

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ**

**СПОСОБИ ПОВТОРНОГО ЗАЛУЧЕННЯ ЯСНО-СІРИХ
ЛІСОВИХ ПОВЕРХНЕВО ОГЛЕСНИХ ҐРУНТІВ У
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКЕ ВИРОБНИЦТВО**

(науково-практичні рекомендації)

Оброшине – 2025

Способи повторного залучення ясно-сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтів у сільськогосподарське виробництво (науково-практичні рекомендації) / Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН ; Т. В. Партика та ін. Оброшине, 2025. 24 с.

Науково-практичні рекомендації складено за результатами виконання завдання 09.01.01.11.П «Визначити шляхи повторного залучення до сільськогосподарського виробництва вилючених з обробітку ясно-сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтів для забезпечення продовольчої та енергетичної безпеки країни».

Рекомендації узагальнюють результати застосування трьох способів відновлення ясно-сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтів – багаторічних трав, *Miscanthus* × *giganteus* та чотирирічної сівозміни. Наведені матеріали містять практичні поради щодо покращення фізичних, фізико-хімічних та біологічних властивостей ґрунту і можуть бути корисними для аграрних підприємств, фермерських господарств та наукових установ регіону Західного Лісостепу.

Автори:

Партика Т. В. – кандидат біологічних наук, завідувач лабораторії агрохімії та аналітичних досліджень; **Оліфір Ю. М.** – кандидат сільськогосподарських наук, завідувач відділу агрохімії та ґрунтознавства; **Гавришко О. С.** – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник відділу агрохімії та ґрунтознавства; **Бугрин Л. М.** – кандидат сільськогосподарських наук, завідувач відділу кормовиробництва; **Козак Н. І.** – доктор філософії, старший науковий співробітник відділу агрохімії та ґрунтознавства.

Рецензенти:

Ільчук Р. В. – доктор сільськогосподарських наук, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН.

Гамкало З. Г. – провідний науковий співробітник відділу екосистемології Інституту екології Карпат НАН.

Розглянуто та рекомендовано до друку рішенням вченої ради Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН від “28” жовтня 2025 р., протокол № 12

© Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН, 2025

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Агроекологічна характеристика ясно-сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтів.....	5
2. Науково обґрунтовані способи повторного залучення ґрунтів.....	6
2.1. Створення лучного агрофітоценозу на основі багаторічної злаково-бобової травосумішки.....	6
2.2. Вирощування <i>Mischanthus</i> × <i>giganteus</i> як довгострокового способу повторного залучення ясно- сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтів.....	9
2.3. Запровадження чотирипільної сівозміни з вико-вівсяною сумішшю, кукурудзою на зерно та ярим ячменем із підсівом конюшини лучної.....	12
3. Рекомендації виробникам щодо повторного залучення ясно- сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтів.....	15
Список використаних джерел.....	22

ВСТУП

Воєнні дії на значній частині території України призвели до масштабного забруднення сільськогосподарських земель вибухонебезпечними предметами та залишками боєприпасів. За даними Асоціації саперів України, щонайменше 82,5 тис. км² території потенційно забруднені вибухонебезпечними предметами, тоді як за інформацією Міністерства аграрної політики та продовольства України станом на жовтень 2022 року ця площа може сягати 150–180 тис. км², що становить 25–30 % території країни. Із них близько 4 млн га припадають на сільськогосподарські землі. Значна частина таких територій у найближчій перспективі буде обмежено придатною або повністю непридатною для агровиробництва.

У зв'язку з неможливістю вирощування культур на забруднених територіях, для забезпечення продовольчої безпеки країни здійснюється розширення використання земель у відносно безпечних західних та центральних областях. Проте багато з цих угідь було раніше вилучено з обробітку, насамперед через низьку природну продуктивність або несприятливий рельєф. За оцінками, у західних областях України площа сільськогосподарських угідь із 1991 року зменшилася на 30–56 %.

Після припинення обробітку зазвичай відбувалися процеси природнього залуження чи спонтанної сільватизації, що супроводжувалося наближенням ґрунтових властивостей постаграрних земель в напрямку до типових зональних. Однак повторне залучення цих земель може знову призвести до погіршення їх якісних показників. Тому вивчення стану повторно залученого у обробіток ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту дасть змогу оцінити доцільність включення його у інтенсивне сільськогосподарське виробництво чи використання в інших цілях, зокрема для вирощування енергетичних культур чи для ведення лісового господарства.

Проблема відновлення та повторного залучення деградованих і вилучених із обробітку земель на сьогодні є ключовою у контексті продовольчої та енергетичної безпеки, адаптації до змін клімату та зниження антропогенного навантаження на довкілля. Особливо це стосується ясно-сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтів, які характеризуються низькою природною родючістю, періодичним надмірним зволоженням, низьким вмістом органічної речовини та слабкою структурою. Залучення таких ґрунтів до обробітку потребує виваженого підходу та врахування можливих ризиків деградації.

1. АГРОЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЯСНО-СІРИХ ЛІСОВИХ ПОВЕРХНЕВО-ОГЛЕЄНИХ ҐРУНТІВ

Ясно-сірі лісові ґрунти є одним із домінантних типів ґрунтового покриву Західного Лісостепу України, сформованих на лесоподібних суглинках під дубово-грабовими та буковими лісами. За різними оцінками, в Україні ясно-сірі та сірі лісові ґрунти займають 4,7–5,5 млн га, що становить близько 9 % території країни (Іванюк, 2017). На території Львівщини ці ґрунти займають площу 74,6 тис. га, що становить 3,4 % від площі області. З них 23,2 тис. га зайняті ріллею [2].

Для ландшафтів Львівщини та прилеглих територій типовим є сусіднє залягання ясно-сірих лісових ґрунтів і їх поверхнево-оглеєних різновидів, оглеєння яких зумовлене недостатнім природним дренажем і періодичним перезволоженням верхніх горизонтів [3].

Для ясно-сірого поверхнево-оглеєного ґрунту типовими є:

- наявність світлого елювіального горизонту (E), значно збідненого на гумус і глинисті частинки;
- чітко окреслений ілювіальний горизонт (I), збагачений глинистими мінералами;
- ознаки оглеєння у вигляді сизих, іржавих і вохристих плям та конкрецій;
- різка текстурна контрастність між верхніми та нижніми горизонтами [2].

