

ЗЕМЛЕРОБСТВО

УДК: 574/631.427

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ УДОБРЕННЯ СОНЯШНИКУ ЗА ЙОГО ВИРОЩУВАННЯ НА ЧОРНОЗЕМАХ ТИПОВИХ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

С. П. ТАНЧИК, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри ...
E-mail: TanchykSP@i.ua

Л. В. ЦЕНТИЛО, кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач
кафедри землеробства та гербології

**Національний університет біоресурсів і природокористування
України**

E-mail: agrokolos@i.ua

Анотація. У тривалому польовому досліді на чорноземі типовому досліджували вплив різних систем удобрення та мікробного препарату Поліміксобактерину на перебіг потенційної активності азотфіксації та біологічної денітрифікації в агроценозах соняшнику та урожайність культури за вирощування в сівоzmіні. За післядії органічних добрив (гній ВРХ, біокомпост, люпиновий сидерат, а також поєднання сидеральної біомаси із соломом сої) перебіг біологічних процесів у ґрунті оптимізується. Норми мінеральних добрив, що не перевищують N60P60K60, є екологічно доцільними. Внесення N90P90K90 є компромісним в екологічному відношенні. Урожайність соняшнику найбільшою мірою зростає за використання Поліміксобактерину на фоні мінеральних агрофонів та за органо-мінерального удобрення. Найвищі показники продуктивності культури отримано у варіантах із внесенням N90P90K90 і використанням біопрепарату, N120P120K120 з біопрепаратом, а також за використання Поліміксобактерину на фоні післядії зною і застосування N60P60K60.

Пошук компромісу між екологічною доцільністю агроприймів і їх впливом на урожайність соняшнику свідчить про переваги органо-мінерального удобрення, а також внесення N90P90K90 за використання біопрепарату.

Ключові слова: соняшник, азотфіксація, денітрифікація, системи удобрення, урожайність

Актуальність. Вирощування соняшнику в Україні має важливе народногосподарське значення як з огляду вирішення продовольчих питань, так і для реалізації експортного потенціалу країни. У той же час, особливі вимоги цієї культури до удобрення та розміщення в сівоzmінах потребують наукового обґрунтування для удосконалення існуючих підходів щодо виробництва. Сьогодні за вирощування соняшнику використовують високі норми мінеральних добрив, особливо азотних.

Така ситуація пояснюється вимогами культури до агрофону. Проте у разі планування удобрення соняшнику у виробництві, як правило, не враховується вплив завищених норм добрив на довкілля, у т. ч. на перебіг біологічних процесів у ґрунті.

Мета досліджень – обґрунтування компромісного рішення щодо удобрення соняшнику, яке б відповідало екологічним вимогам і, водночас, забезпечувало високий рівень продуктивності культури.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили в умовах стаціонарного польового дослідів Навчально-науково-інноваційного центру агротехнологій ТОВ «Агрофірма Колос», Сквирського району Київської області Національного університету біоресурсів і природокористування України на чорноземах типових (вміст гумусу – 4,04%, азоту легкогідролізованого – 21,7 мг/кг, обмінного K_2O – 22,6 мг/кг, P_2O_5 – 52,5 мг/кг; $pH_{сол.}$ – 5,37) протягом 2011-2016 рр. Вирощували соняшник гібриду НК Роккі, попередник – пшениця озима.

У досліді передбачено два рівноцінні блоки варіантів – без бактеризації і з передпосівною бактеризацією насіння.

Варіанти удобрення культури в обох блоках наступні:

1. без добрив, контроль;
2. $N_{30}P_{30}K_{30}$;
3. $N_{60}P_{60}K_{60}$;
4. $N_{90}P_{90}K_{90}$;
5. $N_{120}P_{120}K_{120}$;
6. органічне удобрення (четвертого року післядія 25 т/га гною ВРХ;
7. органо-мінеральне удобрення (четвертого року післядія 12,5 т/га гною ВРХ + $N_{60}P_{60}K_{60}$);
8. Ббокомпост (четвертого року післядія 12,5 т/га);
9. другого року післядія сидерату;
10. солома сої, 3 т/га.
11. другого року післядія проміжного сидерату і 4 т/га соломи ріпаку.

Повторність дослідів чотириразова, загальна площа однієї ділянки – 200 м², облікової – 160 м². Розміщення ділянок – системне.

