

ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ ТА МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ФОРМУВАННЯ ПОЖИВНОГО РЕЖИМУ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ҐРУНТУ

Л. В. Потапенко, Н. І. Горбаченко

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14035, Україна; e-mail: potapienko74@ukr.net

Мета. Вивчити вплив систематичного застосування мінеральної, традиційної органо-мінеральної й альтернативних систем удобрення та інокуляції насіння на формування поживного режиму дерново-підзолистого ґрунту. **Методи.** Польового досліду, агрохімічні, балансово-розрахункові, статистичні. **Результати.** На основі досліджень, проведених у тривалому стаціонарному досліді на дерново-підзолистому ґрунті, встановлено суттєвий вплив досліджуваних систем удобрення в поєднанні з мікробними препаратами на поживний режим ґрунту. Найвищий рівень мінеральних сполук азоту, рухомого фосфору та обмінного калію протягом ротації сівозміни спостерігали за тривалого використання органо-мінеральної системи удобрення $NPK + \text{гній} + \text{сидерат}$. Водночас наприкінці ротації сівозміни вміст мінеральних сполук азоту підвищився на 23 %, фосфору — на 8 % та калію — на 34 % на фоні без інокуляції та на 34 %, 10 % і 34 % відповідно на фоні інокуляції, якщо порівняти з традиційною системою удобрення $NPK + \text{гній}$. За рахунок застосування мікробних препаратів за цієї системи удобрення відбулося збільшення вмісту азоту в орному шарі ґрунту на 7 %, рухомого фосфору — на 3 % та обмінного калію — на 6 % до показників їх вмісту на початку ротації сівозміни. Доведено, що найвищий рівень продуктивності сівозміни в перерахунку на кормові одиниці забезпечила органо-мінеральна система удобрення $\text{сидерат} + \text{гній} + NPK$, що перевищило продуктивність сівозміни на ділянках за традиційною системою удобрення $NPK + \text{гній}$ на 21 % на фоні без інокуляції та на 26 % на фоні інокуляції. За рахунок застосування мікробних препаратів спостерігається підвищення продуктивності сівозміни на 10–13 %. **Висновки.** Оптимальний поживний режим дерново-підзолистого ґрунту формується за використання мікробних препаратів та органо-мінеральної системи удобрення на основі органічних добрив у вигляді гною середньосівозміною дозою 10 т/га та бобового сидерату на фоні мінеральних добрив $N_{60}P_{50}K_{60}$. Така система удобрення забезпечує за ротацію сівозміни відтворення родючості ґрунту, високі показники економічної та енергетичної ефективності вирощування культур та їхньої продуктивності.

Ключові слова: дерново-підзолистий ґрунт, поживний режим ґрунту, мікробні препарати, система удобрення, урожайність.

Вступ. Поживний режим ґрунту є визначальним у формуванні врожайності сільськогосподарських культур та якості продукції й залежить від погодних умов, системи удобрення, спрямованості біологічних процесів, способів основного й передпосівного обробітку ґрунту [1; 2]. Особливо це стосується системи удобрення, оскільки за вирощування культурних рослин у системі ґрунт – добриво – рослина повинен спостерігатися пози-

тивний баланс сполук основних біогенних елементів. Оскільки за обмеженого ресурсного забезпечення сільськогосподарського виробництва сьогодні може спостерігатися дефіцит поживних речовин у ґрунті, важливого значення набувають нові елементи впливу на продукційний процес культур.

У зв'язку з цим актуальними є дослідження впливу сидератів, застосованих у поєднанні з мінеральними та органічними доб-

ривами, а також передпосівної інокуляції насіння на поживний режим ґрунту та урожайність культур короткоротаційної сівозміни [3; 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Україна завдяки високому продуктивному потенціалу ґрунтово-земельних ресурсів набуває статусу держави, у якій постійно зростає експортноорієнтоване виробництво сільськогосподарської продукції. Ефективність такого спрямування значною мірою залежить від агрохімічно та екологічно обґрунтованих заходів відтворення родючості ґрунтів [5; 6]. Проте в практиці землеробства ці заходи часто порушуються застосуванням необґрунтованих систем удобрення, недотриманням сівозмін і використанням екологічно ризикованих технологій вирощування сільськогосподарських культур [7].

