

УДК 633.31/37: 631.461

ДІДОВИЧ С.В., канд. с.-г. наук, завлабораторії біологічного азоту і фосфору

ТУРІНА О.Л., канд. с.-г. наук, завідувач лабораторії рослинництва

КУЛІНІЧ Р.О., мол. наук. співробітник

АБДУРАШИТОВ С.Ф., наук. співробітник

ГОРГУЛЬКО Т.В., мол. наук. співробітник

ДІДОВИЧ О.М., завлабораторії експериментальних зразків нової техніки

Інститут сільського господарства Криму НААН України

ВПЛИВ ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИХ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ НА СТРУКТУРНО-ДИНАМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ МІКРОБОЦЕНОЗУ І ПРОДУКТИВНІСТЬ БОБОВИХ КУЛЬТУР

Досліджено структурно-динамічні властивості мікробоценозу і показано можливість інтенсифікації мікробіологічних процесів у ризосферному ґрунті чорнозему південного на різних етапах онтогенезу рослин сої, гороху, чини і сочевиці за умов застосування препаратів поліфункціональної дії. Виявлено, що формування мікробоценозу в ризосфері залежить від фази розвитку і виду бобової рослини, а також від інтродукції гетеротрофних і автотрофних мікроорганізмів. Показана можливість поліпшення структури урожаю бобових культур шляхом бактеризації поліфункціональними мікробними препаратами, що дозволило підвищити урожайність насіння бобових культур у середньому за два роки на 0,30-0,48 т/га.

Ключові слова: поліфункціональні мікробні препарати, мікробоценоз, ґрунтові мікробіологічні процеси, бобові рослини, структура урожаю, насіннева продуктивність, ефективність.

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень і публікацій. Використання біологічних засобів відтворення родючості ґрунту та отримання екологічно безпечної і якісної продукції рослинництва – один із стратегічних напрямів сучасного землеробства. Велике значення у реалізації такого підходу належить застосуванню мікробних препаратів для забезпечення біологічної азотфіксації, фосфатмобілізації, рістстимуляції в ризосфері рослин і біопротекторної дії для захисту сільськогосподарських культур від патогенів і фітофагів [1]. Особливої уваги заслуговують дослідження щодо вивчення інтродукції поліфункціональних мікроорганізмів, умов їх ефективного функціонування в ризосфері рослин, розробки елементів технологій ефективного застосування мікробних біопрепаратів [2, 3, 4].

Дослідження в 2014 році виконано за фінансової підтримки РФФД і Автономної Республіки Крим (АР Крим) за проектом 14-44-01621 «р_юг_а».

Мета і завдання досліджень – оцінити структурно-динамічні особливості мікробоценозу, інтенсивність мікробіологічних процесів чорнозему південного та продуктивність сої, гороху, чини та сочевиці за умов застосування поліфункціональних мікробних препаратів в зоні Степу України.

Методика досліджень. У дослідях використовували бобові культури української селекції: сою сорту Берегиня, горох сорту Девіз, чину сорту Сподіванка, сочевицю сорту Лінза, які вирощували за зональною технологією. Перед посівом насіння обробляли азотфіксувальним мікробним препаратом Ризобофітом (Р – контроль) – на основі специфічних ризобій; препаратами поліфункціональної дії: Фосфоентерином (Ф) – на основі фосфатмобілізуючих і рістстимулюючих гетеротрофних мікроорганізмів, Біополіцидом (Б) – на основі гетеротрофних рістстимулюючих мікроорганізмів – антагоністів фітопатогенів, ціаноризобіальним консорціумом (ЦРК) – на основі ризобій, автотрофних ціанобактерій, асоційованих з ними мікроорганізмів різної домінуючої дії та рістстимулюючими, фосфатмобілізуючими арбускулярно-мікоризними грибами (АМГ). Мікоризний препарат вносили у дозі 50 г/м² сумісно з нітрагінізованим насінням, інші препарати застосовували у кількості 1,5-2,0 % робочого розчину від маси насіння [1, 5]. Попередником був озимий ячмінь. Досліди проводили в чотирикратному повторенні з обліковою площею ділянки 25 м².

