

УДК 631.95:631.58:631.871:631.51

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.109-1.22>

## БІОГЕННА СИСТЕМА ЗЕМЛЕРОБСТВА – ШЛЯХ ДО ВІДНОВЛЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ ТА ЗАХИСТУ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН

**Тимофєєв М.М.** – к.б.н., с.н.с., старший науковий співробітник  
відділу технологій виробництва сільськогосподарської продукції,

Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція

Національної академії аграрних наук України

**Бондарева О.Б.** – к.т.н., с.н.с., вчений секретар,

Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція

Національної академії аграрних наук України

**Вінюков О.О.** – к.с.-г.н., ст. дослідник, директор,

Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція

Національної академії аграрних наук України

Створено концепцію ґрунтозахисної біогенної системи землеробства, в основу якої покладено комплекс агротехнічних, меліоративних і організаційних заходів щодо підвищення родючості ґрунту та захисту культурних рослин. Визначено, що усунення фізичної, хімічної та біологічної деградації чорноземних ґрунтів пов'язано з такими біогенними засобами виробництва, як постійний і тимчасовий мульчепласт, чагарникові смуги, вертикальне мульчування, різні види сапрофагів, багаторічні бобові трави.

Виділено становлення в майбутньому 4 типів агробіогеоценозів: парцели з багаторічними бобовими травами і найбільш продуктивними землями з еколого-агрохімічним балом (ЕАБ) 55–60; парцели з зерновими культурами суцільного способу посіву і тимчасовим мульчепластом (ЕАБ 50–60); парцели з просапними культурами і постійним мульчепластом (ЕАБ –50); всі землі з ЕАБ менше 40 повинні перейти під суцільні чагарникові насадження.

Боротьба зі шкідниками на високопродуктивних парцелях біогенними методами вкрай актуальна, оскільки дія пестицидів на скупчення різних видів живих організмів є небажаною. Чагарникові смуги та суцільні масиви є не тільки протиерозійним щитом, а й місцем укриття птахів, місцем їх гніздування, розселенням різних видів ґрунтових і наземних організмів.

Всю біоту, особливо сапрофаги, треба розглядати у формуванні сталих агробіогеоценозів як біогенні засоби виробництва. Кінцевим продуктом сапрофагів є утворення зернистої структури ґрунту – копролітів, які мають меншу об'ємну вагу і більший вміст аміаку, нітратів, фосфору та кальцію.

Найбільш доцільні площі під цілорічним і тимчасовим мульчепластом – від 9 до 16 га. Площа чагарникових смуг на ланах може складати від 15 до 18%, максимальна кількість мульчі – від 2 до 3 т/га. Чагарникові смуги – це своєрідний протиерозійний чагарниковий каркас і відновлюване джерело органогенних ресурсів, технологічний елемент розширення часу використання технічних систем для постійного підвищення родючості ґрунту.

**Ключові слова:** чагарникові смуги, вертикальне мульчування, мульчепласт, сапрофаги, агробіогеоценоз.

### **Timofeev M.M., Bondareva O.B., Vinyukov A.A. Biogenic farming system – a way to restore soil fertility and crop protection**

The concept of a soil-protective biogenic system of agriculture has been created, which is based on a set of agrotechnical, reclamation and organizational measures to increase soil fertility. It was determined that the elimination of the physical, chemical and biological degradation of chernozem soils is associated with such biogenic means of production as permanent and temporary mulcheplast, shrubby strips, vertical mulching, various types of saprophages, perennial legumes.

The formation in the future of 4 types of agrobiogeocenoses was distinguished: parcels with perennial legumes and the most productive lands with ecological – agrochemical score

55–60 (EAS); parcels with cereals of the continuous method of sowing and temporary mulcheplast (EAS 50–60); parcels with row crops and a permanent mulcheplast (EAS 40–50); all lands with an EAS less than 40 should go under continuous shrub plantings.

The control of pests on high-yielding parcels by biogenic methods is very important because the effect of pesticides on the accumulation of different species of living organisms is undesirable. Shrubs and solid arrays are not only an erosion shield, but also a place of shelter for birds, their nesting place, the resettlement of various types of soil and terrestrial organisms.

