

ПИСАРЕНКО В. М., ПИСАРЕНКО П. В.

ОРГАНІЧНІ ДОБРИВА НА ЗАХИСТІ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ

Монографія

Полтава 2022

ПИСАРЕНКО В.М., ПИСАРЕНКО П.В.

**ОРГАНІЧНІ ДОБРИВА
на захисті родючості ґрунту**

Монографія

Полтава 2022

**Натхненнику написання цієї праці
- Герою соціалістичної праці, Герою України,
провіднику ідеї органічного землеробства,
засновнику ПП «Агроекологія»
Семену Свиридоновичу Антонцю,
з посвятою від авторів**

УДК 631.86/.87

П– 34

Автори: Писаренко В. М., Писаренко П. В.

За редакцією Писаренка В.М.,

доктора сільськогосподарських наук, професора,

заслуженого діяча науки і техніки України

Монографія

У книзі розглянуто комплекс питань, пов'язаних з видами органічних добрив, їх зберіганням, переробкою і використанням. Наводяться матеріали по біотехнології переробки органічних добрив, отримання біогумусу. Представлені результати практичних розробок з технологій отримання компостів. Узагальнені матеріали по використанню в якості органічних добрив сидеральних культур. Книга розрахована на широке коло читачів.

Рецензенти:

Поспєлов С. В.

доктор сільськогосподарських наук, професор,

зав. кафедри землеробства та агрохімії ім. Сазанова В. І.

Гангур В. В.

доктор сільськогосподарських наук, професор,

зав. кафедри рослинництва

Науковий редактор: **Опара М. М.**, кандидат сільськогосподарських наук, професор кафедри землеробства та агрохімії ім. Сазанова В. І.

Рекомендовано до друку

Вченою радою Полтавської державної аграрної академії

(протокол № 3 від 28.11.2020)

© Громадська спілка
«Полтавське товариства
сільського господарства»

© Писаренко В. М.
Полтава 2022

ЗМІСТ

Передмова	5
Склад та властивості органічних добрив.....	9
Підстилковий гній	10
Технологія та способи приготування гною	15
Використання підстилкового гною за органічного землеробства.....	25
Безпідстилковий гній	29
Теоретичні основи компостування.....	31
Досвід компостування у ВАТ Агрофірма «Колос»	48
Компостування у ферментаційних камерах (біоферментаторах).....	51
Використання надлишків соломи	55
Пташиний послід	57
Біотехнології переробки відходів тваринництва.....	65
Метанове бродіння.....	67
Вермикультура	71
Екскременти дощових черв'яків та родючість ґрунту.....	78
Використання біогумусу.....	83
Біотехнологія утилізації гною личинками синантропних мух	86
Використання органічних добрив	91
Органо-мінеральні добрива.....	94
«Зелені» органічні добрива – сидерати	102
Торф як добриво	126
Сапропелі	129
Дефекат.....	132
Тирса.....	133
Буре вугілля.....	134
Використання органічних добрив у приватному секторі.....	135
Замість післямови.....	144
Список використаних джерел.....	152

ПЕРЕДМОВА

**Наше найголовніше завдання
– наситити ґрунт органікою,
тому органічні добрива
залишаються одним із основних засобів
для підвищення родючості ґрунту.
Щоб нагодувати країну,
хлібороби спочатку повинні
добре «нагодувати» землю,
але не «хімією», а органічними
речовинами, збагативши таким
чином верхній гумусний шар.**

Семен Антонєць

Земельні ресурси України деградують надто високими темпами. Втрати родючого шару ґрунту сягають 600 млн. тонн за рік, зокрема, гумусу – до 20 млн. тонн. Зважаючи на це, лише для простого відтворення родючості ґрунтів необхідно щорічно вносити 8-10 тонн органічних добрив на гектар посівної площі. Разом з тим, реальні цифри внесення органічних добрив дуже далекі від необхідних. У зв'язку з цим виникає необхідність популяризації даного виду добрив для вирішення проблеми збереження і навіть поліпшення родючості ґрунтів, що і є змістом даної книги.

До органічних добрив належать всі органічні речовини, які містять елементи живлення і не містять у великій кількості шкідливих для рослин і людини сполук і важких металів. Вони також збагачують ґрунт органічною речовиною гумусом, поліпшують його фізичні та фізико-хімічні властивості, водний і повітряний режими, підвищують інтенсивність мікробіологічних процесів, що сприяє підвищенню родючості ґрунту, забезпечує велику врожайність сільськогосподарських культур і добру якість продукції рослинництва.

Серед агротехнічних заходів, що забезпечують оптимальні умови росту і розвитку сільськогосподарських

культур, використання органічних добрив посідає одне з чільних місць. Строк їхньої дії – декілька років і залежить від терміну мінералізації органічних сполук у ґрунті.

Систематичне внесення органічних добрив, за численними даними, зменшує кислотність ґрунту, збільшує його ступінь насиченості основами, що на легких ґрунтах робить їх більш зв'язними, підвищується вміст в них елементів живлення. Навпаки, глинисті ґрунти за внесення органічних добрив стають менш зв'язними, мають меншу питому вагу, легше обробляються. [2,14,23].

Дослідженнями встановлено, що під дією органічних добрив в ґрунті поліпшується мікро - агрегатний склад та водостійкість макро- і мікроструктури, покращується вологоутримуюча властивість збільшується, вміст доступної ґрунтової вологи, швидкість інфільтрації, пористість. Внаслідок цього, збагачений органікою ґрунт, краще поглинає вологу з атмосферних опадів та віддає її рослинам. Зменшення щільності та покращення агрегатного складу ґрунту сприяє підвищенню його проникності для коренів рослин[23].

Важко переоцінити значення органічних добрив в підтримці позитивного балансу гумусу. Так, в залежності від особливостей ґрунтового покриву, якості гною, при внесенні однієї тони його утворюється така кількість гумусу: в Поліссі – 42 кг, Лісостепу та Степу -54-56 кг [23]. Встановлено, що 20–25% органічної речовини, що вноситься в ґрунт з добривами, йде на збільшення запасів гумусу, а 75–80% мінералізується мікроорганізмами з метою отримання енергії [2].

В результаті застосування органічних добрив в складі органічної речовини ґрунтів збільшується кількість лабільних форм гумусових речовин, а також водорозчинних органічних речовин, які впливають на ріст та розвиток рослин. Використання органічних добрив на ґрунтах з кислою реакцією не тільки покращує живлення рослин, але і сприяє зниженню кислотності ґрунту.

Підвищення рівня вмісту органічної речовини істотно поліпшує мікробіологічну активність ґрунту, внаслідок чого помітно підвищується здатність ґрунтів мінералізувати

залишки пестицидів і зв'язувати важкі метали, що значною мірою усуває негативний наслідок використання засобів захисту рослин і мінеральних добрив і тим самим значно підвищує санітарно-гігієнічну роль ґрунтів в охороні навколишнього середовища.

Необхідно також зазначити, що кожна тона внесена в ґрунт гною за роки його дії в багатопільній сівозміні дає додатково до 1 ц перерахунку на зерно, а кожен центнер мінеральних добрив в стандартних туках, при їх внесенні під основні польові культури (пшениця озима, кукурудза, ячмінь, просо) – в середньому до 1,5 ц зерна.

Особливу роль органічні добрива мають за органічної системи землеробства; тут вони стають основним і єдиним джерелом формування поживного режиму рослин і родючості ґрунту. У зв'язку з цим, в процесі розробки і впровадження систем органічного землеробства та відмовою від мінеральних добрив, нагальним став пошук ефективних та надійних джерел компенсації елементів живлення й створення у ґрунті позитивного балансу гумусу.

Постало завдання залучити в ґрунтотворний процес якомога більше органічної речовини. У ПП «Агроекологія» Шишацького району Полтавської області ця проблема була вирішена шляхом максимально повного використання природних органічних добрив: гною, сидератів, нетоварної частки врожаю – органічних речовин макро- і мікроелементів, отриманих за допомогою багаторічних бобових трав [25].

Такий підхід повністю відповідає вимогам органічного землеробства, адже всі ці речовини належать до природних органічних добрив.

Щорічно на полях господарства вноситься близько 72 тис. т гною, який розкидається спеціальною технікою на поверхні ґрунту і одразу заробляється шлейфовою трубою та дисковою бороною в агрегаті з котками. Це дає можливість разом із сидератами та поживними рештками вносити 24-26 т/га органічних добрив на 1 га сівозмінної площі, відкриваючи перспективу гармонізації «відносин» між тваринництвом і рослинництвом.

У зв'язку з цим, обов'язковою умовою оригінальної моделі органічного землеробства ПП «Агроекологія» є наявність паралельного з рослинництвом високоорганізованого тваринництва, яке, крім основної продукції – молока і м'яса, дає значну кількість гною, який і використовується для поповнення поживних речовин ґрунту, збереження і навіть поліпшення його родючості, отримання максимальної кількості екологічно безпечної сільськогосподарської продукції.

Авторами книги, на основі власних досліджень і узагальнення літературних даних та передового досвіду, наведені матеріали з технологій зберігання та використання органічних добрив у формуванні урожайності сільськогосподарських культур та збереженні і навіть поліпшенні родючості ґрунту.

СКЛАД ТА ВЛАСТИВОСТІ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

Органічні добрива – добрива, що містять елементи живлення рослин переважно у формі органічних сполук. Вони складаються з речовин тваринного і рослинного походження, які, розкладаючись, утворюють мінеральні речовини (азот, фосфор, калій, кальцій та інші), при цьому в приземний шар виділяється діоксид вуглецю, необхідний для фотосинтезу рослин. Крім того, органічні добрива позитивно впливають на водне і повітряне живлення рослин, сприяють розвитку ґрунтових бактерій та мікроорганізмів, які живуть в симбіозі з корінням сільськогосподарських культур і допомагають їм отримати доступні поживні елементи. До органічних добрив відносяться: гній, торф, птишиний послід, солома, тирса, зелені добрива, сапропель, дефека́т, буре вугілля, відходи сільськогосподарського і промислового виробництва [17,23,24,26].

Органічні добрива містять у своєму складі всі необхідні рослинам елементи живлення, є джерелом життєдіяльності та енергії для розвитку ґрунтових мікроорганізмів і незамінними запасами органічних речовин для підтримки родючості ґрунту (Табл.1).

Таблиця 1

Вміст основних поживних речовин у гноєві різних тварин (%)

Гній	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	Органічні речовини	H ₂ O
Великої рогатої худоби	0,40	0,16	0,50	0,45	20,3	77,3
Коней	0,58	0,18	0,53	0,25	24,4	71,3
Овець	0,83	0,23	0,67	0,33	31,8	64,3
Свиней	0,45	0,14	0,60	0,08	25,0	72,0
Курячий послід	1,70	1,60	0,90	2,00	0,3	56,0

Гній є універсальним добривом, що містить практично всі необхідні елементи живлення рослин, які здійснюють сприятливий вплив на всі властивості ґрунту. Він буває підстилковий і безпідстилковий.

Підстилковий гній

Підстилковий гній - це суміш твердих і рідких виділень сільськогосподарських тварин з солом'яною, торф'яною та іншою підстилкою. Кількість і співвідношення твердих і рідких виділень суттєво відрізняються залежно від видів тварин. Велика рогата худоба, коні і вівці виділяють калу більше, ніж сечі, а свині – навпаки.

З результатів хімічного аналізу гною (табл.1) випливає, що гній великої рогатої худоби за вмістом основних елементів живлення істотно поступається гною коней, свиней та овець. Особливо це характерно для азоту і фосфору. Наприклад, їхній вміст в екскрементах свиней і овець помітно більший, ніж в екскрементах великої рогатої худоби.

Гній багатший калієм на соломистій підстилці, ніж на торф'яній. Овечий, козячий і кінський гній кращий, містить більше сухої речовини та елементів живлення в порівнянні з гноєм великої рогатої худоби та свиней.

Важливо відзначити, що гній містить також всі необхідні для рослин мікроелементи. Тому при забезпеченості 8–10 т/га гною вноситься достатня їхня кількість, і застосування мікродобрив при вирощуванні сільськогосподарських культур малоефективне у всіх зонах країни. З гноєм вносяться «готові» гумінові сполуки (кислоти), які можуть становити до 60% від сухої маси. З однієї т сухої речовини підстилкового гною в процесі гуміфікації утворюється 50–60 кг гумусу.

Залежно від способу утримання тварин, їхнього виду, віку і раціонів годівлі, добовий вихід екскрементів змінюється в широких межах.

Для накопичення гною і збереження в ньому поживних речовин при зберіганні важливе значення має підстилка. Чим її більше, тим більший вихід гною і менші втрати азоту, фосфору і калію.

Для підстилки, в основному, використовують соломку озимих культур. Якщо немає соломи, використовують листя дерев, а також тирсу.

Враховуючи зоотехнічні вимоги до умов утримання тварин, рекомендовані різні добові норми підстилки на одну голову, які наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Добові норми підстилки на одну голову, кг

Види тварин	Солома зернових культур	Листя дерев	Тирса
Велика рогата худоба (за стійлового утримання)	4–6	3–5	3–6
Коні	3–4	2–3	2–4
Вівці	0,5–1	–	–
Свині	2–3,5	1,5–2	2–3

Якщо є можливість, ці норми доцільно збільшувати. Коли тваринам згодують водянисті корми, таке збільшення необхідне.

Застосовуючи рекомендовані норми підстилки, за рік від однієї голови великої рогатої худоби одержують 6–8 т гною, коней – 3–4 т, свиней – 1–1,5 т. При використанні соломи збільшується вихід гною та поліпшується його якість. Вона краще вбирає сечу, а одержаний гній більше ущільнюється, рівномірніше розподіляється по полю і швидше розкладається в ґрунті.

Для збільшення виходу гною літні табори та загони для худоби вистилають соломкою шаром завтовшки 20–30 см. Коли солома перемішається з калом і сечею, її замінюють. Одержаний гній вигортають бульдозером і складають у кагати. Для зменшення втрат аміачного азоту до гною можна додавати до 20% ґрунту. Такий компост, як свідчать дані дослідних установ, забезпечує дещо більший приріст урожаю.

Вміст поживних речовин у гноєві залежить від виду тварин, складу і якості кормів, кількості підстилки, умов зберігання.

Кращі підстилкові матеріали - солома злакових культур і торф. Встановлено, що одна частина соломи може поглинути до трьох частин гною, а одна частина торфу - до 4-5 частин, в результаті чого зменшується вміст аміаку і вуглекислого газу в повітрі в 2,5 рази і зменшується відносна вологість від 100 до 75%. У багатьох господарствах, ферми яких обладнані скребковими транспортерами для видалення гною, не застосовують підстилки, оскільки може порушуватись нормальна робота транспортерів, а іноді вони виходять з ладу. При використанні для підстилки худобі солом'яної різки довжиною 10-12 см полумок транспортерів не спостерігається. Солом'яна різка добре перемішується з виділеннями тварин, гній щільніше укладається в кагатах і в процесі зберігання менше втрачає азоту. Все це визначає його більш високу (на 20-25%) ефективність порівняно з гноєм, приготівленим на підстилці з цільної соломи.

За нестачі соломи рекомендується застосовувати на підстилку торф. Ступінь розкладання його не повинна перевищувати 25%, зольність -15%, вологість - 50%; пересушений низинний торф (вологість менше 35%) погано вбирає рідину, тому його краще використовувати разом з соломою[23].

Потрібно мати на увазі, що застосування для підстилки торфу дорожче, ніж соломи, проте якість такого гною вища і кількість його збільшується.

За використання на підстилку тирси гній виходить гіршої якості, але він все ж кращий, ніж рідкий без підстилки. Використовують також лущиння насіння соняшника та подрібнені кошики.

При застосуванні недостатньої кількості підстилкових матеріалів, наприклад, до одного кг солом'яної січки або 2 кг торфу на одну голову на добу, гній одержується напіврідкий, а частина рідкої фракції втрачається.

Кількість підстилки для різних тварин залежить від умов утримання та годівлі. За згодовування худобі соковитих

кормів, підстилки потрібно значно більше, ніж за використання сухих грубих кормів і концентратів.

Резервом збільшення виробництва органічних добрив є організація накопичення гною в літніх таборах. Для цього місця стоянки тварин вистилають шаром соломи 30-40см. В міру накопичення гній видаляють бульдозером, а майданчик застеляють соломою і т. д.

Зберігання гною.

Ефективність гною залежить від способу його зберігання. Найкраще він зберігає свої поживні властивості при доброму ущільненні. Протягом 3–4 місяців влітку гній поступово розкладається і набуває напівперепрілого стану.

Щоб раціонально використовувати гній, кожне господарство повинно мати гноєсховище. Гній в ньому добре зберігається без порушення санітарних норм. Крім того, зменшуються затрати праці на вивезення його в поле, тому що під час зберігання він втрачає до 30% вологи. Гноєсховища і наземні кагати слід розміщувати біля ферм і в полях сівозмін з таким розрахунком, щоб не створювалось надмірне напруження під час вивезення і внесення органічних добрив. У господарствах нагромадження й зберігання гною в гноєсховищах або на прифермських площадках повинно становити приблизно 55–60% від загального виходу його протягом року. При будівництві гноєсховищ за новими проектами мають враховуватися конкретні умови господарства, стан гною, умови його зберігання та технологія приготування. Якщо в господарстві достатньо підстилки і одержують солومистий гній, потрібно споруджувати наземні відкриті гноєсховища з твердим покриттям дна, лагуни.

Починати завантажувати сховище треба з середини, укладаючи гній суцільно спочатку на одній половині, а потім на другій. Від тваринницьких приміщень гній транспортують тракторними причепами один-два рази на день і періодично (приблизно один раз за 5–6 днів). Місткість сховища розраховують залежно від поголів'я худоби та умов зберігання гною, виходячи з таких норм на 100 голів: для

ферми великої рогатої худоби в середньому 450 т , для свиноферми – 200 т.

У кагати і на поле гній від тваринницьких приміщень у літньо-осінній період вивозять тракторними причепами. Кагати укладають на краю поля або посередині, якщо воно вільне. Оптимальна вага бурта для раціональної організації робіт по внесенню добрив – 120–150 т (гній або компост). Ширина його має бути не менше 4–5 м, висота – 2–2,5 м. При вивезенні гною зимою важливо, щоб він не промерзав. Тому закладати бурт необхідно 1–2 дні. Для запобігання втрат вологи кагати необхідно вкривати зверху і з боків торфом, соломною або землею. Землю наносять шаром не менше 10см, але не більше 20 - 25% від маси кагату. Втрати азоту при цьому зменшуються. Так, за даними Херсонської зональної агрохімічної лабораторії, гній, що зберігався в купах, містив 0,36% азоту, а в ущільнених штабелях – 0,43%. Товщина шару землі має бути 10 см у верхній частині кагату (табл. 3).

Таблиця 3

Розміри гноєсховищ

Місткість, т	Ширина, м	Довжина, м	Кількість гноївко- збірників, шт..
2000	36	36	4
4000	36	72	8
6000	54	72	12
8000	54	90	16

Якщо на тваринницьких фермах не вистачає підстилки, то для полегшення зберігання і внесення гною при закладанні в кагати його перешаровують землею.

Розрахунки показують, що для отримання 20т перегною-сипцю необхідно піддати розкладанню 60-80 т свіжого гною, а для отримання такої ж кількості напівперепрілого гною - вже 25т. За кількості однакового поголів'я тварин напівперепрілим гноєм можна удобрити площу в 2- 3 рази більшу порівняно з гноєм, що перепрів, або перегноєм – синцем. Тому доводити гній до стану перегною недоцільно.

ТЕХНОЛОГІЯ ТА СПОСОБИ ПРИГОТУВАННЯ ГНОЮ

Гній від різних тварин зберігають і використовують по-різному. Його необхідно відповідно підготувати до внесення, бо свіжий гній недоцільно використовувати під більшість культур. Основною метою приготування і зберігання гною є мінералізація органічної речовини з метою збільшення доступності поживних елементів, знищення шкідливої мікрофлори і найпростіших (гельмінтів та патогенних мікроорганізмів), зменшення кількості насіння бур'янів, здатних до проростання.

Для підготовки гною до внесення застосовують три основних способи: пухкий або гарячий; щільний або холодний; змішаний або пухко-щільний. Усі вони призначені для створення оптимальних умов життєдіяльності різних груп мікроорганізмів, які беруть участь у переробці органічних речовин.

Процеси, що супроводжують перепрівання гною, відбуваються з різною інтенсивністю, причому ступінь і швидкість розкладання органічних речовин залежить не тільки від строків зберігання, але і від умов зволоження, температури навколишнього середовища та аерації гною. Найбільш енергійно він розкладається при вологості 60-75%. При зниженій або підвищеній вологості розкладання гною різко сповільнюється. Але особливо сильно впливає на темпи розкладання гною аерація. Чим більше кисню проникає у штабель гною, тим температура органічної речовини підвищується, гній швидше розкладається і втрачає значну кількість своєї маси та азоту.

При укладанні гною в штабелі шириною не менше 4 м і висотою 1,5-2м з ущільненням розкладання органіки проходить анаеробним, способом. При цьому різко скорочується доступ повітря, затримується розкладання органічної речовини, пригнічується життєдіяльність нітрифікуючих бактерій, що сприяють зменшенню втрат азоту і органічної речовини, більше азоту залишається в доступних для рослин формах.

Пухкий або гарячий спосіб зберігання.

За такого способу гній зберігають у розпушеному стані. Кисень повітря вільно надходить у масу добрива, що сприяє активній діяльності аеробних мікроорганізмів, які швидко переробляють органічну речовину. Температура гноєвої маси іноді досягає 70°C. Органічна речовина швидко мінералізується, гинуть шкідлива мікрофлора і найпростіші. Добриво готове до використання через 1–3 місяці після закладання на зберігання. Це найшвидший спосіб приготування гною, але при цьому втрачається багато (до 30%) азоту і органічної речовини.

Щільний або холодний спосіб.

Гній ретельно ущільнюють, щоб зменшити надходження кисню з повітря всередину бурта. При цьому розвиваються анаеробні мікроорганізми, які переробляють органічну речовину набагато повільніше, але втрати її та азоту набагато менші (не більше 10%). За цього методу приготування напівперепрілий гній утворюється через 3–4 місяці зберігання, а перепрілий – за 7–8 місяців. Недолік такого способу – тривалий період підготовки й неповна втрата схожості насіння бур'янів та шкідливих організмів. У разі необхідності більш швидкого отримання, придатного для внесення гною, використовують так званий пухко-щільний (комбінований) метод зберігання.

Пухко-щільний або змішаний метод.

Полягає в тому, що гній спочатку розміщують пухко, а коли він розігріється і температура досягне 60–70°C, через 3–5 днів, штабель ущільнюють. Початковий розігрів гною має значення і як чинник знезараження у разі наявності у гної збудників шлунково-кишкових захворювань і яєць гельмінтів. При цьому втрачається схожість насіння бур'янів, зменшуються втрати азоту й органічної речовини. Напівперепрілий гній за пухко-щільного зберігання

утворюється швидше – протягом 1,5-2 місяців, а перепрілий через – 4 - 6 місяців.

Слід зазначити, що у приватних, присадибних господарствах цей спосіб найбільш поширений і раціональний. Гній спочатку складають без ущільнення, але поступово, у міру надходження нових його порцій, нижні шари ущільнюються.

Залежно від ступеня мінералізації органічної речовини розрізняють такі види гною (від усіх видів тварин): свіжий, напівперепрілий, перепрілий, перегній.

Свіжий, слаборозкладений гній.

Солома ще зберігає типове (жовте) забарвлення і прозорість. Водна витяжка з такого гною червонувато-жовтого або зеленуватого кольору.

Напівперепрілий гній.

Солома в ньому має темно-коричневий колір, втрачає міцність і пружність, легко розривається. Водна витяжка густа, чорна. У зв'язку з втратою пружності підстилки гній самоущільнюється. У цій стадії розкладання гній втрачає 10–30 % його початкової маси внаслідок розкладання органічної речовини. Поживні елементи перебувають у більш доступних сполуках, але частина азоту втрачається. Цей вид гною вносять майже під усі культури.

Перепрілий гній.

Органічне добриво у вигляді однорідної маси, без залишків соломи або інших видів підстилки. Водна витяжка безбарвна. За рахунок мінералізації органічної речовини гній втрачає до 50% первинної маси сухої органічної речовини і загального азоту. Цей вид гною можна використовувати під усі культури.

Перегній.

Сипка, однорідна, темна маса у сухому стані і розмазується при зволоженні. У процесі його одержання втрачається 75% початкової маси гною. Водна витяжка зазвичай прозора.

Зміни вмісту органічної речовини, азоту і фосфору наведені в таблиці 4.

Таблиця 4

Вміст азоту, фосфору і органічної речовини залежно від ступеня розкладання гною великої рогатої худоби на солом'яній підстилці, %

Показник	Гній			
	Свіжий	Напівперепрілий	Перепрілий	Перегній
Азот	0,52	0,60	0,66	0,73
Фосфор	0,31	0,38	0,43	0,48
Втрати органічних речовин	-	29,0	47,2	62,4

Як видно з наведених даних, прогресуюче руйнування органічної речовини супроводжується адекватним збільшенням вмісту елементів живлення, особливо на більш пізніх етапах перепрівання гною. Отже, необхідно регулювати і управляти процесами перетворення гною і витрачання його сухої органічної речовини, не доводячи до стану перегною, тому що будуть втрати органічної речовини при його розкладанні, в результаті чого утворюються вода і вуглекислий газ. Тому гній стає одним із резервів поповнення

вмісту вуглекислого газу в приземному шарі атмосфери, що має велике значення для фотосинтезу.

У розкладанні органічної речовини гною беруть участь мікроорганізми, які активно розмножуються за великої кількості органічних залишків, вологи і доступу повітря. Загальна їхня чисельність у розрахунку на один грам сухої грала речовини значно вища, ніж в найбільш родючих ґрунтах. Розмноження і діяльність мікроорганізмів супроводжується виділенням тепла, особливо, у свіжому гної, і який часто використовується у парниковому господарстві.

Поряд з процесами руйнування і мінералізації органічної речовини свіжого гною і зростанням у ньому бактеріальної маси, починаючи з стану слабо перепрілого гною, відбувається синтез нових органічних речовин, майже не розчинних у воді, але розчинних в лугах. Ці речовини, що отримали назву гумусових, складають основу перегною. Напівперепрілий гній позитивно впливає на покращення структури ґрунту та інших фізичних, хімічних і біологічних властивостей.

У гної міститься велика кількість життєздатного насіння бур'янів, що надходять з кормів. Розміщуючись в фуражному зерні, відсівах зерноочистки, грубих кормах насіння бур'янів, проходячи через шлунково-кишковий тракт тварин, не тільки не втрачає своєї схожості, але іноді вона навіть підвищується.

Тому за необхідності використання свіжого гною, його потрібно вносити тільки під чисті або зайняті пари. Це забезпечить розкладання свіжого соломистого матеріалу, а також можливість боротьби з смітною рослинністю, насінням якої буде засмічено поле за внесення свіжого гною.

Не допускається внесення свіжого гною безпосередньо під удобрювану культуру, оскільки він містить велику кількість насіння бур'янів і збудників різних хвороб. Крім того, мікроорганізми, які розкладають клітковину свіжого гною, споживають з ґрунту розчинні сполуки азоту і фосфору, тобто виступають як антагоністи культурних рослин, внаслідок чого врожайність може значно зменшитись.

Особливо неприпустимо вносити свіжий гній під буряк цукровий та кукурудзу.

Вплив гною на ґрунт і рослини.

Напівперепрілий підстилковий гній завдяки великому вмісту органічної речовини позитивно впливає на фізичні, фізико-хімічні і біологічні властивості ґрунту. При систематичному його внесенні збільшується вміст гумусу і загального азоту в ґрунті, знижується обмінна і гідролітична кислотність, зменшується вміст в ґрунті рухомих форм алюмінію і марганцю, підвищується ступінь насичення карбонатами. Піщані, супіщані ґрунти стають більш зв'язними, підвищується їх поглинальна здатність і буферність, що сприяє збереженню в них вологи і поживних речовин. Глинисті ґрунти під впливом гною стають більш рихлими, легше піддаються обробітці, робляться проникливими для води і повітря.

При систематичному внесенні гною не тільки знижуються кислотність ґрунту (при нормі гною 30-40т на 1 га вноситься 0,3-0,5т кальцію і магнію в перерахунку на карбонати), а і поліпшується живлення рослин іншими макро – і мікроелементами. Важливе значення має вуглекислота, що також виділяється при розкладанні гною. При розкладанні 30-40т гною щодня виділяється від 35 до 65 кг CO_2 , що покращує вуглецеве живлення рослин.

З гноєм в ґрунт вноситься величезна кількість мікроорганізмів. Органічна речовина гною – добре доступне джерело живлення і енергетичний матеріал для життєдіяльності ґрунтової мікрофлори. Тому при внесенні гною посилюється мікробіологічна діяльність біоти і мобілізація запасів поживних речовин, що містяться у ґрунті.

У гної містяться всі мікроелементи, необхідні рослинам. Доступність окремих поживних речовин гною різна і залежить від його якості, а також від ґрунтово-кліматичних умов. В одній тоні напівперепрілого гною міститься 4-5 кг азоту, 2,5кг фосфору і 5,7 кг калію.

Коефіцієнт використання азоту з напівперепрілого гною першою культурою залежить від вмісту аміачного азоту і складає в середньому 20-30% загальної його кількості. У перший рік рослини засвоюють, головним чином, аміачний

азот. У твердих виділеннях тварин і в підстилці азот знаходиться у формі органічних сполук, він повільно мінералізується в ґрунті, і в перший рік слабо використовується рослинами. У рідких виділеннях азот знаходиться переважно у формі розчинних з'єднань, які легко перетворюються на аміак. Тому, чим більше рідкі виділення поглинаються підстилкою, тим гній багатший на амонійний азот, і тим вища дія такого гною в перший рік після внесення. Гній на торф'яній підстилці, звичайно, містить більше амонійного азоту, тому ефективність його в перший рік вища, ніж гною на солом'яній підстилці.

Загальний вміст калію в гної вищий, ніж азоту і, особливо, фосфору, тому в перший рік краще всього використовується калій. Засвоєння рослинами фосфору в перший рік складає 30-40%, а калію - 60-70% загального вмісту їх в гноєві. В порівнянні з мінеральними добривами азот в гної засвоюється в перший рік гірше, фосфор – майже в 2 рази краще.

Таким чином при внесенні гною, перш за все, забезпечується живлення рослин калієм. Однак, удобрювальна дія гною, головним чином, визначається вмістом в ньому загального і амонійного азоту, оскільки в більшості ґрунтів, особливо Полісся, для нормального живлення рослин, в першу чергу, не вистачає азоту. Гній володіє значною післядією. Використання азоту, фосфору і калію з гною другою культурою складає, відповідно 15-20%, 10-15%, третьою – 10-15%; 5-10% і 0-10%. Використання поживних речовин гною за ротацію сівозміни (з урахуванням післядії) складає: азоту - 50-60%, фосфору - 50-60% і калію - 80-90%, що близько до використання відповідних поживних речовин з мінеральних добрив. Результати багаторічних польових дослідів показують, що при внесенні гною і мінеральних добрив в еквівалентних кількостях по валовому вмісту поживних речовин, сумарні прибавки урожаїв всіх культур за ряд років (за одну і більше ротацій сівозмін) виявляються досить близькими.

Проте урожай одних культур (конюшина, пшениця озима, буряки цукрові) може бути вищим по гноєві, а інших (жито, овес, картопля) – по мінеральних добривах. Перевага гною

або мінеральних добрив для тієї або іншої культури залежить як від біологічних особливостей рослин, так і від властивостей ґрунту. На кислих ґрунтах, особливо при систематичному внесенні фізіологічно-кислих мінеральних добрив, перевага на стороні гною, а на некислих ґрунтах - на стороні мінеральних добрив, або вони рівноцінні з гноєм.

Одним із критеріїв оцінки ефективності органічних добрив є визначення приросту урожайності від їхнього застосування в умовах виробництва. За ґрунтово - кліматичних умов кожної зони і системи застосування добрив, що склалася, загальний приріст урожайності основних сільськогосподарських культур становить у зонах: Полісся – 26,6%, Лісостепу – 12,1%, Степу – 6,8%.

Гній із гноєсховища або штабелів, складених на полі, слід рівномірно вносити, що, краще всього, здійснюється за допомогою гноєрозкидувачів.

У сівозміні гній, перш за все необхідно вносити під овочеві і просапні культури (картоплю, кукурудзу, буряк цукровий, кормові коренеплоди), а також під озимі зернові культури. Вони найбільш вимогливі до умов живлення і забезпечують великі надбавки урожаю в порівнянні з іншими культурами. При поєднанні гною з мінеральними добривами можливе одночасне внесення їх в ґрунт, внесення на одній площі, але в різні строки і, нарешті, внесення гною на одні поля (під просапні), а мінеральних добрив – на інші (під зернові культури). З мінеральних добрив до підстилкового гною, в першу чергу, слід додавати азотні і фосфорні добрива.

Приготування компостів

В наш час кожен господар визнає значення компосту в стимулюванні розвитку рослин і у відновленні виснаженого ґрунту. Всі хімічні і мікробіологічні процеси, що протікають в компості, вивчені досконально, і це дає можливість усвідомлено підходити до приготування його, регулювати і направляти процес в потрібне русло.