Облік чисельності ризосферної мікрофлори, визначення коефіцієнтів мінералізації ($K_{\text{мін}}$) і оліготрофності ($K_{\text{ол}}$) визначали за загальноприйнятими методиками [5,6], коефіцієнт мікробіологічної трансформації органічної речовини ($K_{\text{мтор}}$) – за В.Д. Мухомою [7]. Нітрогеназну активність аналізували ацетиленовим методом на газовому хроматографі „Chrom” 5 [8].

Результати досліджень та їх обговорення. У 2013 році виявлено, що на формування і функціонування мікробоценозу в ризосфері ґрунту бобових рослин впливала фаза розвитку рослин, вид бобової рослини та інтродукція поліфункціональних інокулятив, що відображено у таблицях 1-2. Необхідно зазначити, що зміни чисельності мікроорганізмів, які засвоюють мінеральний азот (так званих аміотрофів), указували на інтенсивність процесів мінералізації органічної речовини та наявність мінеральних форм азоту. Мікроорганізми, що споживають органічні сполуки пов'язані з трансформацією органічної речовини. Фактично це – амоніфікуючі мікроорганізми, що здійснюють за допомогою протеолітичних ферментів мінералізацію як простих, так і складних білків з виділенням азоту у формі аміаку. Співвідношення чисельності мікроорганізмів цих двох груп дає можливість оцінити відносну інтенсивність мінералізаційних процесів у ґрунті за коефіцієнтом мінералізації, який надано в таблиці 3. За умов застосування поліфункціональних препаратів в ризосфері сої, гороху, чини і сочевиці до фази цвітіння спостерігали накопичення мінеральних речовин в ризосфері, що сприяло кращому живленню рослин. Зменшення даного показника до закінчення вегетації свідчило про низький рівень інтенсивності мінералізації органічної речовини і мінеральних форм азоту.

Таблиця 1 – Вплив бактеризації поліфункціональними консорціумами на чисельність основних груп мікроорганізмів в ризосфері сої сорту Березиня, КУО/г абсолютно сухого ґрунту (польовий дослід на чорноземі південному, 2013 р.)

Варіант досліджу	Бактерії, що споживають		Оліготрофні, 10 ⁴	Азот-фіксувальні, 10 ⁴	Фосфат-мобілізувачі, 10 ⁵	Целюлозоруйнівні, 10 ²	Мікроміцети, 10 ³	Актиноміцети, 10 ⁵	Спороутворюючі бактерії, 10 ⁴
	мін. сполуки азоту, 10 ⁵	орг. сполуки азоту, 10 ⁵							
фаза – гілкування рослин									
Р	101±48,2	57±0,5	96±25,1	251±16,1	68±2,1	176±58,9	22±2,1	0,9±0,1	163±0,5
Р+Ф+Б	78±33,6	48±15,1	67±29,7	95±14,6	64±1,1	296±5,6	36±8,9	16±5,6	256±10,1
ЦРК	102±5,4	65±19,4	98±25,9	250±69,1	47±30,2	167±16,2	31±5,4	48±16,2	222±8,6
Р+АМГ	232±102,6	44±7,6	124±23,2	466±25,9	62±19,4	320±91,8	22±0,5	43±21,6	246±17,3
фаза – цвітіння рослин									
Р	477±369,1	71±2,4	223±8,5	841±42	113±1,8	550±308,6	24±0,6	36±12,1	98±26,0
Р+Ф+Б	55±43,4	94±23,6	424±17,4	1054±12	112±9,3	1475±930,0	29±2,5	31±18,6	110±63,2
ЦРК	104±30,8	81±3,7	806±88,6	886±25	106±16,6	1377±307,5	30±3,1	49±24,6	266±18,5
Р+АМГ	84±36,3	89±45,9	718±142,8	980±12,1	64±22,9	78±6,1	36±8,5	12±0,05	94,3±8,7
фаза – зрілості бобів									
Р	10±0,6	49±4,7	239±44,1	280±43,1	49±2,1	3690±876,7	32±12,1	4±0,8	139±21,6
Р+Ф+Б	15±3,5	27±0,6	186±3,9	241±12,5	35±0,5	2633±91,2	28,4±2,2	3±0,05	121±7,9
ЦРК	20±0,3	67±12,7	274±6,2	249±26,6	33±7,8	1911±254,1	32±6,6	5±0,4	137±2,4
Р+АМГ	16±4,6	47±4,2	307±34,8	295±1,8	31±1,8	2310±66	57±6,0	3±0,1	207±6,6

Таблиця 2 – Вплив бактеризації поліфункціональними консорціумами на чисельність основних груп мікроорганізмів в ризосфері гороху сорту Девіз, КУО/г абсолютно сухого ґрунту (польовий дослід на чорноземі південному, 2013 р.)