Така будова профілю обумовлює складний водний режим. Через наявність щільного I горизонту вертикальна фільтрація води значно уповільнена, що спричиняє застій вологи у верхніх горизонтах, особливо у період весняного сніготанення чи тривалих опадів. За даними досліджень західноукраїнських ясно-сірих лісових ґрунтів, поверхневе оглеєння призводить до зниження аерації, розвитку анаеробних умов і пригнічення кореневих систем культур [4].

Ясно-сірі поверхнево-оглеєні ґрунти також характеризуються низькою природною агрегатною міцністю, підвищеною схильністю до ущільнення та формування плужної підшви за механічного обробітку, особливо у надмірно вологому стані [5].

Природна родючість цих ґрунтів є низькою й нестійкою. Для них типовими є:

- вміст гумусу 1,5–2,0 %, який на деградованих ділянках може знижуватись до 1,2 % і нижче [1];
- кисла реакція ґрунтового розчину (рН 3,5–5,5);
- низька забезпеченість азотом через уповільнену мінералізацію органічної речовини [6].

У разі тривалого вилучення з обробітку ці ґрунти поступово заростають трав'янистою рослинністю, проте без активного впливу на структуру профілю природна рослинність не забезпечує швидкого накопичення доступних форм

поживних речовин. Припинення агротехнічних заходів також веде до зниження біологічної активності ґрунту, уповільнення процесів мінералізації й погіршення фізичних властивостей [7].

До головних агрономічних обмежень, які слід враховувати під час повторного залучення ясно-сірих поверхнево-оглеєних ґрунтів, належать:

- високий ризик сезонного перезволоження та тривалий період надлишкової вологи навесні;
- низька водопроникність і повітропроникність, що ускладнює ріст кореневих систем;
- схильність до ущільнення та утворення плужної підшви навіть за помірного антропогенного навантаження;
- кисла реакція і низька буферність, що зумовлює необхідність систематичного вапнування;
- недостатній рівень органічної речовини та обмежена забезпеченість основними елементами живлення.

У сукупності ці фактори значно знижують ефективність традиційних технологій вирощування культур та потребують впровадження спеціалізованих систем удобрення, структуроутворення та біологічної депресії ґрунту.

2. НАУКОВО ОБҐРУНТОВАНІ СПОСОБИ ПОВТОРНОГО ЗАЛУЧЕННЯ ҐРУНТІ

2.1. СТВОРЕННЯ ЛУЧНОГО АГРОФІТОЦЕНОЗУ НА ОСНОВІ БАГАТОРІЧНОЇ ЗЛАКОВО-БОБОВОЇ ТРАВСУМІШКИ

Створення багаторічних лучних агрофітоценозів на деградованих ясно-сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтах є одним із класичних природоорієнтованих підходів до їхнього повторного залучення в сільськогосподарське використання. Багатокомпонентні злаково-бобові травосумішки забезпечують постійне ґрунтове покриття, високу щільність кореневої системи у верхньому шарі, стабільні врожаї грубих кормів і здатні істотно зменшувати ризики ерозії та вторинного оглеєння. Дослідження показують, що змішані злаково-бобові ценози забезпечують вищі врожаї кормової маси та загального азоту порівняно з чистими посівами злаків завдяки поєднанню симбіотичної фіксації N_2 бобовими культурами та ефективнішому використанню ресурсів у багатокомпонентних фітоценозах. [8].

Оптимальним є поєднання кількох видів злаків та двох бобових культур із різним типом кореневої системи, що дозволяє одночасно зміцнювати структуру ґрунту, підвищувати вміст протеїну в кормі та зменшувати потребу в мінеральному азоті.

Як покривну культуру доцільно використовувати пажитницю багатоукісну однорічну (*Lolium multiflorum* Lam.), яка швидко формує щільний травостій, в перший рік дає 2-3 укоси, захищає поверхню ґрунту від розмиву та

пересихання в перший рік, пригнічує бур'яни й створює сприятливі умови для вкорінення багаторічних компонентів.

Основу лучного агрофітоценозу рекомендовано формувати з участю таких видів:

- пажитниця багаторічна (*Lolium perenne* L.) – довгорічний, низовий, нещільнокущовий середньостиглий, добре облистнений злак висотою 20-70 см, який забезпечує високий вихід зеленої маси в перші роки й утворює щільну дернину, що ефективно протидіє ерозії;
- костриця очеретяна (*Festuca arundinacea* Schreb.) – довгорічний, верховий, нещільнокущовий, середньостиглий, посухо- та зимо-стійкий вид, здатний витримувати періодичне перезволоження та ущільнення ґрунту, що є особливо важливим для поверхнево-оглеєних ділянок;
- тимофіївка лучна (*Phleum pratense* L.) – середньорічний, верховий, нещільнокущовий, пізньостиглий, морозостійкий злак, базовий лучний вид помірної зони, добре пристосований до прохолодного й вологого клімату, який формує значну масу облистнених пагонів і сприяє загущенню дернини;
- конюшина лучна (*Trifolium pratense* L.) – основний бобовий компонент, багаторічний, невибагливий до тепла вид, який однак не витримує затоплення та кислих ґрунтів, за рахунок симбіотичної фіксації азоту підвищує вміст сирого протеїну в кормі та дає змогу зменшити дози мінеральних азотних добрив;
- лядвенець рогатий (*Lotus corniculatus* L.) – середньорічний, зимостійкий, помірно посухостійкий бобовий вид, придатний для кислих, бідних і періодично перезволожених ґрунтів; завдяки вмісту конденсованих танінів поліпшує використання протеїну жуйними тваринами [].

Такий насичений склад травосумішки забезпечує різнотипну й глибоку кореневу систему, що сприяє покращенню структури, шпаруватості та аерації ґрунту; високу частку бобових компонентів, які підвищують протеїнову цінність корму та частково компенсують потребу в азотних добривах; підвищену стійкість травостою до коливань вологості, поверхневого оглеєння та навантаження технікою.

Загальну норму висіву багаторічної травосумішки доцільно орієнтовно формувати на рівні 33 кг/га, доповнюючи її покривною культурою пажитниці однорічної з нормою близько 15 кг/га. Конкретні норми висіву окремих компонентів можуть варіювати в межах рекомендованих для зони, але бажано зберігати баланс між злаковою та бобовою частинами ценозу (25 % бобового компонента).

