

Житомирський національний агроекологічний університет
Рецензент – член редколегії “Вісник ЖНАЕУ”, д.с.-г.н. Надточій П.П.

АЛЬТЕРНАТИВНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО В КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ ПОЛІССЯ

Представлено результати багаторічних досліджень основних елементів родючості ґрунту за різних систем удобрення. Встановлено, що поєднання помірних норм мінеральних добрив з внесенням побічної продукції та сидерату як добрив дозволяє вийти на просте відтворення родючості ґрунту та є економічно доцільним. Розширене відтворення можливе лише за умови довнесення як мінімум 10 т гною.

Постановка проблеми

Науково-технічний прогрес у країнах з високим рівнем хімізації сприяв виникненню різних видів альтернативного землеробства (органічного, органо-біологічного, екологічного тощо) (З.К. Благовещенська та ін., 1990). Основним його завданням є створення нешкідливого для зовнішнього середовища землеробства, яке забезпечувало б людину і тварин біологічно повноцінними продуктами харчування; ведення землеробства на основі максимальних реутилізації та рециркуляції всіх відходів господарств; підвищення рентабельності господарства.

Все більшої популярності за кордоном набуває біологічна, або органічна система землеробства, що заснована на вилученні чи значному скороченні застосування мінеральних добрив і пестицидів. Головні її переваги – висока якість сільськогосподарської продукції, зменшення забруднення навколишнього середовища, зберігання і навіть підвищення родючості ґрунту [4].

Під екологічним землеробством розуміють таке ведення господарства, за якого виробництво продукції максимально організоване біологічними й агротехнічними заходами. Його метою є впровадження економічних шляхів використання ресурсів навколишнього середовища.

Визначальною рисою альтернативного землеробства є використання внутрішньогосподарських джерел фінансування – безпосередніх доходів господарства протягом більшої частини року, – що дозволяє уникати послуг кредитного капіталу у великих розмірах.

З 2001 року науковцями Житомирського національного агроекологічного

університету здійснюється робота щодо розробки адаптивно-динамічних сівозмін, обґрунтування та вдосконалення ґрунтозахисних технологій вирощування культур для зони Полісся України. Вони базуються на мінімальній обробці ґрунту на глибину 12–18 см під всі культури сівозміни (у тому числі під картоплю), біологізації землеробства шляхом використання нетоварної частини врожаю як органічних добрив, мульчування поверхні ґрунту післязливними рештками, широкого застосування сидератів. Впровадження їх у виробництво дозволило зекономити паливо (у 1,5–2 рази), мінеральні добрива (у 2 рази), пестициди (у 5–8 разів), робочий час (у 2 рази), отримати вологозберігаючий ефект до 50 мм продуктивної вологи, порівняно з технологіями, що базуються на оранці.

Аналіз останніх досліджень

Підвищення родючості ґрунту – це питання, на розв’язання якого витрачається найбільша частина зусиль сільськогосподарського виробництва. Вирішення цієї проблеми досягається застосуванням різних систем удобрення залежно від сівозміни.

Провідну роль у регулюванні гумусного балансу відіграє застосування основного органічного добрива – гною. Перспективним же резервом його поповнення може стати широке застосування у сівозмінах Полісся проміжних культур і, за можливості, повне їх використання на добриво [8].

Застосування соломи як органічних добрив вже досить давно вивчалось багатьма вітчизняними та зарубіжними вченими [7]. Проте її роль є неоднозначною, оскільки варіанти із застосуванням соломи як добрив не завжди обґрунтовані. У той же час її поєднання з іншими компонентами удобрення часто призводить до зростання економічної та екологічної ефективності агроecosистем.

Слід зазначити, що органічні добрива деякою мірою поступаються мінеральним за ефективністю [10]. Так, якщо після застосування гною до ґрунту повертається не повний комплекс елементів, що були винесені з нього урожаєм, то за допомогою мінеральних добрив можливо внести та ввести у колообіг достатню їх кількість. Проте найкращі результати щодо збереження та підвищення екологічної стійкості агроценозів, підвищення якості рослинницької продукції забезпечують системи удобрення з оптимальним поєднанням органічних та мінеральних добрив.

Отже, для розширеного відтворення родючості ґрунту важливою є розробка оптимальної системи удобрення під кожен культуру сівозміни з оптимальним поєднанням органічних та мінеральних добрив.

Методика досліджень

Дослідження проводили у стаціонарному досліді на дослідному полі Житомирського національного агроecологічного університету (с. В. Горбаша Черняхівського району Житомирської області) протягом 2001–2009 рр. Ґрунт ясно-сірий опідзолений супіщаний на лесоподібному суглинку, що підстиляється

флювіогляціальними водно-льодовиковими породами. Фізико-хімічні та агро-хімічні характеристики орного шару ґрунту наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Агрохімічна характеристика орного шару ґрунту перед закладанням досліду, 2001 р.

Глибина відбору зразка, см	Гумус, %	pH _{KCl} , (n = 75)	Гідролітична кислотність	Сума ввібраних основ	Ступінь насичення основами, %	Азот легкогідролізуємих сполук	Рухомий фосфор	Обмінний калій
			мг-екв./100 г ґрунту	мг/100 г ґрунту, (n = 75)				
0–10	1,3	4,8	2,16	1,88	46,5	7,4	10,2	6,3
10–20	1,4	4,8	2,11	1,80	46,0	6,6	10,1	4,4
20–30	1,2	4,9	1,82	2,07	53,2	5,6	8,9	4,1

Як видно з наведеного опису, потужність гумусово-елювіального горизонту співпадає з глибиною основного обробітку, який на цьому полі періодично сягав глибини 26–28 см, що зумовило зниження вмісту гумусу в орному шарі до 1,3 % за рахунок приорування менш гумусованого матеріалу з глибини профілю.

