

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКА ДЕРЖАВНА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ДОСЛІДНА
СТАНЦІЯ ННЦ «ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕРОБСТВА НААН»**



**НАУКОВО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ УПРАВЛІННЯ
ТА ЗАХОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ
ОРГАНІЧНОГО ВУГЛЕЦЮ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПОБІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ У ЯКОСТІ ДОБРИВ
(РЕКОМЕНДАЦІЇ)**

**НАУКОВО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ УПРАВЛІННЯ ТА ЗАХОДИ
ОПТИМІЗАЦІЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ОРГАНІЧНОГО ВУГЛЕЦЮ ЗА
ВИКОРИСТАННЯ ПОБІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ У ЯКОСТІ ДОБРИВ – Сміла:
ЧДСГДС, 2025. 40 с.**

Встановлено теоретично-можливі обсяги рослинної біомаси, що може бути використана для енергоконверсії та обґрунтовано недоцільність використання частини побічної продукції рослинництва на енергетичні цілі в у зв'язку з спадним станом родючості земель сільськогосподарського призначення АПК Черкаської області. Встановлено розміри сформованої побічної продукції сільськогосподарськими культурами і способи їх ефективного залучення в якості органічних добрив. Визначено нормативи застосування побічної продукції з рослинними залишками, для отримання бездефіцитного балансу гумусу. Усі дослідження проведені в комплексі, що включає в себе сівозміни, обробіток ґрунту, різні добрива і сорти. Призначені для фахівців агрономічної і агрохімічної служби, співробітників АПК Черкаської області.

Укладачі:

Черкаська державна сільськогосподарська дослідна станція ННЦ "ІЗ НААН": О.В. Демиденко – доктор с.-г. наук, І.С. Шаповал, В.П. Кравченко – кандидати с.-г. наук, С.В. Ярмілко – науковий співробітник

Рецензенти:

Володимир БІЛОНОЖКО – професор кафедри агрономії, біології та екології ННІ природничих та аграрних наук Черкаського національного університету ім. Б. Хмельницького, доктор. с.-г. наук

Володимир РАСЕВИЧ – заступник директора з наукової роботи ЧДСГДС ННЦ «ІЗ НААН», канд. біол. наук

Відповідальний за випуск: О.В. Демиденко — доктор с.-г. наук

© Черкаська державна
сільськогосподарська дослідна
станція ННЦ "ІЗ НААН", 2025

ЗМІСТ

	С.
Вступ.....	4
Заходи використання побічної продукції.....	5
Агрохімічні властивості соломи.....	6
Депресивні властивості соломи.....	7
Особливості розкладання соломи.....	8
Агротехнічні вимоги до внесення соломи як добрива.....	9
Наукові передумови використання соломи на добриво.....	11
Способи використання соломи на добриво.....	12
Технологічні особливості використання соломи.....	15
Застосування соломи для відтворення родючості.....	18
Спалювання соломи і парниковий ефект.....	18
Цінність соломи як добрива.....	19
Структуроутворююча здатність соломи.....	20
Особливості технології приорювання соломи.....	20
Скільки потрібно азоту для мінералізації рослинних решток.....	21
Застосування біодеструкторів стерні.....	21
Особливості використання соломи та сидерату на добриво.....	23
Системи ґрунтозахисного обробітку ґрунту.....	25
Машини та знаряддя для ґрунтозахисних технологій.....	26
Науково-методологічні засади управління трансформацією органічного вуглецю для агроекологічної оцінки формування продуктивності різноротаційних сівозмін.....	28
Висновки.....	35
Післямова.....	38

ВСТУП

В сучасних умовах ведення землеробства в АПК Черкаської області, на найближчу та віддалену перспективу, найдоцільнішою моделлю ведення землеробства є наукоємна біологізована модель із замкнутим виробничим циклом, з оптимізованою структурою посівних площ та збалансованим співвідношенням галузей тваринництва і рослинництва. Біологізація землеробства в АПК Черкаської області є інноваційною технологічною основою для відродження сільськогосподарського виробництва, що дозволяє у найближчій перспективі вивести область на новий інноваційний технологічний рівень і зробить продукцію рослинництва конкурентоспроможною на вітчизняному та зовнішньому ринку. До недавнього часу вважалося, що джерелом антропогенного надходження вуглекислого газу в атмосферу є енергетика, до якої слід віднести сучасні опалювальні котли на соломі, транспорт та промисловість, де при спалюванні органічного палива виділяється значна кількість CO_2 . За рівнем надходження CO_2 в атмосферу сільське господарство не поступається промисловості, бо на його долю приходить до 25 % викидів парникових газів за рахунок витрат на гумус. Звідси вирішення проблеми збільшення накопичення гумусу в ґрунті може сприяти вирішенню проблеми глобального потепління. Основним завданням обробки ґрунту є його мінімізація за глибиною та числом проходів по полю ґрунтообробної техніки, а використання соломи в якості органічного добрива та енергетики ґрунтоутворення в агроценозах сівозмін і є, з економічної та екологічної точки зору, актуальним та стратегічним напрямком розвитку аграрної сфери Черкаської області та України в цілому.

Використання біопалива потребує ретельного балансування з огляду на продовольчі та енергетичні потреби. Тому, поширення використання біологічних енергоресурсів неможливе без ретельного обґрунтування параметрів його технічного та технологічного забезпечення. При цьому, в процесі перетворення органічної сировини в біопаливо необхідно узгоджувати технічні, технологічні, економічні, екологічні та соціальні показники. Кожен захід, який пропонується для реалізації в агроєкосистемах повинен бути спрямований на підтримання родючості ґрунту, а за можливістю сприяти розширеному відтворенню родючості ґрунтів. Це має безпосереднє відношення і до виробництва та використання біопалив. У зв'язку з цим, серйозною науковою проблемою є визначення обсягів рослинної біомаси, яка може бути задіяна на теплові потреби без шкоди для відтворення родючості ґрунтів АПК Черкаської області.

Визначення обсягів соломи та стебел польових культур для теплових потреб також потребує наявності обґрунтованих значень виходу сухої біомаси польових культур. У разі наявності обґрунтованого значення цього показника існувала б можливість об'єктивного визначення річного обсягу соломи та стебел польових культур для теплових потреб. Тому серйозною проблемою є визначення обсягів рослинної біомаси, яка може бути задіяна на теплові потреби без шкоди для відтворення родючості ґрунтів. Рівень оцінки обсягів рослинної

біомаси для теплових потреб згідно існуючих методик може коливатися від 30 до 100 % від загальної кількості. Після встановлення обсягів доступної біомаси необхідно розробити напрямки раціонального її використання для енергопотреб, та визначити конструктивно-технологічні параметри обладнання для конверсії сировини рослинного походження.

Дослідження проводилися в умовах центральної частини лівобережного Лісостепу України в довгостроковому (понад 36 років) стаціонарному досліді Драбівського дослідного поля Черкаської державної дослідної станції «ННЦ «Інститут землеробства НААН». Земельна територія дослідного поля розміщена на третій терасі Дніпра в Носівсько–Кременчуцькому агрогрунтовому районі, а за більш детальною класифікацією В.С. Самбура – у Драбівському агрогрунтовому районі, рельєф якого рівнинний, слабохвилястий, з невеликими ярами. Агрогрунтовий район займає південну частину древніх терас Середнього Дніпра, включаючи лівобережні райони Черкаської та терасні райони Полтавської області.

Агрохімічна характеристика та стан родючості ґрунтів Черкаської області за 2009-2015 роки проведено Черкаською філією державної установи «Інститут охорони ґрунтів України». Балансові розрахунки органічної речовини гумусу та поживних елементів в АПК Черкаської області та дослідях проведено за загально прийнятою методикою ННЦ Інституту ґрунтознавства і агрохімії ім. О.Н. Соколовського. Коефіцієнти мінералізації гумусу визначалися за виносом азоту з ґрунту основною продукцією сільськогосподарських культур.

Вихід соломи та стебел для теплових потреб визначається як різниця між кількістю біомаси зернових і зернобобових культур та стебел ріпаку і сої (за виключенням стебел кукурудзи на зерно та соняшнику, рослинна біомаса яких у більшості випадків залишається на полі у повному обсязі) та втрат при збиранні і стерні, а також витрат соломи на годівлю тварин та на підстилку за методикою С.М. Кухарець, Г.А. Голуб.

ЗАХОДИ ВИКОРИСТАННЯ ПОБІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

У кінці 80-х років минулого століття за внесення на 1 га ріллі гною на рівні 7-9 т/га і щільності поголів'я тварин – 1 умовна голова на 1 га сільськогосподарських угідь питання застосування побічної продукції землеробства на добриво взагалі не існувало, оскільки майже вся нетоварна біомаса використовувалася на потреби тваринництва, в тому числі на корм і підстилку. Органічний вуглець надходив у ґрунт з гноєм, кореневими та післязбиральними (бадилля картоплі в Поліссі, стебла соняшнику в Лісостепу і Степу) рештками.

Проблема нетоварної частини урожаю й особливо соломи за умов різкого скорочення поголів'я сільськогосподарських тварин до недавнього часу здебільшого розв'язувалась шляхом її спалювання. При цьому переваги технологічного і фітосанітарного характеру супроводжувалися значними непродуктивними втратами органічного вуглецю як самої соломи, так і гумусу, що призводило до різкого посилення процесів дегуміфікації ґрунтів. Згідно з експертними оцінками у разі збереження такого стану в найближчі 5–7 років вміст гумусу в орному шарі знизиться від 3,2 до 2,8 %, що, без сумніву, призведе

не лише до зниження обсягів виробництва продукції, а й безумовно стане причиною виникнення та посилення різних екологічних негараздів локального, регіонального і навіть глобального характеру (Тараріко Ю. О. та ін., 2004).

Відомо, що на початку 50–60 років XX ст. у зв'язку з поглибленням процесів спеціалізації, відсутністю ефективних агрохімікатів для захисту культурних рослин від хвороб, шкідників і бур'янів, а також надійних засобів механізації застосування рослинних решток переважна кількість соломи спалювалася, тому серед українських фахівців-аграріїв набула поширення думка про доцільність спалювання соломи.

Встановлено, що солома згорає на одному квадратному метрі за 30–40 с, при цьому температура на поверхні ґрунту може досягати 360 °С, на глибині 5 см – близько 50 °С. Вигорання органічної речовини ґрунту відбувається в шарі 0–5 см, а втрати води – в шарі 0–10 см. При цьому погіршуються водно-фізичні властивості ґрунту, зменшується його біологічна активність, а продукти термічної мінералізації швидко проникають за межі ґрунтового профілю.

Агрохімічні властивості соломи

Солома містить близько 15 % води і майже на 85 % складається з органічної речовини. Целюлоза, пентозани, геміцелюлоза і лігнін (до 80 %) є активним енергетичним матеріалом для мікроорганізмів ґрунту, а продукти їх деструкції – будівельним матеріалом для лабільного («поживного») гумусу. У середньому у складі рослинних решток кількість геміцелюлози становить 15–20 %, лігніну – 15–22 %. За вмісту 20–30 % лігніну процес розщеплення целюлози значно уповільнюється.

У середньому 1 т соломи містить 5 кг азоту, 2,5 кг фосфору, 8 кг калію, 350–400 кг органічного вуглецю, 25 г бору, 15 – міді, 150 – марганцю, 2 – молібдену, 200 – цинку і 0,5 г кобальту.

У зв'язку із широким співвідношенням у соломі C:N – 70–80:1, у процесі її розкладання мікроорганізми інтенсивно споживають мінеральний азот ґрунту.

За розкладання корневих та післяжнивних решток зернових культур, у зв'язку з відносно низьким вмістом у їх складі азоту, процеси мінералізації переважають над процесами гуміфікації, оскільки безазотисті гумусові сполуки нестійкі і досить швидко мінералізуються.

Встановлено, що для корневих решток озимої пшениці коефіцієнт гуміфікації знаходиться в межах 0,15–0,18, соломи – 0,10, гною – 0,2–0,3, а відношення C:N становить відповідно 35–40:1; 80:1; 25–35:1.

Узагальнення літературних джерел щодо дії мінеральних добрив на гумусний стан свідчить про те, що, по-перше, серед мінеральних добрив найпомітніше впливають на гумусний стан азотні добрива, по-друге, невеликі норми азотних добрив (30–40 кг/га), що сприяють розвитку мікроорганізмів, водночас зменшують вміст гумусу на 0,2–0,4 т/га. Наведені дані дають підстави передбачити збільшення коефіцієнтів гуміфікації соломи за рахунок балансування співвідношення вуглецю й азоту за внесення мінеральних добрив. За розкладу соломи до ґрунту надходить не тільки певна кількість необхідних рослинам мінеральних сполук, але й значна кількість вуглекислого газу (до 25 % від загальної маси соломи), що використовується рослинами у процесі

фотосинтезу, а також, сполучаючись з водою, утворює вугільну кислоту, яка сприяє переведенню у розчинну форму певної кількості поживних елементів ґрунту. Солома, відтак, поліпшує кореневе живлення і повітряний режим.

Загортання соломи позитивно впливає на процеси, що відбуваються у ґрунті, в тому числі й на збільшення запасів гумусу. Оскільки вміст сухої органічної речовини в соломі становить 85 %, у підстилковому гної – 20, зеленому добриві – 10, рідкому гної – 3 %, то солома має важливе значення в регулюванні балансу органічної речовини, що надходить до ґрунту, особливо на віддалених від ферм полях, де гній практично не вноситься.

Депресивні властивості соломи

До негативних властивостей соломи слід віднести її депресивну дію на культуру, під яку вона вносились як добриво. Встановлено, що крім широкого співвідношення C:N, інгібіторна дія пов'язана із присутністю в соломі розчинних форм органічних сполук: саліцилової і дегідростеаринової кислот і ваніліну. Водна витяжка зі свіжої соломи гальмує розвиток рослин. У соломі та продуктах її розкладу виявлено ряд похідних фенолу, які справляють токсичний вплив на рослини.

У ґрунті продукти розкладу соломи – ванілінова, кумарова і бензойна кислоти помітно інгібують ріст рослин. Фітотоксичний ефект продуктів розкладу проявляється в затримці росту коріння, порушенні обміну речовин, хлорозі. За розкладу соломи, крім фенольних сполук, утворюється ряд органічних кислот – мурашина, оцтова, молочна, масляна, щавелева, бурштинова, валеріанова та інші, які також шкідливі для розвитку корневих систем рослин. Особливо багато шкідливих сполук накопичується за анаеробного розкладання соломи. В аеробних умовах і в ґрунтах з високою біологічною активністю токсичні сполуки розкладаються швидше.