У нашому досліді для реалізації саме такого функціонального складу були використані сучасні сорти вітчизняної селекції: пажитниця однорічна сорту Росавій, пажитниця багаторічна сорту Осип, костриця очеретяна сорту Смерічка, тимофіївка лучна сорту Дарина, конюшина лучна сорту Трускавчанка та лядвенець рогатий сорту Аякс, які пройшли державне сортовипробування й добре зарекомендували себе в умовах Західного Лісостепу. За наявності посівного матеріалу ці сорти можуть бути

рекомендовані виробникам як базові для формування довготривалих, продуктивних і стійких лучних агрофітоценозів на деградованих ясно-сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтах.

Уже в перші роки після залуження лучний агрофітоценоз продемонстрував чіткі переваги щодо фізичних властивостей верхнього шару ґрунту. За результатами визначення щільності будови встановлено, що в шарі 0–20 см під багаторічними травами вона утримувалась на рівні 1,28–1,29 г/см³, що є агрономічно оптимальним для даного типу ґрунтів. Загальна шпаруватість у варіанті з травосумішкою досягала 50 %, а шпаруватість аерації – 20–25 %.

Таким чином, лучний агрофітоценоз уже на початковому етапі сприяв формуванню більш сприятливого аераційного режиму та зменшенню ризику повторного поверхневого оглеєння.

Структурно-агрегатний склад ґрунту під багаторічними травами також був кращим. У верхньому 20-сантиметровому шарі спостерігалось підвищення частки агрономічно цінних агрегатів (5–3 та 2–1 мм) і значення коефіцієнта структурності понад 1,1–1,5. Це дає підстави розглядати залуження як швидший інструмент структурного “окультурення” ясно-сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтів порівняно з вищевисловленим міскантусом.

За два перші роки використання лучний агрофітоценоз не зумовив різких змін кислотності основних властивостей, але сприяв поступовому зниженню гідролітичної кислотності та підвищенню суми ввібраних основ у верхньому шарі ґрунту – на рівні, співставному з іншими сільськогосподарськими варіантами (міскантус, сівозмінна). Вміст гумусу залишався низьким (1,5–1,7 %), істотних змін за короткий період не зафіксовано, що є очікуваним для ясно-сірих лісових ґрунтів: трансформація гумусового стану потребує не менше 8–10 років стабільного використання.

Важливою особливістю лучного агрофітоценозу є інтенсивний винос калію з урожаєм багаторічних трав. За результатами агрохімічного моніторингу вміст обмінного калію під травосумішкою знижувався до 81 мг/кг, що вказує на формування вираженого дефіциту цього елемента й потребує періодичного внесення калійних добрив для запобігання подальшому збідненню ґрунту.

Дослідження динаміки лабільної (ЛОР) і водорозчинної органічної речовини (ВОР) показали схожі тенденції для всіх сільськогосподарських варіантів, включно з лучним агрофітоценозом. Вміст ЛОР у шарі 0–20 см у травосумішці був максимальним у квітні (понад 4,2 мг С/г ґрунту), але вже до травня знижувався майже удвічі й надалі утримувався на рівні 1,8–1,9 мг/г. Аналогічно вміст ВОР зменшувався з весняних пікових значень до літа. Це свідчить про необхідність підтримання органічної рівноваги шляхом внесення органічних добрив чи залишення достатньої кількості рослинних решток.

Показники емісії CO₂ з поверхні ґрунту під лучним агрофітоценозом були високими, що свідчить про активну мікробіологічну діяльність і динамічний вуглецевий обіг у системі “ґрунт – дернина – надземна маса”. На відміну від сівозмінної, де в окремі періоди фіксувалися максимально високі пікові значення емісії (до 7,01 мкмоль·м⁻²·с⁻¹), під багаторічними травами сезонні коливання

були більш вирівняними завдяки постійній наявності живих коренів та мульчі на поверхні.

У наших умовах середньорічна врожайність сухої маси травосумішки становила орієнтовно 11–14 т/га·рік (залежно від року та кількості укосів), що є достатнім рівнем як для заготівлі високоякісного сіна та сінажу. Енергетична продуктивність такої системи досягала близько 204,2 ГДж/га·рік, що було вищим, ніж у чотирипільній сівозміні, і дещо перевищувало відповідні показники плантації міскантусу на 3 рік. Поєднання високої кормової продуктивності, добрих фізичних властивостей ґрунту та можливості гнучкого використання біомаси робить такий лучний агрофітоценоз практично доцільним варіантом для залуження деградованих ясно-сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтів.

Отримані результати дозволяють розглядати створення лучного агрофітоценозу на основі багаторічної злаково-бобової травосумішки як окремий, спеціалізований спосіб повторного залучення ясно-сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтів для користувачів, які орієнтуються на:

- швидше покращення фізичного стану орного шару (щільність будови, шпаруватість, структурність);
- одержання високоякісних кормів з підвищеним умістом сирого протеїну завдяки участі бобових компонентів;
- зменшення потреби в мінеральному азоті через участь симбіотично фіксованого N₂, але за умови обов'язкового контролю й поповнення запасів калію;
- підтримання стабільного вуглецевого обігу та захист ґрунту від ерозії й повторного поверхневого оглеєння.

Залуження доцільно комбінувати з періодичним внесенням органічних і калійних добрив, а також із довгостроковим моніторингом органічної речовини й балансу поживних елементів. У такій конфігурації лучний агрофітоценоз може виступати як проміжний або постійний елемент системи природоорієнтованого відновлення деградованих ясно-сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтів із можливістю подальшої трансформації в багатуюкісні сінокоси або включення в кормові сівозміни.

2.2. ВИРОЩУВАННЯ *MISCHANTHUS* × *GIGANTEUS* ЯК ДОВГОСТРОКОВОГО СПОСОБУ ПОВТОРНОГО ЗАЛУЧЕННЯ ЯСНО-СІРИХ ЛІСОВИХ ПОВЕРХНЕВО-ОГЛЕЄНИХ ҐРУНТІВ

Miscanthus × *giganteus* – високопродуктивна багаторічна злакова культура, інтродукована до Європи з Південно-Східної Азії та Японії, де природні види роду *Miscanthus* формують близько 20 морфотипів і поширені у субтропічних та помірних умовах [10]. У сприятливих умовах рослини *Miscanthus* × *giganteus* досягають переважно 3–4 м заввишки, а продуктивна

тривалість використання плантацій становить близько 15–20 років і за окремими оцінками може сягати 20–25 років [11].