Фізико-хімічна характеристика об'єкта, включаючи середньокислу реакцію ґрунту і дуже низьку ступінь насиченості основами та вміст сполук азоту, що легко гідролізуються, свідчить про його невисоку потенційну родючість.

Схема досліду розгорталася по всіх полях, починаючи з 2001 р., озимими культурами та конюшиною після вирівнюючої культури вівса. Повторність досліду – триразова. Площа облікової ділянки 25 м² (2x12,5), ширина захисної смуги 2 м, ширина коридорів 8 м між полями в сівозмінах та 5 м – між сівозмінами.

В системах удобрення культур забезпечувалась компенсація частини елементів живлення техногенного походження за рахунок використання нетоварної продукції. Мінеральні добрива вносилися під основний обробіток (суперфосфат, калійна сіль) та під передпосівну культивуацію (аміачна селітра).

Вивчалися сівозміни різного господарського напрямку: зерно-льонарського та зерно-просапного з такою послідовністю чергування культур:

I

1. Конюшина
2. Озима пшениця
3. Льон-довгунець
4. Озиме жито
5. Овес з підсівом конюшини

III

1. Конюшина

II

1. Конюшина
2. Озима пшениця
3. Льон-довгунець
4. Овес з підсівом конюшини

IV

1. Пелюшка-овес (зерно)

2. Озиме жито
3. Картопля
4. Овес з підсівом конюшини

2. Озиме жито
3. Картопля

V

1. Озиме жито
2. Картопля

Варіанти удобрення

1. Без добрив.
2. Побічна продукція.
3. Побічна продукція + сидерати.
4. Мінеральні добрива.
5. Побічна продукція + мінеральні добрива (з компенсацією N_{10} на 1 т соломи).
6. Побічна продукція + сидерати + мінеральні добрива (в III, IV, V сівозмінах з компенсацією N_{10} на 1 т соломи).
7. Гній (III, IV, V сівозміни); солома з компенсацією N_{10} на 1 т (I, II сівозміни).
8. Побічна продукція + сидерати + гній (з компенсацією N_{10} на 1 т соломи).
9. Побічна продукція + сидерати + гній + мінеральні добрива (з компенсацією N_{10} на 1 т соломи).

Система обробітку ґрунту базувалася на обробітку без обертання скиби на глибину 12–18 см. Зернові висівали з шириною міжрядь 15, льон-довгунець – 7,5, картопля – 70 см.

Польові та лабораторні дослідження проводили за загальноприйнятими методиками.

Визначення агрохімічних показників проводили за такими методиками: гумус – за Тюрніним (ГОСТ 26213-91); рН – потенціометрично (ГОСТ 26483-85); гідролітичну кислотність – за Каппеном у модифікації ЦІНАО (ГОСТ 26212-91); рухомий фосфор та обмінний калій – за Кірсановим (ГОСТ 26207-91).

При визначенні величини середнього балансу гумусу в ґрунті нами використовувалася формула Г.Я. Чесняка [12].

Вивчення мікробного ценозу проводили зі свіжевідібраних зразків ґрунту методом посіву ґрунтових суспензій у відповідних розведеннях на агаризовані живильні середовища за методикою В.Й. Білай [9]. Вираховували кількість: мікроміцетів (середовище Чапека), неспоривих бактерій та стрептоміцетів (капустяний агар – КА), бацил (середовище Мішустіна), целюлозоруйнівних мікроорганізмів (середовище Гетчінсона) та мікроорганізма *Azotobacter chroococcum* (на середовищі Ешбі), целюлозолітичну активність визначали за методом Звягинцева [6]. Кількісні показники чисельності мікроорганізмів у перерахунку на 1 г сухого ґрунту визначали за такою формулою:

$$A = a \cdot b \cdot v / z, \quad (1)$$

де a – середня кількість колоній у чашці Петрі;

b – розведення, з якого зроблено посів;

v – маса вологого ґрунту;

z – маса сухого ґрунту.

Целюлозоруйнівну активність ґрунту визначали методом аплікацій у трикратній повторності шляхом закладання лляного полотна за методом Штатнова [5].

Чисельність мезофауни (дощових черв'яків) визначали у металевому кільці висотою 10 см, площею 0,025 м² за Штатновим [5].

Результати досліджень

У зональній системі землекористування, охорони та раціонального використання ґрунтових ресурсів значне місце відведено блоку ґрунтозахисних технологій вирощування с.-г. культур, які відпрацьовувались в стаціонарному досліді ЖНАЕУ, що був закладений в 2001 р. на ясно-сірому опідзоленому супіщаному ґрунті.

Лише за правильно побудованої короткоротаційної сівозміни можуть бути вирішені такі проблеми, як раціональне використання поживних речовин і вологи ґрунту, боротьба з бур'янами, хворобами, шкідниками сільськогосподарських культур, поліпшення фізико-хімічних властивостей ґрунту та його водного і поживного режимів, підвищення ефективності застосування добрив та техніки, здешевлення оптимальної сільськогосподарської продукції [3].