The whole biota and, in particular, saprophages should be considered in the formation of permanent agrobiogeocenoses as biogenic means of production. The final product of saprophages is the formation of a granular soil structure – coprolites, which have a lower volume weight and a higher content of ammonia, nitrates, phosphorus and calcium.

The most appropriate areas under year-round and temporary mulchplast are from 9 to 16 ha. The area of shrubs on fallow deer can be from 15 to 18%, the maximum amount of mulch – from 2 to 3 t/ha. Shrubs are a kind of anti-erosion shield and a renewable source of organogenic resources, a technological element of extending the use of technical systems to constantly improve soil fertility.

**Key words:** shrubby strips, vertical mulching, mulcheplast, saprophages, agrobiogeocenosis.

**Постановка проблеми.** Сучасне землеробство зони Степу існує в умовах значної водної ерозії та дефляції, втрат верхнього найбільш родючого шару ґрунту та гумусу, опадів ланам за великої розораності територій. Все це вказує на постійні процеси опустелювання, які найбільш наглядні на стародавніх і найближчих до селищ ланах. Об'єктивно виникає потреба зміни всієї системи землеробства.

Системи землеробства формуються як комплекс агротехнічних, меліоративних і організаційних заходів, направлених на підвищення родючості ґрунту. Однак передбачити, яка в майбутньому конкретика всіх вказаних заходів, неможливо без прогнозування специфіки нових органогенних ресурсів для підвищення родючості ґрунтів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз досліджень у землеробстві показав, що аграрії розуміють: щоб зберегти фізичні властивості ґрунтів, потрібно перейти на інноваційні форми його обробки, берегти ґрунтову біоту [1–4]. Узагальнення особливостей історично тривалих систем землеробства, які завжди формувалися завдяки відповідним природним екосистемам, дозволило прогнозувати, що новим широкомасштабним відновлювальним органогенним ресурсом стануть смуги та масиви чагарників як джерело енергії, вуглецю і біофільних елементів [5; 6].

Біогенна парцеляція великих полів чагарниковими смугами є найважливішим меліоративним засобом усунення дефляції та водної ерозії [7]. За розораності 81% площі виробничих земель максимальний рівень води в річках відбувається рано весною від інтенсивного сніготанення з промерзлого і переущільненого ґрунту та чорної поверхні оголених ланів, що потребує створення технології інтенсивного поглинання води ґрунтом, щоб усунути поверхневий застій води.

В основу повного усунення фізичної, хімічної та біологічної деградації ґрунтів покладений мульчепласт, чагарникові смуги як додаткова мульча та як джерело енергії, вуглецю, NPK та мікроелементів для ґрунтової біоти [8]. У зерновій сівозміні з культурами суцільного способу сівби після збирання врожаю агротехнічним заходом є створення тимчасового мульчепласту, який не тільки запобігає втратам води з ґрунту та його перегріванню, а й усуває значні вертикальні потоки повітря з парами води. Тимчасовий мульчепласт буде збиратися і зароблятися спочатку на площах після гороху, а потім після ячменю і в останню чергу після пшениці озимої. У посівах виключно з просапних культур прогнозується формування цілорічного мульчепласту з рослинних залишків і подрібнених стебел чагарників.

В організаційному аспекті зростання продуктивності праці технічних систем у біогенній системі землеробства піде шляхом створення легкої електромобільної техніки з інформаційним керуванням технологічними процесами та безперервністю дії технічних систем, збільшенням їх кількості за дистанційного управління [9]. Для знищення однорічних і багаторічних бур'янів перспективна електроімпульсна дія, енергоємність якої у 5–8 разів менша, ніж за використання гербіцидів [10]. В умовах функціонування електромобільних систем цей напрям найбільш перспективний.

Систему сталих агробіогеоценозів слід конструювати як високопродуктивну природну машину, як живий природний механізм, де йде сприяння сил і ресурсів природи. У майбутньому пріоритет біогенного прогресу в збільшенні високої родючості ґрунтів і формуванні сталих агробіогеоценозів повинен займати стратегічний напрям, а техніко-технологічний прогрес змінюватися відповідно до них [11].

