ზრდასრული ხორბლის პირობებში “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ის ვარიანტზე მათი რაოდენობა - $185,9 \cdot 10^8$, ხოლო ბაქტერიული სასუქების ვარიანტებზე გაიზარდა $140,6 \cdot 10^8$ -დან $186,0 \cdot 10^8$ -მდე.

ხორბლის 1000 მარცვლის მასა ბაქტერიული სასუქების მოქმედებით იზრდება “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ის ვარიანტთან შედარებით, რაც მისი მაღალი შემცველობის მიზეზია. ამ ვარიანტებზე ხორბლის მარცვალში Cu, Zn, N, K, P და ცილის შემცველობა მაღალია, ხოლო წებოგვარას რაოდენობა ტოლია ან შემცირებული. ამ სასუქების მოქმედებით არ იზრდება ტყვიისა და კადმიუმის რაოდენობა მარცვალში.

ბაქტერიული სასუქები ეფექტურად მოქმედებს ხორბლის მოსავალზე, რომლის რაოდენობა “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ის ვარიანტზე 3,678 ტონაა, ხოლო ბაქტერიული სასუქის “ბონაკრაფტ $P_{24} S_{10}$ ”-ის ვარიანტზე 3,982-4,055 ტ. და “ბონაკრაფტ P_{24} ”-ის ვარიანტზე - 4,181-4,312. შესაბამისად, იზრდება ხორბლის ნამჯის რაოდენობაც. “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ის ვარიანტზე მისმა წონამ 9,464 ტ. შეადგინა, ხოლო ბაქტერიული სასუქების ვარიანტებზე გაიზარდა 10,190 ტონიდან 10,522 ტონამდე.

1. მინერალური სასუქი (“ამოფოსი” – 200 კგ/ჰა-ზე) ეფექტურ გავლენას ახდენს ახალგაზრდა ხორბლის ზრდაზე.
2. ბაქტერიული სასუქები “ბონაკრაფტ P₂₄” – 150 კგ/ჰა, “ბონაკრაფტ P₂₀ S₁₀” – 150 კგ/ჰა, “ბონაკრაფტ P₂₄” – 100 კგ/ჰა, “ბონაკრაფტ P₂₀ S₁₀” – 100 კგ/ჰა ეფექტურია ზრდასრული ხორბლის ზრდაზე.
3. ბაქტერიული სასუქების გამოყენებით შესაძლებელია ხორბლის რიზოსფერულ ნიადაგში მიკრობიოლოგიური პროცესების გააქტიურება. ბაქტერიული სასუქების ვარიანტებზე ყველა შესწავლილი ფიზიოლოგიური ჯგუფის მიკროორგანიზმები მეტია “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-თან შედარებით.
4. ბაქტერიული სასუქების: “ბონაკრაფტ P₂₄” - 100 კგ/ჰა, “ბონაკრაფტ P₂₀ S₁₀” - 100-150 კგ/ჰა მოქმედებით საერთო აზოტის რაოდენობა 1,1-ჯერ იზრდება, “ბონაკრაფტ P₂₄” - 150 კგ/ჰა მოქმედებით 1,8-ჯერ ამოფოსთან შედარებით.
5. ბაქტერიული სასუქების მოქმედებით შესათვისებელი აზოტის რაოდენობა 1,2-1,5 ჯერ მეტია “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-თან შედარებით.
6. ბაქტერიული სასუქის “ბონაკრაფტ P₂₀ S₁₀” – 150 კგ/ჰა-ზე გამოყენებით საერთო P₂O₅-ის რაოდენობა 1,43-1,14-ჯერ იზრდება “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-ს ვარიანტთან შედარებით.
7. ბაქტერიული სასუქების მოქმედებით 1,8-3,4-ჯერ იზრდება შესათვისებელი P₂O₅-ის რაოდენობა “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-თან შედარებით.
8. ბაქტერიული სასუქების მოქმედებით K₂O-ს საერთო რაოდენობა არ იზრდება, მაგრამ აქტიურდება ძნელადხსნადი კალიუმის ნაერთების მინერალიზაციის პროცესი და შესათვისებელი K₂O -ის რაოდენობა 1,2-1,8-ჯერ იზრდება “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-თან შედარებით.
9. ბაქტერიული სასუქების მოქმედებით იზრდება ხორბლის ნამჯის რაოდენობა 852 კგ-დან 1,058 ტონამდე “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-თან შედარებით.
10. ბაქტერიული სასუქის “ბონაკრაფტ P₂₀ S₁₀” - 100-150 კგ/ჰა-ზე გამოყენებით ხორბლის მოსავალი იზრდება 304 კგ-377 კგ-ით, ხოლო სასუქის “ბონაკრაფტ P₂₄” - 100-150 კგ/ჰა-ზე გამოყენებით - 503-694 კგ-ით “ამოფოსი” 200 კგ/ჰა-თან შედარებით.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ნაკაიძე ი. აბესაძე გ. აგროქიმიკი. გამომცემლობა „განათლება“. თ. 1999. გვ. 81-82.
2. Безуглова О. С. Гуминовые вещества в биосфере. Ростов-на-Дону. 2009. 120с.
3. Безуглова О.С., Полиенко Е. А., Применение гуминовых препаратов под картофель и озимую пшеницу. Проблемы агрохимии и экологии. 2011. №4. С 29-32.
4. Возняковская Ю. М. Использование метода идентификации бактерий в исследованиях ризосферной микрофлоры и ее в жизни растений. Труды института с. х. микробиологии. Т. 49. 1980. С. 48-63.
5. Гинзбург К.Е. Фосфор основных типов почв СССР. М. Наука. 1981. 242 с.
6. Горová А. И. Клеточные механизмы природной и модифицированной физиологически активными веществами сопротивляемости сельскохозяйственных растений к повреждающему действию пестицидов / А. И. Горová, А. Ф. Кулик // Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. 1980. т. 7. С .75-105.
7. Горová А. И. Гуминовые вещества: Строение, функции, механизм действия, протекторные свойства, экологическая роль / А. И. Горová, Д. С. Орлов, О.В. Щербенко // Киев: Наукова Думка, 1995. 302с.87.
8. Грехова И. В. Матвеева Н. В. Применение гуминового препарата в баковой смеси при протравли-вании семян яровой пшеницы // Проблемы и перспективы биологического земледелия: матер. Междунар. науч. конф. Рассвет. Ростов-на-Дону. 2014. С. 121-127
9. Илялетдинов А. Н. микробиологические превращения азотсодержащих соединений в почве. Алма-Ата. 1976. 282 с.
10. Илялетдинов А. Н. Микробиологические превращения азотсодержащих соединений в почве.
11. Козюкина Т. Ж. Некоторые аспекты положительного действия гумата натрия на устойчивость растений к промышленному загрязнению атмосферы. Т. Ж. Козюкина – Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. 1983 т.9
12. Нестерова Е. И. Азот в земледелии Нечерноземной полосы. Л. 1973.