Існуючі в Європі промислові насадження представлені переважно стерильним триплоїдним гібридом, отриманим у результаті схрещування *M. sinensis* ($2n=2x=38$) та *M. sacchariflorus* ($2n=4x=76$), що підтверджено цитогенетичними. Вегетативне розмноження кореневищами забезпечує генетичну однорідність і стабільність продуктивності плантації [12].

Коренева система міскантусу є глибокою та масивною до 2–2,5 м у глибину та до 15–25 т сухої маси з 1 га, що забезпечує рослині ефективне використання води й елементів живлення [13]. Стебла характеризуються високим вмістом лігніну й целюлози, що підвищує механічну міцність та стійкість рослин до вилягання [12].

У кліматичних умовах Центральної та Східної Європи *Miscanthus* × *giganteus* проявляє високу адаптивність завдяки механізму фотосинтезу C_4 , що забезпечує інтенсивний ріст за достатньої суми активних температур. Оптимальна температура для фотосинтезу становить +28...+32 °С, проте реальні врожаї біомаси досягаються вже при типових для України сумарних теплових ресурсах. Початок активної вегетації відбувається за прогрівання ґрунту до +10...+12 °С [11].

Морозостійкість культури є обмежувальним чинником у перший рік після садіння: за даними польових досліджень, можливе вимерзання до 70–90 % рослин за відсутності снігового покриву [13]. Захисне мульчування соломою підвищує виживання до 90 %. Починаючи з другого року, рослини витримують морози до –20 °С без ушкоджень.

Річна потреба міскантусу у воді сягає 600–700 мм, що відповідає рівню середньорічних опадів у більшості регіонів Лісостепу; водоспоживання на 1 кг сухої біомаси становить близько 250 л, що є низьким показником для високопродуктивних культур. Вимоги до родючості ґрунтів є помірними, проте на деградованих і поверхнево-оглеєних ґрунтах в перші роки можливе зниження темпів росту.

Міскантус належить до багаторічних культур із тривалим періодом господарського використання (25–30 років), тому для закладення плантацій обирають вивідні поля сівозміни, малопродуктивні, еродовані та рекультивовані землі. Завдяки потужній кореневій системі він також придатний для закріплення схилів та формування ґрунтозахисних угідь.

Підготовка ґрунту має ключове значення. Закладення плантації міскантусу на ясно-сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтах, які були виведені з обробітку, є доцільним після завершення основних відновлювальних заходів – розкорчовування, видалення небажаної деревно-чагарникової рослинності, вирівнювання мікрорельєфу та усунення локальних мікрозападін, де можливий тривалий застій води. На ділянках, засмічених коренепаростковими бур'янами, ефективним є поєднання механічних обробітків (лушення на 8–14 см, зяблева оранка на 25–27 см) та хімічних заходів. Гербіциди групи 2,4-Д або гліфосатні препарати застосовують після

появи масових сходів бур'янів, витримуючи 10–14 днів до наступного обробітку. Така технологія мінімізує конкуренцію бур'янів у перший критичний період формування кореневищ і пагонів та особливо актуальна для ділянок, що тривалий час були в стані сільватизації [11].

Міскантус переважно розмножують вегетативно, використовуючи ризоми з 5–6 бруньками. Їх висаджують на глибину 8–10 см із шириною міжрядь 70 см та відстанню між рослинами 70–100 см. Такі параметри посадки, підтверджені як українськими, так і закордонними дослідженнями, забезпечують формування зімкненого травостою протягом 3–4 років, зменшують ерозійні втрати та поверхневий стік на схилових ділянках. Найвища приживлюваність спостерігається за ранньовесняного садіння, хоча можливе й пізньовесняне. Для цінних форм застосовують розмноження *in vitro* або живцювання.

Для відновлення родючості оглеєних ґрунтів доцільним є внесення під основний обробіток фосфору – 30–40 кг/га д.р., калію – 120–160 кг/га д.р. Навесні під ранньовесняну культивуацію вносяться азотні добрива в дозі 60–90 кг/га д.р [11].

У перші два-три роки рослини повільно нарощують біомасу та не закривають міжряддя, тому догляд проводять за типом просапних культур – регулярні міжрядні розпушування на 8–10 см, внесення азотних добрив, контроль бур'янів. Після формування щільного травостою культура стає висококонкурентною, і потреба в міжрядному догляді зменшується.

Збір біомаси залежить від напрямів її використання. Для твердого біопалива надземну масу збирають після природного висихання – з кінця жовтня до кінця листопада залежно від виду. За потреби біомасу можна заготовляти взимку до весняного відростання. Для виробництва біопалива другого покоління оптимальним є період найбільшого вмісту цукрів – від серпня до початку вересня [12].

Попри уявлення про високу стійкість культури, міскантус може уражуватися низкою фітофагів – гессенською мухою, кукурудзяним жуком та іншими спеціалізованими шкідниками з класу комах і нематод. Поширення промислових плантацій створює ризик накопичення патогенних організмів, тому рекомендується систематичний моніторинг та оцінка фітосанітарних ризиків [11].

Результати польових вимірювань 2023–2025 рр. на початковому етапі (1–3 роки після закладання) показали, що міскантус не забезпечує швидкого покращення фізичних властивостей ясно-сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтів. У варіанті з міскантусом протягом першого року щільність будови у верхньому шарі зросла до 1,42 г/см³, загальна шпаруватість зменшилася до 44 %, а шпаруватість аерації – до 12 %, тобто показники наблизилися радше до підорних горизонтів, ніж до оптимальних параметрів орного шару. Структурно-агрегатний склад ґрунту під міскантусом також виявився гіршим у перший рік порівняно з іншими способами: частка брилуватих агрегатів >10 мм у шарі 0–20 см наприкінці вегетації досягала майже 60 %, коефіцієнт структурності становив лише 0,56. Це підтверджує, що міскантус у перші роки радше

«консервує» наявний стан орного горизонту, а виражений структуротворний ефект слід очікувати пізніше – після накопичення значної маси кореневищ і рослинної мульчі. Подібну «відкладену» дію на структуру ґрунту описано і в зарубіжних експериментах на відновлених техногенних субстратах, де істотне збільшення частки водостійких агрегатів фіксували лише після 5–7 років експлуатації плантацій [14].