Формування тимчасового та цілорічного мульчепласту потребує значного розширення площ під багаторічними бобовими травами. Продукування ними біологічного азоту та доступних форм фосфору сприятиме інтенсивному розкладанню чагарникової мульчі в вертикальних дренах, розповсюдженню сапрофагів та уникненню переущільнення ґрунту за багаторічного використання посівів трав [12].

Конкурентне придушення бур'янів великим габітусом культур є важливою метою екологізації землеробства та кратного зменшення або виключення застосування гербіцидів, які можуть негативно діяти на ґрунтову біоту [13; 14]. З біогенних напрямів удосконалення агробіогеоценозів є створення нових сортів і форм культур суцільного способу сівби, сухі залишки яких матимуть оптимум листового індексу для утворення тимчасового мульче пласту.

Велику роль мають рухомі форми живих організмів у підвищенні родючості ґрунтів. Всю біоту, особливо сапрофагів, потрібно розглядати у формуванні сталих агробіогеоценозів як біогенних засобів виробництва, а для приведення їх у дію потрібні енергетичні та трофічні ресурси, якими є рослинні рештки. Кінцевим продуктом сапрофагів є утворення зернистої структури ґрунту – копролітів, у яких менша об'ємна вага і більший вміст аміаку, нітратів, фосфору та кальцію, ніж в інших ґрунтових частках. Унікальна роль сапрофагів в утворенні копролітів, гумусу, вертикальних ходів, якими надходить у глибину кисень, волога, поставляються різні органічні речовини [15].

**Постановка завдання.** Завдання дослідження – розробити науково-методичні основи формування високопродуктивної біогенної системи землеробства.

**Мета досліджень** – сформувати конструкції стійких агробіогеоценозів, обґрунтувати біогенні засоби виробництва.

Методи досліджень: польовий, доповнений аналітичними дослідженнями, вимірами, підрахунками і спостереженнями відповідно до загальноприйнятих методик і методичних рекомендацій, графічний, аналізу, синтезу.

Дослідження проводилися згідно з методикою польової справи Б.А. Доспехова [16].

Дослідження якості ґрунтів і конструювання біогенної системи землеробства проводили на полях ДП «ДГ «Забойщик» ДДСДС НААН України» протягом 2010–2018 рр. Для побудови схем стану сучасних полів використані карти землеустрою господарства та матеріали еколого-агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення ДП ДГ «Забойщик» [17]. У господарстві зафіксовані такі агрохімічні показники:

– вміст гумусу: середній – 2,1–3,0%, підвищений – 3,1–4,0, високий – 4,1–5,0;

- вміст лужногідролізуемого азоту: дуже низький – менше 100, низький – 100–150 мг/кг ґрунту;
- вміст рухомого фосфору за Чириковим: низький – 21–50; середній – 51–100; підвищений – 101–150; високий – 151–200 мг/кг ґрунту;
- вміст обмінного калію за Чириковим: середній – 101–150; підвищений – 151–200; високий – 201–300 мг/кг ґрунту.

Загальна площа господарства 4 243 га, сільськогосподарських угідь – 4 173 га, поляхисних насаджень – 109,1 га, пасовищ – 335,4 га, ярів – 32,5 га.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Дослідження на мікрополігоні (400 м<sup>2</sup>) з мульчепластом дозволили встановити як позитивні, так і негативні наслідки. До позитивних належать: повне усунення ерозійних процесів; накопичення вологи у ґрунті та зменшення її витрат на фізичне випаровування; зменшення на 98–99% кількості однорічних бур'янів; накопичення рухомих форм азоту, фосфору й особливо калію в шарі ґрунту 0–5 см; відсутність промерзання ґрунту в зимовий період.