Варіант досліджу	Бактерії, що споживають		Оліготрофні, 10 ⁴	Азот-фіксувальні, 10 ⁴	Фосфат-мобілізувачі, 10 ⁵	Целюлозоруйнівні, 10 ²	Мікроміцети, 10 ³	Актиноміцети, 10 ⁵	Спороутворюючі бактерії, 10 ⁴
	мін. сполук и азоту, 10 ⁵	орг. сполуки азоту, 10 ⁵							
фаза – гілкування рослин									
Р	333±15,9	398±69	382±11	259±194,5	292±58	763±106,0	2±1,0	63±10,6	97±1,1
Р+Ф+Б	90±37,1	392±138	223±53	70±14,3	186±48	1319±270,3	3±0,3	95±42,4	108±0,8
ЦРК	123±20,6	201±26	72±21	114±7,8	103±10,3	1030±92,7	1±0,1	25±15,5	110±1,0
Р+АМГ	99±5,3	252±21	268±47	346±14,7	126±21	855±152,3	2±0,3	52±21,0	95±0,9
фаза – цвітіння рослин									
Р	109±36,6	54±9,8	118±10,4	174±37,8	54±1,8	244±24,4	23±4,3	18±6,1	145±4,9
Р+Ф+Б	189±73,5	67±0,5	121±8,4	323±21	40±5,3	425±57,8	2±0,5	26±5,3	147±27,3
ЦРК	66±5,2	46±4,1	62±20,6	209±1,5	50±1,5	365±56,7	30±12,4	15±5,2	111±7,7
Р+АМГ	37±5,4	54±0,5	90±19,3	188±6,9	79±30,5	433±37,5	19±2,7	26±5,4	130±4,3
фаза – зрілості бобів									

P	176±14,6	369±46,8	84±7,9	260±147,2	135±26,9	953±204,8	4±1,8	28±0,6	96±45,1
P+Ф+Б	215±14,2	270±1,2	47±2,8	356±11,8	97±15,3	1333±200,6	4±0,7	29±4,7	105±4,7
ЦРК	220±25,2	592±16,4	89±14,9	272±62	112±15,8	602±52,7	8±0,6	43±16,9	63±4,1
P+АМГ	119±1,8	221±21,8	60±25,9	230±29,5	77±1,2	566±436,6	3±0,5	43±1,2	156±43,1

Таблиця 3 – **Спрямованість мікробіологічних процесів у ризосфері бобових культур** (польові досліди на чорноземі південному, 2013 р.)

Варіант досліду	Со́я			Горох			Чи́на			Сочеви́ця		
	K _{мін.}	K _{ол.}	K _{мтор.}	K _{мін.}	K _{ол.}	K _{мтор.}	K _{мін.}	K _{ол.}	K _{мтор.}	K _{мін.}	K _{ол.}	K _{мтор.}
фа́за – гіл́куван́ня рослин												
P	1,77	16,84	8,9	0,83	9,59	88,0	2,52	6,56	20,3	0,35	5,96	88,3
P+Ф+Б	1,62	13,95	7,8	0,22	5,68	219,1	1,65	12,9	9,3	0,33	2,14	90,3
ЦРК	1,56	15,07	10,7	0,61	3,58	53,1	1,26	3,80	92,8	1,30	9,42	30,8
P+АМГ	5,27	28,18	5,2	0,39	10,63	90,0	0,29	7,95	56,6	0,51	8,65	92,7
фа́за – цві́тіння рослин												
P	6,71	31,40	8,2	2,01	21,85	8,1	1,09	12,04	8,4	2,58	16,76	4,7
P+Ф+Б	0,58	45,10	25,7	2,82	18,05	9,1	0,48	16,32	24,4	2,06	4,82	4,3
ЦРК	1,28	99,50	14,4	1,43	13,47	7,8	2,89	14,74	10,5	4,78	45,65	3,2
P+АМГ	0,94	80,67	18,4	0,68	16,66	13,9	1,60	10,85	13,3	8,20	32,8	2,8
фа́за – зрі́лості бобів												
P	0,20	48,77	29,5	0,47	2,27	116,0	0,55	2,20	97,3	0,28	1,81	179,3
P+Ф+Б	0,55	68,88	7,6	0,79	1,74	61,4	0,34	1,08	297,1	0,44	1,85	125,7
ЦРК	0,29	40,89	30,0	0,37	1,50	219,5	0,65	2,46	81,5	1,21	1,90	66,3
P+АМГ	0,34	65,31	18,5	0,53	2,71	64,2	0,53	1,70	140,7	0,60	0,68	164,0

