

БІОЛОГІЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ ЧИННИКИ РОЗШИРЕНОГО ВІДТВОРЕННЯ РОДУЮЧОСТІ ҐРУНТІВ ПОЛІССЯ

А.М. Москаленко, к.е.н., доцент
Інститут сільськогосподарської мікробіології та
агропромислового виробництва НААН України

Виробництво органічної продукції і стале землекористування неможливе без розширеного, або хоча б простого відтворення родючості ґрунтів. Проте до сьогодні в агрономії не створено надійної стратегії, яка б передбачала зростання урожайності сільськогосподарських культур з одночасним підвищенням (або збереженням) ґрунтової родючості. На нашу думку, розроблені окремі елементи такої стратегії мало узгоджуються між собою.

Серед широкого спектру проблем – проблема гумусу, без сумніву є однією з ключових на шляху вирішення завдань стабілізації і відтворення ґрунтової родючості. Сьогодні стає зрозумілим, що втрати гумусових сполук призводять до негативних змін не лише у живленні культурних рослин, але й у перебігу низки ґрунтових процесів, що зумовлює погіршення фізико-хімічних та біологічних характеристик ґрунтів. Тому оптимальним рівнем біохімічної діяльності мікроорганізмів у процесах деструкції-синтезу буде такий, що забезпечує потреби рослин сьогодні (ефективну родючість) з постійним відтворенням резервів потенційної родючості.

Ці висновки знаходять підтвердження і подальший розвиток у дослідженнях О.І. Попова. Ним обґрунтовано існування органотрофного живлення рослин, у відповідності з яким фотосинтезувальні рослини розглядаються як факультативні органотрофні організми, на відміну від існуючої більше століття точки зору щодо виключно мінеральної основи їх живлення. Встановлено також існування біологічного колообігу вуглецю – колообігу органічних сполук, які багаторазово використовуються на різних трофічних рівнях екологічних систем, насамперед, структурних елементів рослин і гумінових речовин ґрунтів [1].

Отже рослини, крім зольних елементів і азоту, здатні використовувати органічні речовини і, по-суті, є автотрофами з факультативним гетеротрофним живленням. Ці відкриття, крім фундаментальних висновків щодо типів живлення рослин, розширюють наші уявлення про роль органічної речовини і, зокрема, гумусу у забезпеченні сільськогосподарських культур поживними речовинами. На їх основі можна зробити висновки щодо участі гумусу у формуванні не лише потенційної родючості ґрунтів, але й ефективної. Таким чином, теза про значну залежність продуктивності агрофітоценозів від вмісту гумусу, що підтримувалася десятиліттями на основі результатів, отриманих рутинними методами та іншими спостереженнями, знайшла підтвердження в сучасних дослідженнях.

В основі процесів деструкції-синтезу-трансформації як органічної речовини, так і мінеральної частини ґрунту, знаходиться діяльність живих організмів. Оскільки процеси формування (і деградації також) ґрунтів в агроценозах проходять постійно, з різною інтенсивністю і напрямками, що залежить від екологічної ситуації, завданням агрономічної науки є створення таких умов, які б сприяли відтворенню як потенційної, так і ефективної ґрунтової родючості. Незамінним і науково обґрунтованим напрямом при цьому є оптимізація біологічних процесів.

Зайве стверджувати, що роль біологічного вектору у ґрунтоутворенні сьогодні виходить на одне з перших місць, оскільки, крім фізико-хімічної деградації ґрунтів, спостерігаємо значне погіршення біологічного їх стану. Оскільки всі біохімічні процеси в ґрунтах, у т.ч. й ті, що обумовлюють синтез гумусу, залежать від інтенсивності розвитку та функціональної активності мікроорганізмів, діяльність яких у свою чергу лімітує доступний вуглець («органічна речовина»), говорячи про родючість, слід мати на увазі, в першу чергу, оптимізацію забезпечення їх вуглецем. Тому питання системного надходження до ґрунтів органічної речовини повинно стати одним із найважливіших у землеробстві. Важливою також є оптимізація процесів біологічної трансформації сполук азоту в ґрунті, оскільки незбалансованість у співвідношенні вуглець/азот призводить до значних втрат гумусу в ґрунті і загострює низку екологічних проблем.