До негативних наслідків належать: затримка з прогріванням ґрунту весною на 7–10 діб, за тривалого засушливого періоду в ґрунті під мульчепластом теж утворюються тріщини, але меншого розміру і глибини; багаторічні бур'яни добре ростуть під мульчепластом, що не дозволяє поки відмовитися від застосування гербіцидів, які проникають у листя; навесні верхній шар ґрунту виявився сильно перезволоженим, що призводить до прогужання навіть легкої техніки.

Дослідження показали, що ґрунт під цілорічним мульчепластом (15–18 т/га) не промерзав навіть у сурові зими, але навесні був більш прохолодним і вологоємним. За таких умов доречно вертикальне дренажування до 40 см глибиною та діаметром поглиблень до 3 см у кількості від 4–6 до 36 шт./м<sup>2</sup>. Вертикальні дрени, які щорічно відновлюються, є умовою швидкого поглинання як злив, так і вод інтенсивного сніготанення, запорукою виключення ерозійних процесів.

Біогенна парцеляція великих полів чагарниковими смугами є головним засобом усунення дефляції та водної ерозії. Найбільш доцільні площі під цілорічним і тимчасовим мульчепластом від 9 до 16 га. Площа чагарникових смуг на ланах може складати найчастіше від 15 до 18%, максимальна кількість мульчі – від 2 до 3 т/га. Чагарникові смуги – це своєрідний протиерозійний чагарниковий каркас і відновлюване джерело органічних ресурсів, технологічний елемент розширення часу використання технічних систем для постійного підвищення родючості ґрунту.

Ранжировка площ земель ДП ДГ «Забойщик» за еколого-агрохімічним балом (ЕАБ) показала таке.

Найбільш високий еколого-агрохімічний бал (ЕАБ 55–60) мають землі дослідного господарства «Забойщик» на площі 982 га. Значну частину цих земель (близько 500 га з парцелями та чагарниковими смугами) слід відвести під багаторічні бобові трави.

Кількість земель з ЕАБ в межах 40–45 – 942,3 га (22,58%). Це переважно слабозмиті землі зі схилами 1–3°, які частками входять у великі масиви орних земель. Те саме стосується ЕАБ у межах 45–50, кількість яких становить 651,8 га (15,62%). Всі ці землі (1 594,1 га, або 38,2 %) повинні мати найменші парцели, вкриті постійним мульчепластом як найкращим протиерозійним щитом, використовуватися виключно для просапних культур.

Під зернові культури суцільного способу сівби перейде 1 942 га з ЕАБ 50–60 з відповідними парцелями та чагарниковими смугами. Землі з ЕАБ менше

30 та схилами більше 3° повинні перейти під суцільні масиви чагарників як органігенні ресурси для різних біотехнологічних процесів і формування шорсткої поверхні та протиерозійного щита на цих ландшафтах.

Із площі 4 173 га великих полів (до 333–377 га) сучасного землекористування в майбутньому під чагарникові смуги відійде 703 га, а також яри 190 га із суцільними посадками чагарників. Землі запасу, пасовищ і під лісосмугами теж будуть використовуватися під суцільні чагарники та смуги різного призначення на площі 742 га. Разом суцільні посадки чагарників і смуги як шорстка поверхня та протиерозійний щит займуть 1 635 га (або 49,8%) площі земель із постійним підвищенням родючості ґрунтів (3 286 га).

Всі землі дослідного господарства мають дуже низький вміст лужногідролізуемого азоту. Багаторічні бобові трави здатні накопичити у ґрунті органічний азот, а також переводити з недоступних фосфорних сполук доступні для рослин і всієї мікробіоти. Чагарникова мульча є додатковим енергетичним і трофічним матеріалом для мікроорганізмів і подальшого перетворення всіма видами сапрофагів. За цих умов значно розширюватиметься їх мобільна діяльність і дренажування всього шару ґрунту на глибину 0–40 см і більше. За біогенної системи землеробства в посівах багаторічних бобових трав у не вегетаційний період року відбуватиметься постійне розуцільнення ґрунту завдяки внесенню в вертикальні дрени діаметром 5 см і глибиною 10–40 см чагарникової мульчі розміром 0,5–1 см.