Фізико-хімічні властивості ясно-сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтів під міскантусом у перші два роки залишалися в межах, типових для цього типу ґрунтів. Реакція середовища в шарі 0–20 см становила pH_{KCl} 4,5–4,7 (слабко-/середньоокисла), гідролітична кислотність знижувалася до 3,62–4,03 мг-екв/100 г, тоді як сума ввібраних основ зростала до 7,2–8,5 мг-екв/100 г, що свідчить про певне покращення насиченості основами порівняно з лісовим варіантом (5,8–6,6 мг-екв/100 г). Уміст гумусу в орному шарі під міскантусом залишався низьким (1,44–1,69 %) і істотно не змінювався.

За вмістом легкогідролізного азоту під міскантусом фіксували дуже низькі – низькі значення (119–121 мг/кг), характерні для слабоокультурених ґрунтів, із зниженням показників до осені через активне споживання азоту рослинами.

Емісія CO_2 з поверхні ґрунту під міскантусом протягом літа була стабільно високою (4,46–4,86 $мкмоль \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$ у 2023 р., 3,79 $мкмоль \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$ у червні 2024 р.). Водночас сезонна амплітуда емісії під міскантусом була менш контрастною, ніж у сівозміні, що свідчить про більш рівномірний перебіг мінералізаційних процесів і певну «буферну» роль багаторічного травостою.

За трирічний період середньорічна врожайність сухої біомаси *Miscanthus* × *giganteus* становила 9,22 т/га·рік (з виходом 11,2–11,3 т/га у 2024–2025 рр. після вступу культури в повне плодоношення), що узгоджується з діапазоном, наведеним у численних польових і модельних роботах (10–15 т/га на маргінальних ґрунтах за 3–5-річних плантацій). Середньорічний винос органічного карбону з урожаєм міскантусу досягав 4,46 т С/га·рік, а енергетична продуктивність – 161,4 ГДж/га·рік, що перевищує показники традиційної чотирипільної сівозміни (144,4 ГДж/га·рік) і наближається до рівня багаторічних трав (204,2 ГДж/га·рік). Таким чином, навіть за умов поверхневого оглеєння *М. × giganteus* забезпечує поєднання високого виходу фітомаси з ефективною акумуляцією енергії та вуглецю.

2.3. ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЧОТИРИПІЛЬНОЇ СІВОЗМІНИ З ВИКО-ВІВСЯНОЮ СУМІШШЮ, КУКУРУДЗОЮ НА ЗЕРНО ТА ЯРИМ ЯЧМЕНЕМ ІЗ ПІДСІВОМ КОНЮШИНИ ЛУЧНОЇ

Використання чотирипільної сівозміни з поєднанням зернофуражних і бобових культур є класичним інструментом відновлення родючості деградованих ґрунтів і зменшення ризиків, пов'язаних із монокультурою. Перехід від беззмінного вирощування культур до сівозмін у середньому

підвищує запаси органічного вуглецю в орному шарі, покращує агрегатну структуру та збільшує мікробну біомасу порівняно з короткими або спрощеними схемами землекористування [15]. Такі системи особливо доречні на маргінальних угіддях, де необхідно поєднати отримання товарної продукції з поступовим відновленням ґрунтового середовища.

У наших дослідженнях чотириріпільна сівозміна мала таку структуру: вико-вівсяна суміш → кукурудза на зерно → ярий ячмінь із підсівом конюшини лучної → конюшина лучна. У подальших ротаціях сівозміни замість вирівнювальної вико-вівсяної суміші доцільно вводити пшеницю озиму як більш стабільну зернову ланку з вищою товарною віддачею.

Початковою культурою в сівозміні виступала вико-вівсяна суміш, яка поєднує фуражний потенціал вики (*Vicia sativa* L.) як бобової культури з азотфіксуючою здатністю і високу адаптивність вівса (*Avena sativa* L.) до кислих та перезволожених ґрунтів. У практиці вико-вівсяні або загалом бобово-злакові суміші розглядаються як ефективний шлях отримання високоякісного зеленого корму з підвищеним умістом протеїну та водночас як інструмент біологічного збагачення ґрунту азотом і покращення структури через розвинену кореневу систему й інтенсивне покриття поверхні ґрунту [16].

У наших умовах вико-вівсяна суміш у 2023 р. забезпечила одну з найвищих продуктивностей серед кормових культур на оглеєному ґрунті: $33,63 \pm 2,8$ т/га зеленої маси, що відповідало $6,63 \pm 0,3$ т/га сухої речовини. Такий старт першої ланки сівозміни не тільки дав значний вихід кормової маси, а й забезпечив внесення у ґрунт великої кількості післяжнивних решток і кореневої біомаси, що є важливим джерелом органічного вуглецю для деградованих ясно-сірих лісових ґрунтів. Структурно-агрегатний стан ґрунту під сівозміною вже наприкінці першого року характеризувався зменшенням частки брилуватих агрегатів >10 мм (до 39 %) та зростанням частки агрономічно цінних мезоагрегатів (сума понад 50 %), коефіцієнт структурності сягав 1,11. Це свідчить, що поєднання поверхневої дернини вико-вівсяної суміші, інтенсивного коренеутворення й більш рівномірного вологозабезпечення створює кращі передумови для відновлення агрегатної структури, ніж біоенергетична монокультура на ранньому етапі використання.

Другою культурою в сівозміні була кукурудза на зерно, яка виконує роль високоінтенсивної ланки. У наших дослідженнях кукурудза на другий рік освоєння ґрунту забезпечила врожайність зерна на рівні 10,88 т/га, а вихід сухої речовини зеленої маси – 9,12 т/га. Такий рівень продуктивності є цілком типовим для зональних умов Західного Лісостепу та свідчить про достатню адаптацію культури до ясно-сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтів за умови коректної агротехніки.