Нині раціональна система удобрення є базовою ланкою у формуванні оптимальних агроекологічних функцій ґрунтів, їх сталої родючості, в отриманні високого врожаю та якості рослинницької продукції. Наявні системи удобрення спрямовані переважно на відновлення продуктивних функцій і недостатньо враховують агроекологічний стан ґрунтів, закономірності їхньої зміни під впливом добрив [8; 9].

Щоразу вище значення біологічних факторів регулювання родючості ґрунту зумовлює необхідність екологічної збалансованості й біологічної спрямованості сучасного землеробства. У зв'язку з цим постає завдання вивчення впливу традиційних систем удобрення на показники родючості ґрунту, їх порівняння з альтернативними, що базуються на використанні сидерації, у т. ч. й за сумісного застосування з туками [10; 11].

Проте, крім важливої ролі систем удобрення у формуванні поживного режиму ґрунту, сьогодні зросла актуальність розробки альтернативних шляхів покращення мінерального живлення рослин. Одним із варіантів розв'язання цієї проблеми може бути використання біопрепаратів на основі ефективних штамів мікроорганізмів: азотфіксуювальних, фосформобілізувальних та рістстимулювальних. Застосування мікробних препаратів дозволяє зменшити внесення мінеральних добрив, що є важливим резервом їх економії [12; 13].

Зрозуміло, що застосуванням лише мікробних препаратів неможливо забезпечити такий рівень мінерального живлення рослин, який сприяв би отриманню високої врожайності сільськогосподарських культур. Тому важливо виявити оптимальне поєднання мікробних препаратів із системами удобрення, що забезпечило б їх високу ефективність та урожайність культур [14].

Мета. Встановити закономірності формування оптимального поживного режиму дерново-підзолистого ґрунту за дотримання принципів біологізації землеробства.

Матеріали та методи. Дослідження впливу тривалого застосування різних систем удобрення та інокуляції насіння на поживний режим проводили протягом 2016–2020 рр. у польовому стаціонарному досліді на дерново-підзолистому ґрунті, який характеризувався такими показниками: рН_{KCl} орного шару — 4,9; підорного — 4,6; вміст гумусу (за Тюрніним) — 1,1 %; P₂O₅ (за Кірсановим) — 16 мг на 100 г ґрунту; K₂O (за Масловою) — 6 мг на 100 г ґрунту. Досліди проводили за такою схемою: 1. Контроль. 2. NPK. 3. Сидерат (люпин вузьколистий) + NPK. 4. Сидерат (жито озиме) + NPK. 5. Гній, 10 т/га + NPK. 6. Гній, 10 т/га + сидерат (люпин вузьколистий) + NPK. 7. Гній, 20 т/га.

Дослідження проводили в короткоротаційній сівозміні: люпин – жито озиме – картопля – овес методом розщеплення ділянок стаціонарного польового досліді на двох фонах: I — з інокуляцією та II — без інокуляції. Для інокуляції насіння використовували мікробні препарати: Біогран (для картоплі), Мікрогумін (для вівса), Ризогумін (для люпину), Діазобактерин (для жита озимого), розроблені в Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН. Препарати зареєстровано в Україні й дозволено до використання. Середня сівозмінна норма внесення мінеральних добрив — N₆₀P₅₀K₆₀, органічних (гній) — 10 т/га. Норми внесення під культури сівозміни складають: озиме жито — N₆₀P₅₀K₆₀, картопля — N₁₂₀P₉₀K₁₂₀, люпин — P₂₀K₂₀, овес — N₆₀P₅₀K₆₀.