За роки досліджень у полях господарств Донецької області тільки в одному з них виявлений ідеальний тип агроекологічного стану люцерни п'ятого року використання. У цьому полі стебла люцерни були тонкі, високі із щільним стеблостоєм. У верхньому ярусі бур'яни були відсутні, а в нижньому ярусі стеблостою знайдено лише один ранній бур'ян (*Capsella bursa-pastoris* Medic.) у кількості 0,1 шт/м<sup>2</sup>. Весь ґрунт під люцерною був переритий комахоїдними землерийками на глибину 5–10 см у пошуках сапрофагів, комах і їх личинок. Це поле (80 га) мало найвищий ЕАБ і гумусний шар до 1 м. В інших господарствах поля люцерни після трьох років користування заростали багаторічними бур'янами або деградували під дією важкої техніки.

Рівень забур'яненості та її видовий склад вивчався з двох позицій. Перша – це ступінь забур'яненості посівів, для чого використовувалася шкала А.М. Тулікова [18]. Друга – співвідношення азотофільних бур'янів високопродуктивних земель до бур'янів деградованих земель. У польових дослідженнях за три роки на стаціонарі при застосуванні однакових механічних і хімічних засобів знищення багаторічних бур'янів на високому рівні живлення кількість їх була менше в 2,7 та 4,9 рази, ніж на середньому та низькому. На високому фоні живлення за рахунок конкурентного впливу польових культурфітоценозів із весни до збирання врожаю кількість багаторічних бур'янів зменшувалася в 1,86 рази, на середньому – в 1,46, а на деградованому фоні – в 1,09 рази. Чим вищий фон живлення і більший габітус культур, тим інтенсивніше культурфітоценози конкурентно зменшують кількість однорічних бур'янів у посівах пшениці озимої та ячменю ярого протягом вегетації.

Боротьба зі шкідниками на високопродуктивних парцелях біогенними методами вкрай актуальна, так як дія пестицидів на скупчення різних видів живих організмів небажана. Сучасні значні площі орних земель породжують штучне опустелювання, витиснення птахів із місць гніздування та схованок. Чагарникові смуги та суцільні масиви є не тільки протиерозійним щитом, а й місцем укриття птахів, місцем їх гніздування, розселенням різних видів ґрунтових і наземних організмів.

Найбільш тяжіють до чагарникових заростях такі птахи: вівчарик, кобчик, сіра куріпка, соловей, тетерук, фазан звичайний. Практика виявила також великий перелік птахів, яким чагарникові смуги і масиви більш сприятливі до життя (жайворонки польовий, перепілка та ін.). У дослідженнях із цілорічним мульчепластом на посівах кукурудзи спостерігалася наявність ящірок, жаби трав'яної, землерийок.

За умов, коли більше 40% площі буде зайнято цілорічним мульчепластом і чагарниковими смугами, де відсутнє промерзання ґрунту, збільшиться кількість дощових черв'яків. Дослідженнями встановлено, що органічні залишки завдяки дощовим хробакам розкладаються інтенсивніше: за одним даними, у 1,5–3 рази, а за іншими – в 4–6 разів інтенсивніше, ніж без них.

За локально-вертикального внесення на ланах біодобрив, подріблених стебел чагарників і соломи культур суцільного способу сівби без активної діяльності дощових хробаків та іншої мезо- та мікрофауни, сапрофагів органічні речовини не можуть розповсюджуватися у значному об'ємі ґрунту, активно трансформуватися в гумус.

**Висновки і пропозиції.** Висока родючість чорноземних ґрунтів формувалася протягом багатьох тисячоріч завдяки суцільній рослинності та живим рухомих формам організмів. Суцільні великі площі оголених виробничих ґрунтів деградують в сотні і тисячі разів інтенсивніше, ніж вони утворювалися.

Повне усунення деградаційних процесів і формування стійких агробіогеоценозів може бути реалізовано за трьома напрямками: щорічне оновлення мульчепласта; локально-вертикальний тип обробки ґрунту; формування чагарникових смуг поперек схилів і навколо клітин (парцелл) з мульчепластом.