У зв'язку з тим, що накопичення гумусу може здійснюватися лише за позитивного дисбалансу між надходженням органічної речовини в ґрунт і її гуміфікацією з одного боку та мінералізацією гумусових сполук з іншого, слід забезпечити оптимальне надходження органіки в ґрунти. При організації землекористування потрібно визначитись, які агрозаходи сприяють підвищенню надходження вуглецю в ґрунти, які забезпечують його акумуляцію у складі стійких сполук і які заходи оптимізують співвідношення процесів мінералізації-синтезу гумусу та малого колообігу біогенних елементів. Економічна оцінка агрозаходів дасть можливість ринково оцінити їх доцільність.

Серед агроприйомів, спрямованих на забезпечення ґрунтів вуглецем, підвищення їх біологічної активності, оптимізацію складу мікробіоценозів, переорієнтацію біологічних процесів на відновлення родючості, у першу чергу слід назвати внесення гною. Особливе значення цього органічного добрива в тому, що воно сприяє поверненню в ґрунт як органічної речовини, так і сполук біогенних елементів, які засвоїли з нього рослини. Вважається, що з 1 тонною підстилкового гною ВРХ у ґрунт надходить 5 кг азоту, 2,5 – фосфору та 6 кг калію. З гноєм також вноситься велика кількість корисних мікроорганізмів, необхідних як для нормального ґрунтоутворного процесу, так і для забезпечення культурних рослин необхідною мікробіотою.

Згідно результатів тривалих дослідів гній має вирішальне значення для підтримання високого і сталого вмісту органічної речовини в дерново-підзолистих ґрунтах, які характеризуються високим мінералізаційним потенціалом [2]. Вважається, що в

зазначених ґрунтах з 1 т гною синтезується гумусу на рівні 0,04-0,05 т. При цьому автори зазначають, що норми внесення гною не повинні перевищувати рекомендованих. Наприклад, на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся такі норми знаходяться в межах 30-50 т/га. Їх перевищення знижує інтенсивність гуміфікації органічної речовини і суттєво активізує мінералізаційні процеси [2]. Економічні розрахунки на прикладі господарств зони Полісся Чернігівської області показують дво-восьмикратне перевищення результату (вартості новоутвореного гумусу) над витратами отримання, навантаження, транспортування і внесення гною.

Недорогим прийомом забезпечення ґрунтів органічною речовиною є сидерати. Сидерація – це комплексний агроприйом у землеробстві, який позитивно впливає на ґрунт, рослини і довкілля. Використання сидератів дозволяє суттєво покращити баланс органічної речовини, знизити ризики водної і вітрової ерозії, ефективно боротися з бур'янами, попередити вертикальну міграцію елементів живлення, вирішити проблему підвищення родючості ґрунтів на полях, що віддалені від тваринницьких ферм, а також у господарствах, де гостро відчувається дефіцит гною та інших органічних добрив. Використання сидератів дозволяє покращити якість продукції рослинництва, суттєво знизити собівартість вирощування сільськогосподарських культур і підвищити рентабельність виробництва [3].

Найчастіше ефективність сидератів пов'язують із можливістю накопичення значної кількості азоту в рослинній масі, що уберігає його від вимивання з ґрунту і денітрифікації та забезпечує «транспортування» азотних сполук на наступний рік. Так, залежно від культури, в них може накопичуватися від 120 до 180 кг/га азоту. Важливим є також фітосанітарний ефект, позитивна дія на окремі фізико-хімічні показники ґрунтів. Крім цього, сидеральні культури активно впливають на родючість ґрунтів, стимулюючи розвиток мікроорганізмів і, відповідно, перебіг низки мікробіологічних процесів. Це забезпечує прискорений колообіг поживних елементів і впливає на урожайність наступної в сівозміні культури. Прикладом такого впливу сидератів є вивільнення додаткової частини сполук калію та водорозчинних фосфатів унаслідок бурхливого розвитку відповідних мікроорганізмів, ініційованих надходженням до ґрунту легкозасвоюваного вуглецю сидеральної маси.