Результати та їх обговорення. Результати досліджень стали основою для встановлення закономірностей формування оптимального поживного режиму дерново-підзолис-

того ґрунту, що відповідає встановленому рівню продуктивності сільськогосподарських культур короткоротаційної сівозміни залежно від агротехнічних прийомів.

Мінеральний азот. Встановлено, що найнижчі запаси мінеральних сполук азоту в ґрунті протягом ротації сівозміни під картоплею у фазу відмирання бадилля були на контролі — 3,2–2,1 мг/кг (табл. 1). Тривале застосування досліджуваних систем удобрення по-різному впливало на динаміку цього показника.

Сумісне використання органічних і мінеральних добрив забезпечувало істотне підвищення вмісту мінерального азоту в ґрунті проти контролю. Мінеральні добрива меншою мірою, ніж органічні впливали на накопичення мінеральних сполук азоту.

Мінеральна система удобрення забезпечувала зростання вмісту мінеральних сполук азоту в ґрунті в 3,4 та 3,6 рази на початку ротації та в 4,9 і 5,7 рази наприкінці ротації відповідно до фонів, якщо порівняти з неудобреним варіантом. Насичення мінеральної системи органічними добривами у вигляді гною та сидератів забезпечувало наприкінці ротації сівозміни зростання вмісту мінерального азоту на 13,5 мг/кг на фоні без інокуляції та на 13,9 мг/кг на фоні з інокуляцією проти дії туків, де показники склали 10,7 та 11,9 мг/кг відповідно.

Застосування органічної системи удобрення на основі гною (20 т/га) сприяло під-

вищенню вмісту мінеральних сполук азоту до 23,6–23,8 мг/кг на початку ротації та 23,9–24,3 мг/кг наприкінці ротації відповідно до фонів.

Органо-мінеральна система удобрення за сумісного використання гною (10 т/га) і сидерату на фоні мінерального удобрення середньосівозмінною дозою $N_{60}P_{50}K_{60}$ забезпечила найвищий вміст мінерального азоту в ґрунті, який становив 23,1 мг/кг на початку ротації сівозміни і 24,2 мг/кг наприкінці ротації на фоні без інокуляції та 24,4 і 25,8 мг/кг на фоні інокуляції насіння мікробними препаратами, що на 23 % та 34 % більше за показники традиційної системи відповідно до фонів.

Мікробні препарати здатні поліпшувати азотний режим ґрунту за використання всіх досліджуваних систем удобрення. За рахунок інокуляції насіння вміст мінеральних сполук азоту в ґрунті здатний підвищитися до 7 %.

Якщо порівняти з показниками 2016 р., максимальне збільшення вмісту мінерального азоту за роки досліджень спостерігали за використанням органо-мінеральної системи удобрення NPK + гній + сидерат, де його вміст переважав початковий на 5 % на фоні без інокуляції та на 6 % на фоні інокуляції.

За використання органічної системи удобрення вміст мінерального азоту за період 2016–2020 рр. змінився неістотно, це пов'язано з інтенсивними процесами розкладу

Таблиця 1. Вплив тривалого застосування різних систем удобрення та інокуляції насіння в короткоротаційній сівозміні на вміст мінерального азоту в ґрунті під картоплею, фаза відмирання бадилля, мг/кг ґрунту (за 2016–2020 рр.)

Варіанти досліджу	2016 р.		2017 р.		2018 р.		2020 р.	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Контроль (без добрив)	3,2	3,2	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	2,1
$N_{60}P_{50}K_{60}$	10,9	11,4	10,7	11,8	10,0	11,8	10,7	11,9
Сидерат (люпин вузьколистий) + $N_{60}P_{50}K_{60}$	16,4	16,2	14,5	15,4	14,6	15,9	16,1	16,5
Сидерат (жито озиме) + $N_{60}P_{50}K_{60}$	14,5	14,2	13,6	14,0	13,9	14,3	14,1	14,5
Гній, 10 т/га + $N_{60}P_{50}K_{60}$	19,3	19,6	18,7	18,2	17,9	18,5	19,6	19,3
Сидерат (люпин вузьколистий) + гній, 10 т/га + $N_{60}P_{50}K_{60}$	23,1	24,4	23,1	23,2	23,6	24,9	24,2	25,8
Гній, 20 т/га	23,6	23,8	22,4	21,0	22,7	22,9	23,9	24,3

Примітка: I — без інокуляції; II — з інокуляцією.