Для передпосівної бактеризації насіння кукурудзи використовували мікробний препарат Поліміксобактерин на основі фосфатмобілізівної та рістстимулювальної бактерії *Paenibacillus polymyxa* KB (ТУ У 24.1-00497360-004:2009).

Як компост використовували продукт біоконверсії гною, отриманий за розробленим нами способом за використання аератора РТ-120 та суспензії мікроорганізмів (представлено заявку в Держпатент України на винахід).

У динаміці газохроматографічно (ацетиленовим методом) визначали потенційну активність азотфіксації і біологічної денітрифікації в ризосферному ґрунті рослин [1]. Аналізи проводили в лабораторії ґрунтової мікробіології Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН.

Проводили облік урожаю подільанково прямим комбайнуванням.

Статистичну обробку одержаних результатів здійснювали, використовуючи дисперсійний аналіз [2] та комп'ютерну програму (Microsoft Office Excel 2003 – 2007).

Результати досліджень та їх обговорення. Показники активності азотфіксації у ризосферному ґрунті рослин запропоновано використовувати як своєрідний індикатор доцільності норм азотного удобрення сільськогосподарських культур [3; 4]. При цьому зростання активності порівняно з контрольним варіантом (без внесення мінерального азоту) є свідченням екологічної доцільності удобрення, відповідно, зниження інтенсивності процесу є відображенням надлишкового забезпечення ґрунту мінеральними азотними сполуками.

Визначення нами потенційної активності процесу азотфіксації в ризосферному ґрунті рослин соняшнику свідчить про значну залежність процесу від використаних у досліді добрив (табл. 1).

У початковій фазі розвитку рослин найвищі показники активності азотфіксації, як свідчення екологічної безпеки агроценозу, спостерігаються за післядії таких органічних добрив як гній, біокомпост, біомаса люпинового сидерату, рослинні рештки культури-попередника – сої, а також соломи і біомаси сидерату в поєднанні. Активність азотфіксації знижується відносно контролю у варіантах із внесенням мінеральних добрив, причому показники зменшуються пропорційно внесеним нормам добрив.

Застосування для передпосівної бактеризації насіння Поліміксобактерину практично не впливало на активність процесу азотфіксації. Відсутність впливу біопрепарату на показники досліджуваного процесу, безперечно, пояснюються тим, що його біологічний агент – бактерія *Paenibacillus polymyxa* KB розчиняє фосфати, продукує фізіологічно активні речовини, проте, не фіксує молекулярний азот [5].

Отже, сприятлива екологічна ситуація у початковій фазі розвитку рослин формується у варіантах, де не використовували мінеральних добрив.

У другий строк проведення досліджень спостерігаються такі ж залежності у варіантах з органічними добривами, проте, вплив мінеральних агрофонів на активність асоціативної азотфіксації змінюється. Так, норми добрив N30P30K30 і N60P60K60 у цей час стимулюють активність процесу, що свідчить про формування сприятливої екологічної обстановки. У варіантах із внесенням N90P90K90 та N120P120K120 екологічна ситуація незадовільна, оскільки активність азотфіксації суттєво нижча за контрольні показники. Це є свідченням надлишкового забезпечення агроценозів мінеральними сполуками азоту у цей період вегетації культури.

У третій строк проведення досліджень (90 днів після внесення мінеральних добрив) показники активності азотфіксації перевищують значення контролю навіть за внесення N90P90K90, що свідчить про відсутність у цей час у ґрунті надлишкової для системи «ґрунт – мікроорганізми – рослина» кількості мінерального азоту. Високі норми мінеральних добрив знижують нітрогеназну активність. Біопрепарат, як і в попередні строки проведення аналізів, достовірно не впливав на зміну показників.

1. Потенційна активність азотфіксації в ризосферному ґрунті рослин соняшнику за впливу добрив, 2015 р.