Разом з тим, саме в період вирощування кукурудзи у сівозміні було зафіксовано один із максимальних піків емісії CO_2 з ґрунту: у червні 2024 р. потік CO_2 у варіанті із сівозміною сягав $7,01 \text{ мкмоль} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$, тоді як під міскантусом ці значення були нижчими ($4,62 \text{ мкмоль} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ відповідно). Це вказує на дуже інтенсивну мінералізацію органічної речовини в період

максимального розвитку рослин та оптимального поєднання вологості й температури. З точки зору вуглецевого балансу, така ситуація характерна для інтенсивних зернових ланок: вони забезпечують високий вихід товарної продукції й енергії, але супроводжуються підвищенням «диханням» ґрунту та втратою частини запасів органічного вуглецю.

Третьою культурою в досліджуваному циклі був ярий ячмінь із підсівом конюшини лучної (*Trifolium pratense* L.). У практиці інтенсивного землеробства такі комбіновані посіви розглядаються як компроміс між отриманням зернової продукції та одночасним формуванням бобового компоненту, який виконує функцію зеленого добрива й покривної культури. Підсівання конюшини під ярий ячмінь дозволяє знизити потребу в мінеральному азоті, підвищити сумарний вихід кормової маси та покращити азотний баланс сівозміни; за умови оптимальної норми підсіву й удобрення врожайність ярого ячменю зазвичай не зазнає істотного зниження або знижується лише помірно порівняно з чистими посівами.

У наших умовах урожайність зерна ярого ячменю становила 5,30 т/га, урожайність соломи – 4,0 т/га сухої речовини. За економічними показниками ця ланка виявилася найменш привабливою. Водночас агрономічна доцільність поєднання ярого ячменю з конюшиною полягає в підготовці ґрунту до наступних культур: бобовий компонент збагачує профіль органічною речовиною та азотом, сприяє формуванню більш розгалуженої кореневої системи і захищає ґрунтову поверхню від ерозії після збору зернової частини.

Оцінка фізичних властивостей ясно-сірого лісового поверхнево-оглеєного ґрунту під сівозміною показала, що в перші роки повторного залучення він наближається до агрономічно прийнятних параметрів, але не досягає оптимальних значень. У шарі 0–20 см щільність будови ґрунту наприкінці першого року становила близько 1,28 г/см³, загальна шпаруватість – майже 50 %, шпаруватість аерації – 20,5 %, що є помітно кращим, ніж під міскантусом, але все ще дещо гіршим порівняно з багаторічними травами. Підорний шар 20–35 см залишався переущільненим (щільність 1,52 г/см³, шпаруватість аерації 7,7 %), що свідчить про необхідність періодичного глибокого розпушення або коригування системи обробітку.

Фізико-хімічні властивості ґрунту під сівозміною змінювалися поступово. Реакція середовища залишалася в межах слабо- та середньокислої (рН_{КСІ} 4,42–4,68), гідролітична кислотність у верхньому шарі знижувалася до 3,03–4,55 мг-екв/100 г, сума ввібраних основ наближалася до 6,3–6,9 мг-екв/100 г. Це свідчить про помірний ефект окультурення і про стабілізацію кислотно-основних умов на рівні, прийнятному для більшості культур Лісостепу. Уміст гумусу залишався низьким (1,72–1,85 % у верхньому шарі) і за два роки не зазнав істотних змін, що цілком очікувано для такого типу ґрунтів.

Вміст легкогідролізного азоту впродовж вегетації варіював у межах 106–121 мг/кг, тобто залишався на рівні «дуже низький / низький» для орних ґрунтів, що підкреслює важливість систематичного внесення азотних добрив та використання бобових культур у сівозміні.

З погляду продуктивності та енергетичної ефективності, чотирипільна сівозміна забезпечила середньорічний вихід сухої речовини 8,35 т/га·рік, продуктивність 3,48 т к.о./га·рік, енергетичну віддачу 144,4 ГДж/га·рік і середньорічний винос органічного вуглецю 3,85 т С/га·рік. Ці значення нижчі, ніж для багаторічних трав (11,67 т сухої речовини, 204,2 ГДж/га, 5,41 т С/га·рік) і дещо поступаються міскантусу за енергетичною віддачею (161,4 ГДж/га·рік), але відображають більш збалансований характер системи, орієнтованої одночасно на зернову і кормову продукцію.

Економічна оцінка показала, що за три роки рентабельність становила 53 %. Позитивний результат забезпечувався високою економічною віддачею вико-вівсяної суміші та кукурудзи, тоді як ярий ячмінь із підсівом конюшини мав нижчу рентабельність. Таким чином, чотирипільна сівозміна на ясно-сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтах може розглядатися як компромісна стратегія для господарств, що поєднують завдання екологічної реабілітації з потребою отримання зерна й кормів, однак за рівнем відновлення органічної речовини й довгострокового накопичення карбону вона поступається лучним агрофітоценозам і багаторічним біоенергетичним культурам.

2.4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИКАМ ЩОДО ПОВТОРНОГО ЗАЛУЧЕННЯ ЯСНО-СІРИХ ЛІСОВИХ ПОВЕРХНЕВО-ОГЛЕЄНИХ ҐРУНТІВ

Повторне залучення вилучених з обробітку ясно-сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтів до сільськогосподарського використання доцільно розглядати як поетапний процес, у якому поєднуються ґрунтозахисні, біоенергетичні та кормові системи. За результатами досліджень 2023–2025 рр. в умовах Західного Лісостепу можна рекомендувати три основні напрями використання таких угідь:

- лучні агрофітоценози (травосумішки);
- довготривалі плантації *Miscanthus* × *giganteus*;
- чотирипільні сівозміни з поєднанням зернових і бобово-злакових культур.

Вибір конкретної моделі для виробника має ґрунтуватися на цільовому призначенні продукції (корм, біоенергія, зерно) та горизонті планування (коротко-, середньо- чи довгостроковий).

1. Вибір ділянок та початкова підготовка ґрунту

1. Для всіх способів використання доцільно уникати ділянок зі сталим застійним зволоженням (мікрозападини з тривалим стоянням води навесні/восени). Ясно-сірі поверхнево-оглеєні ґрунти витримують періодичне перезволоження, але постійний застій води різко погіршує успіх закладання як травосумішок, так і міскантусу.