Дослідами встановлено, що велике значення в усуненні депресивного ефекту соломи на рослини має азот. Його високі дози зводять до мінімуму депресивний вплив витяжки із соломи. Найкращий ефект спостерігається за внесення сульфату амонію за тиждень до загортання соломи. Детоксикація свіжої соломи відбувається за рахунок стимуляції азотом мікробіологічного комплексу ґрунту. При цьому умови розкладання соломи у ґрунті відіграють основну роль у характері нагромадження продуктів розкладу органічної речовини. Фітотоксичні сполуки, що утворилися, в аеробних умовах можуть швидше засвоюватися мікроорганізмами, або інактивуватися в результаті адсорбції на органічних чи мінеральних колоїдах, або нейтралізуватися іншими сполуками у процесі гуміфікації.

В анаеробних умовах токсичні речовини зберігаються більш тривалий час, особливо за невисоких температур і нестачі азоту. Мінеральні речовини, що містяться в соломі, також впливають на перебіг процесів розкладу, оскільки потреба мікроорганізмів у мінеральних речовинах подібна до потреби в них вищих рослин. Як правило, для нормального розкладу вміст зольних елементів у рослинних рештках достатній, а відтак вони, на відміну від азоту, навряд чи можуть лімітувати цей процес. За співвідношення вуглецю до фосфору 150–200:1 можливий безперешкодний розклад рослинних решток, тому за вмісту

фосфору в них 0,2–0,3 % можна не побоюватися біологічного зв'язування фосфору ґрунту.

Особливості розкладання соломи

Розкладання рослинних решток у ґрунті проходить повільно і залежить від якості їх загортання і погодних умов. Встановлено, що за 2,5–4 місяці розкладається до 46 % соломи, за півтора-два роки – до 80 %, решта – пізніше. За розкладання 1 т соломи у ґрунті вже через 3 місяці утворюється близько 50 кг гумусу, а через 2 роки утворення закінчується, досягаючи максимального значення 90–100 кг. Новоутворені гумусові речовини належать до класу так званого «поживного гумусу» – через 4 роки їх кількість зменшується до 70 кг.

Застосування подрібнених наземних решток культур і соломи без звуження співвідношення C:N до рівня підстилкового гною може пригнічувати розвиток рослин, під які вони зароблені, і знижувати їхню продуктивність. У соломі співвідношення C:N становить 80:1, у гної – 18:1.

Досягти звуження цього співвідношення можна трьома способами:

1) внесенням під час зароблення в ґрунт соломи мінерального азоту з розрахунку 8–10 кг діючої речовини на 1 т соломи чи подрібнених стебел;

2) сумісним застосуванням соломи і подрібнених стебел із безпідстилковим гноєм, рідкою його фракцією, рідким пташиним послідом, надлишковим активним мулом, рідкими осадами стічних вод тощо, які вносять з розрахунку 6–8 т на 1 т соломи за концентрації в них загального азоту до 0,2 %, за меншої або більшої концентрації роблять відповідний перерахунок;

3) вирощуванням сидеральної культури в районах достатнього зволоження і на зрошуваних землях за неглибокої заробки соломи дискуванням або лущенням з наступним заорюванням усієї маси плугом під час зяблевого обробітку ґрунту.

В умовах енергетичної кризи в Україні другий і третій способи є найдоступнішими для виробництва.

У Лісостепу солому вносять під картоплю, цукрові буряки, кукурудзу. У посушливих умовах недоцільно вносити солому під озимі культури. Удобрення соломою та іншими рослинними рештками забезпечує підвищення в ґрунті гумусу, позитивно впливає на фізичні властивості ґрунту, його водний і повітряний режими. Ґрунт краще протистоїть водній і вітровій ерозії.

Принципове значення має спалювання стерні, найбільш поширене у виробництві. З одного боку, воно розглядається як засіб зменшення кількості бур'янів, кореневої гнилі, поліпшення якості основного обробітку ґрунту. З іншого, спалювання стерні – це втрата гумусу, зменшення популяції дощових черв'яків, шлях до більш швидкого пересихання поверхні ґрунту, підвищення загрози вітрової ерозії, забруднення атмосферного повітря.

Найдоцільнішим використанням подрібненої соломи в умовах фермерського чи присадибного господарства є пропускання її через корівник або свинарник на підстилку для одержання гною, а за відсутності тварин або на дачах – виготовлення компостів. Подрібнена солома є більш вологоємною порівняно з цілою, більш гігроскопічною, рівномірніше розподіляється в орному шарі ґрунту і стає доступнішою для мікрофлори.

Агротехнічні вимоги до внесення соломи як добрива

Викладене вище дає підстави сформулювати такі основні агротехнічні вимоги до внесення соломи як добрива:

- солону на добриво варто вносити насамперед на збіднених, староорних ґрунтах, на полях, що знаходяться на відстані понад 5 км від тваринницьких ферм, а також за нестачі в господарстві гною;

- солону можна вносити під усі сільськогосподарські культури: просапні, кормові, зернові та зернобобові, проте найбільш повно солома використовується за умов загортання під основний обробіток ґрунту на полях, призначених для вирощування кукурудзи на зерно і зелений корм;

- рівномірність розподілу подрібненої соломи (довжина різки 5–10 см) має становити не менше 75 % безпосередньо за обмолоту зерна комбайнами;

- подрібнена солома може залишатися в полі протягом одного-двох тижнів після збиральних робіт, виконуючи роль мульчі, що захищає ґрунт від висушування;

- після розкидання соломи необхідно внести азотні добрива в дозі 10–12 кг діючої речовини на 1 т соломи, потім не пізніше, ніж через два дні поле має бути оброблене дисковою бороною на глибину 10–12 см;

- за напівпарового зяблевого обробітку рівномірно розподілену у полі солону разом з мінеральним добривом потрібно загорнути на глибину 20–22 см;

- після внесення соломи ґрунт готується під посів запланованих сільськогосподарських культур відповідно до прийнятих технологій.

Для більш повного (40–50 %) розкладання біомаси соломи потрібно, щоб термін від загортання її у ґрунт до сівби сільськогосподарських культур становив не менше 6–8 місяців. За цієї умови уже в перший рік культурні рослини можуть використати до 15–25 % азоту, 20–30 фосфору і 25–40 % калію.

Використання соломи на добриво має велику екологічну значущість: утилізується величезна маса органічної речовини, що мінералізується в ґрунті, елементи продуктів напіврозкладу цілком поглинаються гуртовим комплексом; солома повторно долучається до колообігу мінерального й органічного живлення рослин для формування нової біомаси рослин і вирощування нового врожаю; розкладаючись у ґрунті протягом тривалого часу, солома не забруднює його високими концентраціями нітратного азоту, органічним фосфором і калієм; сталий баланс надходження до ґрунту і витрат елементів живлення рослин із соломи виключає вимивання рухомих елементів і винесення їх з поверхневим стоком у водойми; рівномірно розкидана у полі солома у спекотний літній день захищає ґрунт від пересихання і ущільнення; внесення соломи у ґрунт сприяє розвитку ґрунтової фауни, що виражається в підвищеній активності бактерій, дощових черв'яків та інших живих організмів, які сприяють поліпшенню агрохімічних і фізичних властивостей ґрунту; з ліквідацією скирт соломи погіршуються умови розмноження мишоподібних гризунів, поліпшується фітосанітарний стан поля (зменшується кількість насіння бур'янів і патогенної мікрофлори зернових культур).

Спалювання стерні допускається як виняток за масового ураження колосових культур кореневими гнилями і фузаріозом, що перевищує гранично

допустиме значення. Рішення про це має приймати відповідна обласна чи районна комісія.

Вчені категорично проти масового спалювання соломи на полях. Навпаки, з огляду на це, вони навіть діляться досвідом раціонального використання соломи для підвищення родючості ґрунтів. Дослідження, проведені у 80–90-х роках у стаціонарному досліді Миронівського інституту пшениці ім. В. М. Ремесла з вивчення систем обробітку ґрунту, показали високу ефективність насичення сівозміни органічною речовиною у вигляді подрібненої соломи колосових попередників та її заробки під наступні ярі культури.

Під час збирання врожаю озимої пшениці комбайнами «Сампо-500» солома подрібнювалась, рівномірно розтрушувалась і залишалась на полі майже до кінця жовтня. За цей проміжок часу (90–95 днів) проводився 3–4-разовий обробіток чорнозему дисковими боронами. Під впливом часу, атмосферних опадів і мікроорганізмів солома перетворювалась у напівперепрілу мульчовану масу, яку заорювали в ґрунт під наступний цукровий буряк. Агрохімічні та агрофізичні дослідження ґрунту підтвердили корисність цього заходу. Істотно підвищувались показники легкозасвоєваних форм азоту, покращувались водопроникність ґрунту, його щільність, в результаті – якісний обробіток ґрунту та ранні строки дозрівання його навесні.

Що стосується заробки соломи під повторну озиму пшеницю, то тут, як застерігають науковці, мають бути свої особливості: не можна заробляти свіжозібрану солому під озимі колосові культури, бо часу для її розкладання обмаль, і очевидним тут є прояв токсичної дії продуктів її розкладу, перш за все, на сходах озимини, та їх негативний вплив надалі на ріст і розвиток культурних рослин. Збирати озиму пшеницю в полі, де передбачається повторний її посів, потрібно комбайнами із подрібнювачами у стислі строки, з одночасним вивезенням її з поля, або використовувати подрібнену солому в господарських цілях за призначенням з можливим її тиюванням (Русанов В., 2007).

С. Ю. Булигін (2007) підкреслює, що шкода, яку завдає спалювання соломи ґрунтам і навколишньому середовищу, очевидна, адже ґрунти збіднюються на органічні речовини, погіршується їхня якість, посилюється загроза ерозійної та дефляційної небезпеки. Це, як зауважує вчений, із погляду екології – один із найнебезпечніших агротехнічних заходів. В. Ф. Сайко (2006) відзначає, що мінеральними сполука-ми можна дещо збагатити ґрунт і за спалювання соломи, але саме у разі її залишення на поверхні чи заорюванні формуються агрономічно цінні агрофізичні властивості ґрунту – структура, водопроникність, вологоємність, будова. При цьому вирощувати озимі зернові після заорювання соломи колосового попередника не можна, оскільки період від збирання врожаю до сівби озимих недостатній для розкладання побічної продукції. Встановлено, що за розкладання соломи виділяються токсичні речовини типу фенольних кислот, змінюється співвідношення між бактеріями і грибами (на користь грибів), метаболіти яких кислого характеру пригнічують ріст сходів наступних культур. Взагалі причини поганого росту сходів, а відповідно й низької продуктивності рослин від короткочасного розкладання соломи вивчені недостатньо.

Наукові передумови використання соломи на добриво

Солома є важливим джерелом органічної речовини. З цією метою вона широко використовується як добриво в закордонній і вітчизняній землеробській практиці, особливо у господарствах, що спеціалізуються на виробництві зерна й забезпечують добру кормову базу для тваринництва. Наукові передумови використання соломи на добриво (Минеев В.Г., 2004):

1. Солома – джерело поживних елементів. Хімічний склад соломи досить широко змінюється залежно від ґрунтових і погодних умов. У середньому вона містить 0,5 % азоту, 0,25 – фосфору (P_2O_5), 0,8 – калію (K_2O) і 35–40 % вуглецю у формі різних органічних сполук. У соломі знаходиться корисна кількість сірки, кальцію, магнію, різних мікроелементів (бор, мідь, марганець, молібден, цинк, кобальт та ін.).

2. Солома – активний енергетичний матеріал для утворення гумусу й підвищення мікробіологічної активності ґрунту. За хімічним складом солома зернових культур характеризується досить високою кількістю безазотистих речовин (целюлоза, геміцелюлоза, лігнін) і низьким вмістом азоту й мінеральних елементів. Широке співвідношення C:N у соломі (70–80) справляє дуже великий вплив на розкладання її в ґрунті. Він полягає в наступному. Солома є для мікрофлори ґрунту легкодоступним джерелом вуглецю. Целюлозо розкладають мікроорганізми відчуваять порівняно високу потребу в азоті. З огляду на невелику кількість його в соломі, мікроорганізми споживають мінеральний азот із ґрунту, тобто, відбувається процес іммобілізації азоту. Якщо азоту в ґрунті обмежена кількість, то гальмуються процеси розкладання соломи. Встановлено, що для нормального проходження процесів розкладання соломи відношення C:N має бути 20–30:1. Більш вузьке співвідношення цих елементів призводить до прискореної мінералізації азотистих сполук, а більш широке – підсилює процеси іммобілізації азоту.

Ефективність удобрення соломою помітно зростає за додаткового внесення азоту. Порівняльна оцінка удобрення соломою з компенсацією мінеральним азотом й гноєм показує їхню адекватну ефективність. Важливо при цьому, щоб із внесеною соломою й азотом досягалося оптимальне співвідношення C:N, що дорівнює 20:1.

За компостування соломи в аеробних умовах вихід гумусу склав 7,9 %, а за додавання до соломи мінерального азоту – 8,5 % від загальної маси соломи. Найбільш інтенсивно гумус утворюється в перші 4 місяці компостування, у період розкладання целюлози й геміцелюлози. Причому гумус накопичується в максимальній кількості в період найвищої чисельності мікроорганізмів, що вказує на причетність їх до утворення гумусу. У поєднанні з відповідним мінеральним удобренням, рідким гноєм або ж бобовими сидератами солома за впливом на вміст гумусу в ґрунті часто не поступається еквівалентній кількості гною (Минеев В. Г., 2004).

3. Застосування соломи на добриво поліпшує фізико-хімічні властивості ґрунту, зменшує втрати азоту, підвищує доступність фосфатів і біологічну активність ґрунту, у результаті чого поліпшуються умови живлення рослин. Позитивний вплив соломи на родючість ґрунту й урожай сільськогосподарських

культур можливий за наявності необхідних умов для її розкладання. Так, швидкість мікробного розкладання соломи залежить від наявності в ґрунті джерел живлення для мікроорганізмів, їх чисельності, видового складу й активності, типу ґрунту, його окультуреності, температури, вологості, аерації тощо. Наприклад, розкладання соломи посилюється за внесення різних джерел азоту, додаткового внесення фосфору на бідних фосфором ґрунтах, застосування таких мікроелементів як марганець, молібден, бор, мідь тощо.