Варіанти дослідів	Азотфіксувальна активність, нмоль C_2H_4 /г ґрунту за годину		
	1	2	3
<i>Без бактеризації</i>			
Без добрив, контроль	13,8	15,5	11,7
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	6,7	19,4	16,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,1	17,5	19,5
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	3,5	7,8	11,0
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	1,3	4,0	6,8
Четвертого року післядія 25 т/га гною ВРХ	17,8	20,4	15,0
Четвертого року післядія 12,5 т/га гною ВРХ + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,7	18,5	24,1
Четвертого року післядія 12,5 т/га біокомпосту	18,6	21,0	19,7
Другого року післядія сидерату	17,3	16,5	17,6
Солома сої, 3 т/га	17,0	16,9	12,5
Другого року післядія проміжного сидерату і соломи ріпаку	18,2	17,7	15,5
<i>3 Поліміксобактерином</i>			
Без добрив	14,0	15,4	12,0
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	6,6	19,8	17,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,3	17,7	19,8
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	3,7	8,0	11,4
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	1,3	4,3	7,2
Четвертого року післядія 25 т/га гною ВРХ	18,0	20,4	15,5
Четвертого року післядія 12,5 т/га гною ВРХ + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,8	18,7	24,0
Четвертого року післядія 12,5 т/га біокомпосту	18,9	21,3	20,1
Другого року післядія сидерату	17,5	16,5	17,9
Солома сої, 3 т/га	17,3	17,0	12,7
Другого року післядія проміжного сидерату і соломи ріпаку	18,1	17,5	16,0
НІР ₀₅ по досліді	2,6	1,9	2,5
для агрофонів	1,3	0,9	1,3
для бактеризації та взаємодії	1,3	1,0	1,2

Примітка: 1 – 30 днів після внесення мінеральних добрив; 2 – 60 днів після внесення мінеральних добрив; 3 – 90 днів після внесення мінеральних добрив

Вищеописані залежності перебігу активності процесу азотфіксації в кореневій зоні рослин кукурудзи загалом зберігалися за всіма роками досліджень.

Спираючись на показники спрямованості процесу азотфіксації слід зробити наступні висновки. Сприятливим в екологічному відношенні є післядія всіх видів органічних добрив, оскільки у зазначених варіантах протягом вегетаційного періоду спостерігали вищі за контрольні показники активності азотфіксації.

2. Потенційна активність емісії N₂O в ризосферному ґрунті рослин соняшнику за впливу добрив та Поліміксобактерину, 2015 р.

Варіанти дослідів	Емісія закису азоту, нмоль N ₂ O / г ґрунту за годину		
	1	2	3
<i>Без бактеризації</i>			
Без добрив, контроль	67,0	61,4	47,3
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	81,9	70,8	52,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	89,5	77,3	62,5
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	96,0	87,0	78,5
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	127,5	111,5	102,4
Четвертого року післядія 25 т/га гною ВРХ	75,9	68,4	60,6
Четвертого року післядія 12,5 т/га гною ВРХ + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	92,4	78,0	70,5
Четвертого року післядія 12,5 т/га біокомпосту	68,5	62,5	50,0
Другого року післядія сидерату	65,8	63,0	50,4
Солома сої, 3 т/га	58,1	53,0	44,2
Другого року післядія проміжного сидерату і соломи ріпаку	55,0	56,2	45,7
<i>З Поліміксобактерином</i>			
Без добрив, контроль	65,3	55,4	40,2
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	79,3	61,3	40,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	86,7	70,8	51,7
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	95,0	76,0	66,2
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	123,4	107,2	90,6
Четвертого року післядія 25 т/га гною ВРХ;	75,5	62,7	54,0
Четвертого року післядія 12,5 т/га гною ВРХ + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	89,4	66,8	59,8
Четвертого року післядія 12,5 т/га біокомпосту	68,5	54,7	45,8
Другого року післядія сидерату	67,4	55,0	44,8
Солома сої, 3 т/га	55,5	50,6	40,5
Другого року післядія проміжного сидерату і соломи ріпаку	53,9	50,8	41,0
НІР ₀₅ по досліді	6,0	5,5	5,8
для агрофонів	3,0	2,8	2,6
для бактеризації та взаємодії	3,0	2,7	2,7

Примітка: умовні позначки такі ж як і в табл. 1

Мінеральні добрива у нормах, що не перевищують N₆₀P₆₀K₆₀, також є сприятливими за вирощування соняшнику на чорноземі типовому, оскільки протягом більшої частини вегетаційного періоду вони не знижують активність процесу або навіть стимулюють його. Норма N₉₀P₉₀K₉₀ є компромісною в екологічному відношенні – за її використання відновлення активності азотфіксації спостерігається у другій половині вегетаційного періоду. Найвища в досліді норма мінеральних добрив призводить до суттєвого і постійного протягом вегетації рослин зниження азотфіксувальної активності, що свідчить про її екологічну недоцільність.