Залежно від еколого-агрохімічного балу ґрунту виділено 4 перспективні конструкції постійних агробіоценозів: найбільш продуктивні землі з ЕАБ 55–60 займуть багаторічні бобові трави (10–20%); під зернові культури суцільного способу сівби з тимчасовим мульчепластом буде відведено 45–50% земель з ЕАБ 50–60; під просапні культури з постійним мульчепластом будуть виділені землі зі схилами 1–3° і ЕАБ 40–50 загальною чисельністю 30–35%; всі землі з ЕАБ менше 40 повинні перейти під чагарникові насадження як протиерозійний щит із високим коефіцієнтом шорсткості.

На полях з еколого-агрохімічних балом менше 30 і схилами понад 3–5° будуть суцільні посадки чагарників як джерело додаткової мульчі та біофільних елементів для полів інтенсивного використання.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Степанчук В. Як керувати родючістю. *The Ukrainian Farmer*. 2017. № 7 (91). С. 74–75.
2. Дегодюк Е. Екологічні альтернативи. *The Ukrainian Farmer*. 2017. № 6 (90). С. 70–71.
3. Гиляров М.С., Криволюцкий Д.А. Жизнь в почве. Москва : Мол. гвардия, 1989. 191с.
4. Тараріко О.Г., Москаленко В.М. Каталог заходів з оптимізації структури агроландшафтів та захисту земель від ерозії. Київ : Фітосоціоцентр, 2002. 64 с.
5. Советов А.В. О системах земледелия. Москва : Гос. издат. с.-х. лит., 1950. С. 233–441.
6. Тимофеев М.М. Органогенные ресурсы – квинтессенция систем земледелия. *Аграрная наука*. 2002. № 1. С. 2–4.
7. Тимофеев М.М., Вінюков О.О., Бандарева О.Б. Стратегія формування сталих агробіогеоценозів. *Збалансоване природокористування*. 2016. № 1. С. 164–170.

8. Тимофеев М.М. Средообразующие свойства растительных ресурсов в конструировании устойчивых агроэкосистем. *Промышленная ботаника*. 2000. № 1. С. 32–37.
  9. Тимофеев М.М., Вінюков О.О., Бандарева О.Б. Взаємодія біогенних та техніко-технологічних чинників при формуванні сталих агробіогеоценозів. *Збалансоване природокористування*. 2017. № 1. С. 43–49.
  10. Адамчук В.В., Миронінко В.Г., Третяк В.М., Мельник Р.В. Електрифікація як фактор створення мобільної сільськогосподарської техніки нового покоління. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 1. С. 13–16.
  11. Тимофеев М.М. Биогенные и технические перспективы формирования устойчивых агроэкосистем. *Аграрная наука*. 2008. № 5. С. 2–4.
  12. Глухов А.З., Шевчук О.М., Кохан Т.П., Купенко Н.П. Технология восстановления и оптимизации деградированных земель в Степной зоне Украины путем создания многокомпонентных кормовых агрофитоценозов. Донецк, 2009. 20 с.
  13. Тимофеев М.М., Зарудняк І.М. Агроценотичні фактори розповсюдження багаторічних бур'янів. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2011. № 40. С. 154–159.
  14. Тимофеев М.М., Зарудняк І.М. Фітоценотичні залежності поширення однорічних бур'янів в посівах пшениці озимої та ячменю ярого. *Посібник українського хлібороба*. 2011. С. 131–133.
  15. Тимофеев М.М., Бондарева О.Б., Вінюков О.О. Біогенні засоби виробництва – перспективи матеріалізації. *Збалансоване природокористування*. 2018. № 1. С. 100–103.
  16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
  17. Матеріали еколого-агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення ДПДГ «Забойщик» на території Костянтинівської сільської ради Великоновоселківського району Донецької області за 2011 р. Державна установа Донецький обласний державний проектно-технологічний центр охорони родючості ґрунтів та якості продукції «Облдержродючість».
  18. Туликов А.М. Методы учета картирования сорной растительности. Москва, 1974. 51 с.
-