Примітка: K_{мін.} – коефіцієнт мінералізації, K_{ол.} – коефіцієнт оліготрофності, K_{мтор.} – коефіцієнт мікробіологічної трансформації органічної речовини.

Збільшення коефіцієнта оліготрофності в ризосфері у фазу цвітіння бобових рослин указувало на підвищення здатності мікробного угруповання асимілювати з розсіяного стану зольні елементи, зменшення надходження рослинних залишків, що свідчило про існування розходжень у концентрації та швидкості споживання мікроорганізмами мономерних речовин. У фазу зрілості бобів гороху, чини і сочевиці виявлено значне зменшення коефіцієнта оліготрофності, що свідчило про збагачення ризосфери на елементи органічної речовини, проте на сої такого ефекту не спостерігали.

Активізація мікробіологічної трансформації органічної речовини ризосферного ґрунту відбувалася до кінця вегетації бобових культур, але інтенсивність цього процесу була різною за варіантами бактеризації: в ризосфері чини у варіанті із застосуванням Ризобіфіту + Фосфоентерину + Біополіциду та мікоризних грибів з Ризобіфітом, в ризосфері сої і гороху – за бактеризації ціаноризобіальним комплексом.

У 2014 році за отриманими даними чисельності основних еколого-трофічних угруповань спостерігали аналогічні тенденції змін структури мікробоценозу і спрямованості мікробіологічних процесів у ґрунті ризосфери в процесі вегетації бобових культур. Високу інтенсивність мікробіологічної трансформації органічної речовини ризосферного ґрунту, що впливає на ґрунтоутворюючі процеси, спостерігали до кінця вегетації бобових культур за умов застосування поліфункціональних препаратів порівняно з нітрагінізацією.

Аналіз показників симбіозу за два роки досліджень показав, що на чині, горосі і сочевиці формувалося від 8 до 20 дрібних азотфіксувальних бульбочок, на сої – у кількості від 3 до 7 одиниць/рослину, що свідчило про симбіотрофне живлення рослин азотом повітря. Інтегрованим показником ефективності застосування бактеризації є урожайність насіння, яка по всіх досліджених культурах була вищою за умов застосування поліфункціональних препаратів порівняно з нітрагінізацією. В середньому за два роки урожайність насіння сої підвищено на 0,42–0,48 т/га (контроль – 0,78 т/га), чини – на 0,30 т/га (контроль – 0,70 т/га), сочевиці – на 0,30 т/га (контроль – 0,78 т/га), гороху – у варіанті із застосуванням ЦРК (контроль – 0,36 т/га) – на 0,06 т/га, порівняно з нітрагінізацією.