Як видно з таблиці 2, на варіанті без добрив продуктивнішими були зерно-просапні сівозміни, де максимум приросту врожайності припадає на озиме жито та картоплю, як на культури, що найбільш пристосовані до зональних умов. Це ще раз підтверджує, що лише культури, які адаптовані до конкретного середовища, можуть давати найбільші врожаї протягом тривалого часу, незалежно від величини ротації сівозміни.

Переходячи до систем удобрення, насамперед, слід зазначити, що результати проведених досліджень (табл. 2) висвітлюють незаперечну роль усіх систем удобрення щодо підвищення рівня продуктивності вказаних сівозмін. Зокрема, мінеральна система з помірними нормами добрив (В-4) забезпечувала зростання продуктивності на 1,09–1,56 т/га зернових одиниць відповідно.

Таблиця 2. Порівняльна продуктивність сівозмін (2003–2009 рр.), т/га з. од.

Варіанти удобрення	Сівозміни				
	<i>I. 60 % зернових</i>	<i>II. 50 % зернових</i>	<i>III. 50 % зернових</i>	<i>IV. 66 % зернових</i>	<i>V. 50 % зернових</i>
	1. конюшина 2. озима пшениця 3. льон-довгунець 4. озиме жито 5. овес	1. конюшина 2. озима пшениця 3. льон-довгунець 4. овес	1. конюшина 2. озиме жито 3. картопля 4. овес	1. пелюшко-овес 2. озиме жито 3. картопля	1. озиме жито 2. картопля
1. Без добрив	2,24	2,09	2,12	2,04	2,08

2. Солома	2,40	2,25	2,29	2,33	2,28
3. Солома + сидерат	2,54	2,39	2,60	2,60	2,52
4. NPK	3,43	3,18	3,53	3,60	3,50
5. NPK + солома	3,45	3,25	3,58	3,72	3,65
6. NPK + солома + сидерат	3,54	3,31	3,71	3,80	3,68
7. * Гній	2,45	2,26	3,02	2,97	3,38
8. ** Гній + солома + сидерат	2,73	2,52	3,28	3,25	3,70
9. *** Гній + солома + сидерат + NPK	3,53	3,21	3,92	3,96	4,20

*Примітка: * – гній вноситься лише в сівозміні III–V;*

*** сол. + зм. в I–II сівозмінах, сол. + зм. + гній у III–V сівозмінах;*

**** NPK + сол. + зм. в I–II сівозмінах, NPK + сол. + зм. + гній у III–V сівозмінах*

Використання соломи попередньої культури разом з зеленою масою олійної редьки в поєднанні з мінеральними добривами (В–6) забезпечувало стабільну тенденцію підвищення загальної продуктивності сівозмін, яка зросла на 0,11 та 0,20 т/га з. од., порівняно з попередньою системою. Варіанти з використанням лише однієї побічної продукції та сидерату (В–3, В–8) мали суттєву перевагу над контролем, підвищуючи вихід продукції від 0,30–0,56 т/га з. од. (В–3), до 0,43–1,62 т/га з. од., залежно від сівозміни. Максимальний ріст урожайності зафіксовано при застосуванні гною, але, порівняно з варіантом, де разом з гноем застосовувались мінеральні добрива, солома та маса сидерату (В–9), вони були менш ефективними, зниження продуктивності при цьому складало 0,82–0,99 т/га з. од.

Таким чином, у міру насичення сівозміни органічними добривами різного походження спостерігається стійкий ріст продуктивності, при цьому найбільш значущим видом добрив беззаперечно є мінеральні та гній.

Для адаптивно-ландшафтного землеробства дуже важливим є збереження та відтворення родючості ґрунту, яка, в першу чергу, визначається наявністю в ньому органічної речовини.

Мікроорганізми та біохімічні процеси, що зумовлені їх діяльністю, мають важливе значення у формуванні родючості ґрунту. Показники біологічної активності ґрунту, не будучи прямими чинниками створення врожаю, характеризують сприятливість або несприятливість умов для живлення і розвитку рослин. Параметри цих показників характеризують рівень родючості ґрунту й можуть бути використані для оцінки його агроекологічного стану [2].

В умовах стаціонару мікробний ценоз ясно-сірого опідзоленого ґрунту був представлений такими різновидами мікроорганізмів, як гриби (мікроміцети), бактерії та актиноміцети.

За даними наших досліджень, чисельність у грудочках ясно-сірого опідзоленого ґрунту *Azotobacter* була найменшою у 4-пільній сівозміні з таким чергуванням культур: конюшина – озиме жито – картопля – овес з підсівом конюшини при насиченні картоплею 25 %, де обростання грудочок ґрунту становило 54–58 % залежно від удобрення (рис. 1).

Нами встановлено, що відсоток чисельності гриба *Azotobacter chroococcum* на грудочках ґрунту був найменшим у 4–5-пільних сівозмінах. Це свідчить про те, що при застосуванні цієї сівозміни у ґрунті нагромаджувалося більше азоту за рахунок вільноживучих азотфіксуючих мікроорганізмів (за рахунок використання конюшини у сівозміні), порівняно з насиченням сівозмін картоплею 33,3 та 50 %.

Отже, найбільша активізація мікроорганізмів, зокрема грибів, бактерій та актиноміцетів здійснювалася внаслідок внесення органічних добрив у вигляді подрібненої соломи, сидератів, гною з використанням їх у короткоротаційній сівозміні з насиченням картоплі 20–25 %. Це сприяло кращому перебігу біологічних процесів та поліпшенню фізико-хімічних властивостей ясно-сірого опідзоленого ґрунту і, в кінцевому результаті, значному підвищенню врожайності культур.