органічної речовини в дерново-підзолистому ґрунті та використання її рослинами. Варто також зазначити, що інокуляція за вирощування культур по цьому фоні не вплинула на вміст мінеральних сполук у ґрунті.

Наприкінці досліджень (2020 р.) забезпеченість ґрунту мінеральним азотом за використання інших систем удобрення була нижчою від рівнів початкових показників, що також пов'язано як із споживанням елементу культурами сівозміни, так і втратами через переміщення нітратів у нижні шари ґрунту та газоподібними втратами внаслідок денітрифікації.

Отже, запаси мінеральних сполук азоту залежать від виду добрив та швидкості трансформації сполук азоту в ґрунті.

Рухомий фосфор. Дослідження показали (табл. 2), що вміст фосфору (за Кірсановим) наприкінці ротації сівозміни навіть на конт-

рольних варіантах становив 140 та 143 мг/кг відповідно до фонів. Мінеральна система удобрення підвищувала цей показник наприкінці ротації сівозміни на 28 мг/кг на фоні без інокуляції та на 25 мг/кг на фоні інокуляції проти неудобрених ділянок. Органічна система з дозою гною 20 т/га забезпечувала показники вмісту рухомого фосфору протягом ротації в межах 220–229 мг/кг, які, якщо порівняти з органо-мінеральною NPK + гній + сидерат (229–243 мг/кг), суттєво не відрізнялися. Застосування NPK на фоні гною сприяло накопиченню рухомих сполук фосфору наприкінці ротації до 218 мг/кг на фоні без інокуляції та до 220 мг/кг у варіантах з інокуляцією (табл. 2).

У варіанті систематичного внесення органічних добрив у вигляді гною та сидерату на фоні мінеральних добрив спостерігається найбільше зростання вмісту фосфору в ґрун-

Таблиця 2. Вплив тривалого застосування різних систем удобрення та інокуляції на сіння в короткоротаційній сівозміні на вміст рухомого фосфору та обмінного калію в ґрунті під картоплею, фаза відмирання бадилля, мг/кг ґрунту (середнє за 2016–2020 рр.)

Варіанти дослідів	2016 р.		2017 р.		2018 р.		2020 р.	
	I	II	I	II	I	II	I	II
P₂O₅								
Контроль (без добрив)	150	148	147	146	142	142	140	143
N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	166	163	160	158	164	162	168	168
Сидерат (люпин вузьколистий) + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	194	193	193	190	196	191	198	198
Сидерат (жито озиме) + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	190	185	186	181	190	187	193	194
Гній, 10 т/га + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	214	210	219	215	216	210	218	220
Сидерат (люпин вузьколистий) + гній, 10 т/га + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	229	227	234	224	231	225	235	243
Гній, 20 т/га	220	220	216	216	219	218	223	229
K₂O								
Контроль (без добрив)	75	70	69	65	64	60	61	58
N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	84	86	75	78	76	79	75	77
Сидерат (люпин вузьколистий) + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	99	99	86	87	87	87	87	87
Сидерат (жито озиме) + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	95	94	84	80	87	85	86	84
Гній, 10 т/га + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	94	90	88	85	93	91	93	95
Сидерат (люпин вузьколистий) + гній, 10 т/га + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	118	120	122	123	129	131	125	127
Гній, 20 т/га	116	116	126	126	122	121	120	120

Примітка: I — без інокуляції; II — з інокуляцією.