Отже, однією з головних властивостей сидератів як чинника впливу на родючість ґрунтів є активне накопичення вуглецю з атмосфери в ході процесу фотосинтезу. Якщо ж для сидерації

використовуються бобові культури або гречка, у ґрунти, крім вуглецю, надходять ще й сполуки азоту. Використання їх для покращення біологічних процесів у ґрунтах та підтримки родючості є одним із основних регуляторних чинників у сучасному землеробстві. Сидерація, передусім за використання бобових, як складова частина системи удобрення і поповнення ґрунтів агроценозів органічною речовиною та біологічно зв'язаним азотом забезпечує стабільну й високу врожайність у зонах достатнього зволоження і на зрошуваних землях. Застосування сидератів також дозволяє швидко корегувати співвідношення корисні/патогенні мікроорганізми, оскільки надходження до ґрунту свіжої органічної речовини стимулює розвиток сапрофітної мікробіоти, яка пригнічує фітопатогенні види. Окремі сидеральні культури провокують проростання спор фітопатогенних грибів і одночасно стимулюють розвиток бактерій, що сприяє лізису грибних гіф і обмеженню розвитку мікроміцетів. По суті, вирощування сидеральних культур є і сівзмінім чинником, хоча й обмеженим у часі, якщо ми маємо справу з післяжнивним вирощуванням культур.

Дослідженнями О.Г. Котлярової і В.В. Черенкова встановлено, що ефективність сидератів була еквівалентною дії приблизно 20т/га гною [4]. У той же час інші автори відмічають значно скромніший внесок сидератів у збереження гумусу. Так, за узагальненими даними С.А. Балюка з співавторами дія сидератів у напрямі збереження гумусу еквівалентна 25 % впливу підстилкового гною на синтез гумусових сполук [5].

Наші узагальнення за фактичними показниками витрат на вирощування і використання сидератів в господарствах Полісся Чернігівщини свідчать, що вони відрізняються в залежності від виду культури. Економічно вигідніше вирощувати в якості сидеральних культур редьку олійну і гірчицю, сукупні ж витрати на люпин майже в три рази вищі. Порівняльна ефективність свідчить, що вартість сформованого (зекономленого) сидератами гумусу суттєво перевищує витрати понесені на них: по редьці олійній – в 2-8 разів, по гірчиці – в 2-7 разів, і тільки по люпину по другому варіанту оцінки гумусу – лише в 2 рази.

Біологічна меліорація ґрунтів передбачає максимальне використання органічної маси післяжнивних решток і побічної продукції рослинництва. Особливої уваги заслуговує використання соломи у подрібненому стані як добрива на полях, де вирощувалися зернові. Цей захід є досить потужним чинником підвищення вмісту гумусу, біологічної активності ґрунтів, поліпшення їх водно-фізичних

властивостей (оскільки водоутримувальна здатність органічної речовини у 5-10 разів вища, ніж мінеральної фракції ґрунту).

За узагальненими даними, зароблена солома і стебла кукурудзи за вмістом вуглецю у 2-3 рази перевищують показники гною, тобто 3-4 т соломи за вуглицем рівнозначні внесенню 9 т/га гною [6]. Це пояснюється тим, що побічна продукція рослинництва є потужним джерелом енергії для більшості ґрунтових мікроорганізмів, яке визначає інтенсивність і спрямованість їхньої біохімічної діяльності в процесі синтезу гумусу. При цьому слід мати на увазі, що порівнювати солому і гній за ефективністю впливу на урожайність культури, безперечно, не можна. Це коректно зробити, лише вирівнявши вміст всіх поживних речовин в обох видах добрив. За даними численних дослідів, ефективність поєднання соломи з азотними добривами, або соломи з NPK і гною (або гною з NPK) при вирівнюванні кількості поживних речовин і сухої речовини є практично однаковою.

З точки зору економіки господарювання використання соломи зернових культур є відносно недорогим заходом, при тому, що з нею вноситься лігніну (субстратного попередника гумусу) втричі більше, ніж з рослинними рештками багаторічних трав [7]. Проте слід мати на увазі, що застосування соломи як добрива спонукає до інших додаткових витрат, зокрема, додаткового внесення мінерального азоту.

Е. Богуславски рекомендує, коли немає експериментальних даних щодо вмісту азоту в ґрунті і точного співвідношення вуглецю до азоту в соломі, на практиці вносити на кожен тону соломи по 10 кг азоту [8]. М. Драган з співавторами, уточнюючи, вважають, що для компенсації іммобілізованого азоту потрібно вносити мінеральний азот у наступних дозах: для соломи озимих культур – 14-16 кг/т, ярих – 10-12 кг/т, зернобобових культур – 1-2 кг/т [9].

Нестача сполук азоту при внесенні соломи в ґрунт може також призвести до конкуренції мікроорганізмів з рослинами за доступні джерела цього елемента. Заробляння соломи в ґрунт супроводжується інтенсивною іммобілізацією азоту, використанням доступних його сполук (NH_4^+ та NO_3^-) ґрунтовою мікробіотою, що призводить до погіршення азотного живлення і зниження врожайності наступних культур. Тому для прискорення деструкції соломи і усунення депресуючого впливу її на урожайність добавлення мінерального азоту є необхідним заходом.