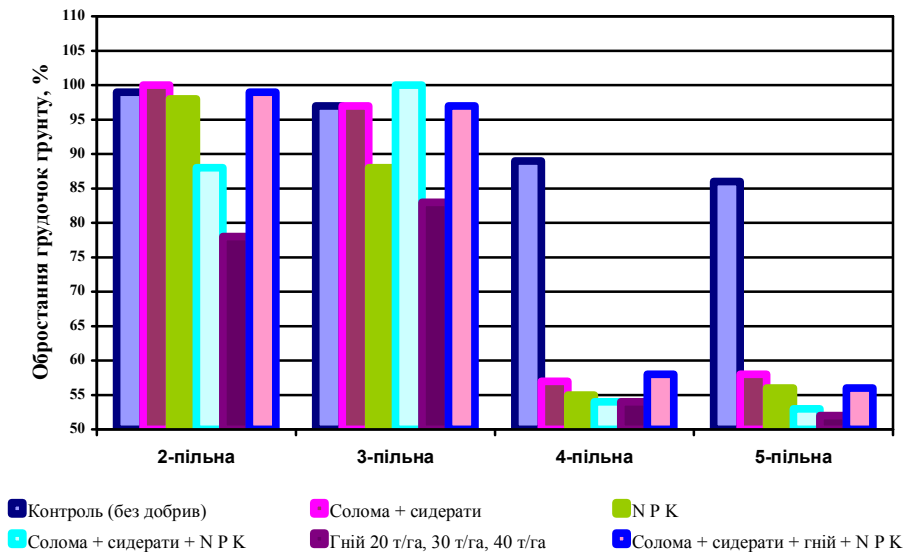


Рис. 1. Кількість *Azotobacter chroococcum* у ясно-сірому опідзоленому ґрунті залежно від удобрення, % обростання грудочок ґрунту

Найпомітніше розкладання льонової тканини у ґрунті під картоплею спостерігалось при застосуванні гною, при перевищенні над контролем 20,9 % (рис. 2), а також за внесення мінеральних добрив та інших органічних (на 32,2 %

переважали контроль). При застосуванні соломи, сидерату та мінеральних добрив (В-6) активність целюлорозкладаючих мікроорганізмів знизилась до 17,4 %, що в 0,4 раза збільшувало розкладання льонової тканини, порівняно з варіантом без застосування добрив (рис. 2). Найнижчий ступінь деструкції тканини зафіксовано на фоні мінеральних добрив (на 8,7 % переважали контроль), що пояснюється підвищеною кислотністю ґрунту. Низькі значення рН несприятливі для розвитку мінералізаційного процесу.

Поряд з тим, підвищення вмісту Са в ґрунті, створюючи нейтральне середовище, підсилює біологічну активність та прискорює мінералізацію, сприяє закріпленню гумусових речовин у верхньому горизонті ґрунтового профілю. Так збільшення інтенсивності мікробіологічних процесів після озимих жита і пшениці, а також вівса на В-6, який переважав контроль на 11,5–14,9 %, якраз і пояснюється вапнуванням ґрунту у дозі 0,5 т/га щорічно. На всіх інших фонах удобрення спостерігалися такі ж самі закономірності розкладання льонової тканини, як після картоплі.

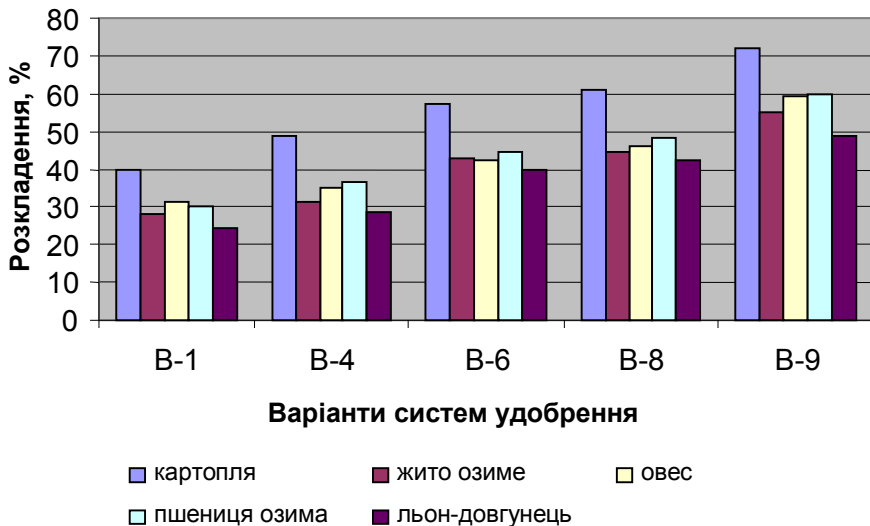


Рис. 2. Мікробіологічна активність ясно-сірого опідзоленого ґрунту залежно від системи удобрення, %

На процес розкладання целюлози суттєво впливали гідротермічні умови, структура ґрунту, хімічний склад органічних речовин та інші чинники. Оптимальними умовами для мінералізації рослинних решток є температура 30 °С і вологість 80–90 % від повної вологості. При низьких показниках температури і вологості біодеструкція субстрату уповільнюється, підвищення темпе-

ратури та вологи стимулює процес, однак висока вологість за сприятливої температури може загальмувати аеробний напрям розвитку процесу. За достатньої вологості, але низької температури деструкція органічних решток також уповільнюється. Значні коливання температури ґрунту певною мірою активізують процеси мінералізації, оскільки при цьому різко змінюються фізико-хімічні властивості водорозчинних органічних речовин.