Важливим доповненням до зробленої оцінки може бути визначення потенційної активності процесу біологічної денітрифікації в ризосферному ґрунті рослин кукурудзи. Інтенсивність емісії N_2O прямо залежить від концентрації мінеральних сполук азоту в ґрунті, тож показники газоподібних втрат азоту є додатковим свідченням доцільності рівнів і видів удобрення культури.

Визначення активності емісії N_2O у перший строк проведення досліджень свідчить про зростання втрат азоту у міру збільшення норм мінерального азоту. Надалі відмічаємо зменшення емісії газоподібного азоту, проте, залежність активності процесу біологічної денітрифікації від норм мінеральних добрив зберігається (табл. 2). Значні втрати N_2O відмічаються за внесення $N_{120}P_{120}K_{120}$.

У початковій фазі розвитку рослин передпосівна обробка насіння Поліміксобактерином не забезпечує достовірних змін в активності біологічної денітрифікації, проте, з часом у варіантах з біопрепаратом за внесення мінеральних добрив спостерігається зниження втрат газоподібного азоту. Ми пояснюємо це кращим засвоєнням сполук азоту бактеризованими рослинами. За цих умов денітрифікувальні мікроорганізми мають у своєму розпорядженні меншу кількість субстрату, що прямо позначається на розмірах втрат N_2O .

За четвертого року післядії гною активність емісії N_2O дещо підвищується, що може свідчити про незакінченість мінералізаційних процесів за використання цього виду добрив. У варіанті з біокомпостом інтенсивність біологічної денітрифікації знаходиться практично на рівні контролю. Зважаючи ж на те, що при цьому суттєво зростає активність азотфіксації (див. табл. 1), використання біокомпосту в екологічному відношенні є перспективним.

Позитивним щодо обмеження емісії N_2O є застосування соломи попередника у сівозміні – сої. Вірогідно, за появи в ґрунті додаткового вуглецю у вигляді соломи активно розвиваються мікроорганізми, які зв'язують мінеральні сполуки азоту і трансформують в органічні. Поліміксобактерин по даному агрофону також сприяє деякому обмеженню біологічної денітрифікації.

Післядія люпинового сидерату, а також післядія сидерату в поєднанні з соломою ріпаку сприяє обмеженню показників емісії закису азоту порівняно з контролем. За використання Поліміксобактерину по даних агрофонах також відмічено зменшення втрат азоту в окремі фази органогенезу рослин.

Облік урожайності соняшнику свідчить про значну реалізацію продуктивного потенціалу культури навіть за її вирощування по природному фону – без внесення добрив (табл. 3). Застосування мінеральних добрив є потужним чинником інтенсифікації продукційного процесу культури, проте ефективність різних норм суттєво відрізняється. Так, якщо приріст урожаю культури зростав практично пропорційно внесеним добривам до норми $N_{90}P_{90}K_{90}$, то за її перевищення зростання урожайності склало лише 0,1 т/га, що знаходиться в межах статистичної похибки.

3. Вплив удобрення та бактеризації на урожайність соняшника

Варіанти дослідів	Урожайність , т/га (середнє за 5 років)	Приріст від добрив*		Приріст від інокуляції	
		т/га	%	т/га	%
Без бактеризації					
Без добрив, контроль	2,9	-	-	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,4	0,5	17,2	-	-
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,6	0,7	24,1	-	-
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	3,8	0,9	31,0	-	-
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	3,9	1,0	34,5	-	-
Четвертого року післядія 25 т/га гною ВРХ	3,3	0,4	13,8		
Четвертого року післядія 12,5 т/га гною ВРХ + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,8	0,9	31,0	-	-
Четвертого року післядія 12,5 т/га біокомпосту	3,4	0,5	17,2	-	-
Другого року післядія сидерату	3,3	0,4	13,8	-	-
Солома сої, 3 т/га	3,0	0,1	3,4	-	-
Другого року післядія проміжного сидерату і соломи ріпаку	3,2	0,3	10,3	-	-
3 Поліміксобактерином					
Без добрив, контроль	3,0	-	-	0,1	3,4
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,6	0,7	24,1	0,2	5,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,9	1,0	34,5	0,3	8,3
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	4,1	1,2	41,4	0,3	7,9
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,2	1,3	44,8	0,2	5,1
Четвертого року післядія 25 т/га гною ВРХ	3,4	0,5	17,2	0,1	3,0
Четвертого року післядія 12,5 т/га гною ВРХ + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,1	1,2	41,4	0,2	5,3
Четвертого року післядія 12,5 т/га біокомпосту	3,5	0,6	20,7	0,1	2,9
Другого року післядія сидерату	3,4	0,5	17,2	0,1	3,0
Солома сої, 3 т/га	3,1	0,2	6,9	0,1	3,3
Другого року післядія проміжного сидерату і соломи ріпаку	3,3	0,4	13,8	0,1	3,1
НІР ₀₅ по досліді	0,2				
для агрофонів	0,1				
для інокуляції та взаємодії	0,1				