2. Перед запровадженням будь-якої системи слід виконати:

- розкорчовування, видалення чагарників і дрібнолісся;
- вирівнювання мікрорельєфу (особливо колишні колії, купини);
- один–два цикли лушення, за сильного забур'янення коренепаростковими видами – поєднання механічного обробітку з гербіцидом суцільної дії.

3. Вихідні характеристики орного шару ясно-сірих поверхнево-оглеєних ґрунтів свідчать про кислий і малогумусовий характер цих ґрунтів. За загальноприйнятими уявленнями для таких умов доцільно розглядати вапнування та внесення органічних добрив.

За ступенем потреби у вапнуванні кислі ґрунти поділяють на три групи:

1 – сильнокислі: $pH_{(KCl)} < 4,5$, $pH_{водне} < 5,0$;

2 – середньокислі: $pH_{(KCl)} 4,5-5,0$, $pH_{водне} 5,0-5,5$;

3 – слабокислі: $pH_{(KCl)} 5,0-5,5$, $pH_{водне} 5,5-6,0$.

Сильнокислі ґрунти з $pH_{(KCl)} < 4,5$ доцільно вивести з орних земель під штучні сіножаті та пасовища зі спеціальним підбором травосумішок, що стійкі і найбільш адаптовані до кислої реакції.

На середньо- та слабокислих ґрунтах вапнування слід проводити за так званою “підтримуючою” технологією. Вона передбачає застосування малих доз вапна для нейтралізації вторинної кислотності, що виникає внаслідок застосування фізіологічно кислих добрив.

Дози вапна встановлюють залежно від рівня кислотності і механічного складу ґрунту. Орієнтовні дози внесення $CaCO_3$ залежно від рівня $pH_{(KCl)}$ та гранулометричного складу ґрунту подано в табл. 1.

1. Дози $CaCO_3$ в залежності від $pH_{(KCl)}$ та гранулометричного складу ґрунту (чисельник – традиційна технологія, знаменник – “підтримуюча”)

Ґрунт	$pH_{(KCl)}$					
	4,5	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4
Супіщаний	$\frac{3,5}{0,7}$	$\frac{3,0}{0,6}$	$\frac{2,5}{0,5}$	$\frac{2,5}{0,5}$	$\frac{1,5}{0,3}$	$\frac{1,5}{0,3}$
Легкосуглинковий	$\frac{4,5}{0,9}$	$\frac{4,0}{0,8}$	$\frac{3,5}{0,7}$	$\frac{3,0}{0,6}$	$\frac{2,5}{0,5}$	$\frac{2,5}{0,5}$
Середньосуглинковий	$\frac{5,5}{1,1}$	$\frac{5,0}{1,0}$	$\frac{4,5}{0,9}$	$\frac{4,0}{0,8}$	$\frac{3,5}{0,7}$	$\frac{3,0}{0,6}$
Важкосуглинковий	$\frac{6,5}{1,3}$	$\frac{6,0}{1,2}$	$\frac{5,5}{1,1}$	$\frac{5,0}{1,0}$	$\frac{4,5}{0,9}$	$\frac{4,0}{0,8}$

За традиційною технологією вапняні добрива вносять врозкид по всій поверхні ґрунту з подальшим заорюванням. При цьому ефективність вапнування залежить від ступеня кислотності ґрунту, дози і виду вапняних добрив, набору культур у сівозміні, рівня удобрення ґрунту. Дуже важливо раціонально поєднувати вапнування з внесенням органічних і мінеральних добрив.

Вапняні добрива потрібно вносити один раз за ротацію сівозміни під попередники культур, найбільш чутливих до кислотності. На полях з кислими

грунтами, вапнування яких на даний час в повному обсязі неможливо провести, потрібно застосовувати малі дози вапна (3-5 ц/га), вносячи його в лунки, в рядки та при передпосівному обробітку під чутливі до ґрунтової кислотності і вапняних добрив культури: ячмінь, озиму пшеницю, покривну культуру конюшини, капусту.

2. Лучний агрофітоценоз (травосумішка) – для виробників, орієнтованих на корми та швидше відновлення ґрунту

Підприємства, яким доцільний цей спосіб – це, насамперед, господарства, що орієнтуються на 5–10 років використання ділянки, потребують стабільного виходу сіна або зеленої маси та зацікавлені у відносно швидкому покращенні фізичного стану поверхнево-оглеєних ґрунтів. Для таких користувачів лучний агрофітоценоз є збалансованим компромісом між продуктивністю, енергетичною віддачею та економічною ефективністю вже з другого року використання.

Рекомендований склад травосумішки передбачає висів під покрив однорічної пажитниці, під якою формується багаторічний лучний агрофітоценоз:

№ з/п	Травосумішка	Сорт	Норма висіву, кг/га
	Покривна культура – пажитниця багатоукісна однорічна	Росавій	15
1	Пажитниця багаторічна	Осип	6
2	Костриця очеретяна	Смерічка	10
3	Тимофіївка лучна	Дарина	4
4	Конюшина лучна	Трускавчанка	5
5	Лядвенець рогатий	Аякс	3
Всього кондиційного насіння:			33

Технологічно цей спосіб передбачає ранньовесняний посів (друга–третя декада квітня для умов Західного Лісостепу) по добре вирівняному, якісно підготовленому ґрунті. Стартове живлення доцільно забезпечити внесенням під основний обробіток $N_{30}P_{60}K_{90}$, а після вкорінення та першого укусу провести додаткове підживлення азотом (орієнтовно N_{30}), не допускаючи надмірного азотного навантаження, яке може пригнічувати бобові компоненти й провокувати вилягання. У перший рік використання травостій доцільно навантажувати помірно, обмежуючись двома укісами сіна.

Очікуваний ефект від такого способу використання полягає у вже помітному покращенні фізичних властивостей орного шару в перший рік: щільність будови ґрунту під травосумішкою утримується на рівні близько 1,28–

1,29 г/см³, шпаруватість аерації становить 20–25 %, зростає частка агрономічно цінних агрегатів та коефіцієнт структурності перевищує одиницю. За результатами трирічних спостережень лучний агрофітоценоз забезпечує стабільний вихід сухої речовини на рівні приблизно 11–14 т/га·рік, супроводжується значним надходженням органічного вуглецю з корневих решток і післяукісної маси та формує високу економічну віддачу, починаючи вже з другого року експлуатації угідь.