Встановлено також, що інтенсивність розкладання клітковини зростає від дерново-підзолистих ґрантів до сірих лісових і чорноземів. Оптимальна температура розкладання клітковини становить 28–30°C, а вологість ґрунту – 60–70 % від повної його вологоємності. Інтенсивність розкладання соломи у верхньому шарі ґрунту помітно вища, що пояснюється доброю аерацією ґрунту, а також значною численністю й різноманітністю видового складу мікроорганізмів. Внесення соломи в ґрунт підсилює азотофіксуючу здатність і ферментативну активність ґрунту.

4. Часто в перший рік внесення соломи врожай злакових культур знижується. Це пояснюється наявністю в соломі й утворенням токсичних сполук у процесі її розкладання, а також погіршенням умов азотного живлення рослин у разі закріплення ґрунтового азоту мікроорганізмами у зв'язку із широким відношенням у соломі C: N. Особливе значення удобрення соломою має для бобових культур, що фіксують молекулярний азот атмосфери. Більш високий ефект від соломи отримують за обробки насіння бобових нітрагіном, тому на площах, удобрених соломою, бажано розміщувати в першу чергу бобові або просапні культури. Завчасно внесена в ґрунт солома стимулює азотофіксуючу здатність бобових й істотно підвищує їх урожай. Живлення азотом просапних культур забезпечується внаслідок мобілізації азоту ґрунту за його міжрядних обробок.

5. Азот мінеральних добрив знижує депресуючу дію соломи на зернові культури. Імобілізований у присутності соломи азот мінеральних добрив характеризується більшою рухомістю, меншою стійкістю до кислотного гідролізу й мінералізується інтенсивніше, ніж азот, імобілізований без соломи, особливо азот гумусу. У післядії соломи підсилюються процеси мобілізації азоту в ґрунті, підвищується використання рослинами як імобілізованого азоту добрив, так і азоту ґрунту, що й визначає позитивну її дію на врожай наступних культур.

Способи використання соломи на добриво

1. Подрібнену й розкидану по полю солому заорюють восени під час зяблевого обробітку, або навесні в районах достатнього зволоження. Доцільно цей захід поєднувати із зеленим добривом. Це дозволяє у більшості випадків виключити внесення мінерального азотного добрива, а також створює сприятливі умови для утворення гумусу в ґрунті після заорювання соломи.

2. На ґрунтах важкого гранулометричного складу й за вологих кліматичних умов розкидану по полю солому не заорюють, а заробляють поверхнево лушильником, дисковою бороною або фрезою. Такий спосіб використання соломи за цих випадків дає кращий ефект порівняно із

заорюванням її плугом. Там, де можливо, після поверхневої заробки соломи бажано посіяти проміжну післяжнивну, краще бобову культуру.

3. Солому використовують також як мульчу для боротьби з водною й вітровою ерозією ґрунту. Мульчування створює сприятливі умови для вбирання води ґрунтом, зменшує, а іноді й повністю усуває небезпеку поверхневого стоку, сприяє більш рівномірному розподілу води по поверхні ґрунту, поліпшує структурний стан орного шару, послаблює випаровування вологи.

4. У разі залишення в полі стерні і соломи, у випадку заміни оранки безполицевим обробітком, на 40–60 % зменшується швидкість вітру над поверхнею ґрунту, внаслідок цього небезпека вітрової ерозії істотно зменшується, тому в районах, де спостерігається вітрова ерозія, обробіток ґрунту проводять безполицевим способом, заробляти солому в ґрунт не рекомендується.

5. На площах, удобрених соломою, бажано в першу чергу розмішувати бобові або просапні культури. За сівби на цих площах злакових культур доцільно внести азотні добрива з розрахунку 8–10 кг діючої речовини азоту на 1 т соломи. Внесений разом із соломою азот у загальній нормі мінеральних добрив не враховується, тому що він включається в загальний обіг азоту ґрунту й може відігравати певну роль лише за систематичного застосування соломи на добриво в сівозміні. Норма додаткового внесення азоту із соломою може істотно різнитися й залежить від клімату, родючості ґрунту, виду соломи, зеленого добрива, виду культури, що висівається на цих площах. Достовірно встановлено, що депресивному впливу соломи на першу культуру можна запобігти, якщо внести таку кількість мінерального азоту, що забезпечить відношення C:N, що дорівнює 20:1.

6. Систематичне внесення високих норм азотних добрив у сівозміні, особливо за вирощування просапних культур, часто повністю задовольняє потребу в цьому елементі живлення як рослин, так і мікроорганізмів. У цьому випадку внесення додаткового азоту під час удобрення соломою може не дати позитивного ефекту. Водночас на ґрунтах, недостатньо окультурених, за удобрення соломою й сівби проміжної післяжвної небобової культури норма азоту може бути підвищена до 15–20 кг діючої речовини на 1 т соломи.

7. Добрий ефект спостерігається у разі поєднання удобрення соломою й сидератом. При цьому можуть бути використані різні види зеленого добрива: самостійні посіви, післяжвні або підсівні культури. Краща дія відзначається за використання на зелене добриво бобових культур, оскільки солома справляє позитивний вплив на ріст бобових і фіксацію ними азоту з атмосфери. Навіть за підсіву під злакову культуру конюшини й зяблевого заорювання її із соломою відпадає необхідність у внесенні мінерального азоту, тому що його досить накопичується бобовою рослиною. За використання небобової культури як післяжвного зеленого добрива виникає необхідність у внесенні мінеральних азотних добрив. У всіх випадках добрий позитивний ефект отримують у разі поєднання соломи на добриво й сидерації за високої продуктивності культур, що висівають на зелене добриво.

Мінеральні азотні добрива можна замінити безпідстилковим рідким гноєм з розрахунку не менше 6–8 т на 1 т соломи. За такого поєднання це добриво буде діяти не гірше звичайного підстилкового гною.

Шляхом безпосереднього використання побічної продукції землеробства на добриво значно зменшуються трудові і матеріальні затрати господарства, оскільки забезпечується не просто вилучення з технології окремого робочого процесу, а скорочення цілої низки операцій в ланцюзі «солома – гній – ґрунт». Слід також враховувати, що систематичне науково обґрунтоване застосування малоцінної частини урожаю дає змогу істотно підвищити продуктивність посівів та активно регулювати вуглецевий баланс ґрунту. При цьому, неправильне використання на добриво соломи пов'язане із певними ризиками, в тому числі з погіршенням азотного живлення рослин і пересушуванням ґрунту. Однією з основних умов за внесення в ґрунт соломи є дотримання оптимального співвідношення C:N в системі удобрення стосовно до конкретних ґрунтово-кліматичних умов, адже існує висока вірогідність не тільки відсутності позитивного ефекту, а й різкого зниження продуктивності посівів (Тараріко Ю. О. та ін., 2004).

Важливо, що використання соломи як органічного добрива прискорює малий біологічний колообіг, що дає можливість частково компенсувати дефіцит біогенних елементів, який мав поповнюватися за рахунок внесення мінеральних добрив; крім того, органічна речовина з високим вмістом вуглецю за внесення її в ґрунт сприяє інтенсифікації грантової азотофіксації та зменшенню газоподібних втрат азоту. На ґрунтах легкого гранулометричного складу внесення в ґрунт соломи запобігає втратам поживних речовин і особливо азоту від вимивання, а отже, і забрудненню ґрунтових вод нітратами.

На схилових землях рівномірно розподілена солома забезпечує підвищення протиерозійної стійкості поверхні ґрунту, значно знижує ерозійну дію злив. Розміщення подрібненої соломи у верхніх шарах зменшує глибину промерзання ґрунту, в результаті чого підвищується його поглинальна здатність, поліпшується водний режим, а на схилах скорочуються втрати вологи на поверхневий стік, особливо в період весняного сніготанення.

Використання рослинних решток, у тому числі соломи, як органічних добрив сприяє оптимізації умов існування ґрунтової мезофауни (розміром 2–20 см), зокрема дощовиків і хребетних (ховрахів, кротів), а відтак поліпшуються агрофізичні властивості ґрунтів. Разом з тим, необхідно відмітити високу агроекономічну й енергетичну ефективність використання соломи як органічного добрива. Порівняно зі скиртуванням скорочується кількість проходів агрегатів і відповідно знижується переушільнення ґрунту, витрати пального за умови виключення технологічних операцій зі збирання соломи зменшуються на 15–30 %, а загальна енергоємність агротехнологій скорочується не менш як на 15 % (Тараріко Ю. О., 2004).

За даними В.Ф. Сайка (2003), приорані солома і стебла кукурудзи у два-три рази перевищують за ефективністю внесення гною. Наприклад, 3–4 т соломи рівнозначні 9 т гною. Солома містить низку важливих біогенних елементів, які за використання її як добрива повертаються у ґрунт. Дослідження Інституту

землеробства НААН показали, що в середньому на 1 га сівозмінної площі до ґрунту надходить 32,6–61,1 кг азоту, 12,4–24,5 – фосфору і 46,4–90,9 кг калію. Найбільше надходження біогенних елементів в ґрунт помічено за використання на добриво побічної продукції кукурудзи на зерно, найменше – сої. В досліджуваний зерновій сівозміні завдяки заорюванню соломи ґрунт збагатився гумусом на 7,6–13,1 ц у середньому на 1 га сівозмінної площі. Найбільше гумусу може утворюватися за заорювання побічної продукції кукурудзи на зерно та озимої пшениці після попередника гороху, а гичка буряків кормових, залишена в полі, формувала приріст урожаю ячменю 9 ц/га.

Технологічні особливості використання соломи

Залежно від технічного оснащення господарств соломі на добриво доцільно використовувати за двома основними технологічними схемами. За першою схемою під час збирання урожаю зерновими комбайнами з подрібнювачами солома з пологою більш-менш рівномірно розподіляється по полю. За використання подрібненої соломи під проміжний сидерат поле після внесення мінеральних добрив обробляють важкою дисковою бороною. Солома, особливо за посушливих умов і високої температури, після збирання може бути використана як мульча на поверхні ґрунту. За цих умов перший обробіток проводять через 7–10 днів.

На забур'янених полях і за умови необхідності збирання половин окремо на корм подрібнювачі переобладнуються за схемою розподілу соломи у полі та збирання половин у причіп. Встановлено, що 80 % насіння бур'янів під час збирання зернових культур потрапляє у ґрунт. Відокремлення половин від соломи дає змогу вилучити з поля основну масу насіння бур'янів. З метою запобігання засміченню насінням бур'янів корму для худоби, а отже і гною, половину слід піддавати термічній обробці (запарити) або включати до складу силосу, де насіння втрачає схожість.

За заробки соломи в ґрунт відразу після збирання колосових необхідно забезпечити її подрібнення до 50–100 мм з подальшим протягом 1–2 днів внесенням азотних добрив. Після цього виконується обробіток ґрунту дисковими боронами. Агрегати повинні рухатись по діагоналі або впоперек напрямку посіву. За напівпарового обробітку орють на глибину 20–22 см, поліпшеного – 28–30 см в оптимальні агротехнічні строки.

За використання соломи як мульчі, особливо на схилових ерозійно небезпечних полях, розмір подрібнених соломин повинен бути в межах 150–200 мм. Після збирання урожаю поле негайно обробляють боронами БМШ-15, БМШ-20 на 5–6 см, з наступним обробітком культиватором-плоскорізом (КПШ-9, КПШ-11), або чизелем на глибину 8–12 см після проростання бур'янів. Після внесення мінеральних добрив проводять глибокий безполицевий обробіток ґрунту плоскорізами ПГ-3–5, ПГ-3–100 або чизельними плугами ПЧ-4,5. На таких полях зазвичай найкраще висівати високостеблові просапні культури – кукурудзу і соняшник.

За другою схемою комбайни не обладнують подрібнювачами-розкидачами. А відтак на полі залишаються валки соломи. Після цього застосовують причіпні машини – підбирачі-подрібнювачі, що підбирають

солому з валків, подрібнюють і розкидають по полю. Подальші операції не відрізняються від операцій першої схеми. Таким чином, існуючі технології обробітку ґрунту, вкритого значною кількістю рослинної біомаси, передбачають обов'язкове її подрібнення. Однак відомо, що подрібнення малоцінної частини урожаю пов'язано зі збільшенням виробничих затрат до 30 %, тому необхідно зважати, що у виробничих умовах солома досить часто залишається на полі у валках та у стоячому вигляді за високого зрізу.

Виникають також проблеми у разі залишення на полі значної кількості стеблової біомаси кукурудзи, соняшнику, інших культур, особливо за необхідності термінової підготовки ґрунту під сівбу наступної культури. У такому разі традиційна оранка здебільшого непридатна. Важкі дискові борони (БДВ-3, БДВ-7) часто також не забезпечують можливості якісного проведення сівби, навіть за обробітку в 2–3 сліди. Це вимагає розробки відповідних технологій обробітку ґрунту з використанням нових ґрунтообробних знарядь.

За можливості залишити на певний час побічну продукцію на поверхні ґрунту створюються оптимальні умови для розвитку бактерій та інших організмів (ногохвосток, кліщів), які здійснюють інтенсивний розклад органічного матеріалу. Випаровування води з поверхні поля, вкритого соломою, зменшується, а спільність і структура ґрунту поліпшуються. Це особливо важливо в посушливі роки і навесні, коли не вкритий зеленим килимом рослин ґрунт сильно перегрівається і сходи культур дуже потерпають від перегріву. Крім того, солом'яне покриття дає змогу довше обробляти ґрунт восени. Таку ж саму дію проявляє і поверхнево зароблена солома. Солом'яне покриття особливо ефективно для ґрунтів легкого і середнього гранулометричного складу.

За високої стерності одразу після збирання урожаю рекомендується провести коткування з метою запобігання висиханню соломи. Коткують уперек напрямку дискування. Однак розв'язання проблеми ефективного використання нетоварної частини урожаю відповідно до конкретних ґрунтово-кліматичних умов вимагає проведення додаткових досліджень з опрацювання технологій заробки побічної продукції землеробства у ґрунт стосовно до способу збирання урожаю.

Як уже згадувалося, перевага поверхневої заробки соломи в ґрунт полягає, перш за все, в тому, що солома у верхній частині орного шару розкладається відносно швидко, а наявні бур'яни сильно пошкоджуються або знищуються. Насіння бур'янів і падалиця зернових культур проростають, що значною мірою запобігає розмноженню польових мишей, особливо за великої частки зернових у сівозміні.