Відходи, що піддаються компостуванню, варіюють від міського сміття, що представляє собою суміш органічних і

неорганічних компонентів, до більш гомогенних субстратів, таких, як відходи тваринництва і рослинництва. У природних умовах процес біодеградації протікає повільно, на поверхні землі, при температурі навколишнього середовища і, переважно, в анаеробних умовах.

Рослинні залишки, не уражені шкідниками та хворобами, фекалії, пташиний послід, гній і інші матеріали складають у пухку купу (штабель) на рівній поверхні, перешаровуючи дерновою землею або торфом. Основою штабелю служить підстилка з листя, тирси або торфу шаром 10-12 см. Періодично штабель зволожують водою або розчином добрив, через 40-50 діб компост перемішують, а коли його температура досягне 60 °С — ущільнюють.

Компостування — це біотермічний процес мінералізації та гуміфікації органічних речовин, що проходить в аеробних умовах під дією мікроорганізмів, здебільшого теплолюбних. Під час компостування температура піднімається до 60 °С, що згубно впливає на личинки та лялечки мух і комах, яйця гельмінтів і хвороботворні мікроорганізми та насіння бур'янів.

Весь технологічний процес приготування компостів має на меті:

- найповніше збереження поживних речовин, які містяться у добривах;
- отримання компостів у стані, зручному для зберігання, транспортування і внесення в ґрунт;
- максимально можливу механізацію та автоматизацію процесу;
- мінімальні затрати робочого часу і коштів;
- зведення до мінімуму забруднення навколишнього середовища.

Зазвичай, компост складається з двох основних компонентів; один з них, як правило, - гній, який досить багатий на поживні речовини, мікрофлору та містить значну кількість легкокорозчинних азотовмісних органічних сполук. Інший - торф, солома тощо.

На тваринницьких фермах і комплексах, де худобу утримують без підстилки, система компостування гною може бути найбільш практичною та економічно доцільною за умови

достатнього забезпечення вологопоглинальними матеріалами - торфом, соломою тощо. Витрата вологопоглинальних матеріалів на один кілограм гною, потрібних для отримання якісного компосту, не менше ніж, 0,3 кг соломи або 0,5 кг торфу вологістю 40%. За наявності азоту в гної не менше ніж 0,2% (2 кг на 1 т компосту) витрати на його виробництво та застосування відшкодовуються вартістю приросту врожаю.

Найчастіше гній компостують на території ферми або на польових майданчиках. Краще компостувати біля тваринницьких приміщень, оскільки тут весь процес відбувається якісніше. Для компостування використовують уже збудовані гноєсховища або польові майданчики, на яких можна готувати компост за допомогою технічних засобів.

Поблизу гноєсховищ або компостних майданчиків облаштовують місця для зберігання матеріалів для компостування. Розміри гноєсховищ або майданчиків мають забезпечувати тримісячне накопичення компосту.

Для зручності роботи технічних засобів майданчик має бути завширшки не менше, ніж 18 м, а довжину визначають, виходячи з розрахункової кількості компосту під час навантаження - 1,5 - 2,0 т на 1 м².

З обох торців встановлюють заїзди на всю ширину майданчика. Заїзд має утворювати водорозділ, що запобігатиме затіканню талої та дощової води на майданчик, а також витіканню з нього гноївки. Висота водорозділу - не менше, ніж 0,5 м. Поздовжні борти майданчика готують заввишки 0,8-1,0 м.

Майданчик розміщують на ділянці, яка не підтоплюється водою та обладнана системою водовідведення. Дно майданчика виконують з нахилом 1,0—1,5% у бік місця, де збирають гноївку. На довгих майданчиках облаштовують кілька місць для збирання гноївки з розрахунку одне на 600 м² площі. Завантажують майданчик через один торець, а вивантажують через протилежний. До складу такого цеху входять насосна станція, відділення змішування, склад торфу і склад готової продукції.

ВИКОРИСТАННЯ ГНОЮ ЗА ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

З впровадженням систем органічного землеробства та відмови від мінеральних добрив нагальним стає пошук ефективних та надійних джерел компенсації елементів живлення і створення у ґрунті позитивного балансу гумусу. Настало завдання залучити у ґрунтотворний процес якомога більше органічної речовини. У ПП «Агроекологія» ця проблема була вирішена шляхом максимально повного використання природних органічних добрив: перегною, сидератів, нетоварної частки врожаю – пожнивних решток, ґрунто-трав'яного компосту, органічних речовин, макро- і мікроелементів, отриманих за допомогою багаторічних бобових трав.

Основним органічним добривом, яке використовується в ПП «Агроекологія», є гній. На п'яти фермах підприємства утримується біля шести тисяч голів великої рогатої худоби, від яких, наприклад, у 2020 році одержали понад 72 тисячі тонн підстилкового гною. Для цього щодня роздають на підстилку тваринам до 5 кг соломи на голову. За такої кількості підстилка добре вбирає в себе рідкі фракції, що сприяє збільшенню кількості азоту; під час зберігання гною з нього повільніше вимиваються поживні речовини, підвищується активність бактерій, необхідних для його мінералізації.

Для зберігання гною у господарстві на полі відводять спеціальні майданчики, на яких за допомогою кілочків розміщують, де повинні бути бурти. Водії, які вивозять гній з ферм, викидають його рівною стрічкою, утворюючи довгі кагати завширшки 15 метрів. Між сусідніми кагатами залишають 10-метрове вільне місце. Зверху готові бурти вкривають чистою соломою, яка захищає майбутнє добриво від вимивання, вбирає в себе випари, що містять цінний азот. Через кілька місяців такого зберігання кожен два сусідні кагати згортають за допомогою бульдозерів. Завдяки цьому відбувається перемішування маси, вона збагачується киснем, що стимулює нову потужну хвилю розвитку бактерій. В цьому

випадку в господарстві отримують готове добриво за рік. Отримане за цією технологією добриво має приємний запах, оптимальну консистенцію - не рідку, але й не занадто щільну.

Оптимальні строки його внесення – квітень, травень, червень. Технологія внесення гною включає: мілке дискування ґрунту, внесення гною гноєрозкидачами, шлейфування з метою рівномірного розрівнювання його і притирання до ґрунту шлейф-трубою, дискування та коткування кільчасто - шпоровими котками. Ця технологія відповідає ідеї органічного землеробства – зосередити родючу силу землі у верхньому (15-17 см) шарі ґрунту. Образно кажучи, верхній шар ґрунту є заводом з виробництвом поживи для рослин, а нижній – коморою, де вона чекає свого часу.

За внесення гною по стерні якість заробки погіршується. Тому для кращого змішування гною з ґрунтом він вноситься на зрихлений ґрунт. Більший ефект перемішування гною з ґрунтом досягається, коли дискова борона працює на половині захвату. На зворотньому шляху половина агрегату вдруге обробляє задисковану смугу. Таким чином, отримуємо подвійне дискування в протилежних напрямках. Це забезпечує найбільш якісне змішування гною з землею, підвищується активність ґрунтової біоти і прискорюється процес розкладання рослинних решток.

Гній вноситься також по зайнятих та сидеральних парах. Необхідно відзначити, що найкращий ефект досягається за внесення органічного добрива навесні після першого укосу люцерни. При цьому, після розкидання органіки, досить спочатку пройтися таким ланом легкими дисковими боронами, щоб змішати гній з ґрунтом. За достатнього зволоження ґрунту через 7-10 днів там розкішно забувають багаторічні трави. Під їхнім захисним покривом активізуються всі ґрунтові процеси. При цьому поживні речовини гною закріплюються в ґрунті, а частина з них стає поживою рослин, що позитивно позначається на урожайності зеленої маси наступних укосів люцерни.

Вноситься гній і після скошування однорічних трав (вика+овес) на зелений корм. Гній вноситься по стерні, а потім поле обробляється дисковою бороною. Ця робота проводиться

протягом місяця, в міру скошування трав на зелений корм. На скошені ділянки поступово вноситься гній і проводиться їх дискування. Якщо створюються сприятливі умови для масового проростання бур'янів, поле знов обробляється дисковим лушпильником, і бур'яни стають по суті «зеленим» добривом.

За використання гречки як сидерату, після її дискування, також вноситься гній, після чого проводять дискування. Передпосівну культивуацію виконують плоскорізним культиватором з жорсткими стійками і висівається пшениця озима; при недостатньому зволоженні посів прикочують.

Внесення гною під попередник пшениці озимої і застосування сидератів поліпшують використання рослинами азоту, підвищують якість продукції та сприяють стабілізації вмісту гумусу у ґрунті. Тому застосування різних форм органічних добрив є постійним, обов'язковим та цілеспрямованим елементом ведення землеробства, яке у ПП «Агроекологія» застосовується понад 40 років. Велику кількість гною у господарстві забезпечує розвинута галузь тваринництва, яка, крім основної продукції – молока і м'яса, виробляє в рік близько 72 тис. тонн гною, що дає можливість разом із сидератами та пожнивними рештками вносити 24-26 тонн органічних добрив на один га сівозмінної площі, відкриваючи перспективу дійсної гармонізації відносин між тваринництвом і рослинництвом.

Процес внесення, що теж відбувається за технологією, розробленою в ПП «Агроекологія». У полі працює комплекс техніки. Спочатку йдуть гноєрозкидачі. За ними пускають шлейф-трубу, яка вирівнює поверхню поля, рівномірно розтягаючи по ній окремі купки перегною. Після цього добриво заробляють у ґрунт дисковою бороною. Все це відбувається протягом одного дня. Завдяки цьому вдається досягти найповнішого збереження поживних речовин: гній залишається на поверхні лічені години, тому не підсихає, азот із нього не випаровується й не вимивається.

Інший прийом, який підвищує ефективність внесення перегною, - використання його в комплексі із багаторічними травами і сидератами. Так, його вносять на поля, де перед цим

виросували бобові кормові культури, а також сумішку зернових і бобових на корм. Земля, збагачена азотом за рахунок діяльності бульбочкових бактерій, отримує також органіку від залишеної стерні й коріння рослин, і до всього цього додаються поживні речовини перегною.

Відразу кілька переваг має внесення гною по сидератах. По-перше, сидерати збагачують ґрунт мікроелементами, завдяки чому удобрення стає збалансованішим. По-друге, грибки й мікроорганізми свою «роботу» розпочинають із розкладання зеленої маси сидератів, які тут виступають своєрідним каталізатором, а вже з них переходять на гній. Та головне – таке подвійне удобрення швидко підвищує родючість ґрунту.

Це цілком справедливо й для тих випадків, коли гній вносять не по сидератах, а, навпаки, гречку на сидерат висівають відразу після внесення перегною. Унікальна технологія, яку не побачиш ніде, крім ПП «Агроекологія», розроблена С.С. Антонцем. Гречка фіксує поживні речовини гною і захищає добриво від вимивання з ґрунту. Кореневі виділення гречки перетворюють важкорозчинні сполуки фосфору в легкорозчинні, доступні для засвоювання рослинами. Крім того, вона утворює потужну зелену масу, завдяки чому кількість органіки на полі збільшується. Приробляють такий сидерат, коли рослини починають квітнути. Цю технологію використовують, перш за все, там, де поле потребує «реабілітації», тобто відновлення втраченої родючості.

БЕЗПІДСТИЛКОВИЙ ГНІЙ

Безпідстилковий гній – це розбавлена водою суміш калу і сечі тварин без підстилки з невеликою домішкою залишків корму. Залежно від вмісту води в гної він може бути напіврідкий - при вологості до 90%, рідкий - вологістю 90–93%, і у вигляді гнойових стоків, якщо вологість більше 95%. Він містить в середньому 0,23 – 0,30% азоту, 0,08 – 0,11% фосфору, 0,21 – 0,28% калію, 50 – 55% органічної речовини.

Для безпідстилкового гною, що отримується на більшості ферм і комплексів промислового типу, нині розроблені і випробувані у виробничих умовах наступні технології :

- гомогенізація (перемішування) рідкого гною з допомогою механічних пристроїв, вивезення і внесення його в ґрунт цистернами розкидувачами;

- розділення рідкого гною на тверду і рідку фракції за допомогою механічних пристроїв або в спеціальних відстійниках, з подальшим використанням продуктів розділення для добрива і поливів зрошувально-удобрювачів. У кругообігу поживних речовин в системі ґрунт - рослина - тварина - ґрунт рідкі добрива використовуються в коротший час, ніж підстилковий гній. З безпідстилкового гною в рік внесення рослинами використовується 30 – 35% азоту, 30 – 35% фосфору і 50 – 60 % калію.

Рідкий гній вносять, передусім, під просапні культури з тривалим періодом вегетації, проте, на відміну від підстилкового гною, його використовують під однорічні і багаторічні кормові культури, злакові і бобові трави, овочі, пшеницю озиму і яру, зернові, на луки і пасовища.

Середні оптимальні норми рідкого гною і продуктів його переробки становлять для просапних культур і багаторічних злакових трав - 200-300кг/га загального азоту в добриві, для пшениці озимої і ярих зернових культур - 100 -150, однорічних трав і злаково-бобових сумішей - до 200кг/га.

Найбільший ефект від рідкого гною отримують в спеціалізованих сівозмінах інтенсивного типу. Тому, за введення тваринницьких комплексів, необхідно змінювати структуру посівних площ, де намічається внесення гною або гнойових стоків. Краще всього застосовувати ці добрива в кормових сівозмінах, максимально насичених багаторічними, в першу чергу, злаковими травами і просапними культурами. Якомога ширше поширення повинні отримати тут пожнивні і поукісні посіви, що забезпечують отримання додаткової продукції і відіграють важливу роль в охороні довкілля від забруднення.

Згідно з виробничими даними, в умовах України оптимальні норми гною для основних сільськогосподарських культур на чорноземних ґрунтах становлять: 20 - 25т - під озимі і ярі зернові культури; 60-80т – під кукурудзу на зерно і на силос, технічні і кормові культури; 20-25т - під однорічні трави і 10-15т - для весняного підживлення багаторічних трав.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ КОМПОСТУВАННЯ

Компостування - це спосіб прискорення природної деградації в контрольованих умовах.

Процес компостування являє собою складну взаємодію між органічними відходами, мікроорганізмами, вологою і киснем. У відходах, зазвичай, існує своя ендогенна змішана мікрофлора. Мікробна активність зростає, коли вміст вологи і концентрація кисню досягають необхідного рівня. Крім кисню і води мікроорганізмам для зростання і розмноження необхідні джерела вуглецю, азоту, фосфору, калію і певних мікроелементів. Ці потреби часто задовольняються речовинами, що містяться у відходах. Споживаючи органічні відходи як харчовий субстрат, мікроорганізми розмножуються і продукують воду, діоксид вуглецю, органічні сполуки і енергію. Частина енергії, що виходить при біологічному окисленні вуглецю, витрачається в метаболічних процесах, решта - виділяється у вигляді тепла. Компост, як кінцевий продукт компостування, містить найбільш стабільні органічні сполуки, продукти розпаду, біомасу мертвих мікроорганізмів, деяку кількість живих мікробів і продукти хімічної взаємодії цих компонентів.

Мікробіологічні аспекти компостування.

Компостування являє собою динамічний процес, що протікає завдяки активності спільноти живих організмів різних груп. Основні групи організмів, які беруть участь в компостуванні:

мікрофлора - бактерії, актиноміцети, гриби, дріжджі, водорості;

мікрофауна - найпростіші;

макрофлора - вищі гриби;

макрофауна - багатоніжки, кліщі, ногохвостки, черв'яки, мурахи, терміти, павуки, жуки.

У процесі компостування бере участь безліч видів бактерій (більше 2000) і не менше 50 видів грибів. Також активними організмами є бактерії, гриби, актиноміцети,

безхребетні. Ці організми співіснують з мікроорганізмами і є основою «здоров'я» компостної купи. У дружній команді компостерів - мурахи, жуки, стоноги, гусениці озимої совки, багатоніжки, кліщі, нематоди, дощові черв'яки, щипавки, мокриці, ногохвостки, павуки, павуки-сінокоси, енхітріїди (білі черв'яки) і ін . Після того, як досягнуто максимуму температури, компост, остигаючи, стає доступним для широкого ряду ґрунтових тварин. Ці тварини також сприяють перемішуванню різних компонентів компосту. У помірному кліматі головну роль в заключних стадіях процесу компостування та подальшого включення органічної речовини в ґрунт відіграють земляні хробаки.

Стадії компостування.

Компостування - комплексний, багатоступеневий процес. Кожна його стадія характеризується різними консорціумами організмів. Фази компостування складаються з:

1. Лаг-фази
2. Мезофільної фази
3. Термофільної фази
4. Фази дозрівання

Фаза 1.

Починається відразу після внесення свіжих відходів в компостну купу. Протягом цієї фази мікроорганізми адаптуються до типу відходів та умов проживання в компостній купі. Розпад відходів починається вже на цій стадії, але загальна чисельність популяції мікробів ще невелика, температура невисока.

Фаза 2.

Протягом цієї фази процес розпаду субстратів посилюється. Чисельність мікробної популяції зростає переважно за рахунок мезофільних організмів, що адаптуються до низьких і помірних температур. Ці організми швидко розкладають розчинні, легко деградуючі компоненти, такі, як прості цукри і вуглеводи. Запаси цих речовин швидко виснажуються, мікроби починають розкладати більш складні

молекули, такі як целюлозу, геміцелюлозу і білки. Після споживання цих речовин мікроби виділяють комплекс органічних кислот, які служать джерелом їжі для інших мікроорганізмів. Однак, не всі органічні кислоти, що утворилися, поглинаються, це призводить до їх надмірного накопичення і, як результат, до зниження кислотності середовища. Кислотність служить індикатором закінчення другої стадії компостування. Але це явище тимчасове, оскільки надлишок кислот веде до загибелі мікроорганізмів.

Фаза 3.

В результаті росту мікробів та їх метаболізму відбувається підвищення температури. Коли температура підвищується до 40 градусів Цельсія і вище, мезофільні мікроорганізми замінюються мікробами, більш стійкими до високих температур - термофілами. При досягненні температури 55 градусів Цельсія більшість патогенів людини і рослин гине. Але якщо температура перевищить 65 градусів Цельсія, загинуть і аеробні термофіли компостної купи. Завдяки високій температурі відбувається прискорений розпад білків, жирів і складних вуглеводів, типу целюлози і геміцелюлози - основних структурних компонентів рослин. В результаті вичерпання харчових ресурсів обмінні процеси йдуть на спад, і температура поступово знижується.

Фаза 4.

Внаслідок падіння температури до мезофільного діапазону в компостній купі починають домінувати мезофільні мікроорганізми. Температура є найкращим індикатором настання стадії дозрівання. У цій фазі органічні речовини утворюють комплекси. Ці комплекси органічних речовин стійкий до подальшого розкладання і називаються гуміновими кислотами або гумусом.

Біохімічні аспекти компостування.

Компостування - біохімічний процес, в результат якого проходить перетворення твердих органічних відходів в стабільний, подібний гумусу продукт. Спрощено компостуванням називають біохімічний розпад органічних складових частин органічних відходів в контрольованих умовах. Застосування контролю відрізняє компостування від природного процесу гниття або розкладання.

Процес компостування залежить від активності мікроорганізмів, які потребують джерела вуглецю для отримання енергії і біосинтезу клітинного матриксу, а також джерела азоту для синтезу клітиною білків.

У меншій мірі мікроорганізми мають потребу у фосфорі, калії, кальції та інших елементах. Вуглець, який становить близько 50% загальної маси мікробних клітин, служить джерелом енергії і будівельним матеріалом для клітини. Азот є життєво важливим елементом при синтезі клітиною білків, нуклеїнових кислот, амінокислот і ферментів, необхідних для побудови клітинних структур, їх зростання і функціонування.

Потреба у вуглеці в мікроорганізмів в 25 разів вища, ніж в азоті. У більшості процесів компостування ці потреби задовольняються за рахунок вихідного складу органічних відходів; тільки відношення вуглецю до азоту (C : N) і, зрідка, рівень фосфору можуть потребувати коригування. Свіжі і зелені субстрати багаті азотом (так звані «зелені» субстрати), а коричневі і сухі (так звані «коричневі» субстрати) - вуглицем (таблиця 5).

Таблиця 5

Співвідношення вуглецю і азоту в деяких субстратах

Субстрати з високим вмістом азоту («зелені» субстрати)	C:N
Скошена трава	15:1 - 25:1, 19:1
Гній	5:1 – 25:1
Кінський гній	30:1
Гній свиней	30:1
Гній великої рогатої худоби	19:1
Пташиний послід	14:1
Субстрати з високим вмістом вуглецю («коричневі» субстрати)	
Суше листя	30:1 – 80:1
Солома	40:1 – 100:1
Деревна тирса	100:1 -500:1
Кора	100:1 – 130:1

Для утворення компосту величезне значення має вуглець-азотний баланс (відношення C: N). Співвідношення C: N являє собою відношення маси вуглецю (але не числа атомів!) до маси азоту. Кількість необхідного вуглецю значно перевершує кількість азоту. Контрольне значення цього співвідношення при компостуванні дорівнює 30: 1 (30 г вуглецю на 1 г азоту). Оптимальним вважається співвідношення C : N, рівне 25 : 1. Чим більше вуглець-азотний баланс відхиляється від оптимального, тим повільніше протікає процес.

Якщо тверді відходи містять велику кількість вуглецю в пов'язаній формі, то допустимий вуглець-азотне відношення може бути вище 25 : 1. Більш високе значення цього відношення призводить до окислення надлишкового вуглецю.

Якщо цей показник значно перевищує вказане значення, доступність азоту знижується, і мікробний метаболізм поступово згасає. Якщо співвідношення менше оптимального

значення, як це буває в активному мулі або гноєві, азот буде виділятися у вигляді аміаку, часто у великих кількостях. Втрата азоту за рахунок випаровування аміаку може бути частково заповнена завдяки активності бактерій-азотфіксаторів, що з'являються, в основному, при мезофільних умовах на пізніх стадіях біодеградації.

Основним шкідливим ефектом занадто низького відношення $C : N$ є втрата азоту в результаті утворення аміаку і його подальшого випаровування. Тим часом, збереження азоту дуже важливо для утворення компосту. Втрата аміаку стає найбільш відчутною при високошвидкісних процесах компостування, коли зростає ступінь аерації, створюються термофільні умови і кислотність досягає 8 pH і більше. Таке значення кислотності сприяє утворенню аміаку, а висока температура прискорює його випаровування.

У процесі компостування відбувається істотне зниження співвідношення від 30 : 1 до 20 : 1 в кінцевому продукті. Співвідношення $C : N$ постійно знижується, оскільки під час поглинання вуглецю мікробами $2/3$ його вивільняється в атмосферу у вигляді вуглекислого газу. Решта $1/3$ спільно з азотом включаються до складу мікробної біомаси.

Оскільки при формуванні компостного кагату не практикується зважування субстрату, суміш готується з рівних частин «зеленого» і «коричневого» компонентів. Регулювання співвідношення вуглецю і азоту базується на якості і кількості того чи іншого виду відходів, які використовують при закладці кагату.

Процес природного розкладання субстрату при компостуванні може бути прискорений завдяки контролю не тільки за співвідношенням вуглецю і азоту, а й за вологістю, температурою, рівнем кисню, розміром частинок, розміром і формою компостного кагату, кислотності. Крім вищевказаних речовин, необхідних для росту і розмноження мікроорганізмів - основних деструкторів органічних відходів, для збільшення швидкості компостування застосовуються різні хімічні, рослинні і бактеріальні добавки. За винятком можливої потреби в додатковому азоті, більшість відходів містить всі необхідні поживні речовини та широкий спектр

мікроорганізмів, що робить їх доступними для компостування. Очевидно, що початок термофільної стадії можна прискорити поверненням деякої кількості готового компосту в систему.

Аерація.

При нормальних умовах компостування є аеробний процес. Це означає, що при регулюванні метаболічних процесів і дихання мікробів необхідна присутність кисню. У перекладі з грецької «аєго» означає повітря, а «біос» - життя. Мікроби використовують кисень, частіше за інших окислюють агентів, оскільки з його участю реакції протікають в 19 разів енергійніше. Ідеальною вважається концентрація кисню, що дорівнює 16 - 18,5%. На початку компостування концентрація кисню в порах становить 15-20%, що рівноцінно його вмісту в атмосферному повітрі. Концентрація вуглекислого газу варіює в діапазоні 0,5-5,0%. У процесі компостування концентрація кисню знижується, а вуглекислого газу - зростає.

Якщо концентрація кисню падає нижче 5%, виникають анаеробні умови. Контроль вмісту кисню у вихідному повітрі корисний для регулювання режиму компостування. Найпростіший спосіб такого контролю - нюх, так як запахи розкладання вказують на початок анаеробного процесу.

Аерація може здійснюватися природною дифузійною кисню в компостуючу масу за допомогою перемішування компосту вручну, за допомогою механізмів або примусової аерації. Аерація має і інші функції в процесі компостування. Потік повітря видаляє вуглекислий газ і воду, що утворюються в процесі життєдіяльності мікроорганізмів, а також відводить теплоту завдяки випарному теплопереносу. Потреба в кисні змінюється протягом процесу: вона низька в мезофільній стадії, зростає до максимуму в термофільній стадії і падає до нуля під час стадії охолодження і дозрівання.

Перемішування сприяє також диспергуванню великих фрагментів сировини, що збільшує питому поверхню, необхідну для біодеградації. Управління процесом перемішування забезпечує переробку здебільшого сировини в термофільних умовах. Надмірне перемішування призводить

до охолодження і висихання компостуючої маси, до розривів в міцелії актиноміцетів і грибів. Перемішування компосту в купах може бути занадто витратним, з точки зору використання машин і ручної праці, і тому частота перемішування являє собою компроміс між економічністю і потребами процесу. При використанні установок для компостування рекомендується чергувати періоди активного перемішування з періодами без перемішування.

Вологість.

Компостні мікроби потребують води. Розкладання здійснюється набагато швидше в тонких рідких плівках, утворених на поверхнях органічних частинок. 50-60% вологи вважається оптимальним вмістом для здійснення процесу компостування, але при використанні носіїв можливі і великі значення. Оптимальна вологість варіює і залежить від природи і розміру часток. Вміст вологи менше 30% пригнічує бактеріальну активність. При вологості менше 30% від загальної маси швидкість біологічних процесів різко падає, а при вологості 20% вони можуть зовсім припинитися. Вологість більше 65% перешкоджає дифузії повітря в купу, що значно знижує деградацію і супроводжується смородом. При занадто великій вологості порожнечі в структурі компосту заповнюються водою, яка обмежує доступ кисню до мікроорганізмів. Наявність вологи визначається на дотик при натисканні на грудочку компосту. Якщо при натисканні виділяється 1-2 краплі води, то вологість компосту достатня.

Вода утворюється в ході компостування за рахунок життєдіяльності мікроорганізмів і втрачається за рахунок випаровування. У разі застосування примусової аерації втрати води можуть бути значними, і виникає необхідність в додатковому внесенні води в компост. Це може бути досягнуто поливом водою або додаванням активного мулу та інших рідких відходів.

Температура служить гарним показником процесу компостування. Температура в компостній купі починає підніматися через кілька годин з моменту закладки субстрату і змінюється в залежності від стадій компостування: мезофільної, термофільної, охолодження, дозрівання.

На початку процесу відходи знаходяться при температурі навколишнього середовища, кислотність у них слабокисла. У початковій, мезофільній стадії мікроорганізми, присутні в відходах, починають швидко розмножуватися, температура підвищується до 42⁰С, і середовище підкислюється за рахунок утворення органічних кислот. При збільшенні температури вище 40⁰С відбувається загибель вихідних мезофіл; їм на зміну приходять термофіли. Це піднімає температуру до 60⁰С, при якій гриби втрачають свою активність. Після 62 градусів Цельсія процес продовжують спороутворюючі бактерії і актиноміцети; середовище стає лужним за рахунок виділення аміаку при розпаді білків. Протягом термофільної фази легко розкладаються субстрати - цукри, крохмаль, жири, білки швидко споживаються, і швидкість реакції починає падати після того, як в неї втягуються більш стійкі субстрати. При цьому швидкість тепловиділення стає рівною швидкості тепловтрати, що відповідає досягненню температурного максимуму. Потім компост вступає в стадію охолодження. У деяких випадках (часто при компостуванні старих відходів) має місце кілька температурних максимумів. У цій точці купа компосту досягає стабільного стану. Легко засвоювані з'єднання вже розпалися, основна потреба в кисні задоволена, компостований матеріал перестає принаджувати мух і паразитів і погано пахнути, так як легко доступні азот і сірка пов'язані новими мікроорганізмами.

Протягом стадії охолодження, яка проходить за температурним максимумом, кислотність повільно падає, але залишається лужною. Термофільні гриби з більш холодних зон знову захоплюють весь об'єм і разом з актиноміцетами споживають полісахариди, геміцелюлозу і целюлозу, руйнуючи їх до моносахаридів, які згодом можуть бути утилізовані широким спектром мікроорганізмів. Швидкість

тепловиділення стає дуже низькою, і температура падає до значень такої навколишнього середовища.

Перші три стадії компостування протікають відносно швидко (за дні або тижні), в залежності від типу системи компостування. Заключна стадія компостування - дозрівання, протягом якої втрати маси і тепловиділення малі, - триває кілька місяців. У цій стадії відбуваються складні реакції між залишками лігніну з відходів і білками загинлих мікроорганізмів, що призводять до утворення гумінових кислот. Компост не нагрівається, в ньому не відбуваються анаеробні процеси при зберіганні, він не забирає при внесенні азот з ґрунту. Кінцеве значення – слаболужна кислотність.

Висока температура часто вважається необхідною умовою успішного компостування. Насправді, при дуже високій температурі процес біодеградації сповільнюється через пригнічення росту мікроорганізмів; далеко не всі види зберігають активність при температурі понад 70⁰С. Порогом, після якого настає пригнічення є служить температура близько 60⁰С, і тому високі температури протягом тривалого періоду повинні бути виключені при швидкому компостуванні. Однак, температура близько 60⁰С корисна для боротьби з термочутливими патогенними мікроорганізмами. Тому необхідно підтримувати умови, при яких, з одного боку, буде гинути патогенна мікрофлора, а з іншого - розвиватися мікроорганізми, відповідальні за деградацію. Для цих цілей рекомендованим оптимумом є температура 55⁰С. Управління температурою може бути досягнуто за допомогою примусової вентиляції в ході компостування. Відведення тепла здійснюється за допомогою системи випарного охолодження.

Найкращими умовами для утворення компосту є мезофільні і термофільні температурні межі. Завдяки багатьом групам організмів, які беруть участь в процесі компостування, діапазон оптимальних температур для цього процесу в цілому є дуже широким - 35-55⁰С.

Дисперсність частинок.

Основна мікробна активність проявляється на поверхні органічних частинок. Отже, зменшення розміру частки веде до збільшення площі поверхні, а це, в свою чергу, здавалося б, повинно супроводжуватися зростанням мікробної активності і швидкості розкладання. Однак, коли частинки занадто малі, вони щільно злипаються одна з одною, погіршуючи циркуляцію повітря в купі. Це зменшує надходження кисню і істотно знижує мікробну активність. Розмір частинок впливає також на доступність вуглецю і азоту. Допустимий розмір часток знаходиться в діапазоні 0,3-5 см, але варіює залежно від характеру сировини, розміру купи і погодних умов. Необхідний оптимум в розмірі частинок. Для механізованих установок з перемішуванням і примусовою аерацією частки можуть мати розмір після подрібнення 12,5 мм. Для нерухомих куп з природною аерацією найкращим є розмір частинок близько 50 мм.

Різні органічні сполуки, присутні в компостованій масі, мають різну теплоту згорання. Білки, вуглеводи і ліпіди мають теплоту згорання в межах 9-40 кДж. Кількість теплоти, що виділяється при компостуванні великих мас, може досягати температури близько 80-90°C. Ці температури набагато перевершують оптимальну (55°C), і в таких випадках може знадобитися випарне охолодження за допомогою випаровуючої аерації.

Компостний кагат повинен мати достатній розмір для запобігання швидкої втрати тепла та вологи і забезпечення ефективної аерації у всьому обсязі. При компостуванні матеріалу в кагатах, в умовах природної аерації, їх не слід складати більше 1,5 м у висоту і 2,5 м в ширину; в іншому випадку дифузія кисню до центру кагату буде уповільнена. При цьому купа може бути витягнута в компостний ряд будь-якої довжини. Мінімальний розмір кагату - близько одного метра кубічного. Максимально прийнятний розмір купи - 1,5м х 1,5м при будь-якій довжині. Кагат може бути будь-якої довжини, але його висота має певне значення. Якщо кагат покладений занадто високо, то матеріал буде стиснутий

власною масою, суміш не буде пухкою, і почнеться анаеробний процес. Низький компостний кагат занадто швидко втрачає тепло, і в ньому не можна підтримувати температуру, оптимальну для термофільних організмів. Крім того, через велику втрату вологи сповільнюється ступінь утворення компосту.

Час дозрівання компосту.

Час, необхідний для дозрівання компосту, залежить від перерахованих вище факторів. Більш короткий період дозрівання пов'язаний з оптимальним вмістом вологи, співвідношенням $C : N$ і частотою аерації. Процес сповільнюється при недостатній вологості субстрату, низьких температурах, високому значенні співвідношення $C : N$, великих розмірах частинок субстрату, високому вмісті деревних матеріалів і неадекватною аерацією.

Процес компостування сировини протікає набагато швидше, якщо дотримуються всі умови, необхідні для росту мікроорганізмів.