Висновки. 1. Досліджено структурно-динамічні властивості мікробоценозу і показано можливість інтенсифікації мікробіологічних процесів у ризосферному ґрунті чорнозему південного на різних етапах онтогенезу рослин сої, гороху, чини і сочевиці за умов застосування препаратів поліфункціональної дії. Виявлено, що формування мікробоценозу в ризосфері залежить від фази розвитку і виду бобової рослини, а також від інтродукції гетеротрофних і автотрофних мікроорганізмів – біоагентів мікробних препаратів. 2. Показана можливість поліпшення продуктивного процесу бобових культур за рахунок застосування бактеризації поліфункціональними препаратами: Ризобофітом + Фосфоентерином + Біополіцидом, ціаноризобіальним консорціумом, Ризобофітом + арбускулярними мікоризними грибами порівняно з обробкою Ризобофітом. Урожайність насіння сої, чини, сочевиці підвищено на 0,30-0,48 т/га за вирощування в умовах степової зони України.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / [Волкогон В.В., Зарішняк А.С., Гриник І.В., Бердников О.М. та ін.] – К.: Аграрна наука, 2011. – 156 с.
2. Nelson L.M. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): Prospects for new inoculants / L.M. Nelson. 2004. – Online. Crop Management doi:10.1094/CM-2004-0301-05-RV.
3. Ананьева Н.Д. Микробиологические процессы самоочищения и устойчивости почв / Н.Д. Ананьева. – М.: Наука, 2003. – 223 с.
4. Grego Stefano. Toward a sustainable agriculture / Grego Stefano // ESNA Meeting 2012 and the Recent Advances in Plant Biotechnology Workshop / StaraLesna, Slovak Republic, 24 – 28th September, 2012. – P. 17.
5. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / [Волкогон В.В., Наджернична О.В., Токмакова Л.М. та ін.]; за ред. В.В. Волкогона]. – Київ.: Аграрна наука, 2010. – 464 с.
6. Основные микробиологические и биохимические исследования почвы (Методические рекомендации) / Под ред. Ю.М. Возняковской. – Л., 1987. – 48 с.
7. Муха В.Д. О показателях отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов / В.Д. Муха // Сб. тр. Харьков. с.-х. ин-та. – Харьков, 1980. – Т. 273. – С. 13–16.

REFERENCES

1. Metodologija i praktyka vykorystannja mikrobnih preparativ u tehnologijah vyroshhuvannja sil's'kogospodars'kyh kul'tur / [Volkogon V.V., Zaryshnjak A.S., Grynyk I.V., Berdnykov O.M. ta in.] – K.: Agrarna nauka, 2011. – 156 s.
2. Nelson L.M. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): Prospects for new inoculants / L.M. Nelson. 2004. – Online. Crop Management doi:10.1094/CM-2004-0301-05-RV.
3. Ananjeva N.D. Mikrobiologicheskie processy samoochishhennja i ustojchivosti pochv / N.D. Anan'eva. – M.: Nauka, 2003. – 223 s.
4. Grego Stefano. Toward a sustainable agriculture / Grego Stefano // ESNA Meeting 2012 and the Recent Advances in Plant Biotechnology Workshop / StaraLesna, Slovak Republic, 24 – 28th September, 2012. – P. 17.
5. Eksperymental'na g'runtova mikrobiologija: monografija / [Volkogon V.V., Nadkernychna O.V., Tokmakova L.M. ta in.]; za red. V.V. Volkogona]. – Kyi'v.: Agrarna nauka, 2010. – 464 s.
6. Osnovnye mikrobiologicheskie i biokhimicheskie issledovanija pochvy (Metodicheskie rekomendacii) / Pod red. Ju.M. Voznjakovskoj. – L., 1987. – 48 s.
7. Muha V.D. O pokazateljah otrazhajushhijh intensivnost' i napravlenost' pochvennyh processov / V.D. Muha // Sb. tr. Har'kov. s.-h. in-ta. – Har'kov, 1980. – T. 273. – S. 13–16.

Влияние полифункциональных микробных препаратов на структурно-динамические особенности микробоценоза и продуктивность бобовых культур

С.В. Дидович, Е.Л. Турина, Р.А. Кулинич, С.Ф. Абдурашитов, Т.В. Горгулько, А.Н. Дидович

Исследованы структурно-динамические свойства микробоценоза и показана возможность интенсификации микробиологических процессов в ризосфере почвы чернозема южного на разных этапах онтогенеза растений сои, гороха, чины и чечевицы в условиях применения препаратов полифункционального действия на основе гетеротрофных и автотрофных микроорганизмов. Выведено, что формирование микробоценоза в ризосфере зависит от фазы развития и вида бобового растения, а также от интродукции полифункциональных микробных препаратов. Показана возможность улучшения структуры урожая бобовых культур путем бактеризации полифункциональными микробными препаратами, что позволило повысить урожайность семян бобовых культур на 0,30-0,48 т/га.

Ключевые слова: полифункциональные микробные препараты, микробоценоз, почвенные микробиологические процессы, бобовые растения, структура урожая, семенная продуктивность, эффективность.

Надійшла 16.04.2015 р.