Однією з достовірних ознак родючості ґрунту є наявність у ньому дощових черв'яків, тому зростання їх чисельності свідчить про динамічний розвиток екосистеми [11].

Поєднане внесення соломи, сидератів та мінеральних добрив збільшувало чисельність заселення ними ґрунту в 2–2,5 рази (рис. 3), порівняно з контролем (без добрив), а саме – з 37–62 шт./м² до 91–118 шт./м², залежно від культури.

Внесення тільки мінеральних добрив значно зменшувало кількість дощових черв'яків у ґрунті. Якщо на контролі їх кількість складала 37–62 шт./м², то при внесенні добрив – 32–51 шт./м². Це свідчить про те, що мінеральні добрива пригнічували діяльність і розвиток черв'яків у ґрунті.

Внесення в ґрунт гною нормою 10 т/га сівозмінної площі стимулювало діяльність черв'яків та їх кількість збільшувалась у 1,2–1,7 рази, порівняно з контролем (без добрив).

Найбільша чисельність черв'яків у досліді була у варіанті з поєднаним внесенням соломи, сидератів, гною та мінеральних добрив (В–9) – 93–183 шт./м², що більше, ніж на контролі, у 2,5–4,4 рази, тобто, кількість дощових черв'яків у ґрунті є одним із біодіагностичних показників запасів органічної речовини ґрунту. Зі збільшенням її кількості збільшувалась кількість дощових черв'яків. У цьому відношенні є ефективним використання соломи та сидератів як органічних добрив.

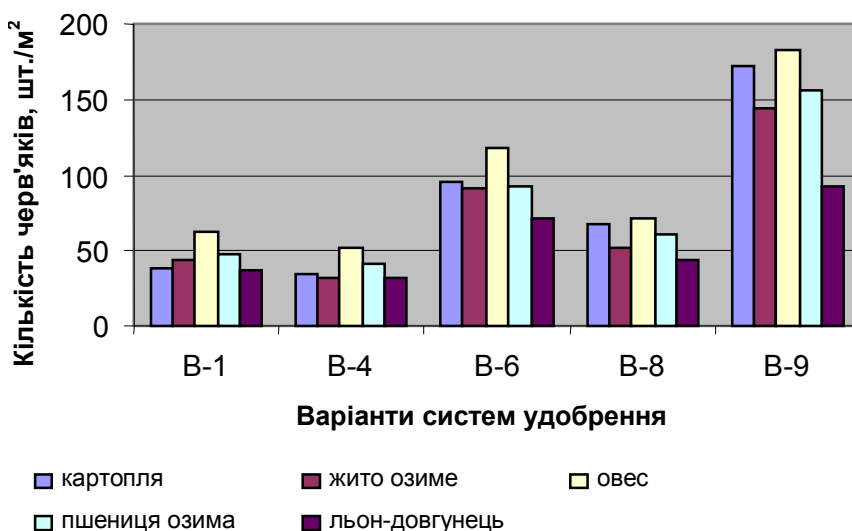


Рис. 3. Вплив системи удобрення на щільність заселення ясно-сірого опідзоленого ґрунту дощовими черв'яками, шт./м²

Отже, целюлозолітична активність та щільність заселення дощовими черв'яками ясно-сірого опідзоленого ґрунту в короткоротаційних сівозмінах Полісся неоднакова й залежить від структури сівозмін і системи удобрення. Найбільша кількість мікроорганізмів, які розкладають целюлозу спостерігалася у 4- та 5-пільних сівозмінах. Найбільша чисельність дощових черв'яків спостерігалася при внесенні в ґрунт соломи, сидератів, гною та помірних норм мінеральних добрив (B-9), що свідчить про динамічний розвиток агроєкосистеми.

В результаті розкладу органічної речовини, що здійснюють ґрунтові мікроорганізми, відбувається вивільнення вуглекислого газу. Активність продукування CO₂ свідчить про швидкість мінералізації органічних решток у ґрунті. Крім того, інтенсивність виділення вуглекислоти є однією з характеристик загальної біологічної активності ґрунту, а також визначає рівень вуглецевого живлення рослин. Існує тісна залежність між інтенсивністю виділення CO₂ та родючістю ґрунту. Так у сівозмінах, завдяки додатковому надходженню органічної речовини, відбулося зростання вмісту гумусу в ґрунті (рис. 4), що призвело до підвищення активності виділення CO₂.