Завдання полягає в тому, щоб реалізувати набір цих параметрів у вигляді недорогих, але надійних систем компостування. Необхідна тривалість процесу утворення компосту залежить і від умов навколишнього середовища. У літературі можна зустріти різні значення тривалості компостування: від декількох тижнів до 1-2 років. Цей час коливається від 10-11 діб (утворення компосту з городніх відходів) до 21 доби (відходи з високим відношенням $C : N - 78 : 1$). За допомогою спеціального обладнання тривалість цього процесу скорочується до 3-х діб. При активному компостуванні тривалість процесу становить 2-9 місяців (в залежності від методів компостування та природи субстрату), але можливий і більш короткий період - 1-4 місяці.

В ході компостування фізична структура матеріалу піддається зміні. Він набуває темного кольору, що асоціюється з компостом. Заслугує на увагу зміна запаху компостного матеріалу - від смердючого до «запаху землі», обумовленого продуктами життєдіяльності актиноміцетів.

Кінцевим результатом етапу освіти компосту є стабілізація органічних речовин. Ступінь стабілізації відносна, оскільки остаточна стабілізація органічної речовини пов'язана з утворенням CO_2 , H_2O і мінеральної золи.

Крім зовнішнього вигляду і запаху, параметрами стабільності є: остаточне падіння температури, ступінь самозігрівання, кількість органічної речовини, яка розклалася.

Оскільки компостування здійснюється за рахунок життєдіяльності мікробного співтовариства гною, індикаторами «зрілості» компосту були прийняті мікробіологічні показники. З шести досліджених мікробіологічних показників найбільш інформативним і адекватним виявився тест на дегідрогеназну активність. У порівнянні з іншими критеріями він виявився більш простим, швидким і дешевим методом, що дозволяє проводити моніторинг стабільності і готовності компосту. Після того, як матеріал визнаний досить стабільним для зберігання, його сортують за фракціями шляхом просіювання.

Готову торфогноєву суміш транспортером подають на майданчик, де складають у бурти навантажувачем-екскаватором. Там її зберігають приблизно два тижні, після чого відвозять на поля, де зберігають у буртах до самого внесення. Порівняльний склад органічних добрив та компостів наведено в таблиці 6.

У разі компостування гною з торфом усувається його надмірна кислотність, створюються умови для активізації біологічних процесів, прискорюється розкладання торфу, завдяки чому дещо зростає кількість рухомого азоту, доступного рослинам; тому такі компости є ефективними.

Таблиця 6

Порівняльний склад органічних добрив та компостів

Добриво	Орієнтовний вміст, %			Вода, %	Норма внесення, т/га
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O (кисень)*		
Гній великої рогатої худоби, що перепрів	0,9	0,3	0,7 (5)	65	20-40
Рідкий гній великої рогатої худоби	0,4	0,2	0,4 (5)	88,5	30-60
Торфогноєві компости	0,8	0,2	0,3 (8)	70	20-60

*- вміст кисню в сполуці

Торфогноєві компости, вкладені у кагат, не рекомендується ущільнювати.

Більш прогресивною є технологія компостування з ворошінням кагату. З цією метою формують кагати, як правило, шириною 2,2 – 2,5 м, висотою 1,5 – 1,7 м, довжиною 200 м. Між кагатами ширина 3-3,5 м: для проїзду техніки, для кагатування та ворошіння.

Основою компостування є ворошіння кагатів, які виготовляються за допомогою змішувача компосту. Ворошіння проводиться з періодичністю 3-5 днів (9 разів на один кагат). Процес компостування проходить 120 днів, а кількість перекидок складає 16- 20 разів.

На протязі всього процесу ворошіння кагату проходить його зволоження. В процесі компостування проходить щоденна зміна температури вологості і вмісту вуглекислого газу.

Цілеспрямоване постійне рихлення й інтенсивне перемішування за допомогою відповідних механізмів гарантує оптимальні умови для життєдіяльності бактерій, які необхідні для цього процесу. Температура, що підвищується у кагаті до 75°C, забезпечує знищення насіння бур'янів і дезінфекцію компосту.

Постійне рихлення, перемішування і цільовий полив водою забезпечує успішність процесу компостування. При дотриманні необхідного процесу запах буде мінімальним і накопичення води під компостними буртами відсутнє. В зимові місяці процес залишається майже без змін.

При інтенсивній обробці кагату контроль параметрів процесу можливий через 6-12 тижнів. В цьому випадку отримаємо високоякісний продукт органічних добрив.

Параметри готового продукту: температура – 30-35 °C, вологість – 32-38%, вміст вуглекислого газу – до 8%, кисню – до 12%, співвідношення - NPK дорівнює 1,35:0, 57:0,97.

Агротехнічні вимоги до компостів.

Готовий високоякісний компост має бути однорідною темною розсипчастою масою, вологою не більше 75%, з близькою до нейтральної реакцією середовища і містити усі необхідні елементи живлення в доступній для рослин формі.

Для одержання високоякісного компосту необхідно дотримуватися технології приготування і управляти процесами, що протікають у буртах : температурою, вологістю, аерацією, кислотністю середовища та ін. Існує зв'язок між вологістю, температурою, доступом повітря і розміром бурту. Довжина його може бути довільною, але не менше 6-8м, висота - 2,5 – 3м, ширина основи 4 - 6м. За невеликих розмірів бурта втрачається багато аміаку, недостатня температура компостної маси, процеси розкладання органічної речовини і мобілізація азоту протікають повільно. Велика висота бурта також небажана, оскільки це може привести до переуцілювання компосту і зниження процесів нітрифікації, які інтенсивніше протікають за достатнього доступу повітря.

Потрібна аерація в компостованій масі досягається ворушінням її під час дозрівання. При цьому знижується вологість компосту. Для збільшення вологості його необхідно поливати рідким гноєм або водою.

Термін дозрівання торфогнойових компостів, що закладаються у весняно-літній період, становить 2 – 3 місяці, торфогнойових компостів - 1 - 2 місяці. При закладанні в зимовий час період дозрівання усіх видів компостів збільшується до 3-4 місяців. Готувати компости потрібно на спеціально виділених (стаціонарних або тимчасових) майданчиках біля ферм або на краю поля. На великих тваринницьких комплексах необхідно будувати цехи для компостування.

Компости на основі підстилкового гною бувають, в основному, двох видів: торфогнойові і гнойово-земляні.

Торфогнойові компости найбільш ефективні за співвідношення торфу і гною (1:1). Такі компости за дією на

урожайність основних сільськогосподарських культур майже однакові з гноєм.

Торфогнойові компости, як правило, готують на полях, де їх планують вносити. Є декілька способів приготування торфогнойових компостів.

У господарствах, де немає торфу, виготовляють гноєво-земляні компости. Бурти гною варто не лише укривати, але і перешаровувати ґрунтом в кількості, що не перевищує 30% маси гною.

Додавання до гною 20 - 25% нейтрального глинистого ґрунту сприяє перетворенню органічної речовини гною на багаті азотом стійкі гумусні речовини.

Окрім інокуляції компосту ґрунтовою мікрофлорою, орна земля є важливим джерелом мінеральних, переважно глинистих часток, необхідних для утворення органо-мінеральних з'єднань і подальшої стабілізації гумусу в компостах. Отже, ґрунт в компості має бути більш рівномірно розподілений.

Доданий до гною ґрунт адсорбує леткі з'єднання азоту, що утворилися в процесі розкладання гною, і поглинає рідину, що виділяється з гною. За додавання до гнойово-земляної маси відходів соломи і фосфоритного борошна втрати азоту в компості різко зменшуються, а вміст рухливих форм фосфору значно зростає.

Приготування гнойово-земляних компостів є значним додатковим джерелом отримання органічних добрив для тих степових і лісостепових областей України, де відсутні істотні запаси торфу.

ДОСВІД КОМПОСТУВАННЯ У ВАТ АГРОФІРМА «КОЛОС»

Одним із напрямів нормалізації біоценозу Леонід Центило, керівник ВАТ «Агрофірма Колос», що на Київщині, вважає компостування.

В господарстві застосовують різні технології компостування: до перегною домішують сапропель, торф, мінеральні добавки, фекалії [38].

Кагати формуються на відкритих утрамбованих ділянках з невеликим нахилом для стікання дощової води. На кожному етапі приготування компостів в органічну масу вносять бактеріальні препарати різних видів. Наприклад, на першій фазі приготування гній, змішуючись з фосфорним борошном, зрошується біокомплексом Старт (препарати власного приготування). Для цієї технології господарство закупило спеціальний аератор американсько-канадського виробництва.

Принцип його роботи доволі простий: під час руху вздовж кагату крило зі шнеком перевертає шар кагату, насичуючи його повітрям. А крізь форсунки відбувається обприскування бактеріальною рідиною з різною концентрацією мікроорганізмів.

Після першого такого обприскування розпочинається ферментація та перепрівання. Чисельність бактеріальної популяції збільшується.

Ці організми швидко розкладають прості цукри та вуглеводи, а потім більш складні молекули – целюлозу та білки. В подальшому мікроорганізми виділяють комплекс органічних кислот. Через три тижні перша фаза завершується.

Друга фаза також розпочинається з перебуртування, з додаванням фекалії та внесенням біокомплексу Пік. В даній фазі фекалії виконують роль абсорбенту (поглиначи), який зв'язує азот, запобігаючи втратам фосфору, калію, та збагачує компост кальцієм. В результаті мікробного росту та метаболізму у кагаті збільшується температура. Коли вона досягає $+40^{\circ}\text{C}$ і більше, мезофільні мікроорганізми замінюються термофільними, більш стійкими до високих

температур. При досягненні температури +55-65°C більшість патогенів гине. За такої температури прискорюється розкладання білків, жирів та складних вуглеводів, збільшується рухомість азоту, фосфору, калію й інших елементів. Коли поживні речовини вичерпані, обмінні процеси зменшуються й температура знижується.

Третя фаза – завершуюча. Вона починається на 42-й день з моменту закладки кагатів – проводиться останнє ворущіння й одночасна обробка біокомплексом Фініш з додатковими мікроелементами. На цій стадії в компостному кагаті знову починають домінувати мезофільні мікроорганізми. Зниження температури до +40°C – кращий індикатор початку стадії дозрівання.

Таким чином, в результаті компостування за 60-65 днів отримуємо цінне добриво, в якому вміст органічних речовин не менше 75% та не менше 50% поживних речовин в легкодоступній для рослин формах. Також в ньому відсутня патогенна мікрофлора в небезпечних концентраціях; вона має слабо - лужну або нейтральну реакцію.

На основі експериментальних і виробничих досліджень уперше на Україні було розроблено, запатентовано і впроваджено у виробництво технологію та систему перероблення органічних відходів тваринницьких комплексів і птахофабрик методом пришвидшеної біологічної ферментації на органічні добрива нового покоління [38]. На основі проведених досліджень і запатентованої технології побудовано цехи з виробництва органічного добрива Біопроферму в Хмельницькій області (пташиний послід, солома, торф), у Волинській і Вінницькій областях (гній ВРХ, пташиний послід, торф, тирса) та Біоактив (пташиний послід, ставковий мул, тирса) у Львівській області.

Нові органічні добрива, порівняно з традиційними органічними (гній, торфокомпости, органо-мінеральні компости та ін.), мають ряд переваг: це комплексні, збалансовані за поживними речовинами добрива у легкозасвоюваній формі, які збільшують у ґрунті кількість легкодоступних поживних речовин і підвищують мікробіологічну активність ґрунту. Високоєфективний

компост, одержаний пришвидшеним методом з дотриманням параметрів біоферментації компостної маси в аеробних умовах, знезаражений від яєць і личинок гельмінтів, патогенної мікрофлори, не містить життєздатного насіння бур'янів. У результаті високотемпературної біоферментації компостної маси в аеробних умовах збільшується поживна цінність готової продукції, забезпечується її екологічність.

За агрохімічними, агрофізичними і санітарно-гігієнічними показниками ці добрива можна віднести до органічних добрив нового покоління. Вони містять всі макро- (азот, фосфор, калій) і мікроелементи (кальцій, мідь, цинк, бор, магній) та інші елементи живлення рослин. Залежно від вихідних компонентів у одній т міститься не менше 50-70 кг діючої речовини, у тому числі азоту – 15 – 20 кг, фосфору – 10 – 15 кг, калію – 15 – 20кг.

На основі розробленої технології у ТОВ «Львівський облрибгосп» побудовано комплекс для виробництва органічного добрива Біоактив потужністю 10 тис. т на рік із пташиного посліду, ставкового мулу та вуглецевмісних компонентів (тирса). Упродовж 2012 – 2014 рр. це органічне добриво застосовували в агропідприємствах 10 районів Львівської області у технологіях вирощування озимих зернових, кукурудзи, буряків цукрових, овочевих та інших культур, де підтверджено його високу ефективність.

Упродовж 2007-2015 років проведено дослідження з вивчення ефективності застосування вищеназваних органічних добрив. Так, на дернових глибоко опідзолених, важко суглинкових ґрунтах за внесення під пшеницю озиму сорту Поліська – 90 - 100 т/га органічних добрив нового покоління отримано найбільший приріст врожаю (2,84 т/га), порівняно до контролю. При цьому водночас із поліпшенням поживного режиму ґрунт збагачувався органічними речовинами, поліпшувалися його фізичні та хімічні властивості. Під їх дією у зерні, як правило, зростав вміст білка та клейковини. Доведено збільшення вмісту рухомих форм NPK у важко суглинковому дерновому ґрунті пропорційне до норм сумісно внесених поживних речовин (від 3 до 10т/га).

КОМПОСТУВАННЯ У ФЕРМЕНТАЦІЙНИХ КАМЕРАХ (БІОФЕРМЕНТАТОРАХ)

Більш сучасним методом одержання високоякісних органічних добрив є біотермічна твердофазна ферментація гною з різноманітними органічними відходами [16]. Типовий біоферментатор являє собою двохсекційну споруду з цегли, залізобетону або інших матеріалів розміром (5x10) x2x4,5 м, у підлогу якої вмонтовані перфоровані труби, які з одного боку заглушені, а з іншого боку об'єднані загальним повітропроводом. На задній стінці кожної секції встановлений вентилятор, який через з'єднуючий рукав подає повітря у повітропровід і через перфоровані труби у органічну суміш. Твердофазна ферментація відрізняється від природного компостування в буртах тим, що цей процес відбувається значно швидше - за 7 - 10 днів. Водночас можна контролювати і регулювати основні фактори впливу на нього - вологість і дисперсність суміші, достатню кількість поживних речовин, співвідношення між вуглецем та азотом (C:N), температуру та аерацію.

Основна мета цього способу — одержати добрива з максимально збереженими поживними речовинами та із властивостями, що близькі до властивостей гумусу. Аерація й високотемпературні процеси дають змогу позбутися неприємних запахів, позбавити насіння бур'янів схожості, а компост — патогенних мікроорганізмів.

Перед завантаженням на ферментацію суміш потрібно підготувати.

До складу суміші, яку закладають на ферментацію, крім гною, входять органічні відходи (солома, тирса, подрібнені органічні рештки тощо).

Про закінчення процесу ферментації свідчить падіння температури до 30 - 40°C. Період ферментації - 6-7 діб.

Одержаний продукт - компост багатоцільового призначення, що являє собою однорідну суху масу (55 - 60% вологості) темно-коричневого кольору, який характеризується високою біогенністю і поживністю (N - 1,7 - 2,7%, P₂O₅ - 1,5 - 3,0%, K₂O - 1,8 - 2,18%).

Слід зважати й на техніко-економічні переваги технології: поряд із прискореною переробкою органічних відходів ми досягаємо підвищення цінності й ефективної дії добрив, що забезпечує зростання врожайності сільськогосподарських культур на 10 - 25%, а також зменшуються витрати транспортно-технологічних операцій під час внесення добрив на поля.

В основу технології покладено метод прискореної твердо фазної аеробної ферментації гною і пташиного посліду спільно з вуглевмісними водовбирними компонентами рослинного походження (торф, тирса, подрібнена солома та ін.).

Сутність технології полягає у створенні найбільш сприятливих умов для розвитку аеробних термофільних мікроорганізмів, які в результаті життєдіяльності переробляють органічну речовину, перетворюючи її в екологічно безпечні, біологічно активні добрива.

Найбільш сприятливі умови для розвитку аеробних мікроорганізмів створюються при переробці органічної сировини в спеціальних спорудах - біоферментерах, оснащених системою примусової аерації.

Оптимальними параметрами технологічного процесу прискореної ферментації органічної сировини є: вологість органічної суміші - 50-70% від нативної маси; рН - 6-8; співвідношення азоту і вуглецю в середньому 1: 20-30; вміст кисню в масі - 5-12%.

Вихідна вологість основних компонентів - гною і посліду - не повинна перевищувати 90%; торфу - 60-65%; тирси, соломи та ін. - 30%. Солома та інші відходи рослинництва підлягають подрібненню до розмірів 50 мм. Органічні компоненти суміші в заданому співвідношенні попередньо перемішуються, а перед кожним завантаженням 2-3 рази перебиваються і завантажуються в біоферментер.

При закладці маса повинна мати вологість 50-70%, бути ретельно перемішана, пухка і рівномірно завантажена в установку з початковою температурою близько 10 °С. Температура маси через 10-12 год повинна піднятися до 40-50 °С, а потім до 60-75 °С. Про закінчення процесу ферментації

свідчить падіння температури в суміші до 40-30 °С. Тривалість процесу ферментації при оптимальних умовах становить 6-7 діб. Висока температура - 60-75 ° С згубна для патогенної мікрофлори, яєць і личинок гельмінтів, насіння бур'янів. В процесі ферментації контролюються два параметри: температура і вміст кисню в суміші.

Підбір компонентів вихідної суміші, збагачення її природними агрорудами (фосфоритне борошно, калійна сіль і ін.) дозволяють отримувати кінцевий продукт із заданими агрохімічними характеристиками.

Основні переваги запропонованої технології (в порівнянні з традиційними технологіями приготування компостів):

- управління процесом ферментації з метою отримання кінцевого продукту з заданими агрохімічними властивостями;
- скорочення терміну приготування добрив зі 120-180 до 6-7 діб;
- підвищення агрономічної ефективності одержуваного добрива (окупність внесення добрива в ґрунт урожаєм сільськогосподарських культур) в 2-4 рази;
- зниження в 2-3 рази енергетичних витрат на виробництво і застосування добрив в розрахунку на одиницю угноєної площі;
- екологічна безпека добрив (відсутність хвороботворних мікроорганізмів, яєць і личинок гельмінтів, насіння бур'янів, неприємного запаху і ін.);
- збереження удобрюючих властивостей при зберіганні в буртах без укриття.

Одержуваний продукт - компост багатоцільового призначення, являє собою однорідну суху (55-65% вологості) сипучу масу темно-коричневого кольору, характеризується високою біогенністю і поживністю (вміст N - 1,7-2,7%, P₂O₅ - 1,5 -3,0%, K₂O - 1,8-2,18% від абс. сух. речовини), зумовленими вивільненням елементів живлення з природних біополімерів та мікробіологічним синтезом вторинних метаболітів в процесі ферментації.

Норми внесення компостів.

Компости покращують повітряний та водний режими ґрунту, підвищують його біологічну активність. Середня норма за суцільного внесення становить 10—25 т/га. За такої норми на 1 га потрапляє приблизно 220 — 470 кг основних елементів живлення. За локального внесення норма становить 8-11 т/га.

Ефективним є і локальне внесення компостів у борозни або лунки під час вирощування багатьох культур (зокрема, овочевих і картоплі).

Технології застосування компостів

Компости вносять за трьома основними технологічними схемами: потоковою, перевалочною та двофазною. За потокової технології для транспортування та внесення добрив використовують один агрегат.

У разі застосування перевалочної технології компост транспортують на поля і вивантажують у кагати. У потрібний момент добрива вносять розкидачами, таким чином, суттєво підвищуючи продуктивність агрегатів.

За двофазною технологією компост транспортують на поля самоскидними транспортними засобами, бажано однієї вантажопідйомності, і розміщують там штабелями. Відстань між рядами штабелів— близько 25 м, а між штабелями в ряду — залежно від вантажопідйомності транспортних засобів і норми внесення компостів. Важливим є рівномірне розподілення добрив.

ВИКОРИСТАННЯ НАДЛИШКІВ СОЛОМИ

Одним з перспективних способів збільшення внесення органічних добрив і підвищення запасів гумусу в ґрунті є заорювання соломи. З агрономічної точки зору її спалювання нічим не виправдано і категорично забороняється.

Збільшення виробництва зерна супроводжується підвищенням в 1,2 рази виходу соломи до збору зерна. Солома містить близько 15% води і приблизно на 80% складається з органічної речовини. Целюлоза, пентазани, геміцелюлоза і лігнін є енергетичними матеріалами для ґрунтових мікроорганізмів.

Хімічний склад соломи значно змінюється залежно від ґрунтових і погодних умов [5,14].

В середньому солома містить 0,5% азоту, 0,25% - фосфорного ангідриду, 0,8% - окису калію і 35-40% вуглецю у формі різних органічних сполук, 25г - бору, 15г - міді, 150г - марганцю, 2г - молібдену, 200г - цинку і 0,5 г кобальту.

У зв'язку з широким відношенням C : N в соломі (70-80) в процесі розкладання її мікроорганізми споживають мінеральний азот з ґрунту.

В процесі розкладання соломи в ґрунт поступають не лише нові кількості необхідних рослинам мінеральних з'єднань, але і багато вуглекислого газу (до 25% від загальної маси соломи). З'єднуючись з водою, він утворює вугільну кислоту, яка переводить деякі складові частини соломи в розчин, у тому числі і необхідні рослинам поживні елементи. Солома одночасно покращує кореневе і повітряне живлення рослин. Вона за заорювання частково гуміфікується, що поступово веде до збільшення вмісту гумусу в ґрунті, підвищується поглинальна здатність, вологосмкість, поліпшується структура, тепловий і повітряний режими ґрунту.

Встановлено, що депресивній дії соломи на першу культуру можна запобігти, якщо внести азотні мінеральні добрива з розрахунку 10 кг д.р. на 1 т соломи.

Мінеральні азотні добрива можна замінити безпідстилковим рідким гноєм з розрахунку не менше 6 – 8 т

на 1 т соломи. За такого поєднання це добриво діятиме не гірше за звичайний підстилковий гній.

До заходів, спрямованих на забезпечення бездефіцитного балансу гумусу, в першу чергу, відносяться використання органічних добрив і рослинних рештків, які є основою регулювання кругообігу речовин в землеробстві. Значно впливають на процеси гумусоутворення способи закладання органічних речовин в ґрунт. Так, за поверхневого їхнього закладання різко збільшуються мінералізаційні процеси, за заорювання – зменшуються.

ПТАШИНИЙ ПОСЛІД

Пташиний послід є одним з найцінніших органічних добрив як за вмістом у ньому елементів живлення, так і за їхньою доступністю рослинам при внесенні в ґрунт [24]. Залежно від технологій утримання птиці розрізняють підстилковий пташиний послід вологістю до 50%, напіврідкий безпідстилковий (нативний) вологістю до 88% і рідкий пташиний послід вологістю, більшою за 96%. Технічно найвигідніший для біоконверсії підстилковий і нативний безпідстилковий пташиний послід. За наявності сепарації для цього підходить і тверда фракція посліду підстилки - 25 - 30%.

Хімічний склад.

У посліді міститься золи 15 - 40 %, сирого жиру - 2,8-4,5%, сирі клітковини - 14 – 25%, безазотистих екстрактних речовин 46 - 48%, а також багато мікроелементів: Mn, Zn, Co, Cu, Fe. Мікроелементи вивільняються в міру розкладання органічної речовини, тому більш тривалий час доступні рослинам, ніж мікроелементи мінеральних добавок, які діють тимчасово, доки не відбудеться зв'язування їх у важкодоступні форми.

Тому розбавлення його речовинами з меншим вмістом поживних речовин або водою призводить до значного збільшення об'ємів і зменшенню його якісних показників.

Поживні речовини посліду знаходяться в доступній формі; значна частина їх легко переходить у водну витяжку: калію - 75 - 100%, азоту - 30 – 75%, фосфору - 3 - 47%. Їхня розчинність значно збільшується за зберігання і розбавлення водою.

Для зберігання чистий послід щільно укладають у бурти декілька менших розмірів, ніж для гною (ширина основи 4 - 5м, висота - 1,5-2,0м, довжина довільна). Їх укривають шаром ґрунту 10 -15 см, що не перевищує 25% загальної маси перегною. Якщо вологість посліду менше 60%, його необхідно зволожити. За надмірного розігрівання посліду зволоження потрібно повторити, щоб уникнути аеробних умов зберігання.

Хімічний склад посліду залежить від виду птахів, способу змісту і мало – від їхнього віку(таблиця 6).

Таблиця 6

Склад пташиного посліду залежно від виду птиці (%)

Складові	Курячий	Качиний	Гусячий
Вода	56	56,6	77,1
Органічні речовини	25,6	26,2	13,4
Азот	1,63	1,0	0,55
Фосфор	1,6	1,4	0,54
Калій	0,85	0,62	0,95

Основний вміст поживних речовин зосереджений в твердій органічній фракції посліду.

Переваги посліду як добрива

Пташиний послід - цінне органічне добриво, у якому, залежно від підстилки, міститься 60 – 85% органічної речовини. У кожній тонні свіжого пташиного посліду міститься до 20 кг загального азоту, до 15 кг фосфору і 10 кг калію, що, в перерахунку на всю масу пташиного посліду у країні, може забезпечити одержання додаткового виходу 90 тис. тонн діючої речовини NPK, або близько 10% загальної кількості внесених мінеральних добрив, в середньому за останні роки. Поживні речовини добрива легко переходять у водну витяжку: азоту 70 - 75%, фосфору – до 47% і калію майже до 100%. Крім макроелементів у посліді є мікроелементи – марганець, цинк, кобальт, мідь й ін.

Значна концентрація у пташиному посліді органічної речовини зумовлює високу його насиченість збудниками інфекційних захворювань, включаючи й людини.

Хімічний склад посліду на птахофабриках значною мірою залежить від технології вирощування птиці, влаштування поїлок і способу видалення. Серед органічних добрив

пташиний послід містить найбільшу кількість елементів живлення, також вища їх доступність для рослин. Вміст елементів живлення в посліді сильно коливається, залежно від виду та віку птиці, якості кормів, особливостей годівлі та утримання.

Пташиний послід є спільним продуктом твердих і рідких виділень птиці у вигляді суміші сечі і калу. Оскільки птахи харчуються більш концентрованими кормами і менше споживають води, їхній послід містить макро- і мікроелементів приблизно в 3–4 рази більше, ніж гній великої рогатої худоби.

Підстилковий курячий послід має набагато меншу вологість, ніж гній великої рогатої худоби, відрізняється достатньою сипучістю і в дозах, розрахованих за азотом, може використовуватися як органічне добриво. За вологості 60% курячий послід містить приблизно 1,8–2% азоту, 1,5–1,8% фосфору і 0,8–1% калію. Поряд з макроелементами він багатий і мікроелементами. В 1 кг сухої речовини посліду міститься 90–160 мг марганцю, 65–90 мг цинку, 5–7 мг кобальту, 12–18 мг міді, 50–75 мг бору та 450–850 мг заліза. Близько 30% маси посліду становлять частинки розміром менше 0,1 мм і приблизно 70% – частинки розміром від 0,1 до 1,0 мм.

Вихід посліду залежно від технології птахівництва

У птахівництві прийняті декілька технологій: вигульний, клітковий, вольєрний, комбінований.

Вигульний спосіб курей, або вигульно-пасовищний гусей, індичок, качок, широко застосовують на племінних, товарних фермах, а також в цехах батьківського стада птахофабрик. Спосіб кліткового утримання молодняка характерний, в основному, для великих спеціальних, спеціалізованих птахофабрик, розташованих поблизу міст і промислових центрів.

При вольєрному способі утримання поголів'я знаходиться просто неба на території, захищеною сіткою або у будівлях легкого типу з навісом і відкритим фасадом. Міст під навісом

роблять з металевої сітки. Послід прибирають 1 - 3 рази в рік. Комбінований спосіб застосовується на птахофабриках і на великих товарних фермах за вирощування молодняку.

Вигульний і вольєрний способи вважаються підлоговим. Він може бути і підстилковим на незамінній глибокій підстилці і беспідстилковим - на сітчастій або планчатій підлозі. При цьому отримують підстилковий (твердий, вологістю менше 60 - 65%) або беспідстилковий (пластичний, вологістю 65 - 90%) послід. За кліткового способу утворюється беспідстилковий рідкий послід (вологість понад 90%).

Для підстилки використовують торф, солому, стрижні початків кукурудзи (для дорослих птахів), соняшникове лушпиння, подрібнені соняшникові стебла, листя дерев. Вологість торфу не повинна перевищувати 45-50%.

Правила зберігання пташиного посліду

За нормативом ВНТП – АПК 04 – 05 визначено вимоги для сховищ підстилкового та беспідстилкового посліду, яких треба дотримуватись на промислових птахофабриках. Для цього слід будувати сховища та майданчики з розрахунку виходу посліду по підприємству за період не менше шести місяців. Об'єм послідосховища легко обчислити, виходячи з того, що в середньому від однієї курки одержують до 165 г посліду за добу вологістю близько 70%, об'ємною масою 0,6 – 0,7 г/см³. Залежно від консистенції посліду майданчик сховища для беспідстилкового посліду повинен мати схил і днище з твердого водонепроникного покриття. Для напіврідкої консистенції застосовують криті напівзаглиблені секції до 1,5 м, заглиблені – до 4м. Стандартна ширина сховища – 18 – 36 м, довжина – 60 – 150 м. Для підстилкового посліду можуть бути наземні сховища відкритого типу завширшки не менше як 18 м, завдовжки – 60 – 70 м. Майданчики для компостування застосовують як наземні, так і напівзаглиблені. Вони мають бути з твердим покриттям і схилом 0,003 - 0,005 для лотків із відведенням зливних вод в накопичувальні ємкості.

Послід у сховищах без проходження біоконверсії зберігає токсичні начала. Звідти його слід подавати на компостування за одним з описаних далі способів. Після проходження біоконверсії він стає безпечним, як добриво.

Біоконверсія: новий рівень

Аграрна наука визначає біоконверсію органічних відходів як промислове їх перероблення біологічними методами для одержання органічних добрив, біогазу та білкових речовин, або як біологічний процес трансформації високомолекулярних вуглецевих сполук бактеріями та грибами.

В результаті проходження трансформації органічної речовини та мінералізації токсичних речовин відбувається їх перетворення на прості елементи й сполуки, які стають джерелом мінерального живлення рослин.

Біоконверсія – процес усвідомленого регулювання температурним режимом і зволоженням й аерацією для розвитку, залежно від технологій, аеробних і анаеробних бактерій. Досягається цей процес шляхом компостування маси посліду в кагатах або спеціальних бункерах. Це є найважливіший технологічний захід для одержання знезараженої компостної маси й основна складова для створення нового покоління орґано-мінеральних біоактивних добрив (ОМБД).

За європейськими технологіями кінцевим продуктом біоконверсії є компост із будь-якої органічної маси, який в дозах до 10 – 15 т/га надходить для удобрення сільгоспкультур. За нашим же регламентом цей компост є проміжним продуктом, який потрібно перетворити на полі в компонентні біоактивні добрива з максимальною дозою внесення до 2т/га.

Біоконверсія не лише знезаражує масу посліду, а й забезпечує в технологічному процесі створення орґано – мінеральних комплексів із включенням їх до складу мінеральних добрив, що є властивим для живої природи. У процесі біоконверсії регулюється мікробіологічний склад

добрив, що врівноважує у ґрунті процеси деструкції та синтезу органічної речовини.

За будь-яких способів біоконверсії технологічним регламентом передбачено змішування пташиного посліду з іншими органічними добавками (торф, тирса, солома, лушпайки тощо) з додаванням мінеральних добавок (сорбенти, йодообмінники, меліоранти, NPK тощо).

Існують три способи біоконверсії пташиного посліду [9]. Традиційний буртовий передбачає застосування підручної техніки – бульдозера, екскаватора, перемішувача, трактора, самоскида тощо: цей спосіб найдешевший і найменш продуктивний. Термін визрівання компосту – 4 – 6 місяців.

Сучасний кагатний спосіб із проведенням ворущіння високопродуктивним перемішувачем серійного виробництва має продуктивність до 4000 т/год. Термін компостування за цього способу становить 30 – 45 днів. Передбачається грануляція та затарювання готового продукту в пакети, мішки, біг-беги.

Третій спосіб – бункерно-ферментативний. Це є нова вітчизняна технологія проведення біоконверсії в бункерах спеціального призначення зі створенням аеробних й анаеробних процесів (для припинення термофільних реакцій), чого не передбачено в попередніх технологіях.

Науковим колективом Інституту землеробства НААН розроблено формули, технології та регламенти виготовлення ОМБД за кагатною технологічною лінією [13].

Проведені наукові й виробничі випробування на Київщині, Житомирщині, Черкащині, в Сумській і Львівській областях показали високий результат за внесення у ґрунт в основне удобрення близьких до ОМБД у кількості 1 – 2 т/га, які за ефективністю наближаються до дії гною, внесеного у дозі 30 – 40 т/га, а рядкове удобрення - 0,3 т/га наближається до ефективності помірних доз мінеральних туків ($N_{60}P_{60}K_{60}$). Польові дослідження свідчать про перспективу їх застосування в польовому землеробстві, овочівництві, садівництві, в зеленому господарстві та на землях, що потребують рекультивації.