Від негайного приорювання соломи на велику глибину, за можливості, необхідно відмовитися. Доцільно відкласти глибоку оранку якомога пізніше з урахуванням наступної культури сівозміни для того, щоб солома як можна довше залишалась у найбільш населеному живою біотою верхньому шарі ґрунту чи на його поверхні. Проте необхідно зазначити, що і ранній глибокий обробіток (через чотири тижні після розкидання соломи) часто рівноцінний більш пізньому (жовтень – листопад), а інколи дає навіть кращі результати.

Узагальнюючи викладене вище, можна констатувати, що залежно від місцевих обставин треба віддавати перевагу тому чи іншому способу внесення соломи в ґрунт. За умов помірного зволоження і невеликого забур'янення полів доцільно заорювати солом'яне покриття в поєднанні з сівбою сидератів. За достатнього зволоження і сильного забур'янення, а також посушливих умов і небезпеки накопичення шкідників мілка заробка соломи в ґрунт буде більш надійним і кращим способом.

Удобрення небобових післяжнивних сидератів азотом не носить безпосередньо характеру компенсуючого азотного добрива, оскільки азот, поглинутий проміжною культурою, звільняється після її розкладення для наступної культури. Для позитивної дії поєднання соломи і зеленого добрива необхідно, щоб сидеральні культури швидко створили значну біомасу.

Для переходу до удобрення солом'яною не обов'язкова велика частка зернових у сівозміні, повна відсутність або лише невелике поголів'я худоби. Підприємства з великим поголів'ям худоби також можуть застосовувати удобрення солом'яною з економічних міркувань, переходячи на безпідстилькове утримання худоби або використовуючи мінімум підстилки. В цьому разі екскременти тварин, як і раніше, можуть використовуватися для удобрення по соломі.

Як зазначалося, найкращими наступними культурами після удобрення солом'яною є просапні і бобові. Органічний вуглець соломи позитивно впливає на розвиток просапних культур і бобових тому, що під час проведення типового комплексу агротехнічних заходів різко посилюються процеси мінералізації як гумусових речовин, так і соломи. У результаті відносно більша частина тимчасово зв'язаного азоту стає знову доступним рослинам ще в період їхньої вегетації.

Відносно строків внесення компенсуючого азоту існують різні погляди. Ряд дослідників вважає, що на всіх ґрунтах бажано додаткову дозу азоту вносити відразу ж після збирання урожаю по соломі, щоб таким чином досягти прискорення розкладу протягом літа. Пропонується також, особливо на легких ґрунтах, вносити додатковий азот лише навесні з метою скорочення втрат цього елемента в осінньо-зимовий період. Строк внесення азоту залежить від забезпеченості ґрунту поживними речовинами і його біологічної активності, а також від того, наскільки швидкий розклад соломи вимагається. Прискорення розкладу соломи за допомогою азоту залишається сумнівним, якщо інші фактори, що також впливають на розклад, знаходяться у мінімумі.

Отже, на окультурених, родючих ґрунтах зі значним вмістом доступних поживних речовин і високим рівнем біологічної активності може бути запропонований варіант роздільного внесення соломи й азотних добрив, за якого малоцінну частину урожаю заробляють восени, а азот вносять навесні перед сівбою наступної культури. Відповідно на ґрунтах з низьким рівнем родючості і біологічної активності рекомендується вносити азотне добриво по соломі якомога раніше, щоб забезпечити достатній її розклад до сівби наступної культури.

ЗАСТОСУВАННЯ СОЛОМИ ДЛЯ ВІДТВОРЕННЯ РОДЮЧОСТІ

Внесення тільки мінеральних добрив, не завжди у достатній кількості та у науково обґрунтованому співвідношенні елементів живлення, вкрай недостатнє виконання обсягів хімічної меліорації (вапнування, гіпсування та ін.) земель, а за останні роки ще й нерівномірний розподіл атмосферних опадів за вегетаційний період дають відчутні негативні результати в сучасному землеробстві. Проте землеробська галузь у нашій державі має високий потенціал, а також перспективи до виходу на світовий ринок.

Спалювання соломи і парниковий ефект. В Україні виробляють в середньому близько 50-60 млн. т зернових та приблизно таку ж кількість соломи, яку використовують для годівлі тварин та підстилки, для удобрення ґрунту, а можливий її залишок становить 20-40 %. Його успішно використовують для виробництва енергії або будівельних матеріалів, для ведення грибництва, а також традиційно виготовляють головні убори — брилі, жіночі капелюшки та ін.

Багаторічні дослідження та економічний аналіз показали, що незважаючи на досвід використання соломи в Україні на добрива і паливо, резерв цього природного ресурсу у сільському господарстві використовується ще недостатньо. Адже наявність залишків соломи, яку часто спалюють на полях (збільшуються обсяги викидів вуглекислого газу, і, як наслідок, посилення «парникового ефекту», нормальне біологічне функціонування ґрунту в цьому випадку відновлюється тільки через 2-3 місяці), свідчить про дисбаланс між тваринництвом і землеробством. За середніми даними аналізів, залежно від умов вирощування, культури, з 1 тонною соломи до ґрунту надходить 5,2 кг азоту, 2,3 кг фосфору, 10,3 кг калію, 3,2 кг кальцію, 1 кг магнію та інших мікроелементів.

Солома як сировина природного походження має різне застосування. Існує декілька технологій використання її й інших рослинних решток на органічні добрива: використання на підстилку, компостування, загортання у ґрунт з внесенням азотних добрив та ін.

Солома, за використання її на добриво та інші рослинні рештки (вторинна продукція рослинництва), є одним із вагомих резервів поліпшення родючості ґрунту, однак щорічно понад половину їх кількості спалюють. Вважають, що солома не має ніякої цінності і заважає якісному виконанню агротехнічних заходів.

Використання соломи на добриво — це не миттєвий бізнес «купив — продав» як цього дуже хочуть практично усі — сьогодні і усе! Це процес невидимий, на перший погляд, однак дає свої позитивні результати щонайменше через рік часу. Раптових змін родючості можна «досягти» за умов безгосподарного ведення землеробства та господарства загалом (бездумно переорювати ґрунт, спалювати соломі на полі, не вносити органічні добрива, недотримуватися сівозмін, виснажувати ґрунт тільки вирощуванням беззмінно культур, що дають продукцію вигідну для ринку — і, як кінцевий результат, стрімке/катастрофічне зменшення родючості і фізичне руйнування верхнього родючого шару ґрунту!!!).

Зменшення кількості поголів'я тварин, розширення площі посіву зернових і капустяних культур, які дають велику кількість соломи, є актуальною проблемою не тільки для сільського господарства. Нею ґрунтовно займаються і фахівці енергетичної галузі. Та попри усе це необхідно пам'ятати, що серед законів землеробства існує закон, якого ніхто не відміняв і не матиме ніколи на це права – Закон повернення поживних речовин до ґрунту у комплексі і взаємопов'язано з іншими законами. Наукове розуміння і практичне використання цих законів уможливають ефективно регулювати родючість ґрунту й отримувати високі врожаї сільськогосподарських культур без негативного впливу на довкілля. Скільки вже можна брати з ґрунту, і хто та коли думає повертати узяті своєрідні «безвідсоткові кредити» у природи! А природу не обдуриш, тому про це необхідно пам'ятати кожному і завжди. Чому ми спалюємо соломку як не на «пні» чи у покосах, то готові спалити усе тепер вже у тюках чи в інший спосіб у котлах?

Останніми роками практично не побачиш на полях посівів конюшини, люцерни, еспарцету. Нема потреби їх вирощувати, бо скорочено поголів'я тварин, порушено структуру посівних площ, і, відповідно, нема гнойових господарств. Вносити тільки мінеральні добрива і засоби захисту – це ще не технологія, а наруга над нашими раніше родючими ґрунтами, очікування «манни з неба» у вигляді високих урожаїв і щораз більших прибутків. Природна родючість ґрунту – засіб виробництва даний Богом і природою теж не вічний! Нам на основі досягнень новітніх вітчизняних та закордонних, адаптованих для ґрунтово-кліматичних умов України, технологій необхідно прагнути досягти сталих врожаїв сільськогосподарських культур, якомога менш залежних від природних умов.

В останні роки в усьому світі посилена тенденція до біологізації землеробства. Якщо сівозмінна короткої ротації вузькоспеціалізована, то її необхідно максимально насичувати культурами проміжного вирощування (на корм чи сидерат), які поліпшують плодозміну та фітосанітарний стан посівів основної культури. Науково обґрунтоване чергування культур у сівозміні з проміжними посівами за впливом на ґрунт наближається до біогеоценозів, створених природою.

Цінність соломи як добрива. У приораній соломі є усі інгредієнти, які в процесі розкладання органічних речовин у ґрунті можуть бути заново використані рослинами. За підрахунками фахівців з Польщі (Kr. Jegorow та ін.), якщо до ґрунту внести 5 т/га соломи зернових культур, то у вигляді поживи для рослин надходить близько 30 кг азоту, 12 кг фосфору і 90 кг калію. Кількість мікроелементів мінімальна, однак сірки міститься близько 8 кг і кальцію майже 16 кг.

Повернення побічної продукції у ґрунт створює кращі умови для кругообігу речовин у землеробстві, використання соломи як добрива покриває дефіцит органічної речовини в ґрунті на 20-25 %. Про значущість повернення післяжнивних решток до ґрунту відомий вчений Ютас Лібіх, зокрема, зазначав: «Поверніть ґрунті те, що ви у нього взяли, або не чекайте від нього у майбутньому стільки, скільки раніше».

Під впливом агротехнічних заходів та природних чинників може мати вагомі сумніви щодо інгредієнтів живлення. На швидкість розкладання соломи у ґрунті можуть впливати різні чинники, а саме: тип ґрунту, його гранулометричний склад, глибина загортання. Однак ефективність використання соломи на добриво значно зростає за умов використання сучасних вітчизняних біопрепаратів – біостимуляторів.

Структуротворча здатність соломи. Солома, окрім важливої удобрювальної функції, є цінним джерелом надходження поживних речовин до ґрунту для утворення гумусу, що свідчить про цінність орних земель. В Україні, як у сусідній Польщі, серед сільськогосподарських культур переважають посіви зернових. Вирощування зернових у беззмінних посівах не гарантує очікуваних результатів. Натомість, солома як добриво є надзвичайно важливим джерелом надходження органічних речовин до ґрунту і вміст гумусу, яка впливає на сорбційну здатність і водні властивості ґрунту. Цим ми можемо забезпечити надходження близько 70 % органічних речовин близьких за вартістю до норми підстилкового гною (якого практично нема!). Рослини, які найбільше реагують на внесення соломи, – просапні і родини капустяні, а серед просапних – картопля. У сівозмінах, насичених зерновими культурами, необхідно мати на увазі небезпеку ураження рослин хворобами кореневої системи. Тому не можна пріорювати солому на полі, де вирощували зернові частіше, ніж через 2 роки.

Особливості технології пріорювання соломи. Готуючи ґрунт до майбутнього урожаю, дуже важливо зберегти на його поверхні і кваліфіковано загорнути рослинні рештки. Саме рослинні рештки — стерня, солома тощо є незамінним матеріалом для утворення ґрунту і нагромадження гумусу та необхідних поживних речовин для живлення рослин і мікроорганізмів у ґрунті. Адже мікрофлора ґрунту відіграє важливу роль у формуванні його як живої системи. Ґрунт за сприятливих умов є сприятливим середовищем для розвитку різноманітних груп бактерій, грибів, здатних продукувати ферменти, що руйнують лігнін, целюлозу, клітковину, білки рослинних решток, переводять складні сполуки у прості форми, доступні для рослин.

Пріорювання соломи необхідно ретельно спланувати і якісно пріорити. Стерня, що залишається за збиранням врожаю, не повинна перевищувати 20 см. Солому необхідно максимально подрібнювати обладнаними січкарнями комбайнами, найменші частинки не повинні перевищувати 15 см. Часто солому залишають у покосах, а пізніше спалюють на полі, чого категорично не можна робити! Подрібнена солома повинна бути рівномірно розподілена на поверхні поля, що уможливить якісне її пріорювання й одночасно швидший перебіг процесу її розкладання. Найчастіше для цього використовують культиватори-лушпильники і борони, які за один прохід виконують дві функції – лушіння і боронування. Адже неякісно подрібнена і не розкладена солома негативно впливає на якість сівби культури, гальмує появу сходів рослин.

Швидкість розкладання соломи значно залежить від наявності азоту в ґрунті та від кількості доданого до пріораної соломи азоту. Для перебігу цього процесу можна додавати азот у різних формах: мінеральний (аміачна селітра, сульфат амонію, сечовина), або у вигляді гною, рідкого гною, гноївки, барди

спиртозаводів. Для забезпечення швидких темпів розкладання соломи відповідно до вимог озимих культур на кожну тонну соломи необхідно внести близько 10 кг азоту.

Недоцільно приорювати соломі на добриво на ґрунтах, що мають малу біологічну активність, сильну кислотність, а також надто пересушених. Нестача вологи у ґрунті, як і її надлишок, можуть негативно впливати на перебіг розкладання органічних речовин соломи. На легких ґрунтах (легкого гранулометричного складу) соломі необхідно загортати у ґрунт на глибину близько 10 см, а на важких – 8 см.

Скільки потрібно азоту для мінералізації рослинних решток?
Наявність у ґрунті достатньої кількості азоту є чи не найважливішим фактором, який впливає на урожайність культури. Збагачені азотом рослини дають у підсумку високі врожаї. А там, де його недостатньо, врожайність культур у декілька разів нижча. Однак і надмірна кількість азоту в ґрунті небажана, адже може викликати посилений розвиток вегетативної системи рослин і, як наслідок, пізніе дозрівання плодів або зниження врожайності. Важливим є правильний розрахунок кількості азоту для початку процесу мінералізації пожнивних решток. Крім того, здійснюючи ці розрахунки, не завжди потрібно урівнювати вуглець до азоту в ідеальній пропорції 1 до 10. Адже у переважній більшості випадків це буде економічно недоцільним.

Не варто забувати й про те, що у ґрунті також є азот. Тому бажаним є урівнювання співвідношення азоту до вуглецю 1:25 або 1:30 $\Rightarrow$ 25 частин вуглецю на одиницю азоту. Припустимо, фермер зібрав урожай 6 т пшениці з гектара, отримавши при цьому 6 т соломи на гектарі. Вміст вуглецю в соломі коливається в межах від 35 до 40 %. $6\text{ т} = 6000\text{ кілограм}$. Множимо 6000 на 0,37 – середній вміст вуглецю. Отримується близько 2220 кг вуглецю у 6 т соломи. Далі ділимо 2220 на 30. Вдале співвідношення для компенсації – 1:30. Результат дорівнює 74 кг азоту по діючій речовині. Тепер ділимо на 0,32. Карбамідо-аміачна суміш із вмістом азоту 32 %. У підсумку отримується 230 кг/га у фізичній вазі добрива.