Вплив соломи на процеси гуміфікації досліджували в численних наукових закладах, отримано достатньо суперечливі результати, які характеризуються як твердженнями щодо еквівалентності соломи гною, так і відсутністю помітного впливу на накопичення гумусу. Тим

не менше, сьогодні загально визнаним є позитивна дія соломи і рослинних решток на синтез гумусу. Відповідно до цього досліджено і встановлено коефіцієнти гуміфікації органічної речовини і в т.ч. соломи різних видів зернових і зернобобових культур, а також рослинних решток [5].

Слід відмітити, що окремі автори пропонують відмовитися від застосування азотних добрив, призначених для корекції співвідношення C:N, при поєднанні застосування соломи і бобового сидерату. Вони вважають, що ефективність азоту, зв'язаного бобовими культурами при вирощуванні на зелене добриво, в середньому дорівнює 40-50 кг/га азоту[10]. На нашу думку, цю кількість можна подвоїти, застосувавши передпосівну бактеризацію насіння препаратами на основі бульбочкових бактерій. Проте такі висновки прийнятні лише для умов, коли сидеральну культуру вирощують як основну в сівозміні.

Економічна оцінка використання соломи в якості органічного добрива, з застосуванням азотних добрив, показує чотири-шестикратне перевищення вартості новоутвореного гумусу над витратами. Ефективним агроприйомом, що сприяє активізації процесів гуміфікації органічної речовини, може бути поєднання застосування соломи з вирощуванням сидератів. Розглядаючи вище особливості застосування сидератів як джерела органічної речовини, ми відмічали, що висока швидкість мінералізації сидеральної маси забезпечує ґрунтові мікроорганізми вуглецем. При цьому в ґрунті зберігаються запаси гумусу, але обмежується перебіг процесів його синтезу. Це пояснюється відсутністю у сидеральній масі достатньої кількості лігніну й окремих ароматичних сполук (субстратних попередників гумусу). Особливо низьким є вміст зазначених речовин при використанні сидеральних культур у фазах, що передують цвітінню.

Фактично, при цьому сидерація активно впливає на ефективну родючість ґрунту, забезпечуючи підвищення урожайності лише першої після застосування культури. Тому, для оптимізації процесів синтезу гумусу (і, відповідно, підсилення потенційної родючості) слід застосовувати внесення рослинних решток, у т.ч. подрібненої соломи з компенсацією на азот із наступним вирощуванням сидеральної культури. За цих умов ініціюється розвиток мікроорганізмів і відбувається забезпечення їх субстратом для синтезу гумусових сполук, тобто, формується як ефективна, так і потенційна родючість ґрунту.

Баланс поживних речовин і гумусу (а також санітарний стан агроценозів і їх продуктивність) значною мірою визначається

дотриманням науково обґрунтованих сівозмін. Склад та співвідношення культур у сівозміні обумовлюють вихід органічної речовини рослинних решток на одиницю сівозмінної площі та кількісні показники відтворення гумусу. Наприклад, просапні культури залишають небагато рослинних решток у ґрунті, значною мірою покривають свої потреби в поживних речовинах за рахунок гумусу, до того ж численні міжрядні обробки зумовлюють нераціональну мінералізацію органічної речовини, що призводить до значних її втрат. Натомість, вирощування багаторічних трав унаслідок накопичення значної кількості кореневих решток та послаблення мінералізаційних процесів, що обумовлено ущільненням ґрунту, сприяє накопиченню гумусу. Науково обґрунтоване чергування сільськогосподарських культур враховує їхні генетичні особливості щодо інтенсивності використання тих чи інших елементів живлення, тому лише чітке моделювання сівозмін на науковій основі дозволить гармонійно поєднати потреби культурних рослин в елементах живлення і економічними розрахунками доцільності їх використання в сільськогосподарському виробництві. Неврахування сівозмінного чинника призводить як до спотворення ґрунтоохоронних функцій агроценозу, так і до формування специфічних мікробних угруповань у ґрунті, домінуючими видами в яких стають патогенні мікроорганізми та продуценти фітотоксичних речовин.