ті — з 229 мг/кг на початку ротації до 235 мг/кг наприкінці на фоні без інокуляції та, відповідно, з 227 до 243 мг/кг — на фоні з інокуляцією. Проти показників вмісту рухомого фосфору в ґрунті на початку ротації вміст його наприкінці досліджуваного строку був вищим за всіма варіантами досліджу.

Отже, застосування органо-мінеральної системи удобрення NPK + гній + сидерат забезпечувало найбільше зростання вмісту рухомих сполук фосфору в шарі ґрунту 0–20 см наприкінці ротації на 68 % на фоні без інокуляції та на 70 % — на фоні інокуляції проти неудобреного варіанту, що в абсолютних показниках становило 235 та 243 мг/кг відповідно.

Обмінний калій. На початку проведення досліджень (2016 р.) у шарі ґрунту 0–20 см вміст обмінних сполук калію (за методом Маслової) складав 70–120 мг/кг залежно від систем удобрення (табл. 2). Протягом ротації сівозміни на неудобреному варіанті відбулося збіднення орного шару ґрунту на обмінні сполуки калію на 14 мг/кг на фоні без інокуляції та на 12 мг/кг — на фоні інокуляції проти вихідного їх вмісту. Внесення 20 т/га сівозміної норми гною та 10 т/га гною в поєднанні з мінеральними добривами в дозі N₆₀P₅₀K₆₀ сприяло збереженню вмісту обмінних сполук калію на початковому рівні по обох фонах.

Застосування мінеральних добрив як окремо, так і в поєднанні з сидератами виявилося недостатнім для істотного збільшення доступного калію в ґрунті. За цих систем удобрення протягом ротації сівозміни вміст його в ґрунті зменшився на 10–11 %.

Встановлено, що поєднане використання органічних добрив у вигляді 10 т/га гною та сидерату люпину вузьколистого на фоні мінеральних добрив (N₆₀P₅₀K₆₀) на кінець ротації сприяло найбільшому зростанню — на 6 % по обох фонах вмісту обмінного калію в орному шарі дерново-підзолистого ґрунту проти показників вмісту калію на початку ротації сівозміни.

Систематичне внесення добрив у короткоротаційній польовій сівозміні впродовж ротації сівозміни дало змогу не лише суттєво змінити параметри родючості дерново-підзолистого ґрунту, а й сприяло підвищенню врожайності сільськогосподарських культур.

Результати досліджень за 2016–2020 рр. показують, що система удобрення — гній + сидерат + NPK упродовж ротації сівозміни забезпечує найкращий рівень кореневого живлення культур і, як наслідок, найвищу їх урожайність, що становить відповідно до фонів 4,38 і 4,93 т/га озимого жита, 22,24 і 25,04 т/га картоплі, 3,82 і 4,34 т/га вівса, 2,78 і 3,20 т/га люпину вузьколистого, або на 30–33 %, 30–32 %, 29–32 % і 31–33 % відповідно вище від показників мінеральної системи удобрення.

Найвищий рівень продуктивності сівозміни в перерахунку на кормові одиниці забезпечила органо-мінеральна система удобрення сидерат + гній + NPK, що перевищувало продуктивність сівозміни на ділянках за традиційної системою удобрення — NPK + гній на 21 % на фоні без інокуляції та на 26 % — на фоні інокуляції. За рахунок застосування мікробних препаратів спостерігається підвищення продуктивності сівозміни на 10–13 %.

Отже, встановлено суттєвий вплив досліджуваних систем удобрення в поєднанні з мікробними препаратами на поживний режим ґрунту. Найвищий рівень мінеральних сполук азоту, рухомого фосфору та обмінного калію та високі показники продуктивності культур протягом ротації сівозміни спостерігали за тривалого використання органо-мінеральної системи удобрення NPK + гній + сидерат. Водночас наприкінці ротації сівозміни вміст мінеральних сполук азоту підвищився на 23 %, фосфору — на 8 % та калію — на 34 % на фоні без інокуляції та на 34 %, 10 % і 34 % відповідно на фоні інокуляції проти традиційної системи удобрення NPK + гній. За рахунок застосування мікробних препаратів за цієї системи удобрення відбулося збільшення вмісту азоту в орному шарі ґрунту на 7 %, рухомого фосфору — на 3 % та обмінного калію — на 6 % до показників їх вмісту на початку ротації сівозміни.