Однак, слід пам'ятати, що при відсутності доданого азоту, його братимуть із ґрунту. А солома все одно мінералізується. Питання лише в тому, як швидко і скільки при цьому азоту залишиться для наступної культури.

Відчутний ефект від застосування соломи на добрива для вмісту гумусу помітний не відразу. Однак цього можна досягти за умов дотримання усіх вимог її застосування, уже через кілька років може проявитись її значення продукційним ефектом для рослин.

У зв'язку з дороговизною мінеральних добрив у більшості господарств подрібнену соломі безпосередньо загортають у ґрунт, проте від такого внесення першого року ефекту немає (можливе навіть зменшення урожайності), оскільки солома перегниває, особливо кукурудзяна, впродовж 2-3 років.

Застосування біодеструкторів стерні

Наукові дослідження в Україні та за кордоном, а також досвід успішних агрогосподарств свідчать, що соломі необхідно вміти ефективно використати у сучасному землеробстві. З метою поліпшення родючості ґрунту запропонована

технологія використання соломи і рослинних решток на добриво передбачає пришвидшене розкладання їх і використання рослинами, застосовуючи біодеструктори. Технологічно цей процес виконують у такій послідовності: після збирання зернових культур, кукурудзи, соняшнику солома й інші рослинні рештки, подрібнені наявними у господарстві подрібнювачами, рівномірно розподіляють на поверхні ґрунту і зразу обприскують (200-300 л води на гектар). До робочого розчину додають (залежно від кількості соломи на гектарі) 8-12 кг/га аміачної селітри (карбаміду або КАСУ). Замість азотних добрив можна використовувати рідкі органічні.

Після цього загортають їх у ґрунт на глибину 10-12 см. У процесі перебігу пришвидшеної деструкції рослинних решток відбувається знищення патогенів, які потрапляють у ґрунт разом з рослинними рештками. Родючість ґрунту поліпшується унаслідок забезпечення його азотофіксуючою, фосфатмобілізуючою, бактеріоцитною та фунгіцидною мікрофлорою, природними вітамінами, гормонами росту рослин, амінокислотами та мікроелементами. Природний процес розкладання клітковини живими організмами супроводжується збільшенням чисельності корисних мікроорганізмів у ґрунті, активізацією їх життєдіяльності і придушенням патогенної мікрофлори, поряд із поліпшенням родючості ґрунту відбувається і її оздоровлення.

За допомогою біодеструкторів можна контролювати чисельність збудників хвороб, шкідників, утримувати вологу в ґрунті, а також збільшувати біологічну активність ґрунту, адже після деструкції солому оселяють активні мікроорганізми, які швидко розповсюджуються, конкурують між собою за «їжу», продукують речовини, які пригнічують збудників хвороб та утворюють ферменти, що перетворюють складні вуглецеві сполуки соломи в доступні для рослин речовини. Внесення біопрепарату на рослинні рештки зернових, кукурудзи, соняшнику сприяє стимуляції росту й розвитку мікробіоти в ґрунті, целюлозоруйнівних, азотофіксуючих, фосфатмобілізуючих та інших мікроорганізмів, які, оселившись на рослинних рештках, разом з аборигенною мікрофлорою руйнують їх, тобто живляться ними. Унаслідок цього утворюється гумус та розчинні, доступні для рослин форми, необхідних рослинам макро- та мікроелементів.

На відміну від традиційної технології (спалювання або приорювання решток) у технологіях з використанням препаратів деструкції:

- не знищуються цінні органічні рослинні рештки;
- зберігаються корисні живі істоти, які заселяють ґрунт і поліпшують його родючість;
- не розвиваються патогенні мікроорганізми та шкідники у ґрунті, які в майбутньому можуть зменшувати врожайність сільськогосподарських культур;
- ґрунт збагачується органічними речовинами, збільшується його аерація, вологоємність, стійкість до процесів вітрової і водної ерозії, висушування та ін.

Одна тонна соломи після деструкції за вмістом органічних речовин, азоту, фосфору і калію рівноцінна 3-5 т якісного гною вологістю 75 %.

Особливості використання соломи та сидерату на добриво. За останні роки у багатьох країнах світу та в Україні широко впроваджують технології пришвидшеної деструкції сидератів, соломи і рослинних решток за допомогою біодеструкторів.

З метою ефективного використання зелених добрив як нагромаджувачів гумусу для регулювання процесів гуміфікації-мінералізації сидератів важливо мати дані про гранулометричний склад ґрунту, його фізико-хімічні властивості, гідротермічний режим і біологічну активність, а також хімічний склад зелених добрив, співвідношення у них C:N. Останнє за умов сільськогосподарського виробництва можна регулювати подовженням періоду вегетації культур на сидерат, їх видовим складом, а також використанням сидерату у поєднанні з соломою злакових культур, у якій міститься 35-40 % вуглецю і близько 0,5 % азоту.

Доцільність поєднання сидерації з використанням соломи злакових культур підтверджується також біохімічним складом останньої. Відомо, що від особливостей біохімічного складу органічного матеріалу, що надходить до ґрунту, значною мірою залежить як інтенсивність мікробіологічного розкладання органічних речовин у ґрунті, так і активність мікроорганізмів у процесах утворення гумусу. Ступінь гуміфікації також залежить від інтенсивності мікробіологічного розкладання органічних речовин у ґрунті. Субстрати, збагачені біологічно нестійкими формами органічних сполук, зазнають швидкого мікробіологічного окиснення з утворенням таких кінцевих продуктів, як вуглекислий газ та вода.

Використання зеленої маси культур на сидерат у поєднанні з соломою злакових культур, багатих на лігнін та інші ароматичні сполуки, має позитивні наслідки для поліпшення родючості ґрунту. Застосування ж проміжної сидерації у поєднанні з внесенням решток злакових культур забезпечує, крім вищеперерахованих позитивів, умови для додаткового синтезу гумусних сполук, тобто сумісне використання сидерату та решток злакових культур сприяє, крім оптимізації співвідношення C:N, спрямуванню мікробіологічних процесів у бік синтезу гумусу. Ця проблема набуває особливого значення за умов інтенсивно-екологічного землеробства. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва з широким застосуванням різних агротехнічних заходів супроводжується значними змінами екологічного стану в агроценозах.

Поєднання зеленої маси сидерату (C : N = 20-25:1) і соломи (C : N = 80-100:1) створює у ґрунті сприятливі умови для розкладання: гальмує втрати азоту у процесі розкладання зеленої маси і пришвидшує – для соломи. До речі, чим дрібніша січка, тим ефективніше відбуваються процеси розкладання соломи у ґрунті.

По-перше, спалювання соломи це злочин; а по-друге, встановлено, що загортання соломи без деструкції або без внесення азотних добрив, за 2,5-4 місяці розкладається лише до 46 % соломи, за 1,5-2 роки – до 80 %, решта

пізніше, при цьому відбувається споживання вільного азоту мікроорганізмами, що призводить до зменшення родючості ґрунту.

Деструкція соломи, залежно від культури з додаванням 8-15 кг/га аміачної селітри, а у біологічному землеробстві замість азотних добрив висівають культури на сидерат, або вносять 5-15 т/га гноївки – пришвидшується розкладання решток, знищуються патогени, коефіцієнт розкладання соломи на пару впродовж 3-4 місяців становить 70-90 % (залежно від культури), збільшується кількість мікроорганізмів, урожайність зростає на 25-35 %, за зменшення витрат на придбання мінеральних добрив на 40-50 %.

Позитивний вплив соломи на фізичні та хімічні властивості ґрунту помітний вже на 3-4 роки після її внесення, але за фосфором він невеликий, оскільки в перший рік у ґрунті мінералізується приблизно 15-30 % цього елемента. Для калію мінералізація становить 50-70 %, для азоту до 70 %. У сівозміні при проведенні оранки кореневих і пожнивних залишків використання фосфору збільшується до 50-60 %, а калію до 90 %. Щоб ці елементи могли бути використані рослинами, органічні речовини повинні якомога швидше трансформуватися в доступні форми. Швидкість розкладання пожнивних залишків визначається вмістом азоту, співвідношенням вуглецю і азоту (C:N) і вмістом лігніну, які визначають схильність сполук вуглецю, що містяться в пожнивних залишках, до мікробного розкладання. Чим вище вміст азоту в першій фазі розкладання, тим вище швидкість мінералізації пожнивних залишків, тоді як при тривалому розкладанні вирішальне значення має вміст лігніну. Крім хімічного складу, розкладання залежить також від факторів, що впливають на діяльність мікроорганізмів, таких як температура, реакція ґрунту, наявність повітря і води, вміст мінеральних речовин, а також наявність у ґрунті шкідливих для рослин сполук, виду культурної рослини.

За даними наукових досліджень, щорічні втрати гумусу в ґрунті становлять 0,5-0,6 т/га. За рахунок кореневих і післязбиральних залишків ці втрати компенсуються на 30-40 %. І одним з вагомих і дешевих резервів підвищення родючості ґрунтів є використання соломи ярих і озимих зернових культур та рослинних залишків інших культур як органічних добрив, оскільки солома містить тільки 15 % води і на 85 % складається з органічної речовини, у складі якої є всі необхідні для рослин макро- і мікроелементи.

За вмістом органічної речовини 1 т соломи прирівнюється до 3-4 т підстилкового гною і синтезує 160-180 кг гумусу. За рахунок використання соломи і рослинних залишків на кожен гектар в ґрунт повертається 15-20 кг азоту, 8-10 кг фосфору і 30-40 кг калію. Внесення соломи збільшує вміст гумусу, покращує структуру ґрунту, зменшує схильність до ерозії, стимулює процес азотофіксації і є джерелом живлення для мікроорганізмів у ґрунті.

Існує кілька технологій застосування соломи та інших рослинних залишків на органічні добрива: це спільне поєднання соломи з сидератами і багаторічними зеленими бобовими травами, зароблення їх у ґрунт з внесенням азотних добрив, компостування та інші.

Результативність добрива соломою залежить від того, як її подрібнили комбайном, розкидали по полю і заробили в ґрунт.

СИСТЕМИ ГРУНТОЗАХИСНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ

Грунтозахисна безполицева система землеробства спрямована на відтворення порушеної людиною рівноваги в природі. В основі головної ланки цієї системи – грунтозахисної системи обробітку ґрунту – лежать принципи мінімалізації і відмова від обертання скиби. У період переходу до грунтозахисної системи дається взнаки дуже висока потенційна забур'яненість орного шару – засмічення його насінням бур'янів, спричинене тривалим застосуванням полицевої оранки. У міру звільнення верхнього шару ґрунту від цієї засміченості принцип мінімалізації обробітку буде виявлятися все більше і в подальшому забезпечить можливість застосування нульового обробітку ґрунту та біологічного землеробства. Це сприятиме істотному наближенню культурного ґрунтоутворення до природного.

Грунтозахисні технології безполицевого вирощування сільськогосподарських культур у перехідний період охоплюють велику кількість технологічних операцій по боротьбі з бур'янами. У міру звільнення від бур'янів технології будуть спрощуватися і здешевлюватися.

Агрофізичні властивості чорноземів реградованих і чорноземів типових дуже близькі. Для них рекомендується мілкий безполицевий обробіток ґрунту. Інші ґрунти Лісостепової зони – чорноземи вилугувані та опідзолені, солонцюваті та темно-сірі опідзолені ґрунти – мають менш сприятливі агрофізичні властивості. Для таких ґрунтів рекомендується грунтозахисна безполицева різноглибинна система обробітку. Глибина основного обробітку під просапні культури становить – 25–27 см, під ранні ярі та зернобобові – 20–22 см, під озимі – 5–6 см.

Однією з переваг грунтозахисної безполицевої системи обробітку ґрунту є мобільність технологічних операцій, яка обумовлена великою шириною захвату та високою продуктивністю роботи плоскорізів, дискових і голчастих борін. Ця мобільність дозволяє виконувати технологічні операції в найоптимальніші терміни, що сприяє збереженню вологи в ґрунті та знищенню бур'янів. Це дуже важливо для закриття вологи у ґрунті. Дискові борони, плоскорізи або комбіновані агрегати повинні йти слідом за силосозбиральним чи зернозбиральним комбайном для того, щоб максимально використати післяжнивну стиглість ґрунту – тоді можна розраховувати на отримання дружних сходів озимини навіть у посушливі роки. Посів у ґрунт, мульчований рослинними рештками, не потребує ранньовесняного боронування для закриття вологи.

Система обробітку ґрунту повинна бути легкозмінною стосовно умов погоди та вологості ґрунту. Створення дрібногрудкуватого посівного шару при підготовці ґрунту під пшеницю озиму після непарових попередніх культур досягається безполицевим обробітком і боронуванням голчастою бороною по зволоженому ґрунту. На ґрунтах з оптимальною вологістю, чи тим більше пересушених, до вказаного агрегату додається кільчасто-шпоровий або

кільчасто-зубчастий каток. На ґрунтах, що запливають, післяжнивне розпушування у посуху виконують дисковими боронами.

Під час застосування культиваторів типу КПС-4 не слід навішувати за ними зубових борін, тому що вони будуть стягувати мульчу з рослинних решток на зворотні смуги. Замість зубових борін краще навішувати ланцюжки. Це знижуватиме гофрованість поверхні поля та непродуктивні втрати вологи через випарювання. При передзимовій культивації ланцюжки знімають. Ґрунт “йде в зиму” з гофрованою поверхнею, що дозволяє навесні розпочати на цьому полі весняні роботи раніше.

На схилі землях система безполіцевого обробітку ґрунту охоплює щільування ґрунту і посівів озимини та багаторічних трав. На неглибоких блюдцях для попередження вимокання посівів озимини та багаторічних трав проводять глибоке щільування ґрунту в два сліди навхрест з виходом двох проходів щільування за межі блюдець.

Машина та знаряддя для ґрунтозахисних технологій

Залежно від зволоженості території та гранулометричного складу ґрунтів застосовують різні машини та знаряддя. Нижче описано найпоширеніші помилки під час застосування цих механізмів у різних природних зонах і підзонах країни.