Розвивається явище ґрунтовтоми. Найбільше накопичення фітотоксичних речовин відмічається при культивуванні біологічно близьких культур (як, наприклад, зернові), коли до ґрунту надходить однакова за кількістю і якісним складом органічна речовина у вигляді кореневих виділень і рослинних решток. Це призводить до зміни в співвідношенні компонентів мікробного угруповання, поширенню фітотоксичних форм. Включення до сівозміни інших, біологічно віддалених культур, стимулює формування специфічних для них угруповань мікроорганізмів, у т.ч. й антагоністів фітопатогенних і фітотоксичних видів, що перешкоджає розвитку збудників хвороб. Враховуючи вибіркочу здатність рослин до накопичення в кореневій зоні відповідних мікроорганізмів, можна регулювати інтенсивність накопичення тих чи інших антагоністів шляхом чередування культур у сівозміні.

Особливою частиною функціонування сучасних сівозмін, яка має безпосереднє відношення до діяльності мікроорганізмів як чинника формування родючості ґрунтів, є вирощування трав. Як відомо, злакові трави забезпечують ґрунти значною кількістю органічної речовини й оптимізують процеси гумусоутворення. Не

менш важливим є вирощування бобових трав, які накопичують у ґрунті в 2,5-3,0 рази більше рослинних решток, ніж зернові культури. При цьому ґрунти агроценозів акумулюють не лише органічну речовину, але й біологічний азот.

На наше переконання, завдання агрономічної і економічної наук у даному напрямі повинно зводитись до оптимізації біологічних процесів у ґрунтах за дотримання принципів повернення всієї можливої органічної речовини, неухильного виконання сівозмін, обґрунтованих як з позицій отримання максимального урожаю, так і впливу на наступну культуру, правил оптимального навантаження худоби на одиницю площі сільськогосподарських угідь тощо. Показовою в цьому відношенні є ефективність господарювання у ПП «Агроекологія» Шишацького району Полтавської області, яке очолює академік НААН С.С. Антоненко. Маючи оптимальне навантаження худоби і користуючись економічною доцільністю, у господарстві систематично вносять гній на поля, що знаходяться на невеликій від ферм відстані. На периферійних полях (і таких, що значно віддалені від ферм) вирощують еспарцет як сидеральну культуру. У господарстві стабілізувалося відтворення родючості ґрунтів, урожайність сільськогосподарських культур хоч і залежить від кліматичних особливостей вегетаційного періоду, проте не такою мірою, як це має місце в інших господарствах.

Отже, зростання продуктивності агроценозів повинно здійснюватись за рахунок внесення у ґрунт органічної речовини – гною, компостів, рослинних решток у вигляді побічної продукції, сидератів, дотримання науково обґрунтованих сівозмін, що забезпечить ґрунтову мікробіоту енергетичним матеріалом, активізує процеси синтезу гумусових речовин, сприятиме розширеному відтворенню родючості ґрунтів.

Література

1. Попов А.И. Органическое вещество почв агроценозов и его роль в функционировании системы почва-растение // Дис. докт. с.-х. наук. – С.-Петербург. ун-т. – 2006.
2. Бацула О.О., Головачов Є.А., Дерев'яно Р.Г. та ін. Забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті / за ред. О.О. Бацули. – К.: Урожай, 1987. – 128 с.
3. Довбан К.И. Зеленое удобрение в современном земледелии. – Минск: Бел. наука, 2009. – 404 с.
4. Котлярова О.Г., Черенков В.В. Накопление органического вещества сидеральными культурами и поступление питательных

веществ в почву при их запашке //Агрохимия. – 1998. – № 12. – С. 15-19.

5. Балюк С.А., Греков В.О., Лісовий М.В., Комариста А.В. Розрахунок балансу гумусу і поживних речовин у землеробстві України на різних рівнях управління. – Харків, 2011. – 30 с.

6. Сайко В.Ф. Проблеми і шляхи нагромадження та використання біологічного азоту в сучасному землеробстві України // 36. наук. праць ННЦ «ІЗ УААН». – Спецвипуск, 2006. – С. 8-13.

7. Банкин М.П. Агрофизические и биологические основы повышения урожайности и плодородия дерново-подзолистых почв. – Дис. докт. с.-х. наук. – С.-Петербург. ун-т. – 2005.

8. Woqslawski T. Die Verwertung der Strohernten als Strohdungung // Arb. DLG. – 1964. -№ 96 – S. 1-60.

9. Драган М., Грищенко Р. Солома як добриво // The Ukrainian Farmer. – 2012. – № 6. – С. 14.

10. Г. Колбе, Г. Штумбе. Солома как удобрение. – М.: Колос, 1972. – 88 с.