Важливим є те, що мінеральні добрива, включені до складу ОМБД, до 30 – 40% ефективніші на польових культурах, а на овочевих – удвічі, як порівняно з дією одних лише мінеральних туків. Це пояснюється створенням органо-мінеральних комплексів у процесі біоконверсії та підвищенням біологічної активності ґрунту. Крім того, за нашою технологією можливе виготовлення ОМБД, прийнятних для вирощування органічної продукції рослинництва.

Слід чітко визначити, що застосуванню на добриво підлягає тільки той пташиний послід, який пройшов повний цикл біоконверсії (компостування), внаслідок якого відбувається мінералізація токсичних і хвороботворних начал у ньому. Навіть свіжо висушений послід і перетворений на гранули не втрачає токсичності і є токсикологічно небезпечним, як і свіжий.

Пташиний послід можна вносити під зяблеву оранку, перед сівбою, культивацією ярих культур, а також за підживлення озимини з розрахунку 5–6 ц/га. За даними дослідних установ, урожайність зерна при цьому підвищується: зернових колосових культур на 2–3 ц/га, кукурудзи – на 4–6 ц/га.

Виробництво органічних добрив нового покоління з пташиного пір'я

В усьому світі виробляється багато курячого м'яса і відповідно утворюється багато відходів пір'я. Це чудове джерело сировини для виробництва екологічно безпечних органічних добрив.

Пір'я містить великий спектр мінералів, макроелементів (азот, фосфор, калій), до 30 мікроелементів, декілька видів гумінових кислот, до 15 видів амінокислот, кератину та інших елементів у легкозасвоюваній, природній формі, які живлять мікрофлору ґрунту, забезпечуючи його родючість.

Це органічне добриво забезпечує не тільки підвищення врожайності та якості сільськогосподарських культур та

якості одержаної продукції, але й збереження самої основи землеробства – родючості ґрунту.

В європейських країнах використання органічного добрива із пір'я птиці забезпечує в середньому додатковий прибуток в розмірі 67 євро/га [36].

БІОТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА

Гній виділяє значну кількість енергії. Енергія, що міститься в рослинних кормах, використовується сільськогосподарськими тваринами з низьким коефіцієнтом засвоєння. Так, в організмі корови внаслідок складних біохімічних процесів рослинні корми трансформуються в органічні речовини тіла, молоко, м'ясо, шкіру тощо. При цьому в продукти тваринництва переходить тільки 16,4% всієї енергії рослинних кормів, 25,6% витрачається на перетравлення і засвоєння. Велика частина (58 %) енергії кормів переходить у гній.

Енергетичну цінність і поживність для рослин гною підвищує і неповноцінність для тварин зернового білка, внаслідок чого значна частина концентрованих кормів переходить транзитом у гній.

Високий енергетичний потенціал гною дає можливість використовувати його як харчовий субстрат для інших організмів, які потім можна використати на корм тваринам, для одержання палива, а також для обігрівання приміщень. Наприклад, купа спресованого гною, що накрита проізолюваним дерев'яним коробом з пластмасовими теплообмінними трубами на стінках, за даними німецьких вчених, перетворюється на ТЕЦ. Гній від 50 свиней у 15-градусний мороз опалює приміщення площею 20 м², а влітку нагріває 1200 л води.

Експерименти за створення на основі біотехнології моделей нового типу господарств широко проводять у Китаї. Відпрацьовуються різні моделі, які найбільше відповідають місцевим умовам. Одним з найбільш відомих є експеримент, проведений у селі Чакле провінції Сичуань. Селяни цього села, основне заняття яких – рисівництво, з допомогою спеціалістів почали вирощувати гриби на обробленій ферментами соломі. Після їхнього збирання солому використовують на корм свиням. Гній подається на біогазові установки, після чого залишки його використовують для розведення черв'яків і риби. Черв'яками відгодовують курчат,

а воду із ставків після виловлювання риби подають назад на біогазові установки.

За висновками китайських вчених і спеціалістів, ці експерименти являють собою прообраз аграрної економіки нового типу, за якої досягається максимальний екологічний, економічний і соціальний ефект. Розглянемо можливі шляхи використання енергетичних запасів гною на сучасному рівні науково-технічного прогресу.

МЕТАНОВЕ БРОДІННЯ

Одним із шляхів раціонального використання енергії рідкого гною тваринницьких ферм є його метанове зброджування, за якої знешкоджуються стоки, утворюється біогаз (метан) і зберігається гній, як органічне добриво.

Підраховано, що кожна корова може забезпечити електричне освітлення невеликого приміщення протягом 10 тис. год. Цей напрям утилізації гною в умовах поступового виснаження традиційних енергетичних ресурсів (нафти, газу, вугілля тощо) має особливо велике значення.

Метанове зброджування рідких гнойових стоків відбувається у біогазових установках, в яких за рахунок анаеробної біоконверсії тваринницьких відходів, а також рослинних решток одержують біогаз метан і органічне добриво.

У літературі є повідомлення про створення і експлуатацію як великих, так і невеликих сімейних установок по одержанню біогазу з відходів тваринництва в таких країнах як США, Великобританія, Данія, Японія, Китай, Індія та ін. Метанове зброджування в цих країнах – ефективний засіб захисту навколишнього середовища від забруднення.

Найбільш широко біоенергетика розвивається в Китаї. Так, на початку 70-х років тут широке поширення одержало виробництво біогазу з відходів життєдіяльності тварин і людини. До 1990 року збудовано близько 7,6 млн. біогазових установок, якими користуються 3,8% населення країни. Це найвищий показник у світі. Річний виробіток біогазу в Китаї становить близько 720 млн. м³, що еквівалентно 3 млн. т вугілля. За підрахунками спеціалістів 1 м³ біогазу дає можливість приготувати обід на 6-7 осіб або освітлювати приміщення середніх розмірів протягом 6-8 год. Біогаз, як паливо, використовують також у двигунах внутрішнього згорання і на місцевих електростанціях.

Метанове бродіння гною здійснюється в три етапи. На першому етапі відбувається гідролітичне розщеплення високомолекулярних сполук (полісахаридів, жирів, білків) до низькомолекулярних органічних речовин (цукрів, гліцерину,

жирних кислот, амінокислот). На другому етапі за участю кислотоутворюючих бактерій вони перетворюються в органічні кислоти (масляну, пропіонову, молочну) та їх солі. При цьому утворюються також спирти, вуглекислий газ, водень, а потім сірководень і аміак. Власне метанове бродіння здійснюється на третьому етапі, під час якого бактерії утворюють вуглекислий газ і метан. Ці реакції відбуваються в поживному середовищі одночасно, причому метаноутворюючі бактерії до умов свого існування ставлять значно вищі вимоги, ніж кислотоутворюючі. Наприклад, вони потребують анаеробного середовища.

Необхідно відзначити, що під час метанового бродіння зберігається до 83% енергії зброджуваної глюкози. Такий високий процент свідчить, що метаногенез є самим вигідним в енергетичному відношенні шляхом трансформування енергії органічних речовин у паливо.

Розкриття суті метанового бродіння поставило завдання практичного його використання для одержання газу в таких масштабах, які дали б можливість широко використовувати його як енергоносіє. Проте перші біоенергетичні установки виникли ще до заснування наукових основ метаногенезу. В Індії вони були ще в 1900 р. Як сировину для них використовували тваринні і рослинні рештки. Аналогічні установки були збудовані в 1918 р. у Німеччині, в 1922 р. – в Англії, а в 1930 р. – у США. Вони являли собою діжку, в яку від корівників по трубах і жолобах стікали відходи, де відбувалося метанове бродіння. Від цього елементарного газогенератора на кухню по трубці надходив газ, який використовували для господарських потреб. Одержаний на цих установках газ був результатом діяльності живих організмів (рослин, мікроорганізмів), тому його почали називати біогазом.

Перші установки давали низький вихід палива, тому що вони були досить примітивними. В холодний період року вони взагалі не працювали. Тому їх значення в енергетиці було мізерним.

За виробництва біогазу властивості гною, як добрива, зберігаються в так званому шламі, який виявляється більш

цінним і ефективним добривом, ніж гній. Біодобриво, що виробляється в біогазових установках, збільшує урожайність пшениці, жита, буряку цукрового, картоплі та інших культур на 35-40% порівняно з врожайністю тих же культур, одержаних на полях, удобрених необробленим рідким гноєм. Такий результат аж ніяк не випадковий. Адже під час метанового бродіння в герметичних метантенках поживні елементи цілком зберігаються. В той же час різноманітні перетворення складних органічних сполук сприяють підвищенню доступності для рослин поживних компонентів. За метанового бродіння розкладається близько 30% органічної речовини. В першу чергу, розкладаються нестабільні органічні сполуки, тому шлам, що утворюється внаслідок метанового бродіння, позбавлений запаху, який властивий гною.

Відомо, що одна корова за нормального харчування й використання для підстилки не менше 4 кг соломи на добу, виробляє приблизно 30 кг відходів, вологість яких становить 85% . Цієї кількості відходів достатньо, щоб утворилося за добу приблизно 2 м³ газу. Для установки виробництва біогазу потрібно близько 0,5 м³ палива. Отже, одна корова здатна забезпечити вихід газу 1,5 м³, що достатньо для задоволення потреби в енергії сім'ї з чотирьох осіб. Залежно від складу органічної речовини гною можна одержати різну кількість біогазу. Так, з курячого посліду одержують біогазу більше, ніж, наприклад, із свинячого гною або великої рогатої худоби. Кількість одержаного біогазу залежить також від умов і тривалості проходження біохімічних процесів.

Установки метанового бродіння дуже зручні для енергозабезпечення в сільській місцевості. Справа в тому, що там із-за великої розкиданості споживачів енергії доводиться будувати протяжні лінії електропередач, газових трубопроводів. Експлуатація їх перетворюється в складне і дороге підприємство. Проте, газифікація селищ на базі біотехнологічних установок є найбільш економічним і сучасним вирішенням проблеми. Витрати на їхнє спорудження окуповуються за один рік.

У сільській місцевості біогаз можна використовувати для приготування їжі, забезпечення гарячою водою, опалення жилих приміщень і адміністративних будинків, газифікації тваринницьких приміщень, лазень, пралень, їдалень, клубів, ясел, дитячих садків, шкіл, обігрівання теплично-парникового господарства, сушіння зерна і фруктів, підігрівання води в плавальних басейнах і водоймах для розведення форелі, газопостачання автотракторного парку.

Біогаз має всі переваги, що властиві природному газу. Він легко транспортується по газопроводах, згоряє без диму, кіптяви й залишку (попелу, шлаку). Прилади, які працюють на газі, прості, безпечні, швидко вводяться в дію, легко регулюються і переводяться в автоматичний режим праці. Треба особливо підкреслити значення біогазових установок у підтриманні чистоти навколишнього середовища. Цьому сприяють обидва основні продукти, що утворюються внаслідок метанового бродіння: біогаз і біодобриво. Крім того, біогазові установки, звичайно, гарантують знищення збудників інфекційних хвороб, нерідко присутніх у гноєві.

Проте, необхідно мати на увазі, що рентабельність виробництва біогазу залежить від своєчасного його використання, а це аж ніяк не проста справа. Адже потреби в біогазі на фермі змінюються залежно від умов: взимку вони значно вищі. Нерівномірність використання біогазу потребує будівництва газосховищ. Оскільки газ займає значний об'єм порівняно з рідиною, будівництво газосховищ значної ємкості потребує великих витрат.

В останні роки бактерії-метаногени стали об'єктом пильної уваги дослідників. В Японії виділено штамм бактерій, який здійснює метаногенез не за 20 днів, як звичайно, а новий штамм передбачається використовувати в промислових цілях. Вірогідно, що у найближчі роки для підвищення ефективності метаногенезу будуть використовувати також методи генної інженерії.

ВЕРМИКУЛЬТУРА

Одним із шляхів утилізації гною і повернення частини його поживних речовин тваринництву є одержання з нього білкових продуктів.

В екскрементах тварин міститься велика кількість органічних добрив, здатних служити поживним субстратом для різних мікроорганізмів: бактерій, дріжджів, пліснявих грибів, мікроскопічних, водоростей, а також личинок мух і дощових черв'яків. Кормові продукти, що одержують внаслідок біотехнологічної переробки гною, суттєво відрізняються від нього. Так, одержана з рідкої фракції гною у ферментах різного типу суха біомаса термофільних бактерій містить близько 55% протеїну.

Останнім часом все більше уваги приділяють переробці гною за допомогою личинок синантропних мух і, особливо, дощових черв'яків[22].

Переробка гною за допомогою дощових черв'яків (вермикультура). Ідея використання дощових черв'яків для переробки гною і інших органічних відходів з метою одержання цінного органічного добрива і білкового корму не нова. Ще в 1798 р. Готхард опублікував книгу «О разведении червей». Він рекомендував згодовувати дощових черв'яків курям, від чого вони ставали плідними і міцними.

У 30-х роках ХХ століття американський фермер і лікар Баррет займався розведенням дощових черв'яків у дерев'яних ящиках, заповнених сумішшю ґрунту з гноєм та іншими відходами; йому вдавалося одержати до 3 000 особин з одного кубічного фута. В 1946 р. про свій дослід він написав книгу.

Мабуть, це сприяло створенню в 50-х роках ХХ століття перших великих підприємств для вирощування дощових черв'яків у США. В 1959 р. у Каліфорнії був виведений за допомогою методів селекції культурний гібрид дощового черв'яка, який відрізнявся високою плодючістю і тривалістю життя. За рік одна особина дає 500-1500 особин – у 10 разів більше, ніж дикі форми, тривалість їхнього життя 16 років – вчетверо довша, ніж у природних форм.

Гібрид більш технологічний, який з успіхом можна вирощувати у відкритих культиваторах типу городніх грядок. У 1980 р. у США вже діяло понад 1500 великих спеціалізованих виробництв по вирощуванню дощових черв'яків. Відомо, що в цій країні є великі тваринницькі ферми вирощування і відгодівлі тварин, де увесь гній і відходи боєн переробляють за допомогою черв'яків. Культурні дощові черв'яки і технологія їхнього вирощування є предметом експорту США.

З 1976 р. почали промислове вирощування дощових черв'яків в Італії, а пізніше в Англії, Франції та інших країнах Західної Європи, в Японії.

Дослідження і практика вирощування дощових черв'яків проводиться з 1984 р. у Володимирському педагогічному інституті Росія, Ігонін А.М., в Інституті біології АН Киргизії у м. Фрунзе (Морєв Ю.Б.).

Відпрацьована технологія культивації дощових черв'яків на різних субстратах, відібрані штами компостних черв'яків, які за своїми біологічними і технологічними властивостями близькі до червоного (каліфорнійського) гібриду. В 1989 р. спеціалісти Івано-Франківської «Сільгоспхімії» завезли цей гібрид в Україну. Технологічні черв'яки розвиваються циклічно. За оптимальних умов життя (температура субстрату – $22^{\circ}\text{C} \pm 0,5$; вологість - $70 \pm 10\%$; рН – $7,0 \pm 0,5$) цикл розвитку черв'яків продовжується 160 ± 20 діб. Протягом року оптимальних умов у них відбувається два цикли розмноження, і їхня кількість збільшується в 1000 разів і більше.

Технологічні штами компостних черв'яків переробляють субстрат у два нових екологічно чистих продукти:

1. У біомасу черв'яків – цінний білковий корм (вихід 70-100 кг з 1 т абсолютно сухої органічної маси, або практично 8-10 кг з 1 т підстилкового гною за один цикл розмноження на площі 1 м^2 культиватора при «пасивній дозі» $0,5 \text{ кг/м}^2$).

2. У гранульоване гумусне органічне добриво, що підвищує родючість ґрунту (вихід – 600 кг з 1 т абсолютно сухої органіки, або практично 400 кг при вологості 50% з кожної тонни підстилкового гною 75%-ї вологості за один

цикл розмноження черв'яків на 1 м² культиватора). В черв'яковому компості міститься близько 15% гумусу.

Промислове виробництво черв'якових компостів і їхнє застосування – це надійний спосіб швидкого відновлення родючості ґрунтів. Промислова біотехнологічна переробка гною за допомогою черв'яків і личинок синантропних мух повинна перетворитися на нову галузь сільськогосподарського виробництва, здатну допомогти вирішити проблему тваринного білка і поліпшення родючості ґрунту.

Розглянемо деякі практичні питання біотехнології використання дощових черв'яків, що називається вермикультурою. Основні об'єкти в технології – кільчасті черв'яки. Найбільш перспективним для біотехнології є червоний каліфорнійський черв'як.

Дощові черв'яки дуже плодючі. Кожна статевозріла особина червоних черв'яків, які розмножуються найбільш швидко, відкладає по 70-100 і більше коконів. У кожному коконі знаходиться 2-3 яєць. Через 2-3 тижні з яєць відроджуються нові особини, а через 7-12 тижнів вони вже здатні давати потомство. Дорослі особини живуть 10-15 років, досягають у довжину десятки сантиметрів, а масою – десятки грамів. Маса молодих особин при досягненні статевої зрілості може становити до 1 г.

Повний цикл розвитку (до статевої зрілості) – 70-80 днів. Дощові черв'яки – гермафродити. Кожна особина має жіночі й чоловічі статеві органи.

За добу одна особина черв'яка вживає кількість їжі, яка дорівнює його масі (близько 1 г). Після травлення виділяється 60% біогумусу, який містить всі необхідні для рослин поживні речовини в збалансованій формі. Біогумус має велику вологостійкість і здатний утримувати до 70% вологи.

Просте перенесення земляних черв'яків з природних місць проживання в штучні умови не дає швидкого успіху – черв'яки гинуть майже всі. Залишаються у невеликій кількості лише ті, які змогли пристосуватися до нових умов. Вони після деякого періоду адаптації починають відкладати кокони і процес відтворення поступово збільшується.

Отже, рецептура субстратів має бути постійною і готуватися з найменшими відхиленнями від зумовленого стандарту, і черв'яки повинні бути адаптовані до цього субстрату, а не до іншого. Від цього залежить успіх справи.

Субстрати для вирощування черв'яків готують на основі коров'ячого, кінського або кроликового гною. Свіжий гній укладають у бурти для ферментації строком на 3-4 місяці. Субстрат готують з ферментованого гною, садової землі, різаної соломи або інших целюлозовмісних матеріалів і вуглекислого кальцію. Все це ретельно перемішують. Підготовленим таким чином субстратом заповнюють лотки. Для їхнього заповнення необхідно 25-30 м³ субстрату на 100 м². Після цього субстрат зволожують і заселяють черв'яками в рекомендованій кількості.

Якщо під час випускання черв'яків у субстрат вони заглиблюються, то якість його добра, а коли знаходяться на поверхні – незадовільна.

Умови вирощування черв'яків такі: субстрат, до якого адаптовані черв'яки - товщина субстрату в культиваторі має бути не більше 25-30 см; вологість – $70 \pm 10\%$; температура – $22^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$; кислотність середовища (pH) $-7,0 \pm 0,5$; витрата води (за 140-150 днів) – 1 т/м²; щільність «засівання» культиваторів – 5000 особин на 1 м²; тривалість одного циклу вирощування – 140-150 днів; розрахункова густина черв'яків – до 50 000 особин на 1 м²; біомаса «врожаю» черв'яків – 6-9 кг/м²; відділення дощових черв'яків від субстрату; повторне використання черв'яків та їх яєць.

Італійські дослідники виробничі субстрати «заселяють» з густиною близько 5000 черв'яків на 1 м², що відповідає приблизно 1 кг/м². На 100 м² культиваторів вони витрачають 90-100 кг черв'яків.

Якщо використовують лотки, то їхні розміри - 2×3 м, у них вміщують 100000 дорослих особин. У лотках черв'яки розмножуються 36 разів за рік, а кінцевий вихід вермикомпосту – 400 кг/м².

За розведення черв'яків у буртах їхня висота становить 30-60 см, ширина – 1,8 м, довжина – 20 м. Випуск черв'яків – 1,5-2 кг/м². За рік їхня маса збільшується в 5-6 разів.

Промислове виробництво дощових черв'яків здійснюється на майданчиках розміром $120 \times 240 \times 50$ см. Така популяція нараховує 50000 особин масою близько 20 кг. Стіни майданчика роблять із дошок, а дно його має забезпечувати дренаж. Найбільш придатним субстратом є суміш гною, соломи, ґрунту і води в співвідношенні 5 : 1 : 2 : 2. На дно краще класти люцернове сіно або солому.

За вирощування черв'яків у ящиках і траншеях їх можна годувати свіжим свинячим гноєм.

Спочатку черв'яків розміщують у частково перепрілий гній, який укладають шаром 12-15 см. Протягом 30-45 діб, коли в субстраті виявляються кокони і молоді черв'яки, можна починати годувати їх свіжим свинячим гноєм. Для годівлі використовують переважно тверду фракцію, яку шаром 2-3 см розкладають на поверхні субстрату з черв'яками в кількості $10-15 \text{ кг/м}^2$, або гноївку в такій же кількості. Періодичність годування залежить від щільності заселення черв'яків і коливається від 14 до 5-6 днів. Кожне наступне годування проводять у міру «поїдання» попередньої норми гною. В середньому на 1 м^2 майданчика за 6 місяців укладають близько 300 кг гною.

Вологість субстрату підтримують у межах 65-70%, для чого, залежно від температурних умов, 1-2 рази на тиждень його зрошують водою. При підживленні гноївкою додаткове зрошення не потрібне.

Кращі результати одержують за вирощування черв'яків на ґрунтовому майданчику, розміщеному в затінку або в бетонній траншеї, де біомаса їх за 6 місяців (з квітня до вересня) збільшується в 7-8 разів. За вирощування в ґрунтовій траншеї та в ящиках біомаса черв'яків зростає в 4-5 разів.

На 1 м^2 щоденно можна утилізувати 1,5 кг гною, а на 1 га – 7,5 т (з урахуванням під'їзних шляхів корисна площа для розведення черв'яків на 50% більша від загальної). Протягом теплого періоду року на такій площі вони здатні переробити близько 1300 т гною, а їхня продукція становитиме 20-25 т білкового корму і 400 т біогумусу.

Одна з головних труднощів технології вермикультури – розробка економічно вигідного методу відділення черв'яків із

субстрату. До цього часу основна конструкція екстрактора черв'яків являла собою барабан, який обертається, і створений для добування черв'яків, як рибної наживки.

Можна використовувати й інші методи. Так, за необхідності добування черв'яків з переробленого ними гною, на верхівку бурта накладають свіжий компост, поливають і через 2-3 дні основна їхня маса перелазить у верхню частину бурта. Разом із свіжим компостом черв'яків знімають, а біоперегній, що залишився, використовують за призначенням.

За відділення черв'яків бурти розкривають (знімають верхній шар соломи, який охороняє від висихання і зменшує освітленість), і вони перелазять у нижні шари, а верхню частину біоперегною знімають і використовують у господарстві, або реалізують.

Добре організоване розведення черв'яків дає можливість продукцію знімати 2 рази за рік.

Біохімічний склад черв'яків такий, %: суха маса – 20, вуглеводи – 17, жир – 4,5, мінеральні солі – 15. 1 г сухої маси містить незамінних амінокислот, мг: лізину – 41, метіоніну – 10,1, валіну – 31,7, лейцину – 47,5, фенілаланіну – 24,6.

Виготовлений з дощових черв'яків порошок містить 72-78% білка – більше, ніж рибне борошно (50%) або білковий концентрат сої (45%).

Включення білкових добавок до раціону тварин дає змогу скоротити витрату кормів на 30%, збільшити вихід м'яса на 10%, зменшити собівартість продукції на 40%, а в умовах гострого дефіциту білка показники можуть бути в 5-8 разів більші.

Молодняк птиці, який годують дощовими черв'яками з 8-10-денного віку до 5 г на день, швидко росте, і його пір'я стає блискучим, що свідчить про добрий стан здоров'я. Дорослій птиці дають по 20-30 г черв'яків на одну голову.

З 1 га розвернутих культиваторів за рік можна одержати до 10000 ц біомаси живих черв'яків. Їхня суха маса – 20% від біомаси. Отже, з 1 га можна одержати 2000 ц білкового порошку.

Враховуючи оптимальну кількість білкової добавки в раціоні тварин (не менше 3-5% у сухій речовині для дорослих

тварин і 10-15% – для молодняка), можна попередньо визначити потребу її для поголів'я тварин у господарстві. Так, маючи вказану кількість білкової добавки, можна збалансувати до 2 тис. т корму для свиней і одержати близько 500 т приросту м'яса (відгодовувати на рік 2 тис. голів молодняка свиней).

Важливою умовою є використання черв'яків для випуску в ґрунт. Є дані, що їхня фізична присутність у ґрунті збільшує врожайність кукурудзи – на 250%, жита – на 64%, картоплі – на 150%, гороху – на 300%.

Кожна перероблена черв'яками тонна субстрату дає 600 кг біогумусу, який містить до 30% гумусу і 70% золи. Біогумус містить азот, п'ятиокис фосфору, окис калію, кальцій, магній, залізо і ряд необхідних рослинні мікроелементів.

Використання біогумусу дає можливість значно поліпшити якість і збільшити врожайність, наприклад, пшениці озимої на 20%, кукурудзи – на 30-50%, картоплі – на 40-70%, овочів – на 30%. При цьому збільшується цукристість буряків. Усі сільськогосподарські КУЛЬТУРИ мають підвищену стійкість до хвороб.

Використання біогумусу (червокомпосту) для удобрення полів різко скорочує витрати на перевезення гною. Якщо на 1 га ріллі нині вносять 40-50 т гною, то за використання біогумусу достатньо для одержання того ж ефекту 3 т біогумусу, а для багатьох культур – 1,5 т/га.

Таким чином, біотехнологія переробки відходів тваринництва – важлива і захоплююча галузь сільськогосподарського виробництва, що зароджується. Її поява зумовлена розширенням спектру впливу людини на природне середовище, загостренням у зв'язку з цим проблеми охорони природи і загрозою екологічної кризи на планеті.

Складовою актуальності нової галузі є можливість додаткового одержання білків тваринного походження, дефіцит яких у країні і в світі найбільш гострий, що стримує ріст продуктивності тваринництва і птахівництва.

Зрештою, одержання біогумусу є по суті вирішенням проблеми використання екологічного механізму поновлення родючості ґрунтів. Вирішується питання біотехнології гумусу,

який є альтернативою хімізації ґрунту і створює передумови для біологізації землеробства.

Екскременти дощових черв'яків та родючість ґрунту

Сьогодні є багато відомостей про загальну систематику та біологію дощових черв'яків, однак існує недостатньо інформації щодо їхнього впливу на ґрунти, взаємодії з іншими організмами, що живуть у ґрунті, та наслідків ведення сільського господарства на популяцію дощових черв'яків. [12]

Зростаюче використання сільськогосподарської техніки, інтенсивний обробіток ґрунту та посилене використання пестицидів вже знищили дощових черв'яків на багатьох полях. Всупереч цьому, у здоровому ґрунті на пасовищі розміром із гектар може жити від одного до трьох мільйонів дощових черв'яків. Їхня кількість та різноманітність вважаються важливими критеріями родючості ґрунту, адже дощові черв'яки значно сприяють оздоровленню, збільшенню біологічної активності ґрунтів та кращій адаптації системи землеробства до кліматичних змін, забезпечуючи цим виконання ключових функцій ґрунту, та сприяючи позитивному розвитку екосистеми. Відповідно до їхніх численних властивостей, що підвищують сталість агроєкосистем, дощовим черв'якам слід приділити більше уваги у системах сталого сільського господарства.

Дощові черв'яки – гермафродити та розвиваються повільно, за винятком гнойових (компостних) черв'яків. За рік з'являється лише одне нове покоління із максимумом від 8 – 12 – коконів (яєць). Дощові черв'яки залежно від виду живуть від 2 до 8 років. Статевозрілих черв'яків можна розпізнати за так званим «генітальним поясом» (пасочком), що охоплює тіло. Пік активності щодо риття нір та розмноження припадає на березень та квітень, а також на вересень та жовтень (помірний кліматичний пояс). Коли погода дуже суха та спекотна, багато дощових черв'яків впадають у заціплення та пробираються у глибші шари ґрунту.

Здебільшого дощові черв'яки живляться відмерлими частинами рослин. Вночі вони виповзають на поверхню

грунту, та зтягують відмерлі частини рослин до себе в нори для «попереднього перетравлення» (тривалість – від 2 до 4 тижнів) мікроорганізмами, що знаходяться у ґрунті.

Дощові черв'яки щороку залишають до 10 кг на 1 квадратний метр цінного посліду у ґрунті та на його поверхні. Це складає 0,5 см шару ґрунту. На полях за рік дощові черв'яки переробляють до 6 т/га органічної речовини. Вони щорічно виробляють від 40 до 100 тонн екскрементів на гектар. Екскременти черв'яків утворюють міцну структуру ґрунту. Органічні та неорганічні частки ґрунту добре перемішуються у відходах дощових черв'яків, а наявні там поживні речовини легкодоступні. Екскременти містять у середньому більше в 5 разів азоту, в 7 разів більше фосфору та в 11 разів калію, ніж навколишній ґрунт.

Завдяки наявності нір дощових черв'яків забезпечується гарна аерація ґрунту та зростання кількості макроспор. Міцні нори глибоконорових черв'яків зокрема значно покращують інфільтрацію води, зберігання та дренаж ґрунтів. Поверхневий стік та ерозія зменшуються. У неораномому ґрунті можна знайти до 150 нір, або 900 метрів їх на квадратний метр та метр вглиб. Вертикальні нори, укріплені слизом, можуть бути завдовжки до 3 метрів у лесових ґрунтах та навіть на 6 метрів вглиб у чорноземі. Завдяки своїм міцним м'язам глибоконорові черв'яки можуть проникати в ґрунти, які слабо ущільнені, таким чином покращуючи дренаж.

Дощові черв'яки транспортують ґрунтові матеріали та поживні речовини з підґрунтя у верхній шар ґрунту, і таким чином підтримують його життєздатність.

Дощові черв'яки сприяють колонізації та поширенню корисних ґрунтових бактерій та грибів у їхніх норах та екскрементах. Завдяки зтягуванню опалого листя у ґрунт хвороботворні мікроорганізми та шкідники, що є на листках, частково гинуть.

Зазвичай більше, ніж 90% нір дощових черв'яків зайняті корінням рослин, і здатне проникати в глибші шари ґрунту без перешкод, досягаючи багатих на поживні речовини екскрементів дощових черв'яків, води та повітря.

Інтенсивно перемішуючи органічні речовини з неорганічними частинками ґрунту та мікроорганізмами, а також виділяючи слиз, дощові черв'яки утворюють міцні ґрунтові грудки, які сприяють гарній структурі ґрунту. Ґрунт, в якому спостерігається висока активність дощових черв'яків, має меншу схильність до заболочення та обробляється набагато легше, ніж ґрунт з низькою активністю дощових черв'яків. Крім того, набагато ефективніше утримуються в ґрунті поживні речовини та вода набагато ефективніше утримується у ґрунті. Велика кількість екскрементів черв'яків роблять щільний ґрунт пухкішим, а піщаний – в'язкішим.

Екскременти дощових черв'яків формують стійку структуру ґрунту та є багатими на поживні речовини.

Дощові черв'яки споживають органічні залишки з різним співвідношенням вуглецю та азоту, перетворюють їх у сполуки з меншим співвідношенням цих елементів, що приводить до зв'язування вуглецю. Таким чином вони сприяють зменшенню впливу вуглецю на зміну клімату.

Більшість гербіцидів можливо не завдають безпосередньої шкоди дощовим черв'якам. Якщо гербіциди застосовуються згідно з рекомендованими нормами використання, вони мають низьку токсичність для дощових черв'яків. Але гербіциди можуть зменшити популяцію дощових черв'яків через зменшення доступу для органічних решток бур'янів на поверхні ґрунту.

Деякі синтетичні мінеральні добрива, особливо сульфат амонію, можуть бути шкідливими для популяції дощових черв'яків, через підкислюючий їх ефект.

Ефективні методи ведення сільського господарства для збільшення кількості дощових черв'яків

Плуг та швидкообертові пристрої слід використовувати лише у разі крайньої необхідності, тому що вони можуть сильно пошкодити дощових черв'яків у певні періоди року. Втрати дощових черв'яків після використання плугів становить близько 25% від загальної їх кількості, а після використання швидкообертових пристроїв – близько 70 % –

потрібно відмовитися від інтенсивного обробітку ґрунту у період високої активності дощових черв'яків у березні-квітні та вересні-жовтні.

Обробіток сухого або холодного ґрунту має набагато менший негативний вплив на популяцію дощових черв'яків, оскільки більшість їх перебирається в нижчі шари ґрунту.

Мінімальний обробіток ґрунту мінімілізує пошкодження ґрунту, зменшуючи ризик його ущільнення, підтримує належну інфільтрацію води, зменшує поверхневий стік води та випаровування.

Сівозміна з багаторічними рослинами і проміжними культурами з глибоким корінням, є основою для життєдіяльності ґрунту, зокрема збільшення популяції дощових черв'яків.

Суцільний покрив із решток рослин на ґрунті або рослинності (особливо протягом зими) дуже корисний для дощових черв'яків та іншої фауни ґрунту.

Тип та кількість добрив, що використовуються, також впливає на популяцію дощових черв'яків. Ґрунт, що утворюється збалансовано та відповідно до потреб сільськогосподарських культур, корисний як для рослин, так і для дощових черв'яків. Неповністю розкладений компост містить більше їжі для дощових черв'яків і більш придатний для їхнього розвитку, ніж готовий компост.