Примітка: * - у т. ч. від взаємодії з біопрепаратом

На зростанні урожайності соняшнику чітко позначається взаємодія мінеральних добрив з біопрепаратом. Саме за мінеральних агрофонів у досліді спостерігається достовірний приріст продуктивності культури від застосування біопрепарату. Оптимальною є взаємодія Поліміксобактерину із середніми нормами туків – N₆₀P₆₀K₆₀ і N₉₀P₉₀K₉₀. Як

правило, за цих умов вплив препарату на формування урожайності культури є еквівалентним дії мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$.

Післядія органічних добрив значно менше, порівняно з прямим впливом мінеральних, сприяє зростанню урожайності культури. За внесення соломи сої не відмічено достовірного приросту урожаю.

За органо-мінерального удобрення (четвертого року післядія $12,5 \text{ т/га}$ гною + $N_{60}P_{60}K_{60}$) спостерігаємо одне з найбільших у досліді збільшення урожайності – на 31 %. При цьому показники переважають значення, отримані за використання лише мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$. Поєднання органо-мінерального удобрення з Поліміксобактерином суттєво підсилює ефект – урожайність культури зростає на 41,4 %

Поліміксобактерин, застосований по органічних агрофонах, демонструє лише тенденцію впливу на зростання урожайності соняшника.

Висновки і перспективи. Найвищі показники продуктивності культури отримано у варіантах із внесенням $N_{90}P_{90}K_{90}$ і використанням біопрепарату, $N_{120}P_{120}K_{120}$ з біопрепаратом, а також використанням Поліміксобактерину по фоні післядії гною і застосування $N_{60}P_{60}K_{60}$. При цьому пошук компромісу між екологічною доцільністю агроприйомів (що визначено за результатами наведених у попередніх таблицях даних) і їх впливом на урожайність соняшнику свідчить про переваги, насамперед, органо-мінерального удобрення. Компромісним є вибір мінеральних добрив у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ за використання біопрепарату. Застосування найвищої в досліді норми мінеральних добрив недоцільне як за екологічними застереженнями, так і з міркувань економічного характеру.

Список використаних джерел

1. Волкогон, В. В., Експериментальна ґрунтова мікробіологія / В. В. Волкогон, О. В. Надкернична, Л. М. Токмакова; за ред. В. В. Волкогона. – К.: Аграрна наука, 2010. – 464 с.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований: 5-е изд., доп. и перераб. / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Визначення фізіологічно (екологічно) доцільних доз мінерального азоту в технологіях вирощування сільськогосподарських культур: науково-методичні рекомендації / І. В. Гриник, А. С. Заришняк, В. В. Волкогон та ін. – Київ, 2010. – 35 с.
4. Волкогон, В. В. Биологическая трансформация азота. Направленность процессов при различных уровнях удобрения сельскохозяйственных культур / В. В. Волкогон // Palmarium Academic Publishing. – 2013. – 116 с.
5. Мікробні препарати в сучасних аграрних технологіях: науково-практичні рекомендації / за ред. В. В. Волкогона. – Київ, 2015. – 248 с.

References

1. Volkohon, V. V., Nadkernychna, O. V., Tokmakova, L. M. (2010) Eksperymentalna gruntova mikrobiolohiia. [Experimental Soil Microbiology]. Kyiv: Ahrarna nauka, 464.