Центральний Лісостеп. Зона має недостатнє і нестійке зволоження. Кількість опадів коливається від 420 мм на півдні і південному сході до 600 мм за рік на півночі та північному заході. У лівобережному Лісостепу України досить поширені солонцюваті ґрунти. Гранулометричний склад ґрунтів змінюється з півночі на південь від легких суглинків до важких суглинків і легких глин. Це зона інтенсивної водної ерозії. У структурі посівів до 50 % займають просапні культури. Найбільший відсоток припадає на буряки цукрові, кукурудзу на зерно і силос, соняшник.

Для безполіцевого обробітку ґрунту в цій зоні рекомендуються такі машини та знаряддя:

- для пожнивного розпушування – КПШ-5, КПШ-9, ОПТ-3-5, КПЕ-3,8, КТС-10-1, КТС-10-2, БДТ-7, БДТ-10; дискові борони МФ-220 і МФ-240; культиватор МФ-312, “Арамікс” (усе виробництво Франції);

- для парового та напівпарового обробітку ґрунту – КПС-4, КШУ-6, КШУ-12, КШУ-18, КШ-3,6А, КШЛ-10, КШЛ-16, БМШ-15, БМШ-20, КТС-10-1, КТС-10-2, МФ-220 і МФ-240; МФ-312, “Арамікс”;

- для основного обробітку ґрунту – КПГ-250, КПГ-250А, КПГ-2-150, КПГ-2,2, ОПТ-3-5, ГУН-4, ПГ-3-5, ПГ-3-100, КПШ-5, КПШ-9, АКП-2,5, АКР-3,6, стійки СИБИМЕ та “Параплау” (ПРН-31000), “Грубер” (Німеччина); “Паратілл” (АГКО, США); МФ-312, “АРАМІКС”. На високогумусних структурних ґрунтах для основного обробітку – також КПЕ-3,8, КТС-101, КТС-10-2, БДТ-7, БДТ-10; дискові борони “Массей Фергюсон” МФ-220 і МФ-240;

- для загортання органічних і мінеральних добрив – БДТ-7, БДТ-7А, БДТ-3, БДТ-10, КПГ-2,2 2КПГ-2,2, ГУН-4, “Смарагд” (Німеччина); дискові борони МФ-220 і МФ-240; МФ-312, “Арамікс”;

- для передпосівного обробітку ґрунту – КПС-4, КШУ-6, КШУ-12, КШУ-18, КТС-10-1, КТС-10-2; комбінований агрегат “Компактор” (Німеччина); культиватор МФ-312, “Арамікс”;

- для посіву зернових культур – сівалки СЗП-3,6, СЗШП-3,6, СЗШП-7,2, СЗШП-10,8, СЗШП-14,4, СЗС-2,1Л, за їх відсутності – СЗ-3,6; сівалки “Тай” корпорації АГКО (США) та ін. Для пожнивних посівів – стерньові сівалки-культиватори СЗС-2,1, СЗС-8, СЗС-14;

- для прямого посіву в необроблену стерню: зернових і зернобобових культур – “Грінплейнз” і “Тай” системи “Ноутілл” (АГКО, США), просапних – “Кінзі”, “Уайт” і МФ-543 тех виробництва США.

Багатьох з перерахованих спеціальних машин та знарядь у деяких господарствах може не бути. Тому на основі наших досліджень замість них можна рекомендувати такі знаряддя і машини:

- для пожнивного розпушування – БДТ, ЛДГ-10, МФ-312 ТА МФ-220/240;
- для напівпарового та передпосівного обробітку ґрунту – КПС-4, МФ-220/240;

- для основного обробітку – БДТ-7, МФ-220/240;

- для загортання добрив – БДТ-7;

- для посіву зернових культур – СЗ-3,6А, “Тай”.

У Лісостеповій зоні плоскорізи застосовують вже здавна, але не завжди правильно. Основні помилки в застосуванні безполицевого обробітку є такими:

- Більшість господарств порушує систему застосування безполицевого обробітку. Згідно з традиційною системою, вони замість плуга використовують плоскорізи, решта технологічних операцій залишаються старими. Зокрема, не застосовується напівпар.

- Несвоєчасно проводять технологічні операції, зокрема, пожнивне розпушення.

- Багато агрономів завищують глибину безполицевого обробітку ґрунту.

- У багатьох місцях для посіву озимих застосовують стерньову сівалку СЗС-2,1 з надто великою шириною міжрядь. Слід застосовувати СЗП-3,6. У широких міжрядях бур'яни встигають вийти в перший ярус травостою, пригнічуючи культурні рослини.

- Великі недобори зерна зумовлюються посівом зернових по стерньових попередниках. Такі посіви дуже вражають кореневими гнилями, септоспоріозом та іншими хворобами.

- Не слід застосовувати дискові луцильники. Під час обробітку ними пересушеного, твердого, монолітного ґрунту вони “надирають” пух з нього. Пил легко підіймається у повітря, руйнується структура ґрунту.

- Агрономи нерідко після пізніх попередників – кукурудзи на силос, гречки та інших культур – застосовують глибокий або мілкий безполицевий обробіток ґрунту. В суху осінь вони не отримують сходів або отримують їх розрідженими. Після таких попередників обробіток ґрунту під озимі культури слід проводити не глибше 5–6 см. При утворенні щільного ложа на глибині 5–6 см у періоди посух у передсвітанкові години на ньому конденсується

пароподібна волога. За рахунок цієї вологи озимі сходять, кущаться, йдуть в зиму загартованими. При обробітку плоскорізами щільне ложе утворюється на глибині 8–10 см. Воно за ніч не встигає охолотитися до точки роси і конденсації пароподібної вологи не відбувається.

➤ Дехто неправильно застосовує напівпаровий обробіток ґрунту, чекаючи доки після пожнивного розпушування поле зазеленіє від бур'янів, а тоді вже пускають парові культиватори. У достатньо та середньозволожені роки підрізані скиби ґрунту “проростають” і бур'яни продовжують зеленіти. Тоді агрономи “з ляку” переорюють поля. Бур'яни слід знищувати на стадії білих ниточок, а падалицю попередника – на стадії шилець.

➤ Нерідко трапляється перевищення глибини посіву озимих культур. У посушливі періоди найраціональнішою глибиною посіву є 5–6; у вологі 3–4 см. За будь-якої глибини посіву вузол кущення в пшениці озимі формуються на глибині 3 см. Чим менша відстань між насінням і вузлом кущення, тим стійкішими до морозів будуть посіви.

Деякі агрономи, застосовуючи безполицевий обробіток ґрунту під зернові культури, здійснюють оранку плугом під просапні, мотивуючи це потребою добре загорнути гній. Це своєрідний “психологічний бар'єр”. Досвід показує, що при загортанні гною важкою дисковою бороною на глибину до 10–12 см можна отримати значні прирости врожаю, порівняно з заорюванням, буряків цукрових (41 ц/га), кукурудзи на зерно (6,8), кукурудзи на силос (45 ц/га).

Науково-методологічні засади управління трансформацією органічного вуглецю для агроекологічної оцінки формування продуктивності різноротаційних сівозмін

Інтенсивний обробіток призводить до зменшення запасів органічного вуглецю на великих площах, впливаючи на його потік та кругообіг у надземному циклі, що супроводжується зменшенням ґрунтових органічних сполук та складових групового і фракційного стану гумусу чорноземів Лісостепу України. Діоксид вуглецю атмосфери приблизно на 80–90 % має ґрунтове походження, а серед потоків $C-CO_2$, що надходять до атмосфери, емісія з поверхні ґрунтів є однією із найпотужніших. З одного боку, загальноприйнятим є включення вуглецевого циклу агроєкосистеми до кліматичних моделей, як інтегральної характеристики вуглецевого циклу. З іншого, дефіцит мінеральних форм ґрунтового азоту негативно впливає на продуктивність агроєнозів, впливаючи на депонування вуглецю атмосфери, що посилює наслідки глобальних змін клімату. Чим сильніший зв'язок продуктивності агроєнозів від кількості засвоєного азоту з ґрунту, тим швидше поглинаються викиди $C-CO_2$ агроєнозами, а інтенсивність та взаємообумовленість азотного і вуглецевого циклів лежить в основі посилення природного ґрунтоутворення в агроєнозах під впливом ґрунтовідновних адаптивних систем ведення землеробства. Потепління клімату веде до зменшення депонування $C-CO_2$ в агроєкосистемах, що пов'язано з зростанням інтенсивності, як продуктивного, так і деструктивного процесу розкладу органічної речовини гумусу. Коли інтенсивність ґрунтового дихання перевищує швидкість акумуляції $C-CO_2$

рослинами, то агроєкосистеми перетворюються на джерела викидів вуглекислоти та закису азоту до атмосфери, а якщо потреба агроценозу в атмосферному вуглеці починає перевищувати емісію ґрунтового вуглецю, то агроєкосистеми перетворюються на системи-накопичувачі вуглецю атмосфери, тобто взаємозв'язок вуглець-клімат стає обернено-кореляційною моделлю.

Встановлено, що між складовими балансу органічного вуглецю ($B_{\text{орг}}$) в агроценозах виникають кореляційні зв'язки, які визначаються типом сівозміни, удобренням, видом органічних добрив і способом обробітку ґрунту. Гетеротрофне дихання (емісія $C\text{-CO}_2$) від мінералізації надлишку побічної продукції при заміні гною на побічну продукцію зростає у сівозміні з горохом за систематичної оранки у 3,30–4,03 рази; у сівозміні з травами – 1,57–1,72 рази. За внесення гною на 1 т виходу к. о. у сівозміні з горохом припадає 1,03–1,13 т CO_2 , а у сівозміні з травами викиди вуглекислоти зростають до 1,73–1,93 т за оранки і знижуються до 1,00–1,18 т за безполицевого обробітку.

Між балансом $C\text{-}C_{\text{орг}}$ в агроценозі та надходженням $C\text{-}C_{\text{орг(а)}}$ за внесення гною виявлено обернену кореляційну залежність ($R=-0,66\pm 0,02$, $R^2=0,44$), а за використання побічної продукції у якості добрив залежність зростала до $R=-0,87\pm 0,02$, $R^2=0,76$. Інтервали залишення побічної продукції у першому випадку змінювалися від 50 до 120 т, а в другому – від 20 до 70 т, що вплинуло на зниження дефіцитності балансу $C\text{-}C_{\text{орг}}$ в агроценозі за використання як органічного добрива побічної продукції.

За використання побічної продукції як органічного добрива посилюється процес оптимізації вуглецевого обігу в агроценозах у напрямку природної організації, що веде до зростання запасів наземного вуглецю, обумовленого посиленою емісією $C\text{-CO}_2$ в атмосферу від мінералізації надлишку побічної продукції, що приводить до зростання продуктивності агроценозів завдяки посиленню « CO_2 -фактору».

Вплив способу обробітку чорнозему на азотно-вуглецевий обіг зводиться до того, що за безполицевого обробітку незалежно від виду органічного добрива і типу агроценозу, в інтервалі зростання продуктивності культур, баланс вуглецю у ґрунті був додатно-зростаючим порівняно з оранкою. Інтервал емісії $C\text{-CO}_2$ від мінералізації за оранки був ширшим порівняно з безполицевим обробітком (Рисунок 1–2).

Це свідчить про посилення процесів мінералізації у ґрунті за однотипності азотно-вуглецевого обігу, що визначає обробіток ґрунту, як підпорядкований блок до типу сівозміни і виду органічних добрив. Баланс N за оранки і безполицевого обробітку був від'ємним: -68,4 і -80,4 кг, тоді як за мілкого безполицевого обробітку виявився додатним +55 кг (+15 кг/га). Інтенсивність балансу за глибоких обробітків становила 94,1–94,6 %, а за неглибокого безполицевого обробітку – 122 %.

При цьому гетеротрофне дихання внаслідок мінералізації органічної речовини має стійку тенденцію до зниження від оранки (CO_2 – 77,5 т, або 15,5 т/га) до безполицевого обробітку (67,9–68,5 т, або 13,5 т/га) і 60,2 т (12,4 т/га) за неглибокого безполицевого обробітку.

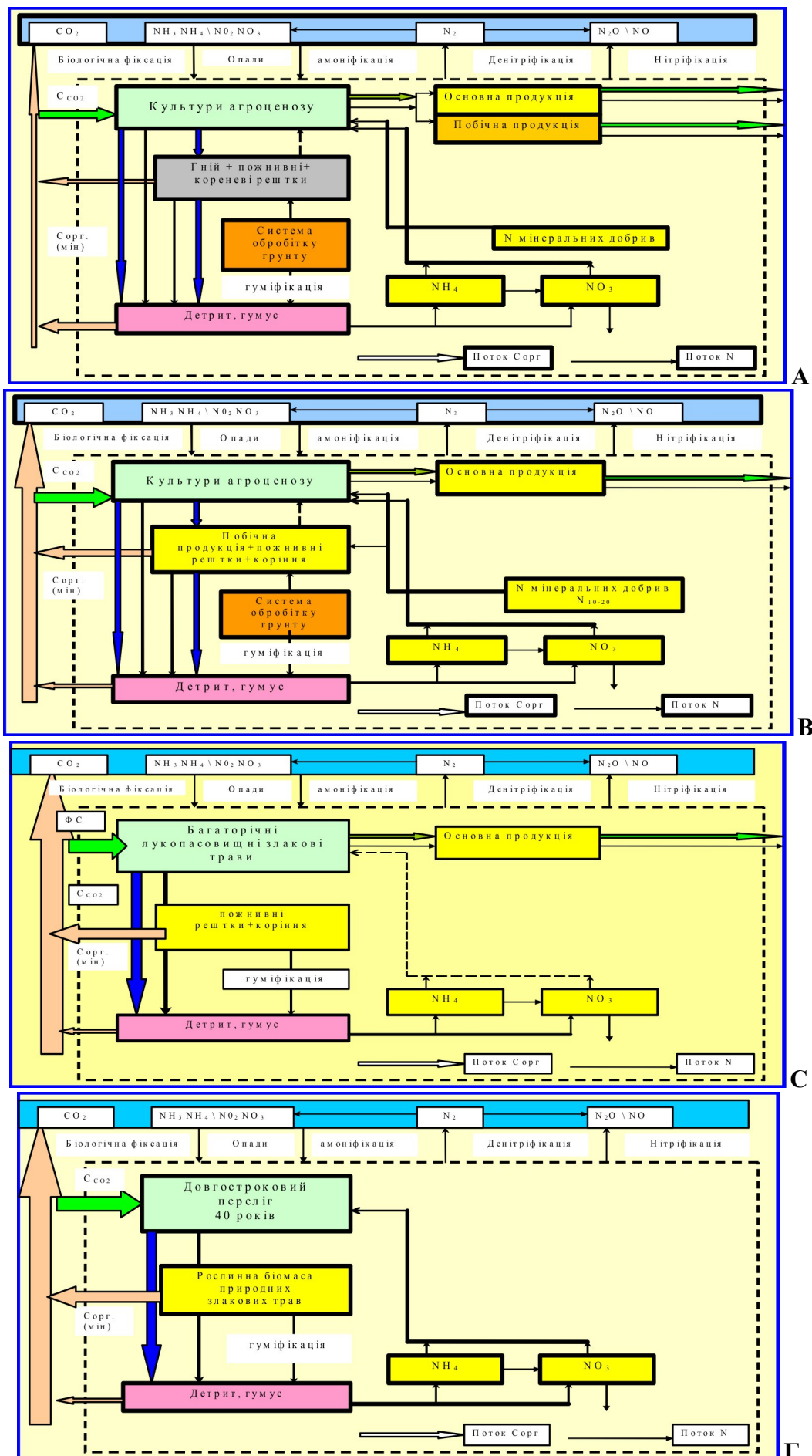


Рисунок 1 – Сівозміни за використання різних видів органічних добрив: А – 6 т/га гною;

В – 6–7 т/га побічної продукції; С – утримання злакових трав; Г – утримання перелогу

Колообіги азоту та вуглецю, являючись одними з основних лімітуючих факторів для прояву продуктивності та інтенсивності деструкційних процесів в агроценозах сівозмін різного типу, суттєво впливає на обіг органічного вуглецю за використання різних видів органічних добрив та при виконанні різних способів обробітку чорнозему в кліматичній системі Лісостепової зони України. Використання гною у якості органічних добрив створює умови, коли загальний винос азоту з агроценозів перевищує його надходження у типовому інтервалі зростання продуктивності, що пов'язано з наростанням дефіцитності органічної речовини гумусу при надмірній мінералізації та виносу азоту. За використання побічної продукції загальний винос азоту з агроценозів менший за його надходження з побічної продукції та мінеральних добрив, що супроводжується позитивністю балансу органічного вуглецю у ґрунті та скороченням його дефіцитності в агроценозі у цілому.