12. Новикова Л. Н. Структурные особенности и биологическая активность гуминовых кислот угля. Почвоведение 2001. №3. С.333-337.
13. Павлова В. Ф. Муромцев Г. С. Олигоорганизмов в трансформации соединений фосфора в почве. Труды института с.х. микробиологии. Л.1980.Т.49. с. 37-47.
14. Перминова И. В. Гуминовые вещества – вызов химикам XXI века. Химия и жизнь. 2008. №1
15. Петербургский А. В. Агрохимия и физиология питания растений. М. 1981. 183с.
16. Сапожников Н. А. Азот в земледелии нечерноземной полосы. Л. 1973. 330 с.
17. Сапожников Н. А. Трансформация азота удобрений в почве и повышение коэффициента его использования растениями. Труды института с.х. микробиологии. Т. 49. Л.1980. с.64-81.
18. Смирнов П. М. Применение стабильного азота ^{15}N в исследованиях по земледелию. М.1973. с. 189-199.
19. Теравис Т.В. Иммобилизация азота почвенной микрофлорой и азотное питание растений. Труды института с.х. микробиологии Л. 1980. С.82-94.
20. Фокин А. Д. Роль гуминовых соединений в минеральном питании растений/ А. Д. Фокин // Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. 1975. Т. 5.
21. Христева Л. А. Роль гуминовой кислоты в питании растений и гуминовые удобрения. Труды почвенного ин-та им. В.В. Докучаева. 1951. Т.38. с. 108-184.
22. Христева Л. А. и др. Влияние физиологически активных форм гуминовых кислот на синтез нуклеиновых кислот в растениях. Стимуляторы роста организмов. Вильнюс 1969. С. 146-148.
23. Христева Л. А. О функции гуминовых кислот в обмене веществ высших растений/ Л.А. Христева // Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. 1962. Т.2. с.123-129.

The effect of bacterial fertilizers on wheat culture

Tengiz Gvazava – Project Manager, Associate member of the Academy of Environmental Sciences.

Tamar Khurtsiz – Academic Doctor of Biological , Member-correspondent of the Academy of Environmental Sciences.

Key words: Fertilizer, soil, physiological groups of bacteria, wheat, rhizosphere.

Abstract

It is presented the effect of mineral fertilizer “Ammophos” 200 kg/ha and bacterial, organic-mineral, microelements containing fertilizers – “Bonacraft $\text{P}_{20}\text{S}_{10}$ ” and “Bonacraft P_{24} ” (100-150 kg/ha) on wheat culture.

Under the influence of bacterial fertilizers, microbiological processes were significantly activated in the wheat rhizosphere, where the number of different physiological groups of microorganisms is 1000-2000 times higher than “Ammophos” 200 kg/ha. Mineralization and nutrient mobilization processes increased. The amount of assimilable nitrogen was increased due to the effect of bacterial fertilizers by 1.2-1.5, amount of P_2O_5 by 1.8-3.4, amount of K_2O by 1.2-1.7. Wheat yield increased 1.1-1.2 times compared to “Ammophos” 200 kg/ha. The action of bacterial fertilizers increased the amount of humus by 0.08-0.72% compared to “Ammophos”.

Compared to “Ammophos”, the low prices and little doses of bacterial fertilizers give economical benefits. This new biotechnology, usage and implementation of bacterial fertilizers, supports the sustainable development of agriculture to increase crop productivity and soil fertility.