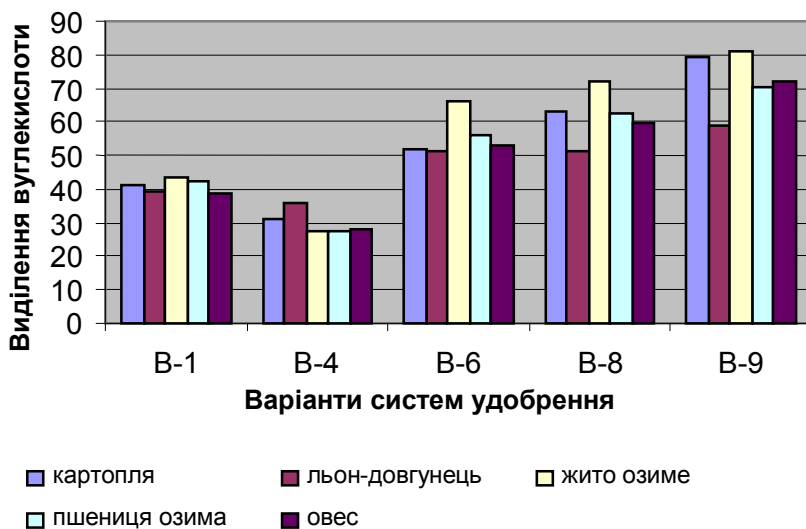


Рис. 4. Виділення вуглекислоти культурами залежно від системи удобрення, CO_2 мг $1 \text{ м}^2/\text{год.}$ (середнє за вегетацію культури)

Так, наприклад, найменші показники інтенсивності цих процесів зафіксовані на варіанті із застосуванням мінеральних добрив (В–4).

Встановлено також, що додавання до мінеральних добрив соломи і сидерату активізувало їх розклад (В–6). Найсприятливіші умови для ґрунтового дихання склалися на варіанті з поєднаним внесенням соломи, сидератів, гною та мінеральних добрив (В–9), соломи та сидерату (В–8). Для вирощуваних культур відмінності за інтенсивністю дихання між (В–9) та (В–4) сягали 1,5–3 рази.

Оскільки активність продуціювання CO_2 знаходиться в прямій залежності від інтенсивності мінералізаційних процесів у ґрунті, значно впливають на інтенсивність “дихання” післяжнивних решток та органічних добрив.

Ґрунти Полісся, маючи легкий гранулометричний склад, високу щільність і низький рівень агрегованості, малосприятливі для розвитку сільськогосподарських рослин за фізико-хімічними параметрами [1].

Інтенсивність балансу поживних речовин значно залежала від кількості внесених добрив. Найвища інтенсивність балансу NPK спостерігалася при поєднаному внесенні соломи, сидератів, гною, мінеральних добрив і складала 142,4, 149,6 та 138,5, 145,3 % відповідно, у 2, 3, 4, 5-пільних сівозмінах, що свідчить про розширене відтворення родючості ґрунту на даному варіанті удобрення (рис. 5).

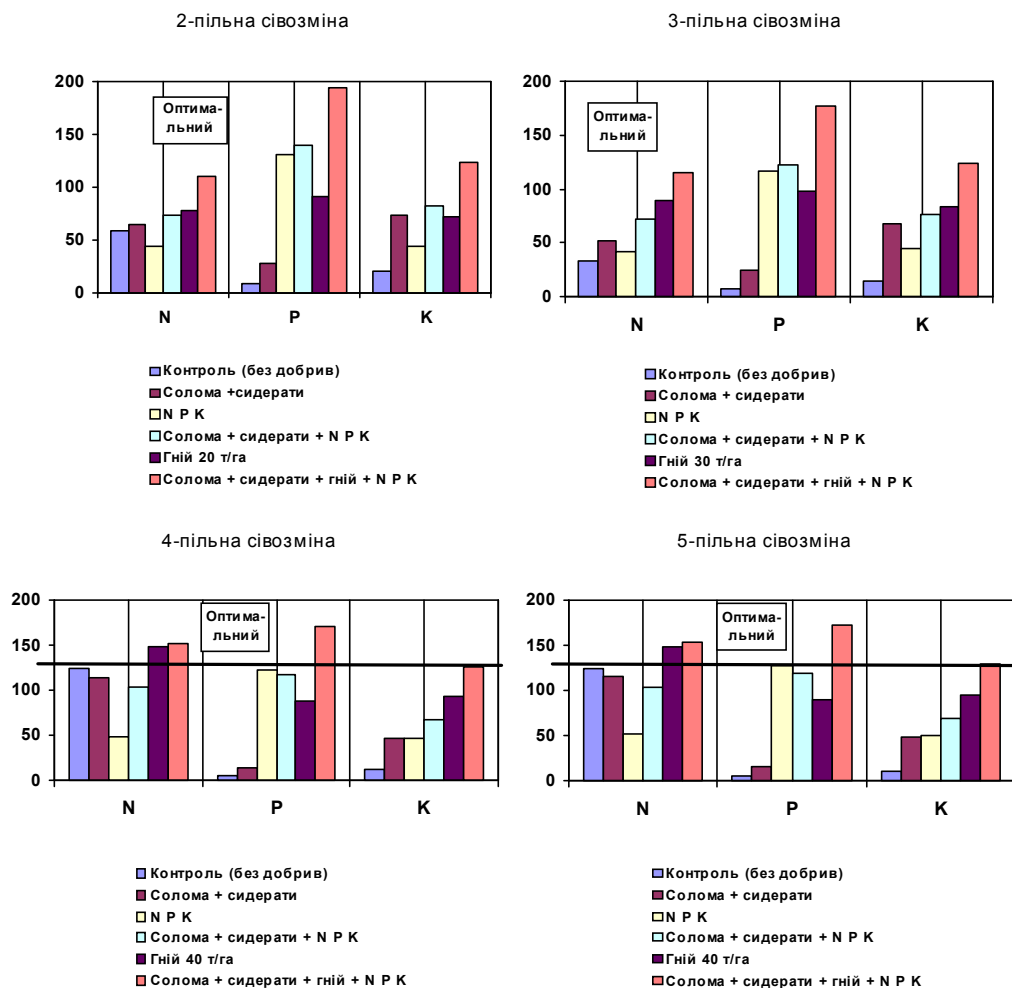


Рис. 5. Інтенсивність балансу елементів живлення у короткоротаційних сівозмiнах, %

Близьким до бездефіцитного балансу поживних речовин у сівозмiнах був варіант із внесенням соломи, сидератів та мінеральних добрив, при якому інтенсивність складала 98,5; 96,2; 89,9; 93,6 % відповідно, до 2, 3, 4, 5-пільних сівозмiн. На решті варіантів інтенсивність балансу NPK знаходилася в межах 48,2–82,4 %.