Вид органічного добрива впливає на емісію CO_2 в атмосферу від мінералізації: за використання гною типовий інтервал викидів складає 25–85 т, тоді як за побічної продукції викиди зростають до 80–160 т, що супроводжується посиленням виносом азоту порівняно з його надходженням в агроценози, у першому випадку, і, навпаки, лінійно зростаючим надходженням загального азоту порівняно з його виносом за рахунок мінералізації побічної продукції у другому випадку. Одночасно відбувається зростання дефіцитності балансу вуглецю у ґрунті за внесення гною та зростання його додатності за використання побічної продукції, тобто, на рівні з додатністю CO_2 -фактору, який визначає делімітування вуглецевого живлення в агроценозах, відбувається розширене відтворення родючості чорнозему за безполицевого обробітку.

Вплив типу агроценозу (сівозміни) на азотно-вуглецевий обіг зводиться до того, що насичення сівозмін культурами з високим виходом побічної продукції (сівозмінна з горохом) забезпечується лінійне зростання надходження азоту в типовому інтервалі зростання продуктивності за рахунок мінералізації побічної продукції і вивільнення азоту з неї. При вилученні маси багаторічних трав темпи вилучення та надходження азоту вирівнюються, а за максимальної урожайності не компенсуються, залишеною побічною продукцією та азотфіксацією, що призводить до зростання дефіцитності балансу вуглецю за оберненою лінійною залежністю, тоді як у сівозміні з горохом наростання дефіцитності вуглецю змінюється параболічно у типовому інтервалі зростання продуктивності. Підвищена емісія CO_2 в останньому випадку супроводжується зростаючим балансом вуглецю ґрунту та підвищеною продуктивністю агроценозу.

Вплив способу обробітку чорнозему на азотно-вуглецевий обіг зводиться до того, що за безполицевого обробітку, незалежно від виду органічного добрива та типу агроценозу, у інтервалі зростання продуктивності баланс вуглецю у ґрунті додатно-зростаючий порівняно з оранкою, де характер наростання дефіцитності підпорядкований параболічності. Інтервал емісії CO_2 в атмосферу від мінералізації за оранки був більш широким порівняно з безполицевим обробітком, що свідчить про посилення мінералізаційних процесів у ґрунті за однотипності азотно-вуглецевого обігу, що визначає обробіток ґрунту, як

підпорядковану регуляторну підсистему типу сівозміни і виду органічних добрив у загальному обігу.

За внесення гною та вилучення побічної продукції з агроценозу при виконанні оранки порушується виваженість між азотно-вуглецевим обігом, що супроводжується зниженням запасів наземного вуглецю в агроценозі і його складових (рослини, ґрунт, пул мікроорганізмів), що призводить до посилення автотрофного дихання і посиленням темпам розкладу детриту і гумусу, тобто зв'язок обіг вуглецю – клімат набуває позитивного значення. За такої моделі утримання агроценозу заміна оранки на безполицевий обробіток лише посилює процеси гуміфікації органічної речовини у ґрунті і, незначною мірою, покращує вплив азотно-вуглецевого обігу на міжрічну зміну приземного теплового ресурсу від емісії CO_2 в атмосферу з агроценозу.

За використання побічної продукції в якості органічного добрива посилюється процес оптимізації азотно-вуглецевого обігу в агроценозах різного типу у напрямку природної організації, що призводить до зростання запасів наземного вуглецю при наростанні теплового ресурсу, який обумовлений посиленою емісією CO_2 в атмосферу від мінералізації надлишку побічної продукції і вивільненню мінеральних форм азоту у ґрунт, що збільшує продуктивність агроценозів за рахунок “стимулюючого ефекту N” і посиленому поглинанню CO_2 атмосфери. За таких обставин наростання парникового ефекту сприяє накопиченню органічного вуглецю в агроценозах, які, у свою чергу, набувають властивості стокових систем, тобто чим більш висока залежність продуктивності агроценозів від інтенсивності засвоєння азоту, який надійшов у систему агроценозу, тим швидше поглинаються викиди CO_2 від мінералізації надлишку побічної продукції та гумусу.

Підвищений ступінь гідроморфізму товщі чорноземів за грунтозахисного обробітку необхідний для забезпечення умов підсилення ґрунтовідновної активності корневих систем з метою глибокого насичення корневим ексудатом (передгумусовими речовинами фізіологічного походження) товщі чорнозему і забезпечення водорозчинного стану передгумусових речовин у момент їх новоутворення в товщі чорнозему.

Зіставлення наявної інформації про фотосинтез, азотфіксацію в ризосфері кореня та ґрунтоутворення в агроценозі дає підставу для висновку про те, що усі ці процеси тісно пов'язані один з одним на рівні прямої сильної кореляції. Схематичне зображення взаємодії процесів наведено на рисунку 6, з якого видно, що депонування C- CO_2 атмосфери агрофітоценозами різноротаційних сівозмін та ґрунтоутворення (депонування органічної речовини в гумус) слід розглядати як структурні компоненти однієї системи, що синергетично взаємодіють один з одним і кумулятивно накопичуються під дією фактору часу застосування ґрунтозахисного обробітку в агроценозі.

Ґрунтоутворення (гусонакопичення) в агроценозах слід сприймати, як посилення сукупної дії біологічного фактору в умовах сільськогосподарського використання чорноземів за рахунок покращення гідротермічних ґрунтових умов у сезонному та річному циклах під дією систематичного застосування ґрунтозахисних технологій, які базуються на безполицевому обробітку, що

забезпечує процес управління функціонально-екологічними і фаціальними закономірностями накопичення гумусу чорноземів, що забезпечує посилену реалізацію агропотенціалу чорноземів в агроценозах Лісостепу України в сучасних кліматичних змінах.

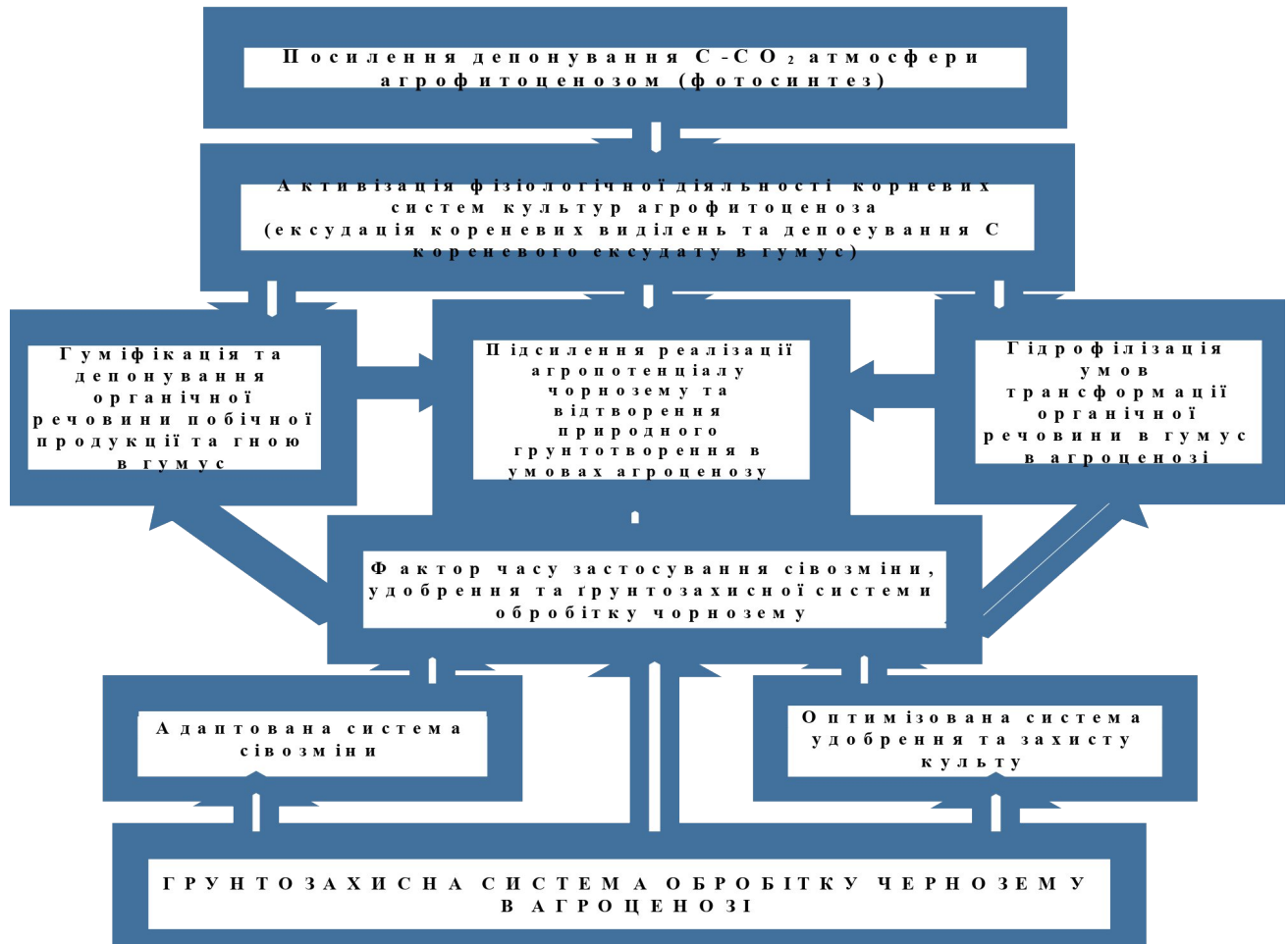


Рисунок 2 – *Модель науково-методологічних засад взаємодії процесу депонування CO₂ атмосфери агрофітоценозом, ґрунтоутворення (гумусонакопичення) та посилення гідрофілізації умов трансформації органічної речовини в гумус для посилення агропотенціалу чорноземів центральної частини Лівобережного Лісостепу

*Demydenko O. V., Velychko V. A. Moisturization regime and implementation of chernozem agropotential under climate changes in the central Forest-Steppe. *Agricultural Science and Practice*. 2025. Vol. 12. No. 2. P. 66–97. https://agrisp.com/index.php/agrisp/article/view/2025_02_06

Таким чином, детермінуючим фактором у посиленні ґрунтоутворення чорноземів в агроценозах є забезпечення системою обробітку гідрофілізації режиму зволоження в межах періодично промивного водного режиму. Реалізація потенціалу внутрішньої енергії гумусу можлива лише у зваженому співвідношенні з внутрішньою енергією вологозабезпечення. При розширенні співвідношення внутрішньої енергії вологозабезпечення до внутрішньої енергії гумусу відбувається реалізація енергії гумусу за допомогою зростання природного і потенційного родючості через ефективну форму з одночасним відтворенням ґрунтоутворення в агроценозі. Звуження співвідношення енергії вологозабезпечення та енергії гумусу сприяє посиленню мінералізації при

наростанні аридності ґрунтових умов, що послаблює і знижує рівень потенційного родючості чорнозему в Центральній Лісостепу України.

В сучасних кліматичних умовах Центральної Лівобережної його частини відбувається реалізація встановленого агропотенціалу з перевищенням нормативних значень на 15-20 % по урожайності пшениці озимої, як за природним потенціалом, так і природною родючістю.

Запропонований спосіб відтворення родючості чорноземів агропотенціалу чорноземів в агроценозах центральної частини Лівобережного Лісостепу має, порівнюючи з агрохімічним та техногенним, суттєві переваги.

По-перше, він агроекологічно безпечний і є ґрунтозахисним та ресурсозберігаючим, оскільки заснований на відтворенні та моделюванні природо-утворювальних процесів в агроценозах.

По-друге, такий спосіб кращий з агроекономічної точки зору: придбання, транспортування, зберігання і внесення мінеральних добрив вимагають великих витрат, як і інтенсивний обробіток заснований на оранці. Їхня частка при вирощуванні сільськогосподарських культур сягає від 40 % до 68 % від загальних затрат. Тому, якщо завдання підвищення родючості чорноземів буде вирішено менш дорогим способом (моделюванням природних процесів ґрунтоутворення), за рахунок посилення фізіологічних властивостей культурних рослин в агроценозах, то це дасть значний агроекологічний економічний ефект.

По-третє, його реалізація в рамках ґрунтозахисного ресурсощадного землеробства може зробити істотний внесок у розв'язання деяких агроекологічних проблем, що мають глобальний характер, як в Україні, так і світі у цілому.