Органічні добрива повинні вноситись лише на невелику глибину. Глибоко сховані рослинні залишки шкідливі для дощових черв'яків, адже можуть утворитись анаеробні умови.

Аміак у рідкому добриві особливо дуже шкідливий для дощових черв'яків, що живуть на поверхні замуленого ґрунту, тому рідке добриво слід розвести перед застосуванням.

Рідкі добрива повинні вноситись лише на I ґрунтах, що добре поглинають рідину і в помірній кількості, приблизно 25м³ на гектар.

Для забезпечення нейтрального кислотно-лужного балансу ґрунту потрібно регулярно застосовувати вапно. Кислотно-лужний баланс ґрунту нижчий, ніж 5,5 – шкідливий для дощових черв'яків.

Нижченаведені заходи є передумовами для успішного розвитку дощових черв'яків у:

Забезпечення достатньої кількості їжі (рослинного матеріалу) для дощових черв'яків.

Утримання від використання пестицидів, шкідливих для дощових черв'яків.

Максимальне використання мінімального та нульового обробітку ґрунту.

Запобігання ущільненню ґрунту та сприяння розвитку гарної структури і його провітрюванню.

Раціональне удобрення сільськогосподарських культур, контроль балансу гумусу в сівозміні.

Багата на дощових черв'яків фауна – це ключ для підтримки та збереження здоров'я ґрунту, а також для сприяння багатьом важливим функціям екосистем ґрунту.

ВИКОРИСТАННЯ БІОГУМУСУ

Дослідженнями встановлено, що біогумус має різнобічний позитивний вплив на агрохімічні, фізико-хімічні та біологічні властивості ґрунту. У цьому вермипрепараті акумульована велика кількість макро- і мікроелементів, які безпосередньо засвоюють рослини. Він містить ростові речовини, вітаміни, антибіотики, 18 амінокислот і корисну мікрофлору. Хімічна реакція препарату нейтральна. Гумусний препарат можна використовувати для удобрення всіх сільськогосподарських культур, але особливо ефективний для тих, які потребують поживних речовин у концентрованій формі збалансованих за хімічним складом. Це добриво пролонгованої дії із синхронним ефектом є новим видом добрив для одержання екологічно безпечної продукції, здатне реанімувати ґрунт і знижувати антропогенний вплив на нього, особливо за внесення підвищених доз мінеральних добрив. За внесення вермипрепарату, який характеризується високою буферністю, у ґрунтового розчині не виникає надлишкової концентрації солей, що супроводжується внесенням великих доз мінеральних добрив. Наявність у ґрунті гуматного та фульватно-гуматного типу біогумусу сприяє поліпшенню комплексу його фізичних властивостей унаслідок формування агрономічно цінної структури. Вермикомпост містить велику кількість біологічно активних речовин. Його специфічна мікрофлора здатна відновити мертвий ґрунт, тобто забезпечити всі його функції та високу родючість, суттєво впливає на кислотність ґрунту і може довести її рН до нормального показника. Важливо також те, що рослини швидко засвоюють фосфор і азот біогумусу. Порівняно з органічними добривами, вермикомпости містять значно більше рухомих елементів живлення в екскрементах черв'яків, у 10 – 11 разів більше доступного калію, у 7 разів – фосфору, у 2 рази – кальцію та магнію. Поживні речовини вермикомпосту повільно розчиняються у воді, тому можуть тривалий час жити рослини. Гранульовані гумусні добрива за вмістом гумусу переважають гній і компости у 4-8 разів.

За багатьма показниками вермикомпости переважають компости, одержані традиційним способом: мають кращі фізичні властивості (більш висока водоутримуюча здатність), містять більше доступних для рослин форм поживних елементів, перш за все азоту [22]. Це пов'язують з більшою чисельністю в капролітах черв'яків азотфіксуючих бактерій. Дослідженнями В. Сендецького,

І. Шувара та ін. встановлено, що при внесенні 3 – 9т/га органічного добрива біогумус забезпечує 12 – 45% приросту врожайності сільськогосподарських культур і значно поліпшує якість сільськогосподарської продукції.

При цьому зменшуються витрати на перевезення гною. Якщо на 1га площі рекомендовано вносити 20 – 40т гною, то для одержання того ж ефекту достатньо використання органічного гумусного добрива 3-8 т/га. У садівництві під плодові культури вносять таку кількість – 1,5-3т/га.

У наших дослідженнях кукурудза давала приріст урожаю 30 – 50%, пшениця – до 20%, буряки цукрові – до 20%, картопля – 20 – 30%, овочі – до 70%. Внесення органічного гумусовмісного добрива у дозі 3 т/га забезпечило приріст урожайності кукурудзи гібриду Заліщинський 191СВ у середньому за три роки - 16,6 ц/га порівняно до контролю; у дозі 6т/га збільшення врожаю становило 27,4 ц/га і на 10,1 ц/га було більшим , ніж у варіанті, де вносили 30 т/га гною (контроль).

Найбільша врожайність у середньому за три роки (80,8 – 92,1 ц/га) була у варіантах, де вносили органічні гумусовмісні добрива під кукурудзу в дозі 6 – 10т/га. Встановлено, що внесення такого добрива під кукурудзу в дозах 3,6 і 10 т/га у середньому за роки досліджень забезпечило збільшення вмісту гумусу у шарі ґрунту 0 – 30 см відповідно на 0,06; 0,11 і 0,18% порівняно до контролю.

Ідеальним за чистотою і якістю є біогумус, який одержують в процесі переробки відходів тваринництва дощовими черв'яками, насамперед, червоним каліфорнійським. Одержаний біогумус містить макро- і мікроелементи, амінокислоти, гумінову кислоту та гібереліни в легкозасвоюваній формі. За внесення такого перегною у

грунт завдяки інтенсивній ферментації посилюється ріст і розвиток рослини, знімаються стреси, особливо під час висаджування розсади, посилюється приживлюваність, прискорюється проростання насіння, підвищується стійкість до хвороб. Вирощені на біогумусі овочі практично не містять нітратів. Біогумус краще вносити безпосередньо під рослину або разом із насінням.

Рекомендовано вносити під плодові дерева близько 1,5 кг біогумусу на одне дерево, під ягідні кущі – до 1 кг. Для розсади овочевих культур найкраща суміш біогумусу й торфу (або ґрунт з попелом у співвідношенні 1:1) в рівних частинах. Розсада на біогумусі розвивається швидше, не уражується хворобами, легко переносить пересаджування. Збільшується врожайність культур, прискорюються строки достигання.

Протягом сезону ефективним є підживлення рослин розчином біогумусу – 200–300 г на 10 л води, по 2–4 л розчину на 1 м², а також обприскування – 20–30 г біогумусу на 10 л води; при цьому проявляються його антисептичні властивості, що сприяє зменшенню захворювання рослин вірусними і грибковими хворобами, здійснюється позакореневе підживлення рослин.

БІОТЕХНОЛОГІЯ УТИЛІЗАЦІЇ ГНОЮ ЛИЧИНКАМИ СІНАНТРОПНИХ МУХ

Утилізація свинячого гною і пташиного посліду личинками й одержання цінних продуктів переробки – білкового борошна і біоперегною – відкривають перспективи для розробки і впровадження в свинарство і птахівництво безвідходної технології виробництва м'яса на промисловій основі.

Метод біологічної переробки дає можливість трансформувати складні органічні сполуки, які містяться в гноєві і посліді, а також розвинуту супутню мікрофлору, що багата протеїном, жиром, амінокислотами і мікроелементами в кормову зообіомасу, яку після знезараження використовують на корм тваринам.

В процесі утилізації пташиного посліду личинки мухи за 5 днів при температурі 20°C переробляють в'язкий субстрат вологістю 80% в рихлу масу вологістю 40% і рН 9,5. Таким чином, крім білкового корму, можна одержувати добрива. Після закінчення переробки посліду личинок відділяють від субстрату, сушать і одержують борошно, яке є білковою добавкою до основного раціону птиці.

Борошно, що приготовлене з личинок кімнатної мухи, які культивуються на свинячому гноєві, являє собою суху, сипку масу з вмістом 8-10% вологи, 45-55% – протеїну, 16-21% – жиру і до 5% БЕВ. В 1 кг її міститься: кормових одиниць – 0,99-1,26, перетравного протеїну – 340-430 г, лізину – 33-40г, метіоніну – 10-15г, цистину – до 12г, кальцію – 6–8г, фосфору – 10-12 г. Борошно з личинок багате життєво необхідними мікроелементами.

Впровадження технології у птахівництво дасть можливість зменшити на третину дефіцит кормів тваринного походження й одержати органічне добриво з поліпшеними фізико-механічними властивостями, а також забезпечити охорону навколишнього середовища від забруднення відходами тваринництва.

Технологічний цикл масового виробництва кімнатної мухи складається з етапів вирощування личинок для

маточного поголів'я мух, підготовки пупаріїв, утримання мух в інсектарії і поетапному їх транспортуванні.

Личинок кімнатної мухи вирощують на свинячому гноєві або пташиному посліді в лотках, які виготовляють із листового заліза розміром 200×90×15 см. На них рівним шаром (не більше 10 см) розміщують 80-100 кг гною або посліду. Норма яєць – 0,24-0,30 г/кг субстрату. В приміщенні підтримується температура 22-25°C, вологість – 60-80%. Личинки розвиваються 6-7 днів.

Підготовка пупаріїв розпочинається з відділення личинок від біоперегною. На 6-7-й день одержану масу (біоперегній і личинки) з лотків переносять на сітчастий відділювач (діаметр отвору сітки близько 2 мм). Личинки, відповзаючи від джерела світла, провалюються через вічка в піддон, потім їх переносять у спеціальну камеру, де розміщують на листах шаром не більше 5 см. Під час заляльковування підтримують температуру повітря 24-25°C і відносну вологість – 60-80%. Для відтворення відбирають пупарії, маса яких перед вильотом не нижче 18 мг.

Дорослих мух утримують у садках розміром 100×60×80 см. Для кожної особини відводять 8-10 см³ простору, 0,5-0,6 см² площі стінок для відпочинку, 0,4 см² для напування. В кожний садок вміщують 50 тис. мух. В інсектарії об'ємом 162,5 м³ розміщують 60 садків, експлуатуючи по 6 осадків у циклі. Цикли пупаріями заряджають через 2 дні. Після відродження мух у садки подають корми і воду. До раціону можна включати відвійки, цукровий сирець, відходи пивоварної промисловості. Через 4-5 днів після відродження мух у садки поміщають чашки з принадною речовиною для відкладання яєць (свинячий гній, пташиний послід або фільтрувальний папір, насичений вуглекислим амонієм). Яйця виймають один раз на добу.

На етапі утримання імаго в садках і одержання яйцекладок технологічного ланцюга переробки посліду розроблені й успішно випробовані механізовані вузли поїння мух водою, годування курячою кров'ю, буряковою мелясою, відкладання яєць.

Наступний етап технології – переробка гною личинками і мухами. Тривалість циклу – 7 діб.

Нині успішно функціонують декілька типів установок вирощування личинок. У проблемній лабораторії Новосибірського СГІ створені установки карусельного типу УКТ-1,0, лотково-стаціонарні з подвійним дном та інші; у науково-дослідному інституті тваринництва – лотково-стаціонарні, а також культиватор типу ерліфт. Наступним етапом є відділення личинок від переробленого субстрату.

Заключний етап технології – сушіння личинок (за вологості понад 60% – підсушування переробленого посліду), а також затарювання готової продукції у поліетиленові мішки.

Для запобігання поширенню інфекційних і інвазійних захворювань сільськогосподарських тварин і птиці встановлено, що оптимальним режимом обробки личинок, що відповідають ветеринарно-санітарним вимогам, є висушування і знезараження їх у барабанній сушарці АМВ-40.

Використання борошна личинок у раціонах телят дає можливість зменшити потребу у відвійках на 25-30% без помітного зменшення росту і погіршення їх фізіологічного стану.

Борошно із личинок необхідно вводити до складу комбікормів або зерноsumішей для телят 45-денного віку в кількості 100-200 г/гол., що зменшує витрату молочних продуктів у раціонах до 25% і не впливає негативно на перетравність поживних речовин і фізіологічний стан тварин.

Заміна молока і відвійок, 15-30% за поживністю борошном з личинок не впливає негативно на ріст, розвиток і фізіологічний стан телят. Проведені досліді з вивчення впливу кормів тваринного походження в раціоні на курчат-бройлерів, їхній ріст і екстер'єрні показники. В комбікорми курчатам дослідної групи 20% сирого протеїну замінювали борошном з личинок. Це позитивно вплинуло на живу масу бройлерів.

Новий білковий корм сприяв кращому росту і розвитку молодняку: курчата дослідної групи достовірно в кінці досліді перевищували контрольні за живою масою і за відносним приростом.

В експериментальному господарстві Науково-дослідного інституту генетики і розведення тварин протягом 7 місяців гібридним курям-несучкам згодовували комбікорм з включенням борошна з личинок у кількості 5,6% замість м'ясо-кісткового борошна. Вміст протеїну у комбікормі становив 18%; введення 5,6% борошна з личинок мух підвищило його рівень до 19,29%, що сприяло поліпшенню його якості.

Завдяки згодовуванню борошна із личинок у складі комбікорму несучість птиці зросла на 3,6%, маса яєць – на 2 г, індекс жовтка – на 0,01, виведення курчат – на 12%. Морфологічні й біохімічні аналізи не виявили будь-яких відхилень у якості яєць.

Проведені багаторічні науково-господарські досліді свідчать про можливість використання борошна із личинок у раціонах молодняка свиней, що відтворюють стадо і відгодівельне поголів'я. Новий білковий корм не впливає негативно на здоров'я тварин, відтворювальні, відгодівельні й м'ясні якості.

Використання борошна із личинок у раціоні свиней при інтенсивній відгодівлі в кількості 5-15% поживності дає можливість одержувати середньодобовий приріст живої маси 760-800 г, не впливає негативно на якість сперми, заплідненість маток і розвиток потомства.

Таким чином, одним із шляхів комплексного вирішення завдання забезпечення промислового тваринництва збалансованими кормами і утилізації його відходів, є впровадження ентомологічного методу утилізації органічних відходів тваринництва, який дає змогу одночасно одержувати білок тваринного походження й органічні добрива з поліпшеними фізико-механічними властивостями.

Аналогічним шляхом розроблена технологія переробки посліду в бройлерному (промисловому) кролівництві. Вона високоефективна, рентабельна і закінчується одержанням білкового борошна для комбікормових заводів та перегною для тепличних господарств. Як безвідходне, може бути налагоджено і шовківництво.

Свинячий гній після переробки личинками мух стає дуже цінним органічним добривом, яке має нематодоцидну дію. Особливо воно цінне для закритого ґрунту.

Внесення біоперегною в ґрунт з розрахунку 400 г/м² зменшує чисельність галової нематоди і затримує строки її появи, порівняно з контролем, на 1,5 місяця. Кількість уражених рослин знижується від 15 до 0,8%.

Нематодоцидна дія біоперегною пояснюється, головним чином, наявністю активних речовин, що утворюються в процесі біологічної переробки гною личинками мух. З 1 т нативного свинячого гною можна одержати 400-500 кг біоперегною.

ВИКОРИСТАННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

Внесення органічних добрив у сівозмінах

Правильно виготовлений гній, внесений в оптимальні строки, збільшує врожайність зернових культур на 3–7 ц/га і більше, соняшника – на 1,5–3 ц/га, буряка цукрового – на 40–60 ц/га. У сівозміні гній потрібно застосовувати під найбільш цінні зернові і технічні культури: пшеницю озиму, кукурудзу, буряки цукрові з таким розрахунком, щоб використати післядію його на 2–3 наступні культури, тобто в кожне поле органічні добрива необхідно вносити через 3–4 роки [17,24].

У ланці сівозміни: пар – пшениця озима – буряки цукрові гній потрібно вносити в зайнятий пар під пшеницю озиму; у ланці пар–озимина–озимина – у парове поле або під другу пшеницю озиму. За даними Єрастівської дослідної станції, ефективність 20 т гною, внесеного під першу пшеницю озиму по пару або під другу, була майже однакова. Приріст урожайності становив у першому випадку 5,1 ц/га, у другому – 4–6 ц/га.

У ланці сівозміни: кукурудза на силос–озимина–озимина гній краще вносити під другу озимину; у ланці кукурудза на зерно – кукурудза на силос – під кукурудзу на зерно або силос. Норма внесення - до 20 т/га. Збільшення норми не сприяє дальшому значному зростанню врожаю удобреної культури, а оплата 1 т гною врожаєм зменшується.

Гній, особливо напівперепрілий, потрібно вносити під зяблеву оранку. Необхідною умовою високої ефективності його є рівномірне розкидання на площі та своєчасне загортання в ґрунт. Розрив між розкиданням і заорюванням має становити не більше двох годин.

За використання гною під польові культури в сівозміні його доцільно вносити під висопродуктивні і стійкі до вилягання сорти. На Ізмаїльській дослідній станції гній, внесений під нестійкий проти вилягання сорт пшениці озимої Одеська 16, сприяв збільшенню врожайності на 7,8, а під сорт Безоста 1 – на 34,2%.

Дані дослідів підтверджують, що в степовій зоні найбільш ефективно сумісне використання органічних і мінеральних добрив. Але це не означає, що їх треба змішувати перед внесенням або вносити на одному полі. Органічні добрива рекомендується вносити в одних полях сівозміни, а мінеральні – в інших. Щоб одержати найбільшу врожайність, їх вносять в одне поле: гній – під оранку, а мінеральні добрива малими дозами – в рядки, при сівбі. За сумісного внесення органічних і мінеральних добрив, як свідчать результати дослідів, врожайність збільшується на 2–3 ц/га порівняно з роздільним внесенням.

Визначаючи норми органічних добрив і місця внесення, потрібно керуватися також існуючими рекомендаціями вирощування окремих сільськогосподарських культур.

Застосування органічних добрив на зрошувальних землях

Отримання великої і стабільної урожайності сільськогосподарських культур в районах з недостатнім і нестійким зволоженням без зрошуваного землеробства неможливе. Зрошувальні гідротехнічні заходи дозволяють підвищити продуктивність земель. За даними Українського науково-дослідного інституту зрошувального землеробства і Херсонського сільськогосподарського інституту, бездефіцитний і позитивний баланс гумусу при зрошенні забезпечується тільки в сівозмінах з багаторічними травами і за внесення 12–15 т гною на 1 га сівозмінної площі [42]. Тому на зрошувальних землях разом із систематичним внесенням мінеральних добрив необхідно також приділяти велику увагу гною.

У дослідях Українського науково-дослідного інституту зрошувального землеробства і Херсонського сільськогосподарського інституту тільки за рахунок прямої дії гною врожайність зернових культур збільшилася на 4,4–10 ц/га, а кормових – до 50 ц/га.

Особливо великий приріст урожайності під впливом гною забезпечують овочеві культури та картопля. За даними

Українського науково-дослідного інституту зрошувального землеробства, 20–30 т/га напівперепрілого гною збільшують урожайність помідорів на 142ц/га, картоплі - на 54 ц/га.

В умовах зрошення гній ефективніше використовувати сумісно з мінеральними добривами. Врожайність при цьому збільшується: силосної маси кукурудзи і коренеплодів буряків цукрових – на 200–250 ц/га, помідорів на 350–400,ц/га картоплі – до 80 ц/га.

У першу чергу гноєм необхідно забезпечувати овочеві культури і картоплю, а потім кукурудзу – попередник пшениці озимої. У сівозмінах з буряком цукровим гній треба вносити під цю культуру. Ефективно використовувати його безпосередньо під пшеницю озиму.

Найбільш доцільною на зрошувальних землях нормою гною є : під польові культури – 20–30 т/га, картоплю – 30–40т/га і овочі – від 20 до 60 т/га.

На поля потрібно вивозити напівперепрілий гній і після розкидання негайно заорювати. Під огірки та капусту найефективніше вносити свіжий гній; тут також недопустимий тривалий розрив між його вивезенням і заорюванням.

Гній забезпечує рослини не лише азотом, фосфором, калієм, магнієм, залізом, бором, але і вуглекислотою. Інтенсивність виділення CO_2 з чорнозему звичайного на неудобреному варіанті становила 0,31 - 0,58 кг/га ч, тоді як на участку з 50т/га гною - 0,43 - 0,96 кг/га ч.

Крім гною, на зрошуваних землях високоефективні й інші види органічних добрив: гноївка, пташиний послід. Норми та способи їхнього внесення істотно не відрізняються від норм, що застосовуються у богарному землеробстві. Визначаючи норми органічних добрив і місця їхнього внесення під окремі культури, на зрошувальних землях потрібно також керуватися відповідними рекомендаціями.

Органічні добрива не лише збільшують вміст гумусу і поживних речовин в зрошувальному ґрунті, але і поліпшують його фізичні і фізико-хімічні властивості.

ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНІ ДОБРИВА

Оптимізацію мінерального живлення рослин за органічної системи землеробства, створює також використання органо-мінеральних добрив(ОМД). Органо-мінеральні добрива виготовляють на природній основі (сапропель озерний, торф, буре вугілля, солома та зелена маса) або на основі відходів тваринництва(гній, пташиний послід, тощо). У процесі біоконверсії органічної речовини такі комплекси утворюються за додавання у компостну масу мінеральних добрив. Поєднання органічної і мінеральної частини в ОМД поліпшує баланс та умови живлення рослин при внесенні в ґрунт. Використання збалансованих органо-мінеральних добрив покращує умови формування позитивного балансу гумусу та біогенних елементів, поступово та закономірно підвищується продуктивність ріллі [8,45].

Одним з основних переваг ОМД є зниження розчинності азоту у ґрунті за рахунок залучення його до складу з'єднань з відносно низькою розчинністю, оскільки вони виготовляються на органічній основі шляхом включення мінеральних добрив. Застосовують ОМД під всі види сільськогосподарських культур.

У технологічному процесі одержання ОМД мінеральні елементи живлення утворюють з гуміновими з'єднаннями органо-мінеральні комплекси, що дозволяє закріпити азот і калій в обмінній формі та зменшити їх рухливість, а фосфор перевести в форму, що легко засвоюється рослинами. За рахунок цього коефіцієнт використання поживних елементів з ОМД сягає вище 90%, що дозволяє знизити дози внесення цих добрив порівняно з мінеральними. До того ж, на відміну від органічних добрив, ОМД не містять життєдіяльного насіння бур'янів [45].

Оптимальне співвідношення елементів живлення в ОМД запобігає надлишковому накопиченню нітратів в продуктах, забезпечує не тільки приріст врожаю, але й поліпшує поживну цінність продукції. Вивчення впливу органо-мінеральних добрив на оточуюче середовище показує їх ефективність також і з екологічних позицій. Використання таких добрив

знижує винесення особливо небезпечних у відношенні забруднення водних джерел нітратних іонів. Вважається, що це відбувається в основному за рахунок вмісту в органо-мінеральних добривах лігніну (30-50 %), який фіксує рухомий амоній [18].

Відомо, що ґрунт повинен мати високу ємність поглинання і буферність, щоб утримувати велику кількість мінеральних солей і поступово віддавати їх рослинам. Важливо, щоб ці якості зберігалися тривалий час. Органо-мінеральні добрива відповідають цим вимогам, оскільки при їх використанні покращуються фізико-хімічні властивості ґрунту, збільшується ємність вологи за рахунок властивості утримувати вологу в гранулах впродовж тривалого часу, ґрунт стає більш пухким, знижується його об'ємна маса. При використанні ОМД не відбувається засолення ґрунтів, що спостерігається при використанні високих доз мінеральних добрив. Головне, що з ОМД елементи живлення звільняються у відповідності з потребою рослини, а також внесення ОМД сприяє рівномірному розподіленню елементів живлення в ґрунті, що забезпечує його високу якість.

Таким чином, до переваг органо-мінеральних добрив можна віднести наступні позитивні моменти[45]. По-перше, органо-мінеральне добриво містить велику кількість свіжого лігніну, який є повільно діючим джерелом елементів мінерального живлення, джерелом для утворення гумусу, середовищем для розвитку мікроорганізмів, а значить надійним джерелом поживних речовин для рослин. По-друге, кальцій, що міститься в органо-мінеральних добривах, з одного боку, сприяє закріпленню органічної речовини в ґрунті, а з іншого є джерелом поповнення ґрунту кальцієм, тобто забезпечує сприятливі умови для формування оптимальних водно-фізичних властивостей ґрунту. По-третє, в органо-мінеральних добривах міститься певна кількість рухливих поживних речовин, макро- та мікроелементів, необхідних для рослини. По-четверте, використання органо-мінеральних добрив, які містять до 6 % органічного вуглецю, дозволить вирішити одну з важливіших проблем сучасного сільськогосподарського виробництва - забезпечення

бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті. По-п'яте, одержана суміш може бути використана як універсальний меліорант, тому що в процесі нейтралізації можливо спланувати одержання добрива з різною реакцією середовища та з різним вмістом кальцію, який є основним меліоруючим компонентом серед меліорантів. Якщо органо-мінеральне добриво планується вносити на солонцюватих ґрунтах, то програмується одержання підкисленої суміші, яка містить CaSO_4 , а в разі кислих ґрунтів - то відповідно слабо лужною, насиченою CaCO_3 .

Технології виробництва ОМД відрізняються по органічній речовині, яка використовується як основа для виробництва добрив, по виду добрив (проста суміш або гранульовані добрива) та по домішкам, які поліпшують властивості добрив. У якості органічної речовини використовують торф, сапропель, гідролізний лігнін, гній, пташиний послід, тверді побутові відходи, решки деревини та опалого листя, буре вугілля, інші.

Одним з перших органо-мінеральних добрив, який почала випускати промисловість, були торфо-мінерально-аміачні добрива (ТМАД). Готували їх торфопідприємства польовим способом, змішуючи торф з мінеральними добривами.

Зараз торфомінеральні аміачні добрива виготовляють шляхом обробки торф'яної кришки, яка має вологість не більше 63 %, аміачною водою, фосфоритною мукою, суперфосфатом, хлористим калієм та іншими калійними добривами. Для виробництва ТМАД беруть торф, який має ступінь розкладення не нижче 15 % та зольність не вище 25 %. ТМАД промислового виробництва повинні мати вологість не вище 63 %, зольність - не більше 30, містити розчинний азот, фосфор та калій - 0,5-0,6 % на абсолютно суху речовину. Випускають його з таким вмістом поживних речовин, г діючої речовини на 1 кг: азоту – 6-11; фосфору - 7,5-22; калію-11-20; рН суміші 6,4-8,1. Встановлені такі типи торфо-мінеральних добрив для сільського господарства: гумофос, гумофоска, торфомінеральні (ТМД), торфоаміачні (ТАД), торфомінеральноаміачні (ТМАД), гумати натрію та амонію.

Зараз з'являються нові види добрив на основі торфу, наприклад, торфомінеральноцеолітові гранульовані добрива з пролонгованою дією. Цього досягають за рахунок гранулювання торфо-мінеральної суміші і внесення до складу гранул додаткового сорбенту природного цеолітового туфу.

Перевірка ефективності і пролонгованої дії показала, що внесення в ґрунт гранульованих торфомінеральних добрив в порівнянні з сумішшю мінеральних туків приводить до зниження невиробничих втрат елементів мінерального живлення (в 2,4 разу азоту, 3,3 фосфору, 2,6 разу калію); до більш різкого зниження втрат (2,5 разу азоту, 2,8 разу калію) приводить використання торфомінеральноцеолітових гранул.

Це дозволяє розглядати гранульовані торфомінеральноцеолітові добрива як пролонговані та використовувати їх не тільки в рік внесення, але й в наступні.

Підстилковий гній, тверду фракцію безпідстилкового рідкого гною та пташиний послід раніше використовували на добриво у чистому вигляді, або у складі простих компостів.

Дози органічних добрив зазвичай становили 30 – 40 т/га, на які накладали оптимальне мінеральне удобрення. Нині така технологія є низькорентабельною у зв'язку з високими транспортними витратами. На зміну традиційним способам використання добрив сучасна аграрна наука потребує альтернативних технологій, що полягають у поєднанні в одній гранулі органічних і мінеральних компонентів. На Черкащині, у селі Червона Слобода Черкаського району ввійшов до складу діючих завод ЗАТ “Еко-Азот” із виробництва органо-мінеральних добрив “Гармонія” [31].

Добрива “Гармонія” майже на 90% складаються із органіки і застосовуються у садівництві і городництві для підживлення газонів, декоративних рослин. Добриво «Гармонія» виготовляється на основі знезараженого термічно висушеного курячого посліду з введенням необхідних мінеральних складових та мікроелементів. Воно містить азоту 5%, фосфору 5%, калію 5%. У процесі виробництва послід змішується із соломою і фосфоро-калієво-азотними домішками. Таке добриво має тривалу дію, поступово підживлює рослини протягом 60 днів після внесення у ґрунт.

Нині запропоновані підвищені сорбційних, іонообмінних і біогенних властивостей органо-мінеральних добрив. Новим аналогом таких добрив є торгова марка “Добрі Добрива”, що виробляються на промисловій лінії біля Полтавської птахофабрики в с. Стасі Диканського району Полтавської області[9].

Технологічний процес передбачає компостування нативного безпідстилкового пташиного посліду та виготовлення готової продукції – грануляту, що містить пташиний послід, мінеральні добрива (NPK), сорбенти і іонообмінники.

Перевагою комплексу “Добрі Добрива” над простими органо-мінеральними сумішами є включення до їх складу сорбентів та іонообмінників, що забезпечують ґрунт мікроелементами, створюючи оптимальні умови для стартового росту рослин, та мають пролонговану дію.

“Добрі Добрива” мають вміст мікроелементів (мг/кг): марганцю – до 400, міді 20 – 40, кобальту 10 – 12, цинку 20 – 40 мг/кг. Вміст важких металів, зокрема, кадмію у 100 разів і свинцю у 25 разів менше від граничнодопустимих концентрацій, прийнятних для органічних добрив.

“Добрі Добрива” мають гранули розміром 4-5 мм, вони міцні і придатні для будь-яких способів внесення в ґрунт – основного, локального і рядкового, що забезпечується серійною технікою. Зважаючи на високий вміст основних елементів живлення для рослин, оптимальні їх дози за розкидного внесення під просапні культури становлять 1,0 – 1,5 т/га, зернових 0,8 – 1,0 т/га. Польові досліді, проведені ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії УААН» показали, що за використання органо-мінеральних «Добрих добрив» можна розраховувати на одержання приростів зерна ячменю, насіння соняшника, бульб картоплі, коренів цукрових буряків – в межах 30 - 40%.

Всі зазначені технології використовують, в основному, для виробництва ОМД тверду або висушену фракцію гною або посліду. Перспективним є використання в якості органічної основи рідких відходів тваринництва або птахівництва. Це дозволить одночасно вирішити питання захисту оточуючого

середовища від його забруднення біогенними речовинами, які містяться у гної та посліді.

Органічні та органо-мінеральні добрива „Оптима” почало виробляти ТОВ „УкрТехноФос”[43].

В залежності від складу виготовляють ОМД „Оптима” чотирьох марок: марка „Стандарт” – органо-мінеральне добриво із вмістом макроелементів (NPK) – 2,0-2,4-2,0 %; марка „3-3-3” – вміст макроелементів (NPK) – 3,0-3,0-3,0 %; марка „5-5-5” – вміст макроелементів (NPK) – 5,0-5,0-5,0 %; марка „10-6-8” – вміст макроелементів (NPK) – 10,0-6,0-8,0.

Для виготовлення ОМД використовуються наступні компоненти: свіжий осад очисних споруд, сухий осад очисних споруд, органічний наповнювач – низинний торф, мінеральний компонент (фосфогіпс або лесоподібний суглинок, мергель, розмелені туфи), калій хлористий із вмістом K_2O – 55%, амофос із вмістом P_2O_5 – 52%, азоту – 12%, аміачна селітра із вмістом азоту – 34,4%.

Відділом агрохімії ННЦ «Інститут землеробства НААН» створені органо-мінеральні комплекси у складі нового покоління органо-мінеральних біоактивних добрив (ОМБД), які також виготовляють на природній основі [27]. За оптимальних доз підстилкового гною в традиційному землеробстві 30-60 т/га і мінеральних добрив $N_{60-80} K_{60-80}$ у разі внесення ОМБД їх дози знижуються до 1-2 т/га в основне удобрення за стандартної вологості до 60 % і до 0,1-0,3 т/га в рядки при сівбі із забезпеченням урожайності як і за традиційних технологій.

Суть технологій полягає в тому, що в процесі біоконверсії органічної речовини проходять процеси її трансформації, які забезпечують створення гуматної основи для безперервного мінерального живлення рослин, яка раніше досягалася значно більшою масою підстилкового гною або пташиного посліду в його пасивному стані.

В оптимізації мінерального живлення рослин непомітно, але неухильно, на перший план виходять власне «тонкі» технології, зокрема розроблення теоретичних засад і практичне втілення гуматних добрив, які проявляють себе на рівні мікроконцентрацій. Гумати — специфічні прозорі

органічні речовини, що утворюються в ґрунті у вигляді водорозчинних солей гумінових кислот як біополімерів із високою ємністю катіонного й аніонного обміну. Запаси загального гумусу не завжди є константою, за підвищення хімічних навантажень на сівозмінну площу відбувається не лише мінералізація органічних решток, а й частини гумусу, яка переходить у лабільний стан, що являє собою водорозчинні форми гумінових кислот. Їх природне надходження у вбирний комплекс ґрунту є безпосереднім джерелом мінерального живлення рослин.