Висновки. Оптимальний поживний режим дерново-підзолистого ґрунту формується за використання органо-мінеральної системи удобрення на основі органічних добрив у вигляді гною середньосівозміною дозою 10 т/га та бобового сидерату на фоні мінеральних добрив N₆₀P₅₀K₆₀. Така система удобрення забезпечує наприкінці ротації сівозміни підвищення вмісту мінеральних сполук

азоту на 23 %, рухомого фосфору — на 8 % та обмінного калію — на 34 % на фоні без інокуляції та, відповідно, на 34 %, 10 % і 34 % на фоні інокуляції проти традиційної системи удобрення NPK + гній.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бердніков О. М., Мірошніченко М. М., Потапенко Л. В., Чмель О. П., Тельцов В. О., Волкогон В. В., Мілютенко Т. Б. Зміни якості та родючості ґрунту за різних рівнів біологізації землеробства у зоні Полісся / Теорія і практика ґрунтоохоронного моніторингу. Х. : ФОП Бровін О. В., 2016. С. 122–154.
2. Doran J. W., Sarrantonio A., Liebig M. A. Soil health and sustainable. *Adv. Agronom.* 1996. Vol. 56. P. 1–54.
3. Мікробні препарати в сучасних аграрних технологіях. Науково-практичні рекомендації / За ред. В. В. Волкогона. Київ, 2015. 248 с.
4. Волкогон В. В., Дімова С. Б., Волкогон К. І., Борулько Р. О., Бердніков О. М. Вплив мікробних препаратів на засвоєння культурними рослинами поживних речовин. *Вісник аграрної науки.* 2010. № 5 С. 25–28.
5. Балюк С. А., Трускавецький Р. С., Цапко Ю. Л. Ресурсозберігаючі і екологічно безпечні заходи підвищення родючості кислих ґрунтів. *Посібник українського хлібороба.* 2010. С. 114–116.
6. Заришняк А. С., Цвей Я. П., Іваніна В. В. Оптимізація удобрення та родючості ґрунту в сівознах. К. : Аграрна наука, 2015. 208 с.
7. Надточій П. П., Ратошнюк В. І., Ратошнюк Т. М. Вплив добрив і обробітку на якісний

стан дерново-підзолистого ґрунту та продуктивність польових культур сівознами в умовах Житомирського Полісся. *Вісник аграрної науки.* №5 (818). 2021. С. 5–15. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202105-01>

8. Польовий В. М. Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві. Рівне: Волинські обереги, 2007. 320 с.

9. Системи удобрення сільськогосподарських культур у землеробстві початку ХХІ століття / За ред. С. А. Балюка і М. М. Мірошніченка. К. : Альфа-стевія, 2016. 400 с.

10. Тараріко О. Г. Охорона родючості ґрунтів у контексті продовольчої безпеки. *Вісник аграрної науки.* № 2. 2003. С. 5–9.

11. Kim N., Zabaloy V. C., Guan K., Villamil M. B. Do cover crops benefit soil microbiome? A meta-analysis of current research. *Soil. Biol. Biochem.* 2020. № 142. P. 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2019.107701>

12. Екологічні аспекти удобрення сільськогосподарських культур / За ред. В. В. Волкогона. К. : Аграр. наука, 2019. 264 с.

13. Бердніков О. М., Волкогон В. В., Потапенко Л. В., Козар С. Ф. Агрохімічна оцінка ефективності біопрепаратів у вузькоспеціалізованій сівознамі. *Сільськогосподарська мікробіологія.* 2020. Вип. 31. С. 44–50. <https://doi.org/10.35868/1997-3004.31.44-50>

14. Патица В. П., Тараріко Ю. О., Мельничук Т. М. Комплексне застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих, фосформобілізуючих мікроорганізмів, фізіологічно активних речовин і біологічних засобів захисту рослин. К. : Аграрна наука, 2000. 26 с.