Так у 2-пільній сівозмiні мінералізація гумусу в контрольному варіанті складала 2,9 т/га за ротацію, а новоутворення гумусу за рахунок кореневих решток озимого жита й картоплі становила лише 1,1 т/га, тобто дефіцит гумусу

досягав 1,8 т/га.

Внесення органічних добрив у вигляді соломи озимого жита (3 т/га) та сидератів (10 т/га зеленої маси) не забезпечувало поповнення гумусу й дефіцит його за ротацію складав 1,3 т/га. Навіть використання помірних норм мінеральних добрив $N_{45}P_{50}K_{60}$ на фоні соломи та сидератів не зменшувало дефіцит гумусу, де він складав 1,0 т/га, що вказує на суттєві деградаційні процеси, що відбуваються у ґрунті при інтенсивному його використанні. Цим підтверджується відоме положення, що висока мінералізація гумусу відбувається при вирощуванні просапних культур. У процесі застосування тільки мінеральних добрив дефіцит гумусу в сівозміні був максимальним і знаходився на рівні контрольного варіанта – 1,8 т/га.

Позитивний баланс гумусу (+1,0 т/га) спостерігався лише при поєднаному внесенні в ґрунт соломи, сидератів, гною 20 т/га та помірних норм мінеральних добрив ($N_{45}P_{50}K_{60}$). Тобто, для підтримання бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті цієї сівозміни доцільно вносити велику кількість органічної речовини.

У 3-пільній сівозміні баланс гумусу за ротацію у контрольному варіанті був від'ємний і становив -1,8 т/га. При поєднаному використанні соломи та сидератів показник дефіциту гумусу дещо зменшувався і наближався до -0,5 т/га. Подібні результати експериментів щодо дефіциту гумусу отримані й при внесенні під картоплю лише мінеральних добрив.

Слід зазначити, що для бездефіцитного балансу гумусу за ротацію в 3-пільній сівозміні (+0,2 т/га) досить вносити солому, сидерати та помірні норми мінеральних добрив. Порівняно з 2-пільною сівозміною, внесення тільки мінеральних добрив у 3-пільній сівозміні забезпечило бездефіцитний баланс гумусу за рахунок корневих і пожнивних решток рослин вівса, пелюшки та озимого жита. Отже, у 3-пільній сівозміні для досягнення бездефіцитного балансу гумусу можна використовувати побічну продукцію попередника – солому, сидеральні добрива та помірну і нормальну кількості мінеральних добрив. Але для розширеного відтворення родючості ясно-сірого опідзоленого ґрунту поряд із соломою, сидеральними та мінеральними добривами доцільно вносити також і гній 30 т/га. Тенденція у бік підвищення балансу гумусу при цьому складала 1,2 т/га.

На відміну від попередніх сівозмін, у 4-пільній на всіх варіантах дослідів, крім контрольного, отримано позитивний баланс гумусу. Це вказує на те, що при вирощуванні сільськогосподарських культур у 4-пільній сівозміні для бездефіцитного балансу гумусу можливе застосування тільки соломи у поєднанні з сидератами, а також їх поєднання з мінеральними добривами. Так при внесенні лише соломи та сидератів вже забезпечується тенденція до позитивного балансу гумусу в кількості +0,5 т/га, а внесення тільки мінеральних добрив – 1,1 т/га. Таке збільшення – на 0,6 т/га – відбулось за рахунок залишків з пожнивних та корневих решток попередників – вівса, конюшини та озимого жита.

Найвищі показники балансу гумусу в сівозміні (+1,7 т/га) отримано при внесенні соломи, сидератів та помірних норм мінеральних добрив, а додаткове внесення гною (40 т/га), показувало тенденцію у бік збільшення гумусу до 2,9 т/га.

Нашими експериментами підтверджено, що у 4-пільній сівозміні для бездефіцитного балансу гумусу досить використовувати побічну продукцію зернових культур – солому та сидеральні добрива. Для розширеного відтворення родючості ґрунту необхідно вносити у ґрунт гній 40 т/га з помірними нормами (N₄₅P₅₀K₆₀) мінеральних добрив.

Отже, застосування соломи та сидератів у короткоротаційних сівозмінах на ясно-сірому опідзоленому ґрунті є одним із раціональних та ефективних шляхів вирішення проблеми заміни гостродефіцитних традиційних органічних добрив (таких, як гній, торфогнойові компости) та високих норм вартісних мінеральних добрив; може бути використане як альтернативне удобрення для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу та розширеного відтворення родючості ґрунту.

Використання лише соломи як добрива зумовлює нестачу основних макроелементів живлення, тому необхідно довносити їх з мінеральними добривами.