У сучасних умовах важливого значення набувають нанотехнології, побудовані на застосуванні стимуляторів росту нового покоління. Ними, як і гуматними рідкими добривами, доцільно обробляти насіння та проводити позакореневе підживлення сільськогосподарських культур. Найперспективнішими на сьогодні є нове покоління біостимуляторів, зокрема Біолан, Стимпо, Регоплант й ін. Ці препарати активізують основні процеси життєдіяльності, зокрема фотосинтез, дихання, мінеральне живлення рослин і зменшують надходження в рослину нітратів, важких металів, радіонуклідів і залишкових пестицидів, що важливо як для інтенсивного, так й органічного землеробства. Норми застосування препарату Стимпо становлять для оброблення насіння 25 мл/т, для позакорневих підживлень — 20 мл/га; Регоплант — відповідно 250 мл/т і 50 мл/га. Застосування цих препаратів виключає внесення цілої низки фунгіцидів і пестицидів, що є перспективним для органічного виробництва. Їм належить важлива роль і в розвитку корисних еколого-трофічних груп мікроорганізмів. У процесах мінералізації побічної соломистої продукції буде ефективним застосування біопрепарату Екостерн. Він повністю компенсує внесення мінерального азоту в дозі 10 кг/т соломи.

Аналіз наведених матеріалів показує, що на ринку вже з'явилися та продовжують з'являтися ниві види добрив, які характеризуються значно вищою ефективністю в порівнянні з традиційними добривами. При цьому особливого значення набувають добрива пролонгованої дії із заданими властивостями і структурою. Для забезпечення рослин

біогенними елементами протягом всього вегетаційного періоду розроблені основні принципи формування складу універсальних органо-мінеральних добрив пролонгованої дії, що містять у збалансованому співвідношенні поживні речовини органічного матеріалу, природні мінерали та біологічно активні сполуки.

«ЗЕЛЕНІ» ОРГАНІЧНІ ДОБРИВА – СИДЕРАТИ

Загальні принципи доцільності використання сидератів

Важливим джерелом органічних добрив для сільського господарства є зелені добрива. Це рослини, що дають органічні добрива, які отримують шляхом вирощування рослин з наступним заорюванням їхньої зеленої маси в ґрунт. Вони дають високу продуктивність для закладання в ґрунт зеленої біомаси рослин.

Заробка в ґрунт зеленого добрива для підвищення його родючості називається сидерацією. При цьому зелені рослини, які заорюють в ґрунт як добриво, називаються сидератами [6,7,10,11,15,33,39].

Найкращими культурами для зелених добрив є бобові рослини, корені яких фіксують азот повітря і збагачують ним ґрунт. Важливо відзначити, що в одній тоні бобового зеленого добрива стільки ж азоту, скільки його міститься в одній тоні гною.

Дослідженнями встановлено, що заорювання в ґрунт 20–25 т/га зеленої маси бобових сидератів рівноцінне внесенню 20 т хорошого гною. Внесення сидератів особливо ефективно на віддалених від населених пунктів і тваринницьких ферм полях.

Наприклад, при підсіві восени або рано навесні під покрив жита озимого багаторічний люпин може дати після збирання покривної культури до 20 т/га надземної маси і 12–15 т коренів, які містять приблизно 180–200 кг/га азоту, 50–60 кг P_2O_5 і 70–90 кг/га K_2O та інших елементів живлення. Заорюють покривний люпин пізньої осені плугом з подальшим дискуванням і коткуванням ґрунту, що запобігає відростання люпину і створює хороші умови для наступних культур.

Термін «сидерація» вперше запропонував у XIX сторіччі французький вчений Ж. Віль. Заробку спеціальних посівів рослин, надземна маса яких частково або повністю

заробляється у ґрунт, називають сидерацією, а саму культуру – сидератом.

Ми вважаємо, що під «сидерацією» потрібно розуміти заробку не лише надземної маси, а й кореневої системи, тобто усієї рослинної маси.

Рослинну масу на зелене добриво широко використовують майже в усіх країнах Європи. Аналіз літератури свідчить, що для сидерації використовують понад 60 різних культур. Сидеральні культури використовують для збагачення ґрунту поживними речовинами, покращення структури його верхнього шару, водного, повітряного, теплового, фітосанітарного режиму та захисту ґрунту від ерозії.

Зелене добриво є невичерпним, постійно поновлювальним джерелом органічної речовини. За даними наукових досліджень, сидерати за своєю ефективністю прирівнюються до напівперепрілого гною з коефіцієнтом 1,5. Необхідно зауважити, що витрати енергії на удобрення одного гектара з розрахунку 30 т гною збільшують витрати на вирощування сидеральної культури більше, ніж у 2,5 рази.

Вибираючи ту чи іншу сидеральну культуру, потрібно враховувати кліматичні, ґрунтові й організаційно-економічні умови господарства. Особливу увагу треба звертати на насінництво, оскільки вартість насіння становить основну статтю витрат за вирощування культур на зелене добриво.

Відразу після сходів сидерати починають «працювати» на родючість ґрунту. Сонце на полях, зайнятих ними, не пересушує верхній шар, не вбиває мікрофлору, а лише сприяє фотосинтезу. Бобові культури збагачують ґрунт азотом, який фіксують із повітря бульбочкові бактерії, розміщені на їхніх коренях. Накопиченого азоту вистачає як самій сидеральній культурі, так і наступній після неї культурі у сівозміні. Позитивний вплив сидерації на родючість ґрунту й урожайність сільськогосподарських культур зберігається протягом трьох років. Так само, як і гній, сидерати є важливим джерелом для синтезу органічної речовини ґрунту.

Як сидерати, здебільшого висівають бобові культури (еспарцет виколистий, люцерна посівна, вика яра, буркун,

люпин, серадела), які більше корисні для збагачення ґрунту поживними речовинами. Широко використовують редьку олійну, гірчицю, гречку, фацелію та інші. Висівають також суміші, зокрема: вику яру та овес посівний, редьку олійну та овес посівний тощо.

Під впливом бобових сидератів у 4–7 разів збільшується кількість бульбочкових бактерій, значно підвищується ферментативна активність ґрунту, покращуються його фітосанітарні та водно-фізичні властивості, створюються умови для інтенсивного розвитку мікроорганізмів і мікрофауни, яка визначає родючість даного поля.

Широке впровадження сидератів сприяє включенню в малий кругообіг із більш глибоких генетичних горизонтів ґрунту невикористаних резервів фосфору, калію, кальцію, магнію та інших елементів живлення рослин.

Сидеральні культури вирощують із підсівом до покривної культури, поукісно і пожнивно. У першому випадку, у рік вирощування, сидерати підсівають під покривну культуру (ячмінь ярий, кукурудза на зелений корм та ін.), або висівають безпосередньо після збирання основної культури (поукісно, пожнивно). В процесі вирощування сидеральних культур із підсівом під покривну культуру поле обробляють за технологією підготовки ґрунту для покривної культури. З метою вирощування сидератів післяукісно або пожнивно ґрунт готують рекомендованими агрегатами на глибину 6–8 сантиметрів. Головне – не допустити розриву між збиранням попередника і сівбою сидерата, бо це призводить до значної втрати вологи і, як наслідок, гіршого розвитку сидеральної культури. Важливо також забезпечити загортання насіння у вологий ґрунт. Сівбу проводять відразу ж за обробітком ґрунту або одночасно з ним. Основний спосіб сівби – звичайний рядковий; норми висіву для післяукісного або пожнивного посіву збільшують на 20–25 % порівняно з оптимальними умовами (за сівби весною) і загортають його на 1–2 см глибше. Після сівби проводять коткування, досходове і післясходове боронування легкими посівними боронами, а на широкорядних посівах – і міжрядний обробіток.

Найкращі результати для одержання дружніх сходів і наступного росту сидератів дає саме поверхневий обробіток ґрунту: зберігається волога, до мінімуму зводиться негативна дія на нього ерозії, зменшується забур'яненість і кількість проходів агрегатів, не ущільнюється ґрунт. У поєднанні з сидератами поверхневий обробіток забезпечує найефективніше збереження та підвищення родючості ґрунту.

За вирощування сидеральних культур поліпшується родючість ґрунтів, що створюють самі рослини. Цю властивість вираховано навіть математично. За своє життя на формування біомаси рослина бере з ґрунту лише 10 % «матеріалу», а 90 % одержує з повітря, енергії сонячних променів.

Таким чином, на кожну тонну врожаю сухої речовини (основної та побічної продукції), багаторічні бобові трави (люцерна, еспарцет, конюшина) фіксують із повітря приблизно 30–38 кг, люпин і кормові боби – 20–27 кг, горох – 10–15 кг азоту. Поверхневий обробіток і залишки на поверхні рослинних решток значно підвищують азотфіксацію бобовими культурами.

ВИДОВИЙ СКЛАД РОСЛИН ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СИДЕРАТІВ

Еспарцет виколистий або посівний

Однією з основних сидеральних культур є еспарцет виколистий, або посівний. Він формує на перший рік до 180 ц/га сирової маси, на другий рік – 270-300 ц/га з високим вмістом азоту, фосфору, калію та ряду мікроелементів. Після його дискування у фазі бутонізації-початку цвітіння у ґрунт надходить більше 10 т/га органічної речовини (за вмістом вуглецю це еквівалентно 40-45 т/га гною). При цьому одна тонна органіки еспарцетового сидерату у 2-3 рази дешевше однієї тонни гною. Коренева система еспарцету є потужним біологічним розрихлювачем, що покращує структуру і водопроникність ґрунту. Еспарцет - добрий попередник під всі культури, особливо під пшеницю озиму.

Еспарцет сіють рано навесні під покрив ранніх ярих зернових, зокрема, ячменю або кукурудзи на зелений корм звичайним рядковим способом. Норма висіву 6-8 млн. схожих насінин на 1 га (100-120 кг/га). Глибина загортання насіння - 3-4 см.

В ПП «Агроекології» Шишацького району Полтавської області широке використання багаторічних трав – один із основних елементів системи органічного землеробства, яка успішно застосовується тут протягом чотирьох десятиліть. Цей досвід – в комплексі, або його окремі елементи, може стати у пригоді будь-якому сільськогосподарському підприємству, незалежно від системи землеробства, за якою воно працює. Адже в «Агроекології» багаторічні бобові рослини виконують відразу декілька функцій – від зелених добрив до кормів. Кожна з цих функцій заслуговує того, щоб написати про неї окремо.

Збереження та підвищення родючості ґрунту - досягається кількома шляхами. По-перше, всі бобові мають на корінні бульбочки, в яких мешкають азотфіксуючі бактерії. Саме завдяки цій властивості бобових трав у ґрунті накопичується симбіотичний азот. По-друге, висока

урожайність багаторічних бобових трав дає можливість використовувати їх як чудове сидеральне добриво. По-третє, ці рослини залишають на полі після завершення їхнього культивування велику кількість органічної речовини у вигляді стерні й коренів. Все це сприяє бурхливому розмноженню й активній діяльності ґрунтової біоти, яка перероблює органічну речовину рослин на гумус.

Покращення структури ґрунту.

Коренева система бобових рослин добре розпушує ґрунт, пронизуючи його до півтора метра в глибину. Вона також сприяє утворенню його дрібногрудкової структури.

Створення запасів вологи.

Поля, на яких ростуть багаторічні бобові трави, краще забезпечені вологою. Завдяки поліпшенню фізичних властивостей ґрунту, наявності зеленого покриття, розгалуженої кореневої системи вода краще проникає в землю й залишається в ній. Взимку на таких полях краще затримується сніг, що також сприяє накопиченню вологи. Крім того, після приробляння багаторічних трав на сидерат, на поверхні поля утворюється шар мульчі, яка теж утримує вологу.

Протиерозійна дія.

І надземна частина рослин під час вегетації, і стерня після їх скошування захищають ґрунт від вітрової й водної ерозії. Дощова і тала вода не стікають з таких полів, навіть якщо вони розташовані на крутосхилах, а всотуються біля стебел рослин завдяки наявності в землі капілярів і розгалуженої кореневої системи. Також корені «сковують» землю і, таким чином, запобігають вивітрюванню й вимиванню частинок ґрунту.

Запобігання забур'яненості посівів інших культур.

Хоча в перший рік вирощування, на початку вегетації, бур'яни можуть обганяти в розвитку багаторічні бобові трави, вже після першого укусу ця проблема вирішується. Отава, що швидко відростає, не дає можливості розвиватися бур'янам.

Тому після багаторічних трав поле під посів наступної культури залишається чистим.

Оздоровлення полів.

Через те, що бобові й злакові рослини мають переважно різні захворювання й шкідників, наявність в сівозміні багаторічних трав запобігає пошкодженню зернових культур хворобами й комахами.

Гарні попередники для зернових культур.

Завдяки ряду перелічених вище факторів, саме багаторічні бобові трави є чудовими попередниками для найцінніших культур – зернових.

Цінні кормові рослини.

Багаторічні бобові рослини забезпечують худобу поживним високобілковим кормом, добре збалансованим за складом і вмістом амінокислот. Їх зелену масу можна згодовувати тваринам безпосередньо після скошування, а також заготовляти у вигляді сінажу, сіна. Завдяки тому, що ці культури дають кілька укосів за сезон, одне й те саме поле можна використовувати як джерело зеленої маси і для годівлі, і для заготівлі кормів на зиму. Вони добре вписуються в схему зеленого конвеєра.

Економічність.

Багаторічні трави використовуються на одному полі протягом 2-3 років, тому витрати на обробіток ґрунту, придбання посівного матеріалу тощо суттєво знижуються.

Медодайність.

З одного гектару еспарцету бджоли можуть зібрати до 250 кілограм високоякісного меду.

За збирання покривної культури потрібно залишати стерню висотою 15-20 см для кращого снігозатримання. Навесні наступного року проводять боронування у два сліди.

Дискують еспарцет на сидерат у фазі кінця бутонізації – початку цвітіння.

Дискування проводять у 2-3 сліди важкими боронами (БДТ-7, БДВ-6,5 та ін.). Після підсихання зеленої маси

проводиться культивація; кращими агрегатами для цього є переобладнані в ПП "Агроекологія" культиватори КПЕ-3,8 та стерньовий культиватор-коток (переобладнана сівалка-культиватор - зернова стерньова СЗС-2,1). Основою цих культиваторів є жорстка підвіска робочих органів, яка дозволяє підрізати, а не вичісувати кореневу систему багаторічних трав. Завдяки цьому, за рахунок каналів, утворених кореневою системою після її відмирання, покращується водний і повітряний режим ґрунту.

У подальшому проводиться передпосівна культивація і сівба пшениці озимої, яка, як правило, висівається на цьому полі.

Доцільним є прикочування після сівби для ущільнення доволі пухкого верхнього шару ґрунту за рахунок значної кількості органічної речовини.

Буркун

Ефективним, як сидерат, використовується також буркун. В Україні найпоширеніші два види буркуну: білий і жовтий. Буркун жовтий відрізняється від білого меншою висотою, значно меншою кількістю зеленої маси, а тому в культурі переважає буркун білий.

Буркун має здатність нагромаджувати в ґрунті значну кількість фосфору, калію, кальцію, сірки, чим сприяє поліпшенню його родючості. Буркун також використовують, як меліорант, для освоєння засолених ґрунтів. За один укіс буркуну отримують 350-400 ц/га зеленої маси. Його сіють переважно під покрив ранніх зернових культур, однорічних ярих сумішей, кукурудзи на зелений корм. Буркун можна вирощувати і в чистому безпокритому посіві. Сіють його звичайним рядковим способом зернотрав'яними сівалками одночасно з покривною культурою. Глибина загортання насіння – 2-3 см; норма висіву – 7-10 млн./га (15-25 кг/га). Дискують на сидерат у фазі бутонізації – початку цвітіння. У подальшому технологія підготовки ґрунту під посів озимих аналогічна попередній.

Люпин

Однією з найкращих сидеральних культур вважається люпин. Це – біологічний меліорант: він відіграє винятково важливу роль у поліпшенні родючості малородючих дерново-підзолистих, піщаних та супіщаних ґрунтів, покращуючи їхні фізико-хімічні властивості. Маючи добре розвинену кореневу систему (на 2 м і більше), яка здатна активно засвоювати з ґрунту важкорозчинні сполуки елементів живлення, а також завдяки активній діяльності бульбочкових бактерій люпин дає урожайність зеленої маси до 350 ц/га і більше. Він є найкращим азотфіксатором з усіх зернобобових культур. На одному гектарі люпинового поля нагромаджується до 200 кг і більше симбіотичного азоту. Це рівнозначно 40-45 т/га гною, або 5 ц аміачної селітри. У ґрунті залишається до 10 т органічної речовини, 30 кг фосфору, 50 кг калію. Азот зеленої маси люпину, що використовується на сидеральне добриво, а також кореневі і рослинні рештки поступово мінералізуються і практично не вимиваються. Це повільнорозчинне азотне добриво. Симбіотичний азот люпину є легкодоступним, екологічно чистим і найдешевшим з усіх видів добрив. Люпин переміщує з нижніх шарів ґрунту у верхні фосфор, калій, кальцій та інші мінеральні елементи, які могли бути втраченими назавжди для інших культур. Для зеленого добрива використовують такі види люпину: синій (або вузьколистий), жовтий, білий і багаторічний. Синій, жовтий та багаторічний люпини вирощуються в зоні Полісся, а білий – у районах Лісостепу та Закарпаття.

Люпин висівають у паровому полі навесні одночасно або зразу за ранніми зерновими культурами, а післяжнивний та післяукісний – одразу після збирання попередньої культури. Глибина загортання насіння – не глибше 3-4 см (насіння люпину під час проростання виносить на поверхню сім'ядолі). Найпоширеніший спосіб сівби – звичайний рядковий. На забур'яненних полях та ущільнених ґрунтах застосовують широкорядний спосіб з шириною міжрядь 45 см. Норми висіву за звичайної рядкової сівби: жовтого люпину – 1,2-1,3 млн. насінин на 1 га (160-180 кг/га); синього – 1,1-1,2 млн. (180-200

кг/га); білого – 0,8-1 млн. (220-240 кг/га). За широкорядного способу сівби норму висіву зменшують до 0,5-0,6 млн. і висівають 80-100 кг/га (жовтого і синього); білого – теж 0,5-0,6 млн. (100- 120 кг/га). Заробляють люпин на сидерат у фазі утворення бобів, оскільки в цей час у ньому нагромаджується максимальна кількість азоту. У цій фазі за оптимальних умов вирощування нагромаджується 200-350 ц/га і більше зеленої маси люпину, яка містить від 100 до 200 кг/га і більше азоту.

За післяякісної сівби люпин висівають після скошування попередньої культури на зелений корм.

Підсівні посіви характеризуються тим, що люпин підсівають навесні під основну культуру. Після збирання врожаю основної культури люпин починає інтенсивно рости і нагромаджувати зелену масу, яка і використовується для удобрення. Після дискування кормового люпину на сидерат у фазі бутонізації або початку цвітіння за сприятливих умов зволоження надземна маса може відрости і її використовують знову як зелене добриво.

Окремо потрібно сказати про технологію вирощування люпину багаторічного. Ця культура, як сидерат, не має собі конкурента: це найкращий азотфіксатор: тільки на одній рослині формується 600-700 бульбочок. Урожайність зеленої маси за 2-3 укоси – 600-800 ц/га. Багаторічний люпин сіють під покрив жита озимого (рідше пшениці озимої). Кращий строк сівби – підзимовий (в кінці листопада). Можна сіяти також і рано навесні, підсіваючи його в ярі зернові. Висівають його на зелене добриво рядковим способом – 40-50 кг/га (1,0-1,2 млн.). Глибина сівби – 2-3 см. Дискування на зелене добриво необхідно проводити в період цвітіння-зав'язування бобів.

Люцерна посівна або синя

Однією з цінних культур для сидерального добрива є люцерна посівна або синя. Це пояснюється її високою продуктивністю. Під впливом люцерни поліпшуються фізичні властивості ґрунту, особливо його структура. Люцерна захищає ґрунт від вітрової і водної ерозії, а також сприяє

розсоленню верхніх шарів ґрунту і збагаченню його азотом і органічною речовиною (після її відмирання і розкладання у ґрунті залишається до 200 кг/га азоту). Вона швидко відростає (3-4 рази протягом вегетаційного періоду) і може давати урожайність зеленої маси тільки за один укіс 100-150 ц/га.

Сіють люцерну в чистому вигляді, також в травосумішах (в обох цих випадках значно рідше), а частіше під покрив ярих зернових культур (найчастіше – ячменю). В люцерні дуже багато твердого насіння, а тому його обов'язково треба скарифікувати. Сівбу проводять одночасно з покривною культурою зерно-трав'яною сівалкою рано навесні звичайним рядковим способом на глибину 2-3 см. Норма висіву – 12-14 кг/га насіння люцерни, а норму висіву покривної культури ячменю зменшують на 20 %. У фазі бутонізації-початку цвітіння люцерни (після збирання ячменю) проводять дискування на сидеральне добриво.

Горох польовий (пелюшка)

Ця культура успішно культивується на всіх типах ґрунтів, крім солонцевих, не переносить надто перезволожених земель. Найкраще росте на суглинкових та супіщаних ґрунтах. Окрім того, пелюшка добре росте на ґрунтах з підвищеною кислотністю (рН 5,5).

За даними досліджень Полтавського інституту АПВ ім. М.І. Вавилова, за вирощування пшениці озимої на фоні заробки зеленої маси польового гороху урожайність культури в середньому за 2004-2006 роки становила 41,8 ц/га [5].

Пелюшка невибаглива до попередників, тому сіяти її можна після озимих, ярих зернових і просапних. В переважній більшості пелюшку висівають в сумішках з підтримуючою культурою: вівсом, ячменем, житом, трітікале, гірчицею, ріпаком ярим. Сівбу проводять суцільним рядовим способом зерновими сівалками. Глибина загортання насіння - 5-7 см. Норма висіву пелюшки – 1,2-1,3 млн. шт. насінин на гектар. В сумішах висівається на гектар 150-160 кг пелюшки та 60-80 кг вівса або ячменю ярого. В суміші з капустяними культурами

норма висіву пелюшки - 1,2-1,3 млн. шт. насінин на гектар і 0,5 млн. гірчиці білої, ріпаку.

Урожайність зеленої маси становить 300-400 ц/га. За допомогою бульбочкових бактерій пелюшка здатна накопичувати на 1 га до 60-100 кг біологічного азоту.

Вика яра

Як сидеральне добриво використовується також вика яра. Це одна з найпоширеніших однорічних бобових трав. Але краще висівати її на зелене добриво в суміші з вівсом. За високого рівня агротехніки врожайність зеленої маси виковісної суміші досягає 250-300 ц/га і більше.

За даними досліджень Полтавського інституту АПВ ім. М.І. Вавилова, за вирощування пшениці озимої, на фоні заробки зеленої маси вики ярої, урожайність культури в середньому за 2004-2006 роки становила 44,6 ц/га - була на 6,7 % більшою, порівняно з горохом.

Спосіб сівби – звичайний рядковий, що забезпечує рівномірне розміщення насіння на площі. При цьому рослини вики добре пригнічують бур'яни. Висівають вику яру з вівсом дуже рано: одночасно з ранніми зерновими культурами. Співвідношення при сівбі насіння вики і вівса – як 3-4:1. Це становить 100-120 кг/га вики і 50-70 кг/га вівса; всього – 150-190 кг/га (залежно від району вирощування). Насіння загортають на глибину 4-5 см. На легких ґрунтах глибину збільшують до 5-6 см. У фазі «сизих бобів» проводять дискування на сидеральне добриво.

Вика озима

Використовується, як зелене добриво, і вика озима. Сівба вики озимої у чистому вигляді неефективна у зв'язку з виляганням травостою і зниженням урожайності зеленої маси. В цьому аспекті її все-таки краще висівати в суміші з озимими зерновими культурами (переважно з житом озимим).

Урожайність зеленої маси у суміші з житом озимим становить 300-400 ц/га.

За сівби суміші можна висівати одночасно вику з житом озимим, але краще висівати їх роздільно. Спочатку висівають вику (за 12-14 днів до оптимального строку сівби жита). Потім по сходах вики впоперек рядків висівають жито. Роздільна сівба сприяє кращому розвитку рослин вики озимої, успішній її перезимівлі, меншому випаданню взимку; в цьому випадку значно збільшується її частка в суміші – до 30-40 %.

Спосіб сівби – звичайний рядковий. Оптимальна глибина сівби – 3-4 см. За нестачі вологи у посівному шарі і на піщаних ґрунтах глибину загортання збільшують до 5-6 см. Норма висіву насіння вики озимої – 50-60 кг/га і жита озимого – 60-80 кг/га; всього – 110-140 кг/га. У фазі цвітіння вики (до виколошування жита) проводять дискування на сидеральне добриво.

Гірчиця біла

Як сидеральне зелене добриво характеризується швидким ростом вегетативної маси. Всього протягом 30-40 діб настає укісна стиглість. Ось чому, завдяки швидкорослості, її використовують як сидерат, висіваючи навіть у пізні строки (кінець липня-початок серпня), після збирання зернових культур. Урожайність зеленої маси досягає 200-300 ц/га.

Висівати її весною, одночасно з ранніми зерновими культурами. Потрібно відмітити ще одну цікаву властивість її, як природного гербіциду (зменшує забур'яненість наступних культур у сівозміні). В зв'язку з цим краще гірчицю білу сіяти після збирання зернових культур і використовувати у вигляді зеленого добрива. Сіють звичайним рядковим способом з нормою висіву 15-16 кг/га. На дуже забур'янених полях її краще висівати широкорядним способом (міжряддя 45 см), зменшуючи при цьому норму висіву до 10-12 кг/га. Насіння загортають на глибину 3-4 см. Дискують на сидеральне добриво у фазі цвітіння – початку утворення плодів (стручків).

Серадела

Дуже корисна кормово-сидеральна культура: рекомендуємо перший укіс скошувати на зелений корм, а другий – на сидерат (оскільки після скошування вона швидко відростає і формує отаву, яку і потрібно використовувати на зелене добриво). Однією з найцінніших властивостей серадели є здатність рости на бідних піщаних і супіщаних ґрунтах, осушених торф'яниках, за що її називають "конюшиною пісків".

За високої агротехніки дає 300-350 ц/га зеленої маси.

Сівбу проводять рано навесні звичайним рядковим способом. Норма висіву насіння – 40-50 кг/га; глибина його загортання – не більше 2-3 см (оскільки насіння серадели виносить на поверхню сім'ядолі). Дискування на сидеральне добриво проводять у фазі повного цвітіння, коли на нижніх ярусах з'являються перші зелені боби.

Редька олійна

У сучасному рослинництві редька олійна є відносно новою сидеральною культурою. Особливо велике значення вона має за вирощування на бідних і важких ґрунтах: поліпшуються фізичні властивості ґрунту, зменшується небезпека ураження хворобами, збільшується врожайність наступних культур. Це вологолюбна рослина з коротким вегетаційним періодом (45-50 днів від сівби до цвітіння). Вона формує 300 ц/га і більше високобілкової зеленої маси.

За врожайності зеленої маси редьки олійної понад 400 ц/га у ґрунті залишається $N_{75-120}P_{20-30}K_{50-70}$.

Висівають редьку олійну звичайним рядковим способом з міжряддям 15 см. Норма висіву - 2,5-3 млн. схожого насіння на 1 га (15-20 кг/га). Насіння загортають не глибше 2-3 см. Редьку олійну вирощують у чистому безпокровному посіві, а також її можна підсівати до кукурудзи на зелений корм у фазі 3-4 листків. Дискують на сидерат у фазі бутонізації – початку цвітіння.

Фацелія

Завдяки швидкоростлості, особливо на ранніх фазах, вирощується на зелене добриво. Це однорічна одноукісна злакова культура; вона не уражається шкідниками і хворобами, добре пригнічує бур'яни, не вимоглива до ґрунтів і умов вирощування. Її краще вирощувати у суміші з іншими бобовими рослинами, які швидко ростуть, хоча часто вирощується і в чистому вигляді.

За врожайності зеленої маси фацелії біля 300 ц/га у ґрунті акумулюється $N_{80}P_{50}K_{200}$.

Сіють звичайним рядковим способом на глибину 1-2 см з нормою висіву насіння 10-15 кг/га. Сіяти можна як весною, так і літом (червень-липень). Через 7-8 тижнів після сівби у фазі бутонізації – початок цвітіння дискують на зелене добриво.

Перко

Як досить молода сидеральна культура в останні роки набуває поширення перко. Урожайність зеленої маси цієї культури досягає 500-600 ц/га.

Сіють перко звичайним рядковим способом з міжряддям 15 см. Оптимальна норма висіву – 2-2,5 млн./га (10-12 кг/га). Глибина загортання насіння – 1,5-2 см. Оптимальні строки сівби – з 20 липня до 10 серпня. У перші 7-10 днів у перко інтенсивно розвивається коренева система, а надземна маса порівняно слабо. Зате у наступний період перко активно нарощує велику надземну масу у вигляді листків, які повністю затіняють ґрунт, запобігає розвитку бур'янів і значно зменшує втрати вологи. Дискують на сидерат у фазі утворення плодів (стручків).

Гречка

Використовуючи для поліпшення структури верхнього шару ґрунту і як меліорант. Її висівають звичайним рядковим способом з нормою висіву насіння 80-110 кг/га. Після сівби доцільне прикочування.

У період цвітіння-утворення перших зрілих плодів проводять прикочування посіву, потім дискування важкими дисковими боронами.

При підсиханні маси проводять культивуацію, краще культиваторами КПЕ-3,8, або переобладнаною сівалкою-культиватором - зерною стерньовою СЗС-2,1 (переобладнані у ПП "Агроекологія").

Зароблене зріле зерно гречки знову проростає і у фазі цвітіння рослин знову проводиться дискування.

Передпосівна культивуація проводиться культиваторами на глибину загортання насіння, використовуючи комбіновані агрегати АГ-6 "Борекс", АП-6 "Європак" та ін.

За даними досліджень Полтавського інституту АПВ ім. М.І. Вавилова, за використання для удобрення зеленої маси гречки урожайність пшениці озимої становила 36,3 ц/га, що на 5,5-8,3 ц/га менше, порівняно з горохом і викою ярою. Менша врожайність зерна пшениці озимої за використання гречки як сидеральної культури, порівняно з бобовими, зумовлена не кількістю приробленої зеленої маси, а різною удобрювальною її цінністю.

Агрохімічна характеристика «зелених» добрив

Використання сидеральних культур є вагомим поповненням ґрунту основними поживними речовинами, про що свідчить дані в таблиці 7.

Матеріали таблиці 7 свідчать, що використання сидеральних культур як органічних добрив забезпечують накопичення значної кількості поживних речовин. Так, після двох заробок гречки у ґрунті накопичується близько 640 кг/га N, P₂O₅, K₂O.

Таблиця 7

**Агрохімічна характеристика рослин-сидератів,
здійснена розрахунково-еквівалентним методом**

Сидерат	Урожайність зеленої маси, ц/га	Накопичено в загальній біомасі поживних речовин, кг/га			Разом , кг/га	У туках, кг/га *
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Еспарцет	275	145	25	75	245	510,4
Вика озима	250	160	75	200	435	906,3
Вико- вівсяна суміш	275	120	35	80	235	489,6
Горох кормовий	350	80	70	90	240	500
Буркун білий	200	110	45	140	295	614,6
Люпин однорічний	520	230	60	200	490	1020,8
Гречка за 2 заробки	650	200	135	305	640	1333,3
Гірчиця біла	250	60	40	90	190	395,8
Суріпиця	340	135	55	240	430	895,8
Редька олійна	450	85	65	245	395	822,9
Фацелія	300	80	50	200	330	687,5

* Розрахунок кількості діючої речовини у туках проводився на основі їхнього вмісту в комплексному мінеральному добриві – нітроамофосці.

Значна кількість цих макроелементів залишається після люпину однорічного, вики озимої, суріпиці, редьки олійної, фацелії, еспарцету. Безумовно, найбільша кількість біологічного азоту залишається після таких бобових культур, як люпин однорічний, вика озима, еспарцет, хоча при двох заробітках біомаси гречки цей показник теж вагомий.

Гречці характерна властивість засвоювати важкорозчинні макроеlementи, зокрема, фосфор, та переводити їх у легкодоступні форми, що використовуються іншими рослинами. За перерахунку діючої речовини основних поживних речовин, наведених у таблиці 7, у фізичну масу мінеральних добрив (туки), ми отримуємо кількості добрив, які майже досягають або близькі рекомендованим для основних сільськогосподарських культур. Може виникнути питання: а чи достатньо поживних речовин, вироблених сидератами, для забезпечення оптимального живлення рослин? У зв'язку з цим наводимо науково рекомендовані норми внесення мінеральних добрив для зони Лісостепу. Так, для пшениці озимої вони становлять $N_{90-120} P_{60} K_{90}$, пшениці ярої та сої – $N_{60} P_{60} K_{60}$, кукурудзи – $N_{90-120} P_{60-90} K_{90-120}$, соняшнику – $N_{60} P_{60-90} K_{40-60}$, буряка цукрового (за нестійкого зволоження) – $N_{85-100} P_{120-130} K_{115-125}$. [29].

Підсумовуючи викладені матеріали, можна стверджувати, що вирощування сидеральних культур, у більшості випадків, забезпечує рекомендований режим мінерального живлення основних сільськогосподарських культур.

Таким чином, збільшення питомої маси біологічного азоту та інших поживних речовин в агроєкосистемах за рахунок розширення площ сидератів (передусім бобових сидеральних культур) є основним важелем стабілізації продуктивності, енергетичної та економічної ефективності землеробства.