Отримано 18.08.2021

<https://doi.org/10.35868/1997-3004.34.53-60>

UDC 631.82:631.416

INFLUENCE OF FERTILIZATION SYSTEMS AND MICROBIAL PREPARATIONS OF THE FORMATION OF NUTRIENT STATUS OF SOD-PODZOLIC SOIL

L. V. Potapenko, N. I. Horbachenko

Institute of Agricultural Microbiology and Agroindustrial Manufacture, NAAS, Chernihiv
e-mail: potapenko74@ukr.net

Objective. To study the influence of systematic introduction of mineral, traditional or ganomineral and alternative systems of fertilization and inoculation of seeds on the formation of the nutrient status of sod-podzolic soil. **Methods.** Field experiment, agrochemical, balance and settlement, statistical. **Results.** Based on the studies conducted in a long-term stationary experiment on

sod-podzolic soil, a significant influence of the studied fertilization systems in combination with microbial preparations on the soil nutrient status was established. The highest levels of mineral compounds of nitrogen, mobile phosphorus and exchangeable potassium using crop rotation were observed upon long-term use of the organomineral fertilization system NPK + animal manure + green manure. At the end of the crop rotation, the content of nitrogen mineral compounds increased by 23 %, phosphorus — by 8 % and potassium — by 34 % on the background without inoculation and by 34 %, 10 % and 34 %, respectively, on the background of inoculation compared to traditional fertilization system NPK + animal manure. Due to the use of microbial preparations under this fertilization system, the content of nitrogen in the arable layer of the soil increased by 7 %, mobile phosphorus — by 3 % and exchangeable potassium — by 6 % compared to their content at the beginning of crop rotation. It has been proved that the highest level of crop rotation productivity in terms of feed units was provided by the organomineral fertilization system green manure + animal manure + NPK, which exceeded crop rotation productivity in areas under the traditional fertilization system NPK + animal manure by 21 % on the background without inoculation and by 26 % on the background of inoculation. Due to the use of microbial preparations, there is an increase in crop rotation productivity by 10–13 %. **Conclusion.** The optimal nutrient status of sod-podzolic soil is formed using microbial preparations and an organomineral fertilization system based on organic fertilizers in the form of animal manure with an average crop rotation dose of 10 t/ha and legume green manure on the background of mineral fertilizers N₆₀P₅₀K₆₀. This fertilization system provides recovery of soil fertility, high rates of economic and energy efficiency of growing crops and their productivity during crop rotation.

Key words: sod-podzolic soil, soil nutrient status, microbial preparations, fertilization system, yield.