Уточнення уявлень про взаємозв'язок між фотосинтезом, азотфіксацією та ґрунтоутворенням дає змогу сформулювати два принципово важливих положення, які мають враховуватися у землеробстві:

Перше: збільшення надходження у чорнозем продуктів фотосинтезу у вигляді кореневих виділень і рослинних решток активізує процеси азотфіксації, культурного ґрунтоутворення чорнозему і, у підсумку, сприяє підвищенню його родючості, а також урожайності сільськогосподарських культур.

Друге: всі структурні компоненти розглянутої системи перебувають між собою в тісному взаємозв'язку, а короткочасне пригнічення будь-якого з них неприпустиме.

З цього погляду, насичення технологічних схем вирощування сільськогосподарських культур техногенними елементами без урахування їхнього впливу на окремі процеси, що відбуваються в агроекосистемах, неминуче буде створювати умови для їхньої деградації, як складових фізіологічної взаємодії, так і самих чорноземів, а отже, і збільшення витрат на забезпечення нормальних умов для росту та розвитку сільськогосподарських культур в агроценозах сівозмін в умовах Лісостепової зони України.

Важливо також звернути увагу на те, що зміну в напрямках використання продуктів фотосинтезу в сільськогосподарських культурах у бік утворення кореневих виділень можна використати в практичних цілях. Посилюючи надходження кореневих виділень у товщі чорнозему влітку виникає можливість

чинити суттєвий позитивний вплив на його родючість або на збагачення гумусом нижньої частини ґрунтового профілю чорнозему за безполіцевого обробітку, який є управляючим впливом більш високого рівня порівняно з добривами, так як посилює вологозабезпечення у сезонному вимірі, забезпечуючи більш високе зволоження у критичні фази розвитку культур в сівозмінах порівняно з оранкою. Це дає змогу помітно збільшити обсяги надходження органічної речовини в товщу чорнозему за рахунок самих рослин і, таким чином, активізувати природні ґрунтоутворювальні процеси в агроценозах сівозмін. Загалом посилення видільних функцій кореневих систем рослин у перспективі може стати одним із найважливіших прийомів впливу на ґрунти та підвищення їхньої родючості за умов адаптивного ґрунтозахисного ресурсозберігаючого землеробства в умовах Лісостепу України.

ВИСНОВКИ

1. Органічна речовина ґрунту – це інтегральний показник родючості чорнозему в Центральному Лісостепу, від якого залежить життя і здоров'я ґрунту, але нині органічна речовина чорнозему виснажується із загрозливою швидкістю. Залежність від мінеральних добрив призводить до руйнування органічної речовини чорноземів, але довгострокові польові дослідження довели більший ступінь поглинання вуглецю та азоту в сівозмінах, що містять у собі багаторічні бобові та злакові трави, а внесення гною та нульовий або мінімальний обробіток ґрунту встановлюють нову, продуктивну рівновагу, хоча і з меншим вмістом гумусу, ніж на перелогах та цілині.

2. Сівозміна – це найдешевший і найефективніший спосіб підвищення врожайності, родючості ґрунту за рахунок скорочення потреби в дорогих добривах, гербіцидах і пестицидах. Проектуючи сівозміни, ми маємо враховувати кореневі системи різних культур, що використовують воду та поживні речовини з різних шарів ґрунту; здатність різних культур накопичувати родючість ґрунту та стримувати ерозію ґрунту; їхню здатність конкурувати з бур'янами, їхню стійкість до шкідників і хвороб та необхідність розірвати життєві цикли цих супротивників; а також стійкість до ймовірної короткочасної або тривалої посухи. Що більша різноманітність культур і що краща сівозміна, то краще здоров'я ґрунту і то менша залежність від зовнішніх виробничих вкладень.

3. Необхідність відновлення родючості ґрунту. Притаманна ґрунту родючість робить величезний внесок у врожайність, частка родючості ґрунту у формуванні врожайності становить 80–98 %. Внесок мінеральних добрив у формуванні врожайності вищий за беззмінного обробітку культур, ніж у сівозміні, що вказує на гіршу функціональність ґрунту і погане здоров'я кореневої системи за беззмінного обробітку. Найкращий засіб – це відновлення здоров'я ґрунту, що може стати відправною точкою для регенерації всього харчового ланцюжка: ґрунт – сільськогосподарські культури – домашня худоба – люди.

4. Інтеграція землеробства і тваринництва дає змогу поліпшити кругообіг поживних речовин та енергії. Кормові культури, особливо багаторічні бобові та злакові трави, а також органічні добрива підвищують родючість ґрунту; змішані

ферми, або партнерство між землеробськими та тваринницькими підприємствами, можуть ефективно використовувати побічні продукти збору врожаю та переробки як сировину.

5. Консервативне землеробство (КЗ) – це захід, який має сенс незалежно від типу ґрунту. Воно поєднує в собі:

- мінімальне механічне порушення ґрунту або повну його відсутність, посів безпосередньо в оброблений ґрунт, підтримання архітектури простору, зведення до мінімуму втрати органічної речовини в ґрунті та заохочення біологічного різноманіття ґрунту – не в останню чергу наявність мікоризи та дощових черв'яків;

- постійний, проникний ґрунтовий покрив із сільськогосподарських культур і рослинних решток, який захищає поверхню ґрунту від сонця, вітру і дощу та живить біорізноманіття й активність ґрунту;

- диверсифікацію сільськогосподарських культур за допомогою сівозмін або асоціацій сільськогосподарських культур, які контролюють поширення бур'янів, шкідників і хвороб. Нова парадигма працює скрізь з тієї простої причини, що вона усуває деструктивні порушення живого ґрунту через оранку і щоденний вплив природних стихійних лих. Нам ще багато чого належить навчитися у фермерів, що займаються органічним землеробством, які протягом багатьох років знаходили способи ведення господарства без пестицидів і штучних добрив.

6. Час на стабілізацію, а потім і скорочення концентрації атмосферного CO₂, який спричиняє глобальне потепління і висихання чорнозему спливає. Чорнозем має величезний потенціал для уловлювання вуглецю. Прийняття більш різноманітних сівозмін у Лісостепу негайно зменшить удвічі викиди CO₂ в атмосферу, які пов'язані з втратою органічної речовини ґрунту. Впровадження всієї системи КЗ перетворить сільське господарство з джерела парникових газів на поглинач, підвищить продовольчу безпеку і створить простір для альтернативного використання деградованих земель.

7. Обробіток ґрунту є спірним питанням, але орати чи не орати – не це реальна проблема. Різні види обробітку ґрунту повинні оцінюватися в контексті конкретних систем землеробства або в багатофакторних дослідях, щоб оцінити дію та взаємодію принаймні трьох основних компонентів кожної системи землеробства (чергування культур, обробіток ґрунту та удобрення) на врожайність і родючість ґрунту.

8. Багаторічний польовий дослід за різними системами обробітку ґрунту в сівозміні на типовому чорноземі не показав відмінностей в об'ємній масі ґрунту, весняних запасах ґрунтової вологи або врожайності, пов'язаних з обробітком ґрунту. У багатофакторному досліді, де спеціально вивчали дію та взаємодію між чергуванням культур, двома системами обробітку ґрунту (відвальний і безвідвальний) і трьома системами удобрення в сівозміні, обробіток ґрунту не справив істотного впливу на врожайність.

9. Консервативне землеробство (КЗ) ґрунтується на трьох принципах: відсутність механічного порушення ґрунту, наявність ґрунтового покриву з рослинних решток, які захищають поверхню, а також підживлюють життя в

грунті, і диверсифікація сільськогосподарських культур за допомогою сівозмін або асоціацій сільськогосподарських культур, які контролюють бур'яни, хвороби і шкідників. Нова парадигма працює практично повсюдно з тієї простої причини, що вона усуває руйнівне порушення живого ґрунту шляхом оранки і щоденного впливу сонця, вітру і дощу.

10. Перший закон консервативного землеробства – зняти всі фізичні та хімічні обмеження перед переходом до no-till – часто ігнорується. Плужну підшову має бути зруйновано глибоким обробітком; повернення рослинних (органічних) решток у ґрунт живить життя ґрунту, яке, за поповнення енергетичних втрат, може стати саморегульованим. Сівозміни мають включати суміш багаторічних злакових трав і бобових культур для адекватного виробництва біомаси та біологічної фіксації азоту. Гній – хороше джерело лабільного ОВП.

12. Збереження рослинних решток на поверхні ґрунту також має вирішальне значення. Оптимальна кількість рослинних решток для запобігання ерозії ґрунту, появи бур'янів, шкідників і хвороб залежить від ландшафту та системи менеджменту. Покриття поверхні ґрунту лише на 70 % уже може запобігти ерозії ґрунту.

13. Перехід до системи консервативного землеробства в сільському господарстві є складним процесом. Потрібен перехідний період для поліпшення якості ґрунту, щоб змінити його життєвий цикл, а фермеру – навчитися менеджменту цієї нової системи. Більш швидке прийняття консервативного землеробства (КЗ) вимагає підтримуючої політики, що може включати оплату екологічних послуг, що надаються фермерами, та підтримку виробництва біогазу.

14. Органічні добрива є практично незамінною складовою екологічного та органічного виробництва, до яких все частіше схиляються агрономи. До того ж невпинне зростання вартості мінеральних добрив та дедалі гостріша їх нестача в Україні змушують виробників шукати інших шляхів забезпечення рослин поживними речовинами. І тут постає головне питання – де взяти необхідну кількість органічних добрив?

Вже довгий час об'єми виробництва та застосування гною невпинно падають. Це пояснюється тим, що за 25 років поголів'я великої рогатої худоби скоротилося в 5 разів. Як наслідок, рівень удобрення земель на сьогодні становить лише 0,5 т гною на гектар. Вносити більше гною господарства не мають можливості навіть при великому бажанні – для цього потрібна широкомасштабна програма з відновлення тваринництва. Проте існують програми удобрення із використанням альтернативних видів добрив, які можуть збільшити надходження органіки в кілька разів. І це далеко не повний перелік альтернативних видів органічних добрив, які можуть застосовуватись у сільському господарстві. Насправді існує доволі широкий вибір варіантів у кожному регіоні України.

У зв'язку зі зменшенням обсягів виробництва та використання традиційних органічних добрив значно зростає роль альтернативних видів добрив. Прогнозне

можливе внесення органічних добрив, враховуючи наявні запаси сапропелю та торфу в Україні, становить 9,8 т на 1 га посівної площі.

У якості органічних добрив потрібно залучати рослинні рештки, перш за все соломі озимих культур. Доповнення побічної продукції зеленими добривами в зонах достатнього зволоження або на зрошуваних землях є складовою частиною поповнення ґрунту органічною речовиною. Під час виробництва органічних добрив також застосовують відходи фітохімічного, желатинового, цукропереробного виробництва, побутові відходи, буре вугілля, фосфорити, донний мул, сапропелі, торфу, лігніну тощо.

15. Сидеральні добрива – непогана альтернатива традиційному удобренню ґноєм. Зелена маса рослин приорується на полі, де розкладається до таких потрібних ґрунту органічних сполук. Сидерація впливає на ґрунти комплексно, виконуючи одразу кілька функцій:

- Збагачення поживними речовинами та азотом.
- Зменшення непродуктивних втрат вологи та поживних речовин завдяки зменшенню інфільтрації з верхнього шару ґрунту.
- Підвищення коефіцієнту корисного використання опадів.
- Стимуляція біологічної активності ґрунту.
- Призупинення ерозійних процесів.

Вибір зелених добрив залежить від цілей, що ставить перед собою агроном. Для поліпшення структури верхнього шару ґрунту оптимально підійдуть злакові культури та гречка, для збагачення азотом – бобові. Фахівці рекомендують висівати у якості сидерата еспарцет виколистий. Ця бобова культура вирізняється високою сидеральною продуктивністю та гарною посухостійкістю. Крім того, еспарцет – культура кормова та медоносна, тобто вона приносить користь одразу у декількох напрямках. Протягом першого року життя еспарцет формує до 180 ц/га органічної маси, на другий рік ця кількість сягає вже 270–300 ц/га. При такій кількості зеленої маси, що заорується в ґрунт потрапить близько 120–200 кг азоту, що рівноцінно внесенню 25–40 т/га ґною.

16. Біологічним «центром» гумусу є гумінові та фульвові кислоти. Тому для відновлення шару гумусу та покращення його родючих властивостей внесення гуматів стане ефективним й мало затратним рішенням. Гумати є біологічно активними речовинами, вони виконують функції не лише органічних добрив, але й біостимуляторів. Ці сполуки покращують засвоєння рослиною поживних елементів та вологи, посилюють діяльність мікрофлори ґрунту, підвищують стійкість рослин до стресових умов. Економічно це дуже доцільний спосіб удобрення полів: 1 кг гумату калію еквівалентний приблизно 30 т перегною. Гумати застосовують як для передпосівної обробки насіння, так і для підживлення культур під час вегетації.

ПІСЛЯМОВА

Солома є енергетичним матеріалом для культурного землеробства і повинна бути використана з користю для ґрунту – це уможливило замкнути малий біологічний кругообіг речовин, який був розірваний внаслідок систематичного відчуження значної частини біологічної продукції рослин. Внесення соломи збільшує вміст гумусу, поліпшує структуру ґрунту, зменшує

схильність до ерозії, стимулює процес азотфіксації, є джерелом живлення для мікроорганізмів у ґрунті. Поліпшуються також водний і повітряний режими і вбирна здатність ґрунту.

У сучасних виданнях опубліковано значну кількість матеріалів, які стосуються використання соломи на добриво. Проте наукові дослідження і виробничий досвід вкотре підтверджують про доцільність і необхідність, за сучасних умов ведення землеробства, використовувати частину соломи на добриво з високими показниками екологічності й ефективності для родючості ґрунту.

Таким чином, використання соломи на добриво обґрунтовується низкою міркувань агрономічного й організаційно-економічного характеру: забезпечення відтворення родючості ґрунту і підвищення урожайності сільськогосподарських культур, скорочення виробничих за-трат та економія праці завдяки виключенню робіт зі збирання, перевезення, навантаження і розвантаження соломи, розкидання підстилки та видалення гною зі стійл, його навантаження й розвантаження, складування в бурти на зберігання і розподілу по полю.

Національна академія аграрних наук України
Черкаська державна сільськогосподарська дослідна станція
ННЦ "Інститут землеробства НААН"
20731, Черкаська обл., Черкаський район, с. Холоднєнське, вул. Докучаєва, 13
тел. / факс (04733) 2-99-10, E-mail:smilachiapv@ukr.net