Сидерація є одним із основних чинників органічної системи землеробства. Цей захід обов'язковий і за перехідного (реабілітаційного) землеробства, а також і в умовах

інтенсивного землеробства. Використання його збагачує органікою ґрунт, збільшує кількість поживних речовин, у цілому поліпшує родючість ґрунту і рентабельність землеробства. За використання сидератів практично зникає необхідність додаткового внесення мінеральних добрив, що є екологічно й економічно обґрунтованим заходом.

Все це забезпечує зростання рентабельності виробництва, сприяє екологічному оздоровленню ґрунту, поліпшенню його родючості на біологічних принципах ведення господарства, охороні довкілля.

Широке впровадження сидерації сприяє переходу до ресурсозберігаючої, а в майбутньому й органічної системи землеробства.

Використання нетоварної частки урожаю у посіднанні з сидерацією

Одним із найбільш дешевих і доступних енергетичних матеріалів для поповнення ґрунту органікою, культурного ґрунтоутворення є нетоварна частина урожаю сільськогосподарських культур – солома, стебла кукурудзи і соняшника, гичка буряка цукрового.

Солома.

Паралельно з гноєм і компостами, як органічні добрива, можна широко використовувати побічну продукцію сільськогосподарських культур, і, насамперед, солому злакових культур. До найважливіших складових соломи належить органіка, з якої в ґрунті утворюється перегній, тобто один із найважливіших показників родючості ґрунту.

Використання соломи та зеленої маси сидератів є одним з основних положень науково – обґрунтованої системи удобрення, оскільки вміст сухочі речовини в сидератах становить не більше як 10 %, звужується співвідношення C:N до значень, що викликають бурхливу мінералізацію органічної речовини як добрив, так і ґрунту. Чим молодше рослина, тим швидше мінералізується її маса, а з віком вона накопичує целюлозу, лігнін і співвідношення C:N

розширюється в соломі злаків до 1:80, тоді як оптимальні параметри в межах 1:20–30. Розкладання біомаси з високим вмістом лігніну має уповільнювати перебіг мінералізації. Продукти мікробіологічної трансформації при цьому переважно використовуються для синтезу гумінових сполук. Отже, застосування сидератів у поєднанні із соломою злакових культур, багатих на лігнін та інші ароматичні сполуки, має краще наслідки для формування родючості ґрунтів. [47]

Солома є дешевим джерелом органічної речовини для ґрунту за вмістом якої та макроелементів (N, P, K) одна тонна соломи рівноцінна 3 т напівперепрілого гною. У середньому вона містить 40–44% С, 0,5% N, 0,25% P₂O₅ і 0,9% K₂O [23].

У 4 т соломи міститься близько 20 кг N, 10кг – P₂O₅ і 35–40кг – K₂O, 8–10кг – Ca, 3 – 5кг – Mg і 4 – 5 кг S. Крім того, у цій масі містяться мікроелементи: 20 г В , 12г – Cu, 120г – Mn, 5г – Mo, 160г – Zn і 2 г Co. Мікроелементів в соломі більше, ніж у зерні.

Необхідно пам'ятати, що п'ять тонн сухої маси соломи містять у близько 4,8 тонн органіки. В перерахунку на гній, із вмістом сухої маси 25 %, це рівномірно внесенню 15,5 тонн гною. Тому недопустимим є спалювання побічної продукції, адже це неминуче призведе до погіршення водно-фізичних властивостей ґрунту, зменшення його біологічної активності, зменшення чисельності основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів, загибелі корисної ентомофауни. Підраховано, що під час згорання 40-50 ц соломи і стерні, з кожного гектара втрачається безповоротно 20-25 кг азоту і 1500-1700 кг вуглецю. Залишена стерня пшениці (не спалена) зберігає 76 % опадів. А це 4-6 ц/га додаткової урожайності зерна наступної культури.

За рахунок виключення процесу збирання соломи під час комбайнування затрати праці зменшуються на 40 – 60 %. Безпосереднє використання соломи на удобрення майже у 8 разів зменшує затрати праці на приготування і внесення соломистого гною.

Можна погодитися, що мінеральні складові, які потрапляють у ґрунт разом із соломою, можна одержати й

промисловим методом, і внести в ґрунт у вигляді мінеральних добрив. Але це, по – перше, додаткові витрати, а по-друге, органічної субстанції не можна створити без рослин.

Удобрення соломою є не простим агрозаходом. Для того, щоб вона стала по-справжньому цінним органічним добривом, а не наповнювачем, який ускладнює проведення обробітку ґрунту, необхідно створити умови для якнайшвидшого розкладання соломи.

Необхідно відмітити, що солома зернових культур, стебла соняшника і кукурудзи мають дуже широке співвідношення між вуглецем і азотом (50-100:1). Тому, щоб зменшити співвідношення C:N (оптимальне 20:1), а тим самим поліпшити умови мінералізації і сприяти активному формуванню біомаси мікроорганізмів, необхідно вносити мінеральний азот. За його відсутності прискорити розкладання нетоварної частини урожаю польових культур може внесення гноївки або сівба сидеральних культур після подрібнення і загортання соломи в ґрунт.

У ряді господарств подрібнену солому безпосередньо приорюють, але від такого внесення першого року ефекту не отримують, оскільки солома перегниває, особливо кукурудзяна, упродовж 2 – 3 років. В останні роки у різних країнах світу та і в Україні широко впроваджують технології пришвидшеної деструкції соломи та рослинних решток за допомогою біодеструкторів.

Процеси, які у природі тривають роками, за використанням біодеструкторів відбуваються протягом 1,5 – 3 місяців. До того ж відбувається проста мінералізація органічної речовини й у повітря виділяється велика кількість вуглекислого газу. В результаті застосування препаратів - біодеструкторів у ґрунті збільшується вміст доступних рослинам форм азоту, фосфору та калію, знищуються патогени, які потрапляють у ґрунт через рослинні рештки, зростає вміст продуктивної вологи, підвищується врожайність сільськогосподарських культур на 10 – 30%.

Одним із біодеструкторів є Вермистим – Д виробництва ПП «Біоконверсія». Його призначення – оброблення соломи та інших післяжнивних решток після збирання врожаю озимих та

ярих культур безпосередньо перед дискуванням. Препарат скеровує процес розкладання у потрібному напрямі: запобігає утворенню токсинів або нейтралізує їх, пригнічує розвиток патогенів, покращує і пришвидшує процеси гуміфікації та розкладання целюлози, клітковини, лігніну й інших речовин, що входять до складу післяжнивних решток. Використання сидерату у поєднанні з соломою злакових культур, багатих на лігнін та інші ароматичні сполуки, має позитивний вплив на поліпшення родючості ґрунту. Поєднання зеленої маси сидерату (C:N = 20 – 25:1) і соломи (C:N = 80 – 100:1) створює у ґрунті сприятливі умови для перебігу процесів розкладання: гальмує втрати азоту в процесі розкладання зеленої маси і пришвидшує – для соломи, тому додатково вносити азотні добрива (10кг/га д.р.) непотрібно. Проведеними дослідженнями

С. Поспелова та В. Самородова [33] упродовж 2012 – 2014 рр. виконано дослідження з вивчення ефективності сумісного застосування сидерату і деструкції соломи та рослинних решток. Встановлено, що розкладання соломи біодеструктором (6 л/га) + карбамід (10кг/га) з наступним висіванням гірчиці білої (12 кг/ га) забезпечило збільшення врожаю зеленої маси, порівняно до варіанту з висіванням гірчиці білої (12 кг/га)+ карбамід (10 кг/га), на 89 ц/га.

Облік кількості нерозкладеної соломи показав, що найефективніше процеси розкладання рослинних решток відбувались у варіанті деструкції їх (препарат Вермистим – Д (6л/га)+ карбамід (10кг/га) з висіванням сумішки культур на сидерат (гірчиця біла (6 кг/га) + редька олійна (12кг/га).

Отже, з метою поліпшення родючості ґрунту необхідно застосовувати сумісне використання сидерату і деструкцію соломи та рослинних решток біодеструктором.

Деструкцію необхідно здійснювати препаратом Вермистим - Д(6л/га) з додаванням до водного розчину карбаміду (10 кг/га) і наступним висіванням гірчиці білої (12кг/га), або сумішки капустяних культур на сидерат (гірчиця біла (6кг/га) + редька олійна (12 кг/га).

В дослідженнях, проведених на Гомельській державній сільськогосподарській дослідній станції Білорусь на

супіщаних ґрунтах, використання сидератів з соломою позитивно вплинуло на продуктивність сівозміни. Так, солома з сидератами (люпин вузьколистий, люпин багаторічний, гірчиця біла) забезпечили збільшення врожайності бульб картоплі на 10-15 %. Післядія соломи з післяжнивним люпином вузьколистим дозволила одержати достовірний приріст урожайності зерна ячменю і вівса 3,5 ц/га, з гірчицею білою – 6,0 ц/га [11].

При загортанні подрібненої соломи в ґрунт перед сівбою бобової сидеральної культури непотрібним є внесення додаткового мінерального азоту. Навпаки, на фоні приробленої соломи симбіотична азотфіксація посилюється, підвищуючи ефективність цього заходу.

В Чехії виявлено позитивний вплив гички буряка цукрового в двопільній спеціалізованій сівозміні (буряк цукровий – пшениця яра) на урожайність і якість продукції. В тривалих дослідках (1965-1985 роки) було встановлено, що гичка буряка цукрового з вмістом 8,86 % сухої речовини, 0,33 % азоту, 0,05 % фосфору, 0,39 % калію, яка була внесена під пшеницю яру окремо або з соломою цієї культури, замінювали гній або гноївку з соломою.

Про ефективність застосування побічної продукції сільськогосподарських культур для удобрення свідчать багаторічні результати досліджень Полтавського інституту АПВ ім. М.І. Вавилова. Так, в середньому за 15 років досліджень, врожайність зерна гороху за внесення під нього подрібнених стебел кукурудзи в чистому вигляді становила 21,9 ц/га, або майже на 2 ц/га більше, порівняно з контролем. Від внесення стебел кукурудзи з компенсаційною дозою азоту з розрахунку N_{10} на кожну їхню тонну, забезпечено приріст урожайності 3,4 ц/га зерна гороху, порівняно з абсолютним контролем [25].

Приріст врожайності зерна пшениці озимої від внесення побічної продукції попередньої культури – соломи гороху склав, порівняно з контролем – 1,5 ц/га (38,4 ц/га). У варіанті, де, крім соломи гороху, вносили ще і мінеральний азот по 10 кг на 1 т побічної продукції, врожайність зерна пшениці

зросла, порівняно з контролем, на 6,1 ц/га (43,0 ц/га) і на 4,6 ц/га, порівняно з чистою соломою.

Внесення під кукурудзу лише побічної продукції попередньої культури -подрібненої соломи пшениці озимої, розподіленої по полю, за збирання не пов'язано практично ні з якими додатковими витратами. Тут, в середньому за 15 років, приріст врожайності становив 5,3 ц/га (63,0 ц/га).

У середньому за роки досліджень приріст врожайності 11,2 ц/га (68,9 ц/га) одержано за внесення побічної продукції з компенсаційною дозою мінерального азоту.

Використання пожнивних решток пшениці озимої не потребує додаткових витрат. Разом з тим, приріст урожаю зерна кукурудзи становив 5,3-6,2 ц/га, порівняно з контролем, а при внесенні побічної продукції, з компенсаційною дозою мінерального азоту, цей показник дорівнював 11,2 ц/га.

Таким чином, використання соломи та пожнивних решток інших культур може забезпечити додаткове отримання органіки, і тим самим збільшувати врожайність сільськогосподарських культур.

ТОРФ ЯК ДОБРИВО

Залежно від виду і типу рослинності, з якої він утворився, торф містить: N – від 0,8 до 3,3%, P_2O_5 – 0,06–0,50%, K_2O – 0,10–0,15%. Верхові торфи мають дуже кислу реакцію середовища (рН від 2,8 до 3,5). У низинних торфах вона зменшується до 4,7–5,5 [26]. Поживні елементи в торфах перебувають у сполуках, які повільно засвоюються рослинами. Тому після добування торф необхідно деякий час зберігати в буртах з доступом повітря для розкладання органічних сполук і збільшення доступності поживних речовин. Розкладаються і деякі токсичні для рослин сполуки. Позитивно впливає на якість торфу й промерзання.

Основним недоліком торфу, як добрива, є його висока кислотність, особливо верхового. Тому застосування його часто не тільки не збільшує, а, навпаки, зменшує урожайність сільськогосподарських культур.

Торф доцільно використовувати для компостування або в підстилку худобі. Компости з торфом за ефективністю не поступаються гноєві.

У складі цієї болотяної органіки містяться компоненти не тільки рослинного, а й тваринного походження. Значна кількість гумусу утворюється в умовах високої вологості і низького вмісту кисню, і деколи досягає 60% від загального структурного складу. Хімічний склад торфу такий: вуглець – 50–60%, водень – 5%, кисень – 1–3%, азот – 3%, сірка – 1%.

Наявність великого обсягу вуглецю і водню у складі робить фізичну структуру цього органічного добрива пористою. При такій кількості баластних (з точки зору харчування для рослин) речовин, не варто дивуватися тому, наскільки зменшується обсяг торфу при усушці.

Азот з торфу погано засвоюється рослинами: з тонни субстрату вони отримують максимум 1,5 кг, а цього недостатньо. Одне з головних правил при застосуванні – комбінування його з іншими органічними та мінеральними добривами. У цьому випадку торф виступає в ролі помічника, який утримує агрохімікати в ґрунті. Ця властивість особливо актуальна при його застосуванні в захищеному ґрунті.

Використання в теплицях. Торф характеризується великою поглинаючою здатністю, і саме ця властивість робить його незамінним для використання в теплицях, де постійно зберігається підвищена вологість повітря. Він вбирає її надлишки і утримує в своїх мікропорах, а коли виникає необхідність в воді, то корені рослин завжди мають до неї доступ. Використання торфу, як добрива, в теплиці дозволяє зменшити вміст хвороботворних мікроорганізмів у ґрунті. В умовах закритого простору ця властивість особливо важлива.

Для рясного плодоношення культур в закритому ґрунті його потрібно щорічно оновлювати. Торф в цьому випадку – оптимальний варіант. Його вміст у ґрунті може досягати 70% від загального складу, за умови додаткового використання інших добрив, як органічних, так і мінеральних.

Рецепт торфовмісного ґрунту для теплиці:

- садова земля – 40%;
- торф низинний – 40%;
- коров'ячий гній – 10%;
- зола – 5%;
- ошурки деревинні – 5%.

Торф'яний гній або чорнозем – що краще?

Торф'яний субстрат завдяки його високим абсорбуючим властивостям часто використовують як підстилку для худоби. Разом з рідиною він вбирає велику кількість поживних речовин – аміак, калій, кальцій, магній. Кислий торф містить у своєму складі речовини з антибіотичною дією, що допомагає йому одночасно жити і захищати рослини від хвороботворних організмів.

Добриво з такої підстилки перевершує за своїми поживними властивостями навіть «відпочивший» чорнозем. Торфонгнойовий ґрунт містить таку ж кількість поживних речовин, як і багата гумусом високородюча земля, але перевершує її за показниками захищеності від шкідливих мікроорганізмів і за якістю своєї структури.

Розрізнити два цих субстрати можна мануально – взяти жменю субстрату в долоню і міцно стиснути. Отриману грудку необхідно залишити на відкритому повітрі, аж до повного висихання.

Чорнозем набагато довше буде залишатися вологим, а торф висохне дуже швидко, і буде розсипатися в руці.

САПРОПЕЛІ

Сапропелі — донні відкладення прісноводних водойм. Це органо - мінеральне добриво, до складу якого входять мінеральні розчини кремнію, частки глини, вуглекислі та сірчаноокислі солі, відмерлі рештки флори і залишки водяних організмів. Нагромадження сапропелів становить близько 1 м за рік, потужність їх покладів в озерах України — до 10 — 12 м, геологічних ресурсів сапропелів — до 0,8 млрд./м³. Найбільше покладів сапропелів є в озерах льодовикового і карстового походження у Волинській та Рівненській областях. Виявлені їхні поклади на Київщині, Чернігівщині, Сумщині, в озерах дунайської групи, що на Одещині [26].

Сапропелі містять усі необхідні для живлення рослин елементи: азот, фосфор, калій, кальцій, магній, а також мікроелементи. Вони мають нейтральну, або близьку до неї, реакцію середовища, високу ємність поглинання і біохімічну активність. Найбільш цінною їхньою частиною є комплекс органічних речовин. Груповий склад органічної маси відкладень різних родовищ значно відрізняється і змінюється в таких межах, %: гумінові кислоти - 11,3 - 43,4, фульвокислоти - 2,1-23,5, негідролізований залишок - 5,1 - 22,6, гемицелюлоза - 9,8 - 52,5, целюлоза - 0,4 - 6,0, водорозчинні речовини - 2,4-13,5, бітуми А - 3,4 - 10,9, бітуми З - 2,1 - 6,6.

Середній вміст вуглецю в органічній масі близько 50-55%; відношення вуглецю гумінових кислот до вуглецю фульвокислот менше 1.

Сапропель має різні відтінки забарвлення - від рожевого до коричневого. Вміст основних поживних елементів у сапропелі такий: N – 0,6–4,6%, P₂O₅ – 0,17–0,30% і K₂O – 0,20–0,30% (залежно від родовища). Доступність азоту й фосфору в сапропелі в 2–3 рази менша, ніж у гноєві. Його краще використовувати для приготування компостів та на піщаних і супіщаних ґрунтах у таких нормах, як і гній.

За хімічним складом сапропелі поділяють на кремнеземисті (піску понад 50%), карбонатні (понад 30% окису кальцію) і органічні (понад 70 % органічної речовини).

Трапляються низькозольні сапропелі з вмістом золи до 50%, піску і глини до 5%; середньозольні — відповідно 50 — 90% і 5 — 50%; високозольні - понад 90% і 75%. У межах одного родовища вміст органічної речовини у сапропелях зменшується в широкому діапазоні, що пов'язано з неоднорідністю сапропельної маси. Неоднорідна вона і за показниками агрономічно цінних елементів.

Важлива ознака сапропелів — вміст сполук заліза. В обстежених озерах вони, в середньому, становлять 3,6% при 5%-ній граничній нормі. В сапропелях з підвищеним вмістом заліза закисні форми переважають над окисними. Під час провітрювання сапропелів відбувається їхнє окислення, знижується ступінь рухомості заліза. Відомо, що закисні форми заліза токсичні для рослин, тому використовувати сапропелі для удобрення слід тільки після попереднього провітрювання. Вміст сірки у сапропелях не повинен перевищувати 3%. Наявність її в добриві при зберіганні в буртах призводить до підвищення кислотності сапропелів від 0,3% до 1,7%. Сапропелі містять ряд цінних мікроелементів, вітамінів, біостимуляторів, що можуть бути додатковим джерелом поліпшення родючості ґрунтів.

Сапропелі після провітрювання і проморожування при зольності до 75%, доцільно використовувати для приготування компостів з гноєм, послідом або гноївкою на піщаних і супіщаних ґрунтах, у таких нормах, як і гній.

Ефективність застосування сапропелів як добрив

Ефективність сапропелів, добутих гідромеханізованим способом, вперше в нашій державі було вивчено в 1982 — 1984 рр. в дослідках Українського НДІ землеробства; Українського НДІ ґрунтознавства і агрохімії ім. О.Н. Соколовського та інших установ.

Оптимальні норми провітрених сапропелів, залежно від вмісту в них азоту та зольних речовин, для просапних культур становлять 50 — 100 т/га, для зернових — 30 — 40 т/га. На відміну від торфу, сапропелі доцільно використовувати у чистому вигляді, проте найефективніше їхнє сумісне

застосування з помірними нормами мінеральних добрив. Прирости врожайності при внесенні оптимальних норм сапропелів такі: бульб картоплі — 50 — 60 ц/га, зеленої маси кукурудзи — 100 т/га і зерна ячменю в післядії — до 7 ц/га. Збільшення норми сапропелів до 300 т/га, що у 5 разів вище оптимальної, не збільшувало врожайності культур. Багаторазове перевищення оптимальних норм сапропелів може бути причиною нітратного забруднення навколишнього середовища, порушення сольового режиму ґрунтів.

Сапропелі найдоцільніше вносити під культури, що забезпечують найбільший приріст урожайності від внесення органічних добрив. В порівнянні з торфом вони мають сприятливіші агрохімічні властивості. Найбільш високу ефективність за застосування сапропелів забезпечують буряк, картопля, кукурудза, капуста, а на піщаних ґрунтах жито озиме і ярі зернові.

Проведені дослідження показали, що сапропель найдоцільніше вносити влітку і восени під зяб, де відмічені найбільші прирости врожайності сільськогосподарських культур. Внесений весною сапропель не може в достатній мірі розкластися з вивільненням доступних для живлення рослин мінеральних з'єднань. Використання сапропелю в рекомендованих нормах не лише збільшує врожайність, але і поліпшує агрохімічні властивості ґрунту : збільшується вміст легкогідролізуемого азоту і рухомого фосфору, стабілізується вміст гумусу, збільшується рН сольового витягу.

В процесі добування сапропелів необхідно якісно звільняти все ложе озера від мулу, тому що сапропелі при всій їхній високій ефективності — добриво одноразового використання.

ДЕФЕКАТ

Дефекат – являє собою відходи цукрового виробництва, в сільському господарстві часто застосовується як аналог вапняному добриву.

Процес отримання

В процесі виробництва цукру основна стадія виробництва – дефекація цукрового соку. Відбувається вона шляхом очищення сирого соку (бурякового або тростинного) від різноманітних домішок, які перешкоджають процесу кристалізації цукрози; це необхідна умова для отримання білого цукру.

В процесі дефекації здійснюється змішування цукрового сиропу і негашеного вапна, яке, вступаючи в реакцію, окисляє і коагулює небажані домішки, облягаючи їх на дні ємкостей, що використовуються для дефекації.

В результаті отриманий очищений розчин цукрози використовують для подальшого виробництва цукрового піску, а дефекаційний бруд залишається, як відхід виробництва. Наприклад, за переробки буряків цукрових, кількість отриманого дефекату становить 8–12% від загальної переробленої маси буряка [24,26].

Склад

Дефекат відрізняється своїм складом, залежно від різновиду сировини і виробництва; в основному, в сухій сировині (за вологості 25–30%) міститься: вапна – 60–70%, органічних речовин – 10–15%, азоту – 0,2–0,7%, фосфорної кислоти – 0,2–0,9%, калію – 0,5–1%, незначна кількість сірки, магнію і інших мікроелементів.

Застосування як добриво

За кількістю поживних елементів дефекат можна порівняти з гноєм. Дефекат, отриманий в процесі виробництва

цукру, повинен пройти витримку в спеціальних відстійниках протягом 1–2 років, після чого його можна використовувати як вапняне добриво для нейтралізації кислих ґрунтів. При цьому дія дефеката вважається більш ефективною, порівняно з меленим вапняком, так як в його складі також присутні елементи для живлення рослин.

У зв'язку з нерентабельністю перевезення сировини, цукрові заводи розташовуються в безпосередній близькості від сільгоспугідь, де вирощуються очерет цукровий або буряки цукрові; цей факт істотно спрощує процес використання дефекаату як добрива, його застосовують на цих, а також прилеглих територіях.

Найбільш ефективним є використання даного добрива для ґрунтів, де присутня гідролітична кислотність; особливо найкраще вносити його під озимі культури або перед проведенням глибокої оранки ґрунту.

Особливості використання

Не рекомендується змішувати або застосовувати одночасно дефекаційний бруд з гноєм, суперфосфатом, сірчанокислим амонієм, аміачною селітрою і іншими добривами подібного типу.

ТИРСА

Тирса – дешеве органічне добриво, яке може суттєво поліпшити родючість ґрунту, його повітропроникність і вологоємність. Проте вносити її потрібно не в свіжому вигляді, а в перепрілому, або в суміші з іншими матеріалами. Для прискорення процесу розкладання тирсу складають у купи, змочують водою, гнойовою рідиною. Можна змішати її з опалим листям та рослинними рештками. Корисно перешаровувати тирсу землею. Протягом літа купу двічі перелопачують, додаючи рослинні залишки і нітроамофоску. Внаслідок того, що тирса має кислу реакцію, до неї додають вапно або крейду (120-150 г на одне відро).

БУРЕ ВУГІЛЛЯ

Буре вугілля як і сапропелі озерні, торф низинний є нетоксичним джерелом підвищення біологічної активності ґрунту.

Буре вугілля – темний, колоїдний, набряклий у воді матеріал, який містить біля 80 % гумінової кислоти і визначається як природна гумусова кислота.

Буре вугілля марки Бр-1 (леонардит) є основою буревугільних органічних добрив. Використовується як безпосереднє добриво без додаткового обробітку з нормою витрати 200 кг/га, або 2 кг/га при внесенні в рядки при посіві, так і для виробництва гуматовмісних комплексних добрив.

Спеціалістами Національного університету біоресурсів і природокористування України запропонований твердофазний процес переробки бурого вугілля на органо-мінеральне добриво [4]. Процес включає твердофазну взаємодію бурого вугілля з поташем (K_2CO_3) під час підігрівання з наступною нейтралізацією продуктів реакції моноамонійфосфатом, грануляцією і висушуванням.

ВИКОРИСТАННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ У ПРИВАТНОМУ СЕКТОРІ

Багатьох власників присадибних ділянок, садівників, дачників хвилює питання: чи не шкідливо для здоров'я вносити під садово-городні та ягідні культури свіжі органічні добрива, тому вносити потрібно тільки перегній, який витримується у буртах не менше року.

Гній від різних тварин зберігають і використовують по-різному. Його необхідно відповідно підготувати до внесення, бо свіжий гній недоцільно використовувати під більшість культур. Основною метою приготування і зберігання гною є мінералізація органічної речовини для збільшення доступності поживних елементів, знищення шкідливої мікрофлори і найпростіших (гельмінтів та патогенних мікроорганізмів), зменшення кількості насіння бур'янів, здатних до проростання. Залежно від ступеня мінералізації органічної речовини розрізняють такі види гною (від усіх видів тварин): свіжий, напівперепрілий, перепрілий, перегній.

Особливу увагу потрібно приділити підготовці *органічних добрив*. У свіжому гноєві міститься велика кількість насіння бур'янів (до 7 млн. шт.). Також при його внесенні у продукції збільшується вміст нітратів. Тому свіжий гній потрібно зберігати в буртах протягом 3–4 місяців у весняно-літній період і 5–6 місяців в осінньо-зимовий, не допускаючи заростання буртів бур'янами.

Ідеальним за чистотою і якістю є біогумус, який одержують за переробки відходів тваринництва дощовими черв'яками, насамперед, червоним каліфорнійським; одержаний біогумус містить макро- і мікроелементи, амінокислоти, гумінову кислоту та гібереліни в легкозасвоюваній формі. За внесення такого перегною у ґрунт, завдяки інтенсивній ферментації посилюється ріст і розвиток рослин, знімаються стреси, особливо під час висаджування розсади, посилюється приживлюваність, прискорюється проростання насіння, підвищується стійкість проти хвороб. Вирощені на біогумусі овочі практично не містять нітратів.

Біогумус краще вносити безпосередньо під рослину або разом із насінням.

Рекомендовано вносити під плодові дерева близько 1,5 кг біогумусу на одне дерево, під ягідні кущі – до 1 кг. Для розсади овочевих культур найкраща суміш біогумусу й торфу (або ґрунт з попелом у співвідношенні 1:1) в рівних частинах. Розсада на біогумусі розвивається швидше, не уражується хворобами, легко переносить пересаджування. Збільшується врожайність культур, прискорюються строки досягання.

Протягом сезону ефективним є підживлення рослин розчином біогумусу – 200–300 г на 10 л води, по 2–4 л розчину на 1 м², а також обприскування – 20–30 г біогумусу на 10 л води, за якого проявляються його антисептичні властивості, що сприяє зменшенню захворювання рослин вірусними і грибковими хворобами, відбувається позакореневе підживлення рослин.

Останнім часом ціни на гній та інші види органічних добрив досить високі й не кожний господар може придбати необхідну кількість. Якщо гною мало, його доцільно використовувати для приготування компостів.

Компости отримують змішуванням торфу, соломи, опалого листя, бур'янів, кухонних відходів з різними видами гною, які прискорюють процес компостування. До них також додають розмелену крейду, фосфоритне або кісткове борошно. Суміш можна зберігати рихлим, щільним або комбінованим способами. Компост вважається готовим до використання, коли вся його маса стане однорідною й розсипчастою. При цьому гине основна маса насіння бур'янів і шкідливих організмів.

У компостах міститься: N – від 0,3 до 3%, P₂O₅ – 0,2–1,2%, K₂O – 0,1–1,5% залежно від компонентів, з яких вони складаються. Вносити компости найкраще з осені, під зяблеву оранку або перекопування, і навесні - під перекопування. Вони готові до використання через 4–10 місяців після закладання.

Підживлення розчином гною і розпушення ґрунту збільшують стійкість рослин до ураження шкідниками.

Використання гною для знищення капустянок.

Ловильні ями глибиною 60–80 см восени заповнюють гноєм (бажано кінським), куди на зимівлю ховаються комахи. У холодний період гній викидають з ям і тонким шаром розкладають на ґрунті. Від низьких температур капустянки гинуть.

Торф

Вибираючи джерело живлення для рослин, садівники і городники, зазвичай, віддають перевагу тим органічним підживленням, які доступні для купівлі в їхньому регіоні. В областях, де зустрічається велика кількість заболочених земель, часто використовують торф як добриво.

Він використовується не тільки для створення високопоживного середовища для рослин. У нього безліч видів використання: торф, джгут для опалення приміщень; через нього фільтрують різні розчини; укутують його пластами стіни будинків для забезпечення гарної теплоізоляції. Але найчастіше цей субстрат використовують як добриво.

Торф, призначений для використання в городі, класифікують за ступенем розкладання:

- верховий (піддавався процесу гниття, використовують як мульчу для зимового укриття);
- перехідний (процес розкладання почався, але не досяг фіналу, використовують як добриво);
- низинний (повністю перегнив, застосовують як добриво).

Торф'яний компост

Найдешевший спосіб збагатити торф корисними елементами – зробити з нього компост. Для цього береться бадилля городніх рослин, лопухи, кропива та інші бур'яни. Стебла і листки деяких квітів теж можна додавати в цю купу – люпин (сидерат, багатий азотом), ромашку (садова, лікарська), хризантеми. Ні в якому разі не можна використовувати

дельфініум, рицину, молочай, ірис садовий, незважаючи на великий обсяг бадилля, який можна отримати від цих рослин. Вони отруйні, і в розкладеному стані отруйні речовини, що містяться в них, можуть перейти в компост.

Для виробництва добрив з торфу необхідно виділити ділянку землі, що знаходиться на відстані від житлових будівель, так як купа перегниваючих рослин має специфічний та неприємний запах.

За основу береться деревна тирса, яка насипається на землю шаром в 20 см. Потім на неї вкладаються рівноцінні шари землі і торфу. А ось бадилля можна покласти і побільше, особливо, якщо воно попередньо подрібнено. Траву і бадилля зверху знову засипають торфом і землею, і проливають настоєм коров'яку або пташиним послідом. Також можна використовувати розчин суперфосфату, який розводять в пропорції 100 гр. на 10 л.

Робити компостну купу занадто високою не рекомендується. Процеси розкладання будуть проходити в ній нерівномірно, тому максимальна висота цієї споруди – 1,5–2 метри. Строки переробки – 1–1,5 року. Готовим компост вважається, коли він перетворився на однорідну розсипчасту масу.

Чим корисний торф?

1. Грунт, який обробили цим болотним добривом, стає легшим і починає краще пропускати повітря і воду до коренів рослин.

2. Добрива на основі торфу, в поєднанні з іншою органікою, досить ефективні на бідних, неродючих і виснажених суглинистих і піщаних ґрунтах.

Це добриво є природним антисептиком, і допомагає боротися з патогенною мікрофлорою ґрунту, в тому числі, шкідливих бактеріями і грибами.

Але купуючи «чистий» торф для створення родючого шару на ділянці, необхідно бути готовим до різних клопотів. Його доведеться додатково удобрювати для досягнення оптимального результату. Ідеальним ґрунтом для грядок буде,

якщо до торфу додати вермикультивований компост, пісок, гумус.

Не варто забувати про техніку безпеки: процедуру змішування краще робити відразу, після відвантаження даного субстрату на садову ділянку, використовуючи, в першу чергу, вологий пісок. Особливо важливо дотримуватися цього правила в спеку, так як торф може самозайнятися.

Витяжка з торфу

Зазвичай, у такій формі випускаються готові органічні добрива, які на основі торфу в рідкому вигляді зручні для використання. Вони містять необхідну кількість супутніх елементів, що збагачують їхній склад. В основному, в якості додаткових інгредієнтів використовуються мінеральні добрива.

Для отримання витяжки з торфу його піддають електрогідравлічній обробці; при цьому він збагачується побічним продуктом процесу – азотом, причому, у великих кількостях. Користь рідкого розчину на основі цього болотного субстрату перевищує його ж показники, за використання в натуральному вигляді, і якщо немає необхідності покращувати структуру ґрунту, то потрібно віддати перевагу витяжці.