2. Dospekhov, B. A. (1985) Metodyka polevoho opyta s osnovamy statystycheskoi obrabotky rezultatov yssledovanyi [Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results]. Moskva: Ahropromyzzdat, 351

3. Hrynyk, I. V., Zaryshniak, A. S., Volkohon V. V. (2010). Vyznachennia fiziologichno (ekologichno) dotsilnykh doz mineralnoho azotu v tekhnolohiiakh vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur. [Determination of physiologically (ecologically) reasonable doses of mineral nitrogen in the technologies of growing crops: scientific and methodological recommendations] .Kyiv: 35

4. Volkohon, V. V. (2013), Byolohycheskaia transformatsiia azota. Napravlennost protsessov pry razlychnykh urovniakh udobreniia selskokhoziaistvennykh kultur[Biological transformation of nitrogen. The direction of processes at different levels of fertilization of crops]. Palmarium Academic Publishing,. 116.

5. Volkohon V. V. (2015) Mikrobni preparaty v suchasnykh ahrarnykh tekhnolohiiakh. [Microbial drugs in modern agrarian technologies: scientific and practical recommendations]. Kyiv: 248.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УДОБРЕНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА ПРИ ЕГО ВЫРАЩИВАНИИ НА ЧЕРНОЗЁМАХ ТИПИЧНЫХ В ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

С. П. Танчик, Л. В. Центило

Аннотация. В длительном полевом опыте на черноземе типичном изучали влияние различных систем удобрения и микробного препарата Полимиксобактерина на динамику потенциальной активности азотфиксации и биологической денитрификации в агроценозах подсолнечника, а также урожайность культуры при выращивании в севообороте. В условиях последействия органических удобрений (навоз КРС, биокомпост, люпиновый сидерат, а также сочетания сидеральной биомассы с соломой сои) динамика биологических процессов в почве оптимизируется. Нормы минеральных удобрений, не превышающие N60P60K60, являются экологически целесообразными. Внесение N90P90K90 следует считать компромиссным в экологическом отношении. Формирование урожайности подсолнечника от применения Полимиксобактерина в наибольшей степени прослеживается при выращивании культуры по минеральным и органо-минеральному агрофонам. Наиболее высокие показатели продуктивности подсолнечника получены в вариантах с внесением N90P90K90 и применением биопрепарата, N120P120K120 с биопрепаратом, а также при использовании Полимиксобактерина по фону последействия навоза и внесения N60P60K60.

Поиск компромисса между экологической целесообразностью агроприемов и их влиянием на урожайность подсолнечника свидетельствует о преимуществах органо-минерального удобрения, а также внесения N90P90K90 при использовании биопрепарата.

Ключевые слова: подсолнечник, азотфиксация, денитрификация, системы удобрения, урожайность

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF APPLICATION OF FERTILIZERS UNDER SUNFLOWER ON TYPICAL BLACK SOILS IN THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

S. Tanchyk, L. Tsentylo

Abstract. *In the long-term field experiment on typical black soils the influence of various fertilizer systems and microbial preparation Polymycobacterium on the course of potential activity of nitrogen fixation and biological denitrification in sunflower agrocenosis and the yield of crop in crop rotation were investigated. In the aftereffects of organic fertilizers (manure of cattle, bio compost, lupine green manure, as well as a combination of green manure biomass and straw soya), the biological processes in the soil are optimized. The standards of mineral fertilizers that do not exceed $N_{60}P_{60}K_{60}$ are environmentally expedient. The introduction of the $N_{90}P_{90}K_{90}$ is a compromise in terms of ecology. The yield of sunflower is most often increased for the use of Polymycobacterium against the background of mineral fertilizers and organic-mineral fertilizers. The highest productivity of the culture was obtained in variants with the introduction of $N_{90}P_{90}K_{90}$ and the use of bio preparation, $N_{120}P_{120}K_{120}$ with bio preparation, as well as for the use of Polymycobacterium against the backdrop of manure and the use of $N_{60}P_{60}K_{60}$.*

Finding a compromise between the environmental feasibility of agro methods and their impact on sunflower yields suggests the benefits of organic-mineral fertilization, as well as the introduction of $N_{90}P_{90}K_{90}$ and the use of bio preparation.

Key words: *sunflower, nitrogen fixation, denitrification, fertilizer systems, yield*