REFERENCES

1. Berdnikov, O. M., Miroshnychenko, M. M., Potapenko, L. V., Chmel, O. P., Teltsov, V. O., Volkohon, V. V., & Miliutenko, T. B. (2016). Zminy yakosti ta rodiuchosti hruntu za riznykh rivniv biolohizatsii zemlerobstva u zoni Polisia. In *Teoriia i praktyka hruntookhoronnoho monitoryngu* (pp. 122–154). Kharkiv: FOP Brovin O. V. [in Ukrainian].
2. Doran, J. W., Sarrantonio, A., & Liebig, M. A. (1996). Soil health and sustainable. *Adv. Agronom*, 56, 1–54.
3. Volkogon, V. V. (Ed.). (2015). Mikrobni preparaty v suchasnykh ahrarnykh tekhnolohiiakh [Microbial preparations in modern agrarian technologies]. Kyiv [in Ukrainian].
4. Volkogon, V. V., Dimova, S. B., Volkogon, K. I., Borulko, R. O., & Berdnikov, O. M. (2010). Vplyv mikrobynykh preparativ na zasvoiennia kulturnymy roslynamy pozhyvnykh rehovyn [Influence of microbial preparations on assimilation of nutrients by cultivated plants]. *Visnyk ahrarnoi nauky — Bulletin of Agricultural Science*, 5, 25–28 [in Ukrainian].
5. Baliuk, S. A., Truskavetskyi, R. S., & Tsapko, Yu. L. (2010). Resursozberihaiuchi i ekolohichno bezpechni zakhody pidvyshchennia rodiuchosti kyslykh gruntiv [Resource-saving and environmentally friendly measures to increase the fertility of acid soils]. *Posibnyk ukrainskoho khlaboroba — Handbook of Ukrainian farmers*, 114–116 [in Ukrainian].
6. Zaryshniak, A. S., Tsvei, Ya. P., & Ivani-na, V. V. (2015). Optyimizatsiia udobrennia ta rodiuchosti hruntu v sivozminakh [Optimization of fertilizers and soil fertility in crop rotations]. Kyiv: Ah-rarna nauka [in Ukrainian].
7. Nadtochii, P. P., Ratoshniuk, V. I., & Ratoshniuk, T. M. (2021). Vplyv dobryv i obrobitku na yakisnyi stan dernovo-pidzolistoho hruntu ta produktyvnist polovykh kultur sivozminy v umovakh Zhytomyrskoho Polissia [Influence of fertilizers and cultivation on the quality condition of sod-podzolic soil and productivity of field crops of crop rotation in the conditions of Zhytomyr Polissya]. *Visnyk ahrarnoi nauky — Bulletin of Agricultural Science*, 5 (818), 5–15 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202105-01>
8. Polovyi, V. M. (2007) Optyimizatsiia system udobrennia u suchasnomu zemlerobstvi [Optimization of fertilizer systems in modern agriculture]. Rivne: Volynski oberehy [in Ukrainian].
9. Baliuk, S. A., Miroshnychenko, M. M. (Eds.). (2016). Systemy udobrennia silskohospodarskykh kultur u zemlerobstvi pochatku XXI stolittia [Fertilizer systems of agricultural crops in agriculture of the beginning of the XXI century]. Kyiv: Alfa-steviiia [in Ukrainian].
10. Tarariko, O. H. (2003). Okhorona rodiuchosti gruntiv u konteksti prodovolchoi bezpeky [Protection of soil fertility in the context of food security]. *Visnyk ahrarnoi nauky — Bulletin of Agricultural Science*, 2, 5–9 [in Ukrainian].
11. Kim, N., Zabaloy, V. C., Guan, K., & Vil-lamil, M. B. (2020). Do cover crops benefit soil mi-

crobiome? A meta-analysis of current research. *Soil. Biol. Biochem.*, 142, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2019.107701>

12. Volkogon, V. V. (Ed.). (2019). *Ekolohichni aspekty udobrennia silskohospodarskykh kultur* [Ecological aspects of crop fertilization systems]. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].

13. Berdnikov, O. M., Volkogon, V. V., Potapenko, L. V., & Kozar, S. F. (2020). *Ahrokhimichna otsinka efektyvnosti biopreparativ u vuzkospetsializovanii sivozmini* [Agrochemical evaluation of the efficacy of biopreparations in a highly crop rota-

tion]. *Silskohospodarska mikrobiolohiia — Agricultural microbiology*, 31, 44–50 [in Ukrainian].

14. Patyka, V. P., Tarariko, Yu. O. & Melnychuk, T. M. (2000). *Kompleksne zastosuvannia biopreparativ na osnovi azotfiksuichykh, fosformobilizuiuchykh mikroorhanizmiv, fiziolohichno aktyvnykh rehovyn i biolohichnykh zasobiv zakhystu roslyn* [Complex application of biological products based on nitrogen-fixing, phosphorus-mobilizing microorganisms, physiologically active substances and biological plant protection products]. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].

Received 18.08.2021