Оксідат торфу

Це з'єднання є стимулятором росту. Оксідат торфу добре впливає на збільшення врожайності сільськогосподарських культур, прискорює дозрівання плодів, підвищує їхню поживну цінність.

Оксідат торфу – нешкідливий для людини, екологічно чистий продукт. При цьому він - потужний каталізатор росту: він зміцнює імунітет рослин в боротьбі з патогенною мікрофлорою, прискорює обмін речовин і активізує всі життєві процеси.

Торф, як добриво, застосовується в різних галузях сільського господарства. Ним можна підживлювати як

садовий дендрарій, так і застосувати його для квітів, як підживлення і мульчі. Але завжди треба враховувати, що це натуральне підживлення найкраще працює в комплексі, тому торф завжди необхідно доповнювати органічними та мінеральними добривами.

Використання зелених добрив (сидератів)

Мінеральні добрива для простих овочівників дорогі й малодоступні, ще й небезпечні через високий вміст нітратів у кінцевій продукції. Коров'ячий гній давно став специфічним дефіцитом. До того ж внесення свіжого гною під час вирощування овочів може спричинити нітратне забруднення продукції. Тому на овочеві грядки гній можна вносити лише за два-три роки до вирощування цих культур.

Сама природа підказує, чим компенсувати нестачу поживних речовин, – сидератами, так званими зеленими добривами.

Багаторічну успішну практику ПП «Агроекологія» можна примінити, бодай у спрощеному вигляді, і на присадибних ділянках, і у фермерських господарствах [25].

Повчальних прикладів достатньо. Кілька сезонів тому один господар ризикнув розпочати експеримент із використання посіву жита озимого. Потужну масу заробляв у ґрунт уже навесні. Після жаркого літа він пересвідчився в неабиякій користі застосування такого агротехнічного заходу. Після сидерату вродила добірна картопля та рекордні за масою буряки кормові зарубіжної селекції Центаур та Урсус. На сусідніх ділянках, де зелені добрива не зароблялися, картопля вродила рясно, але дрібна, а буряки видалися не більшими за звичайну моркву.

Проведення такого ефективного агрозаходу не вимагає значних фізичних зусиль – досить розкидати насіння сидератів на городі перед збиранням картоплі, а після викопування бульби легенько загребти ділянку. Не зайве зважати на погоду. Пройдуть дощі, додасться у ґрунті вологи – побільшає шансів на отримання дорідного врожаю зелених добрив для своїх полів чи присадибних наділів. Чим дрібніше насіння, тим

більша його кількість потрапляє на оптимальну для сходження та проростання глибину.

Сівба сидератів не лише поліпшує родючість і структуру ґрунту, а й вдосконалює його капілярність на всю глибину кореневої системи, що сприяє значному збільшенню запасів вологи.

Сидерати є також надійним засобом боротьби з «ґрунтовтомою». Високий агротехнічний фон підсилює імунітет рослин, тобто їхню стійкість до шкідників і хвороб, що забезпечує бажану врожайність плодово-ягідних та овочевих культур.

Щоб поліпшити родючість ґрунту, необхідно повертати в землю більше органіки, ніж винесено з урожаєм. Вчені довели, що середня врожайність зеленої маси сидерату (200–300 ц/га) еквівалентна внесенню 20–30 т гною.

Овочівники найчастіше використовують для оздоровлення і посилення родючості відкритого чи закритого ґрунтів гірчицю білу, редьку олійну, ріпак ярий, дрібнонасінні кормові боби. Цінність цих культур полягає ще й у тому, що, окрім великої врожайності зеленої маси, на їхніх коренях заселяються бульбочкові бактерії, які фіксують азот повітря, збагачуючи ґрунт азотними добривами. Їх висівають навесні, тільки-но сніг зійде, а ґрунт підсохне.

Розкладаючись після заробки в землю, зелена маса виділяє чималу кількість вуглекислого газу, який стає потужним стимулятором росту для основних овочів.

За наявності в ґрунті великої кількості органіки від зелених добрив, достатньої вологозабезпеченості у теплий період року в ґрунті на кожній сотні квадратних метрів працює понад 200 кілограмів мікробів, дощових черв'яків та інших живих організмів. За таких умов ґрунт нагадує собою величезну лабораторію з підготовки поживних речовин для вирощування високих урожаїв.

Ще одна незаперечна перевага використання сидератів на домашніх грядках – поповнення й раціональне використання запасів вологи у ґрунті. Від надмірного пересушування та випаровування землю захищає розпушування верхнього шару

грунту на незначну глибину – 4–6 см. Корисну роль при цьому відіграє мульча з органіки, тобто з сидеральних рослин.

Постійне використання зелених добрив змінює структуру ґрунту, робить його пухким і пружним, не даючи йому змоги зцементуватися і спресовуватися від тривалої спеки чи зatoryжних дощів. Це значно спрощує, полегшує і прискорює процес поління городини чи підгортання картоплі.

Якісно і вчасно зароблені сидерати не дають повторних сходів. Натомість вони самі пригнічують і витісняють із городів найбільш живучі бур'яни. Грядки поступово очищуються, звільняючи господарів від важкої фізичної праці.

«Вклинюючи» бодай на кілька місяців чи тижнів сидерати, в обмежену схему городніх сівозмін, вони прискорюють процеси ґрунтоутворення і щосезону отримують хороший попередник під найпоширеніші овочеві культури: картоплю, буряки, помідори і капусту.

В боротьбі з шкідниками, широко застосовують деревний попіл, який негативно не впливає на оточуюче середовище.

Деревний попіл.

Рецепт № 1.

Настій застосовують для боротьби з попелицями і гусеницями на капусті. Увечері склянку попелу заливають 10 л холодної води, добре перемішують і залишають до ранку. Вранці ще раз перемішують і проціджують. Рослини обприскують до початку льоту метеликів (о 5–6-й годині). Листки піднімають, щоб настій потрапив на нижню частину. Обприскування повторюють щодня.

Рецепт № 2.

Відвар готують для боротьби з попелицею. Для цього 300 г попелу просіюють, заливають окропом і кип'ятять 20 хв. Потім відвар відстоюють, проціджують і доливають водою до 10 л.

Рецепт № 3.

Відвар застосовують для боротьби з борошнистою росою агрусу. Для першого обприскування беруть 1 відро деревного попелу, 3 відра води і кип'ятять протягом години. Застосовують охолоджений і проціджений розчин. Для другого обприскування беруть 0,5 відра попелу і 2 відра води й кип'ятять протягом години. Цей розчин застосовують після утворення зав'язі. Є свідчення, що обпилювання попелом згубно діє на личинок колорадського жука. Через два дні після обпилювання більшість їх гинуло.

Рецепт № 4.

Для боротьби з хрестоцвітими блішками сходи капустяних культур обпилюють вранці деревним попелом або дорожнім пилом із використанням сита.

ЗАМІСТЬ ПІСЛЯМОВИ

Світовий досвід свідчить, що інтенсифікація землеробства на основі хімізації та необґрунтованому розорюванні земель, результатом якого є деградація ґрунтів, призводить до небажаних наслідків погіршення якості сільськогосподарської продукції та довкілля.

Шляхи розв'язання цих проблем полягають у створенні альтернативних технологій, які дозволяють отримувати екологічно безпечні продукти харчування без негативного впливу на екосистему існування людини.

Такі технології на сьогодні є у системі органічного землеробства. Мілкий обробіток ґрунту, який є обов'язковим при цій системі, дозволяє не руйнувати верхній шар ґрунту, зберігаючи його природну структуру, а використання багаторічних бобових трав, органічних добрив та сидеральних культур, спрямованих на реалізацію природного потенціалу екосистем, забезпечує екологічно гармонійне господарювання.

Підсумовуючи матеріал, викладений у книзі, вважаємо за доцільне узагальнити загальні тенденції формування поживного режиму культурних рослин за органічного землеробства при відсутності мінеральних добрив.

Система органічного землеробства базується на створенні агроекосистем, максимально наближених до природних формацій. Вона враховує базовий принцип розвитку планети, оскільки виникнення життя на Землі було забезпечено двома глобальними процесами, які зараз, і в майбутньому будуть підтримувати розвиток біосфери. До них належить фотосинтез і азотфіксація в усіх її проявах. Саме регулювання цих процесів найбільшою мірою і відбувається у органічному землеробстві, оскільки його технологічні прийоми забезпечують ефективне використання позитивних факторів навколишнього середовища, насамперед, шляхом збільшення їхньої питомої ваги у процесі продукування основних біотичних компонентів.

Цьому сприяє використання багаторічних бобових трав, гною та сидеральних культур, що забезпечує підвищення

впливу сонячної енергії, біологічної фіксації азоту з атмосфери та покращенню умов життєдіяльності ґрунтової біоти.

В природі існує тісний взаємозв'язок між фотосинтезом і симбіотичною фіксацією азоту. Завдяки азотфіксації рослини забезпечуються безперервним азотним живленням в оптимальних дозах, а в процесі фотосинтезу утворюються вуглеводи, які потім використовуються для синтезу всіх органічних речовин.

Потужний резервуар азоту – земна атмосфера, де його запаси становлять близько 4 трлн.т (об'ємна частка газоподібного азоту в атмосфері - 78, 09%, масова - 75,6%). Над кожним гектаром Землі у повітрі міститься в середньому близько 80тис. тонн (над 1м² близько 8т) молекулярного азоту, який є єдиним джерелом поновлення запасів зв'язаного азоту в ґрунті [2].

Таким чином, азот не лише основний біогенний елемент, головний компонент живої матерії, що відіграє найважливішу роль в житті рослин і тварин, але і провідний елемент землеробства. Проте вищі рослини не здатні використовувати молекулярний азот як джерело азотного живлення. З повітря фіксувати азот можуть лише бактерії, що мають високий коефіцієнт розмноження та адаптації до середовища, а ферментативні системи здатні відновлювати азот до різноманітних хімічних сполук.

Найбільше практичне значення у збагаченні ґрунтів азотом, завдяки засвоєнню його з повітря, мають бульбочкові бактерії, які фіксують молекулярний азот у симбіозі з бобовими рослинами, що є одним з основних елементів системи органічного землеробства. Так, завдяки бульбочковим бактеріям люцерна здатна засвоювати 120 – 350 кг/га азоту з повітря, еспарцет – 100 – 200 кг/га, соя – понад 70 кг/га і сформувати врожайність зерна 30 – 35 ц/га без застосування азотних добрив [2,37].

Однак, останнім часом виявлено і нові форми мікроорганізмів, здатних засвоювати молекулярний азот в асоціаціях із кореневою системою небобових рослин [2].

Просо стимулює фіксацію азоту за вегетаційний період до 40 кг/га [29], пшениця озима – до 35 – 40 кг/га [47], а за даними В. Патики [29] до 60 кг/га в рік. Частка атмосферного азоту в рослинах кукурудзи та сорго становить близько 13 кг/га [28], ячменю – до 20 кг/га [42]. В. Патики [2] вважає, що продуктивність асоціативної азотфіксації в зоні помірних широт становить в середньому 20 – 30 кг/га азоту.

Таким чином, визначаючи норми азотних добрив, навіть в умовах інтенсивного землеробства, слід враховувати, що частину своїх потреб в азоті рослини задовольняють завдяки його фіксації з повітря. Так, визначаючи норми азотних добрив для сої, слід враховувати, що, в середньому, 60% своїх потреб в азоті рослини сої задовольняють завдяки його фіксації з повітря бульбочками, які утворюються на коренях рослин, в разі обробки насіння нітрагіном [2,32]. Бактерії однорічних зернових культур здатні фіксувати 50 – 90 кг/га азоту, що еквівалентно 25-35 кг/га діючої речовини азотних добрив [30]. На багаторічних бобових (еспарцет, люцерна, буркун, конюшина) асоціативного біологічного азоту накопичується 90 – 380кг/га, що еквівалентно 120- 250 кг/га діючої речовини азотних добрив.

За органічного землеробства, асоціативний біологічний азот, наряду з використанням органічних добрив, в тому числі і сидератів, є одним з головних, які формують оптимальний поживний режим рослин і позитивний баланс гумусу у ґрунті. Тим більш, що фіксований азот надходить у рослини не весь, значна його частина надходить у ґрунт (у зернобобових – 10 – 12 кг/га, у багаторічних бобових трав - 60 – 120кг/га), компенсуючи тим самим винесення рослинами ґрунтового азоту [30].

Іншим важливим чинником оптимізації поживного режиму сільськогосподарських культур за органічного землеробства є органічні добрива, внесення яких сприяє активізації діяльності ґрунтової мікрофлори, а після їхньої мінералізації проходить насичення ґрунту поживними речовинами, які використовують рослини.

Так, при вмісті поживних речовин у гноєві великої рогатої худоби: азоту (N) – 0,40%, фосфору(P_2O_5) – 0,16%, калію (

K₂O) – 0,50% , за внесення 100 т/га у ґрунт після мінералізації органічних речовин надходить - азоту 400кг/га, фосфору – 160 кг/га, калію – 500 кг/га. На другий рік після внесення перегною та його часткової мінералізації, вміст NPK в ґрунті збільшувався на 90, 35, 57 мг/кг відповідно. Мінералізація гною проходить протягом 3 – 4 років, з інтенсивністю засвоєння рослинами в перший рік - азоту 22%, фосфору - 30-40%, калію – 60 – 66% від загального вмісту. Використання NPK з гною наступною культурою складає відповідно 15 – 20%, 10 – 15% , а третьою – 10 – 15%, 5% – 10%; 0 – 10%. Використання поживних речовин гною за ротацію сівозміни (з урахуванням післядії) складає: азоту – 50 – 60%, фосфору – 50 – 60%, калію – 80 – 90%, що близько до використання відповідних поживних речовин з мінеральних добрив [24].

Таким чином, повернення у ґрунт малоцінної для харчових потреб і тваринництва продукції, але абсолютно необхідної для активної діяльності ґрунтової біоти, підвищує її деструкційну і синтетичну дію. Це сприяє формуванню позитивного балансу гумусу, надходженню у ґрунт біологічного азоту, фосфору, калію та інших макро- та мікроелементів.

Наступним чинником у формуванні поживного режиму сільськогосподарських культур є сидерати. Зелене добриво є невичерпним, постійно поновлювальним джерелом органічної речовини. Встановлено, що за вегетаційний період на формування біомаси сидеральна культура бере з ґрунту лише 10% «матеріалу», а 90% одержує з повітря за рахунок енергії сонячних променів та біологічної азотфіксації. За даними наукових досліджень сидерати за своєю ефективністю прирівнюються до напівперепрілого гною з коефіцієнтом 1,5. Середня врожайність зеленої маси сидерату (200 – 300 ц/га) еквівалентна внесенню 20 – 30 т/га гною. Позитивний вплив сидерації на родючість ґрунту й урожайність сільськогосподарських культур зберігається протягом трьох років. Найбільш ефективні для сидерації багаторічні й однорічні бобові культури. Так, при урожайності зеленої маси вики озимої 250 ц/га, після мінералізації органічної речовини в ґрунті накопичується 160 кг/га азоту, 75 кг/га фосфору і 200

кг/га калію, що еквівалентно внесенню 906,3 кг/га мінерального добрива – нітроамофоски. В цілому ж після вирощування вики ярої на перший рік поживних речовин було: N₁₄₃ P₁₂₈ K₁₃₄, на другий рік – N₁₆₂ P₁₁₄ K₁₀₈, на третій рік – N₁₇₈ P₈₇ K₁₃₀. Широке впровадження сидератів сприяє включенню в малий кругообіг із більш глибоких генетичних горизонтів ґрунту невикористаних резервів фосфору, калію, кальцію, магнію та інших елементів живлення рослин.

Отже, післядія гною і сидеральних культур відчувається протягом трьох років. З такою ж послідовністю за органічного землеробства на поля вноситься перегній, або висівається сидерат, що забезпечує оптимізацію поживного режиму рослин. До цього ж додається накопичення азоту за рахунок біологічної фіксації, особливо багаторічними бобовими травами, які є обов'язковим елементом технологій органічного землеробства. В результаті виконується його основне завдання – «нагодувати землю».

За роки застосування органічного землеробства під впливом чинників системи, згідно даних Полтавської філії Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України», вміст гумусу – головного показника родючості ґрунту та ефективності технологій – на полях господарства збільшився на 0,53% – 1,57%. Особливо відчутний процес ґрунтоутворення на еродованих землях, урожайність котрих за цей період практично досягла показників на рівнинних полях. Ґрунти господарства характеризуються достатнім вмістом основних макроелементів. Так, за останні роки на полях вміст основних макроелементів в середньому становив: азоту (N) – 109 – 155 кг/га, фосфору (P) – 78 – 102 кг/га, калію (K) – 98 – 105 кг/га.

При цьому для основних сільськогосподарських культур в зоні Лісостепу рекомендованими нормами внесення мінеральних добрив є – для пшениці озимої – N₉₀₋₁₂₀ P₆₀ K₉₀; пшениці ярої та сої – N₆₀ P₆₀ K₆₀; кукурудзи – N₉₀₋₁₂₀ P₆₀₋₉₀ K₉₀₋₁₂₀; соняшнику – N₆₀ P₆₀₋₉₀ K₆₀. [29].

Отже, можна стверджувати, що системне вирощування багаторічних бобових трав, сидеральних культур та внесення перегною, враховуючи їхню післядію, практично забезпечує

рекомендований режим мінерального живлення основних сільськогосподарських культур.

Необхідно зазначити, що у традиційних технологіях перевага надавалася, власне, кореневому живленню рослин, як основі підвищення потенційної і ефективної родючості ґрунту. Значно менша увага приділялась повітряному живленню, тобто асиміляції зеленим листком CO_2 та окремих сполук мінерального й органічного походження в мікродозах [20]. У зв'язку з цим вважаємо необхідним звернути увагу на важливий чинник формування високопродуктивних агрофітоценозів – вуглецеве живлення рослин. Маємо на увазі як атмосферний, так і ґрунтовий вуглець, на вміст якого в орному шарі впливає кількість органічної речовини ґрунту і внесення органічних добрив.

Органічні речовини під дією мікроорганізмів розкладаються на вуглекислоту, азотну кислоту, вільний азот і воду. Зольні елементи переходять в розчинні мінеральні солі. Використовуючи енергію Сонця і вуглекислий газ (CO_2) з атмосфери, рослини перетворюють CO_2 в органічний вуглець, що сприяє утворенню органічних речовин, необхідних для існування людини. Чорний колір, який асоціюється з родючістю ґрунту – це показник вмісту органічного вуглецю у гумінових кислотах, концентрація якого у ґрунті сягає понад 20%. Гармонійність органічних добрив тісно пов'язана з життям ґрунту і повинна забезпечувати рослини вуглецем і азотом в рівноважному стані. Для більшості ґрунтів співвідношення вуглецю до азоту становить 12:1, що вказує на доступність для рослин азоту [19].

Отже, органічні добрива забезпечують рослини не тільки основними макро – і мікроелементами, а й вуглекислотою, яка утворюється в результаті розкладання органіки. Так, за даними С.Д. Лисогорова і В.О.Ушкаренка [42] інтенсивність виділення CO_2 з чорнозему звичайного на неудобреному варіанті становила 0,31 – 0,58 кг / га / год., тоді, як на ділянці, де внесли гною в дозі 50 т/га – 0,43–0,96 кг / га / год. В цілому ж при розкладанні 30 – 40т гною, щодня виділяється 35 – 65 кг CO_2 , [] що покращує вуглецеве живлення рослин. У довіднику «Органічні добрива» вказується, що для формування

урожайності пшениці озимої 50 ц/га, в період її інтенсивного росту, добова потреба в вуглекислому газі (CO_2) становить понад 200 кг на гектар. Близько 70% цієї кількості забезпечується за рахунок вуглекислого газу, який надходить в приземний шар повітря в процесі мінералізації перегною.

Інтенсивний розвиток пшениці озимої триває близько 90 днів. Тобто, за цей час, на кожному гектарі посіву буде засвоєно рослинами близько 18000 кг CO_2 , з яких 70%, або 12000 кг, повинні надійти з ґрунту. Для задоволення такої потреби, необхідно внести в ґрунт органіки зі значно більшою кількістю вуглецю у вигляді гною і рослинної маси (сидерати, пожнивні рештки та ін.); з них за допомогою макро – і мікроорганізмів сформується перегній і вуглекислота [23].

Певна частина вуглецю, що міститься в органічних добривах, формує ґрунтову органічну речовину – гумус. На багатому гумусом ґрунті з внесеної органічної речовини постійно виділяється вуглекислота, яка асимілюється листками, і забезпечує ріст і розвиток рослин, формування їхньої продуктивності.

Таким чином, органічні добрива є одним з резервів поповнення вмісту вуглекислого газу в приземному шарі атмосфери, що має велике значення для фотосинтезу і, в кінцевому результаті, для формування врожайності сільськогосподарських культур.

При цьому необхідно зазначити, що рівномірне розкладання органічної речовини, як джерела вуглекислоти, може бути досягнуто за рівномірного розподілу його в горизонтальній площині так, щоб вона не піддавалася сильному тиску. Закладення органіки навіть на невелику глибину гальмує процес розкладання. Більш інтенсивне розкладання органічних добрив у верхньому шарі ґрунту обумовлено кращою аерацією, більш високою температурою, а, отже, і більш активною мікробіологічною діяльністю. Чітко спостерігається закономірність: чим глибше закладений гній, тим повільніше йде його мінералізація. Так, якщо за поверхневого закладення втрати вуглецю за два роки спостережень досягали 83% від вихідного, то в шарі 10-20 см і 20-30 см - відповідно 81,4% і 74,2% [42].

Крім того, виділений в ґрунті вуглекислий газ, з'єднуючись з водою, перетворюється у вугільну кислоту, яка є хорошим розчинником макро – і мікроелементів ґрунту, що є додатковим резервом оптимізації поживного режиму сільськогосподарських культур.

Разом з тим, необхідно зазначити, що неконтрольоване накопичення вуглекислого газу в атмосфері є шкідливим для природи і здоров'я людини.

Вуглекислий газ (CO_2) є одним з компонентів, так званих, парникових газів (CO_2 - вуглекислий газ, CH_4 – метан, N_2O - окис азоту), які містяться в атмосфері, сприяють утриманню тепла, яке, як правило, виділяється з поверхні ґрунту. Результатом цього є глобальні зміни клімату [40].

З початку промислової революції рівень вмісту CO_2 збільшувався з інтенсивністю близько 1,5% в рік. Подальше зростання рівня вмісту CO_2 в атмосфері може привести до глобального потепління [41,44].

Скоротити викиди CO_2 на 20% і більше можливо шляхом впровадження технологій зберігаючого землеробства [46], які включають: мінімальний обробіток ґрунту, протиерозійний обробіток ґрунту, внесення органічних добрив, впровадження науково-обґрунтованих сівозмін, використання сидеральних, проміжних культур та збереження пожнивних решток, максимальне покриття поверхні ґрунту рослинами. Ці заходи сприяють зменшенню вмісту діоксиду вуглецю в атмосфері та збільшенню вуглецю в ґрунті.

Отже, вимоги до зберігаючого землеробства практично ідентичні прийомам системи органічного землеробства. У зв'язку з цим вважаємо, що в цьому заключається космічна роль органічного землеробства, як системи, яка засвоює максимальну кількість атмосферного вуглецю, переводячи його в ґрунтовий елемент і біомасу рослин, очищаючи атмосферу і виробляючи при цьому екологічно безпечну продукцію для харчування людини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бентежний талант хлібороба: штрихи до портрета агроєколога Семена Антонця / укладачі Самородов В.М., Поспєлов С.В.; науков. Ред. В. М. Самородов. – Полтава: Дивосвіт, 2010. – 236 с.
2. Біологічний азот: Монографія/ В.П. Патика, С.Я. Коць,
В.В. Волкогон, О.В. Шерстобоева, Т.М. Мельничук, А.В. Калініченко, І.В. Гриник; За ред.. В.П. Патики – К.: Світ, 2003. – 424с.
3. Вавилов П.П. Полевые сельскохозяйственные культуры СССР / Вавилов П.П., Малышев Л.Н. // М.: Колос, 1984. – 160 с.
4. Вовкотруб М.П. Виробництво мінеральних та органо-мінеральних добрив / Вовкотруб М.П. , Мулярчук І.Ф., Городній М.М. // Науковий вісник НАУ.
URL: <http://www.nauu.kiev.ua>.
5. Гриб Н.И. Результаты опыта «бессменная рожь» / Гриб Н.И., Чапко П.М. // Рациональное ведение растениеводства и животноводства. – Полтава, 1984. – С. 46 – 55.
6. Бондаренко М.П. Вирощування гречки та поліпшення стану ґрунтів / Бондаренко М.П., Єфіменко Д.Я., Страхоліс І.М., Чернявський О.П. // Хімія. Агрономія. Сервіс – № 10, 2009. - С. 10-11
7. Все о сидератах / Н. М. Жирмунская. Центр экологического земледелия, 2006. – 60 с.
8. Дегодюк Е.Г. Сучасні підходи до оптимізації мінерального живлення рослин в органічному землеробстві / Дегодюк Е.Г., Вітвіцька О.І., Дегодюк Т.С. // Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН», 2014, с.33 – 39.
9. Дегодюк Е.Г. «Добрі добрива» - добрива майбутнього.
URL: <http://www.dobridobriva.com.ua/i.html>.
10. Добривна альтернатива / В. В. Лихочвор. – Зерно. – № 3, 2008. С. 62–72.

11. Довбан К. И. Зеленое удобрение в современном земледелии. – Минск: Белорусская наука, 2009. – 404 с.
12. Дощові черв'яки – архітектори родючих ґрунтів. FIBL 2016 р.
13. Дегодюк Е. Піддавати отруту біоконверсії. Farmer, №4 (76). квітень 2016р. – с. 16 – 18.
14. І. Шувар. Технології поліпшення родючості ґрунту / І. Шувар, В.Гнидюк, О. Бунчак, В. Сендецький, О. Тимофійчук // Зерно. 2016р, № 2(119). – с 158 – 163.
15. Какое удобрение лучше? Сидераты!// Под ред. П.Н. Трофименко. Справочник, 2-е изд., доп. – К.: К Земле с любовью, 2009. – 80 с.
16. Ковалев Н.Г. Утилизация органических отходов агропромышленного производства в удобрения путем их ускоренной аэробной ферментации. Четвёртая международная конференция «Сотрудничество для решения проблем отходов» 31 января – 1 февраля 2007 г. Харьков, Украина. www.waste.ua/cooperation/theses/index.html;
17. Лозовская И.Н. Теория и практика использования органических удобрений / И.Н. Лозовская, Д.С. Орлов, П.Д. Попов // М.:Агропромиздат, 1988.-96с.
18. Малюга Ю.Е. Переработка твердых бытовых отходов в универсальное органо-минеральное медленнодействующее удобрение – мелиорант. / Малюга Ю.Е., Тарасов А.С. и др. // Экология окружающей среды стран СНГ: Экологические проблемы окружающей среды, пути и методы их решения. URL:<http://www.ecologylife.ru>.
19. Маслов О. Почвенные микробы, органическое вещество и рециркуляция питательных веществ. Зерно 2014, №12(105). с.130-133
20. Матвійчук Б.В. Кругообіг органічного вуглецю в агробіоценозі північного Лісостепу / Б.В.Матвійчук, О.П. Рябчук // Вісник ЖНАЕУ.
21. Л. Морозова. Симбіоз науки й виробництва. Farmer №1(73) січень 2016. С.30-32.
22. Мельник І.П. Дощові черв'яки: наукові аспекти вирощування і практичне застосування / І.П. Мельник, Н. М.

Колісник, І.А., Шувар, В.М. Сендецький, І.М. Тітов та ін. // Івано –Франківськ: Симфонія форте, 2015. – 44с.

23. Николаус Ремер. Органическое удобрения (обработка и применение по рекомендациям д-ра Р. Штайнера) / Москва, 1995. - 88 С.

24. Органическое удобрение (за ред. А.А.Бацулы) Второе издание, переработанное и дополненное. – Киев. «Урожай», 1988. - 181 С.

25. Органічне землеробство: з досвіду ПП «Агроекологія» Шишацького району Полтавської області / Антоненко С.С., Антоненко А.С., Писаренко В.М. та ін. // Полтава, 2010. – 198 с.

26. Основные положения по накоплению, хранению и применению навоза и других местных органических удобрений. / И.П. Мамченков, Е.М. Бодрова, И.Ф. Ромашкевич и др. // Изд-во «Колос», М. 1969, 39С.

27. Оптимальне живлення рослин. Едуард Дегодюк, д-р с-г. наук, професор ННЦ «Інститут землеробства НААН» журнал The Ukrainian Farmer, липень 2014 р.

URL: <http://www.agrotimes.net/journals>.

28. Патыка В.Ф. Азотфиксация в ризосфере злаковых культур и ее влияние на урожай растений // Микроорганизмы в с. – х. Респ. Конф. (Кишинев, 1988). – Кишинев, 1988. – С. 107 – 108.

29. Патыка В.П. Мікроорганізми і альтернативне землеробство / Патыка В.П., Тихонович І.А., Філіп'єв І.Д. та ін. // К., 1993. – 176с.

30. Патыка В.П. Біологічний азот у системі землеробства / Патыка В.П., Гнатюк Т.Т., Булецька Н.М. // Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Землеробство» ННЦ Інститут землеробства НААН, Київ 2015. С.12-20.

31. ПідприємствоЗАТ«Еко-Азот».

URL: <http://www.chemgrad.ru/ob256934283.html>.

32. Писаренко П. Соя на зрошенні / Писаренко П., Влашук А. // Farmer №5(77), травень 2016, с. 84 – 86.

33. Поспелов С. Сидерация: восстанавливаем почву, улучшаем будущий урожай/ Поспелов С., Самородов В. // Зерно. – 2011. - № 1. – С. 16–22.

34. Розвиток органічного виробництва/ Федоров М. М., Ходаківська О.В., Корчинська С. Г.; за ред.. М. М. Федорова, О. В. Ходаківської. – К.: ННЦ ІАЕ, 2011. – 146 с.
35. Рослинництво / С. М. Каленська, О. Я. Шевчук, М. Я.Дмитришак та ін. // К., 2005. – 502 с.
36. Роберт Висоцик Производство органических удобрений нового поколения – очень интересный бизнес для Украины, Зерно, 2014№11 (104). - с. 97 – 99.
37. Садыков Б.Ф. Продуктивность симбиотической азотфиксации / Садыков Б.Ф., Зуева Л.Д., Чернов А. Я. и др. // Экол. Последствия применения агрохимикатов: удобрения / Всес. раб. совещ. «Человек и биосфера» (Пушино, 1982): Тез. докл. – Пушино, 1982. – С. 35 – 37.
38. Самойленко И. Нормализация биоценоза. Зерно 2015, №12(117), с.70-72.
39. Сидерати. Їм відроджувати колишню славу українських земель/ В. Авраменко// Пропозиція. – № 6, 2003. – С. 36–38.
40. Скотт Стеггенберг. Почвенный органический углерод и глобальный круговорот углерода. III Конференция NT.СА самовосстанавливающееся эффективное земледелие. 27-30 июня, 2006 года. Увеличение прибыли через улучшение качества почв. Сборник докладов. Корпорация «Агро-Союз». Днепропетровск. Украина. С. 79-81.
41. Умаров М.М., Ассоциативная азотфиксация. – М.: МГУ, 1986. – 136с.
42. Ушкаренко В. А. Практикум по орошаемому земледелию: учебное пособие для сельскохозяйственных вузов / В. А. Ушкаренко, С. Д. Лысогоров. // М.: 23 Агропромиздат, 1985.- 128с.
43. УкрТехноФос.
URL: <http://www.utphos.com.ua/utp/ukr1/index>.
44. Чарльз Райс. Основы Секвестрации углерода в сельскохозяйственных почвах. III Конференция NT.СА самовосстанавливающиеся эффективное земледелие. 27-30 июня, 2006 года. Увеличение прибыли через улучшение качества почв. Сборник докладов. Корпорация «Агро - Союз». Днепропетровск. Украина. С.84-86.

45. Якушко С.І. Органо-мінеральні добрива: Переваги та способи виробництва / Якушко С.І. , Іванов В.П. // URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua>.
46. Jenkinson D.S. Organic matter and nitrogen in soils of the Rothamsted Classical Experiments//J.Sc.Food Agr. – 1973. – N 24. – P. 1149 - 1150.
47. Літвінова О. Принцип зеленого поля. Farmer, 2018. - № 7 (103). – С. 106 - 107

Громадська спілка
«Полтавське товариство сільського господарство»
Монографія

ПИСАРЕНКО В. М., ПИСАРЕНКО П. В.

ОРГАНІЧНІ ДОБРИВА

Науковий редактор: Опара М. М.

Писаренко В. М. Органічні добрива / Писаренко В. М.,
Писаренко П. В. // Полтава, 2022. – 156 с.

У книзі розглянуто комплекс питань, пов'язаних з видами органічних добрив, їх зберіганням, переробкою і використанням. Наводяться матеріали по біотехнології переробки органічних добрив, отримання біогумусу. Представлені результати практичних розробок з технологій отримання компостів. Узагальнені матеріали по використанню в якості органічних добрив сидеральних культур. Книга розрахована на широке коло читачів.

Підписано до друку 22.06.2022 р.

Формат 60×84 1/16

Друк офсетний. Ум.друк.арк. 9,07

Тираж 50.

Виготовлювач: ФОП Смірнов А.Л.

Адреса: 36000, м. Полтава, вул. Половки, 93, кв. 150.

Тел.: (+38) 097 319-10-24

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 5117 від 07.06.2016 р.