Отже, у короткоротаційних сівозмінах Полісся застосування соломи та сидератів як альтернативи гною та помірних норм мінеральних добрив є значним фактором забезпечення рослин основними елементами живлення, підвищення родючості ясно-сірого опідзоленого ґрунту та отримання екологічно чистої продукції.

Нами встановлено, що перехід на мінімальний обробіток ґрунту без обертання скиби на одну третину підвищує коефіцієнти гуміфікації гною, соломи та інших післяжнивних решток. Якщо за умови оранки норма виходу на бездефіцитний баланс гумусу становить у середньому по Україні 12 т/га гною, то при обробітку ґрунту без обертання скиби – 10 т/га. Ми обґрунтували це явище.

Висновки:

1. У структурі посівних площ короткоротаційних сівозмін більш оптимальними є 5- та 4-пільні сівозміни з насиченням 25 % просапними (картопля), 20–25 % бобовими травами та 50–60 % зерновими. Таке насичення у поєднанні з внесенням органічних (солома, сидерати, гній) та помірних норм мінеральних добрив при вирощуванні культур забезпечує в цілому по сівозміні позитивний баланс гумусу та елементів живлення у ґрунті. Інтенсивність балансу елементів живлення складає 138,5–149,6 %, що створює сприятливі умови для розвитку рослин та забезпечує екологічну стійкість агроєкосистеми.

2. За біодіагностичною оцінкою в ясно-сірому опідзоленому ґрунті мікроорганізми незалежно від удобрення, розташовуються у ранговому ряду таким чином: бактерії 82,3–88,2 % > актиноміцети 11,55–17,22 % > гриби 0,16–0,44 %. Застосування соломи та сидератів збільшує загальну чисельність мікроорганізмів на 3,7–55,2 %, порівняно з контролем (без добрив); залежно від структури

сівозмін і, навпаки, застосування тільки мінеральних добрив пригнічує їх життєдіяльність, що призводить до зниження кількості мікроорганізмів на 3,3–23,7 %, порівняно з варіантом без добрив.

3. Поєднане застосування соломи – 3 т/га, сидератів – 10 т/га та помірних норм мінеральних добрив $N_{30-50}P_{35-50}K_{40-60}$ дозволяє значно підвищити продуктивність сівозмін, практично на рівні варіанта з додатковим внесенням гною, тобто, використання соломи та сидератів є одним із раціональних і ефективних шляхів вирішення завдання заміни гостродефіцитних традиційних органічних добрив, таких, як гній та торфогнойові компости, при веденні належного землеробства на ясно-сірих опідзолених ґрунтах Полісся.

4. Застосування соломи та сидератів при вирощуванні культур у короткоротаційних сівозмінах на ясно-сірому опідзоленому ґрунті є одним з раціональних й ефективних шляхів вирішення проблеми, заміни гостродефіцитних традиційних органічних добрив (таких, як гній, торфогнойові компости) та високих норм вартісних мінеральних добрив і може бути використане як альтернативне удобрення для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу та розширеного відтворення родючості ґрунту.

Подальші дослідження полягатимуть в аналізі можливості застосування розробленого нами агротехнічного комплексу забезпечення органічного землеробства та вдосконалення складу сівозмін для зони Полісся України.

Література

1. *Байда В.І.* Заміна агрохімічних показників ґрунтів і потреба в добривах господарств Чернігівської області / *В.І. Байда, А.І. Мельник.* – Чернігів : Десна, 1993. – 61 с.
2. *Бітюкова Л.Б.* Мікробіологічні основи відтворення родючості ґрунтів, їх екологічної стійкості в системах ландшафтного землеробства / *Л.Б. Бітюкова, Ю.О. Драч.* – К., 2007. – 150 с.
3. *Бойко П.І.* Сівозміни з короткою ротацією / *П.І. Бойко* // Пропозиція. – 1998. – № 2. – С. 16–17.
4. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві / за заг. ред. проф. М.К. Шикіули. – Оранта, 1998. – 680 с.
5. *Востров И.С.* Определение биологической активности почвы различными методами / *И.С. Востров, А.Н. Петрова* // Микробиология. – 1961. – Т. 30. – Вып. 4. – С. 665–672.
6. *Звягинцев Д.Г.* Методы почвенной микробиологии и биохимии : учеб. пособие / *Д.Г. Звягинцев.* – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1991. – 224 с.
7. *Кольбе Г.* Солома как удобрение / *Г. Кольбе, Г. Штумпе* : пер. с нем. А.Н. Кулюкина. – М. : Колос, 1972. – 88 с.
8. *Лыков А.М.* Воспроизводство плодородия почв в Нечерноземной зоне /

А.М. Лыков. – М. : Россельхозиздат, 1982. – 143 с.

9. Методы экспериментальной микологии : справочник / под ред. В.Й. Билай. – К. : Наук. думка, 1982. – 550 с.
10. *Прянишников Д.Н.* Избранные сочинения / *Д.Н. Прянишников* // *Агрехимия.* – М. : Изд-во АН СССР, 1952. – 633 с.
11. *Стриганова Б.Р.* Пищевая активность дождевых червей и содержание аминокислот в тёмно-серой лесной почве / *Б.Р. Стриганова, Л.С. Козловская, И.В. Кудряшова* // *Почвоведение.* – 1989. – № 5. – С. 44–51.
12. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення / *Д. Мельничук, М. Мельников, Дж. Гофман [та ін.]*. – К. : Арістей, 2004. – С. 277; С. 308–314.