3. *Miscanthus* × *giganteus* – для біоенергетики й довгострокової секвестрації вуглецю

Підприємства, яким доцільний цей спосіб, – це виробники, що мають або планують стабільний збут біомаси (теплогенерація, виробництво брикетів, гранул), розглядають ділянку в горизонті щонайменше 15–20 років і володіють деградованими чи малопродуктивними полями, де традиційні зернові сівозміни забезпечують низьку рентабельність. Для таких користувачів *Miscanthus* × *giganteus* виступає як спеціалізована біоенергетична культура з високим потенціалом секвестрації вуглецю.

Технологія закладання плантації передбачає ретельну підготовку ґрунту: кількаразове луцення стерні, а за наявності коренепаросткових бур'янів – використання гербіцидів суцільної дії, а також бажане одноразове глибоке рихлення або оранку на максимальну доступну глибину для усунення плужної підшви, особливо на ділянках з ущільненим шаром 20–35 см. Схема посадки ризомів передбачає міжряддя 70 см і відстань між рослинами в рядку 0,5–0,7 м, що забезпечує густоту близько 10–14 тис. рослин/га та вихід на стабільні врожаї сухої біомаси (11–12 т/га) вже з другого–третього року вирощування. На старті доцільно, за можливості, внести органічні добрива разом із фосфорно-калійними під основний обробіток, тоді як азотні добрива рекомендується застосовувати вже з другого року у помірних дозах (N60–90 у ранньовесняне підживлення) з урахуванням результатів агрохімічного обстеження.

За умов вологозабезпечення *Miscanthus* × *giganteus* добре переносить періодичне перезволоження, але не витримує тривалого застою води у кореневмісному шарі. Тому для поверхнево-оглеєних ясно-сірих лісових ґрунтів доцільно уникати мікроділянок із постійним водонакопиченням; такі фрагменти масивів раціональніше відводити під травосумішки або інші лучні фітоценози.

За результатами проведених досліджень у перший рік вегетації врожайність сухої маси міскантусу становила близько 5 т/га, а фізичний стан ґрунту був близьким до переущільненого: у шарі 0–20 см щільність будови сягала 1,42 г/см³, шпаруватість аерації – близько 12 %, що ближче до параметрів підорних горизонтів, ніж до оптимальних значень для орного шару. Починаючи із другого року, плантація виходила на стабільні врожаї 11–12 т/га сухої біомаси, а середньорічний винос органічного вуглецю з урожаєм досягав близько 4,5 т С/га·рік. Енергетична продуктивність при цьому становила

орієнтовно 161 ГДж/га·рік, що перевищувало показники традиційної чотирипільної сівозміни.

Економічна динаміка для цього способу має виразно довгостроковий характер: перший рік закладання плантації є різко збитковим через високу вартість садивного матеріалу та великий обсяг ґрунтообробних робіт за мінімальної врожайності. Натомість починаючи з другого року рентабельність може перевищувати 150 % завдяки стабільному виходу біомаси й відносно низьким щорічним витратам. Водночас повна окупність усього циклу за наявних цін і затрат очікується не раніше ніж через 6–8 років, а повна економічна доцільність культури проявляється на горизонті 8–10 і більше років експлуатації плантації. Саме тому *Miscanthus* × *giganteus* доцільно розглядати як варіант для довгостроково вилучених із сівозміни ділянок, орієнтованих на біоенергетику та секвестрацію вуглецю, з поступовим, а не миттєвим покращенням фізичних властивостей ґрунту.

4. Чотирипільна сівозміна – для зернового та комбінованого використання

Підприємства, яким доцільний цей спосіб, – це господарства, що мають потребу в одночасному отриманні зерна й кормової маси, не планують «виводити» ділянку з активної сівозміни на 15–20 років і прагнуть поєднати виробництво товарної продукції з поступовим покращенням стану деградованих або оглеєних ґрунтів. Для таких користувачів чотирипільна сівозміна є компромісним варіантом, який дозволяє отримувати продукцію вже з першого року, зберігаючи можливість зміни структури посівів через 4–5 років.

Структура сівозміни включає послідовність культур: вико-вівсяна суміш, кукурудза на зерно, ярий ячмінь з підсівом конюшини лучної, конюшина лучна (кормове чи сидеральне використання). У наступній ротації, замість повторної «вирівнювальної» вико-вівсяної суміші, доцільно вводити озиму пшеницю, що дає змогу перейти до більш типової зернофуражної схеми за умови вже частково відновленого ґрунтового середовища.

На старті доцільно орієнтуватися на внесення під першу культуру (вико-вівсяну суміш) мінеральних добрив у нормі близько $N_{60}P_{60}K_{60}$. Такий підхід дозволяє частково компенсувати низький вміст доступних форм фосфору й калію на деградованих ділянках і створити кращий фон для наступної кукурудзи. Вико-вівсяна суміш логічно виступає першою культурою в цій схемі саме тому, що поєднує швидке формування густого рослинного покриву з високим виходом зеленої маси та вираженим ґрунтополіпшувальним ефектом. У нашому досліді вона забезпечувала близько 33–34 т/га зеленої маси (6,6 т/га сухої речовини), формувала потужну кореневу систему й значний обсяг післяжнивних решток, що сприяло вирівнюванню орного шару після тривалого вилучення ділянки з обробітку. Завдяки участі бобового компонента (вики) у ґрунті створюється азотонасичений фон для наступної кукурудзи, а овес,

адаптований до кислих і перезволожених умов, забезпечує стабільний розвиток посіву навіть на поверхнево-оглеєних горизонтах. Таким чином, вико-вівсяна суміш працює як стартова «вирівнювальна» ланка, яка одночасно дає повноцінний корм і готує деградований ясно-сірий ґрунт до більш вимогливих культур наступних років.

Для кукурудзи на зерно на цих ґрунтах доцільно планувати підвищене мінеральне живлення, оскільки саме вона є основним «споживачем» елементів живлення в сівозміні. Орієнтовно можна використовувати схему $N_{120}P_{60}K_{90}$, однак доцільно узгоджувати конкретні норми з результатами агрохімічного аналізу ґрунту. Це дозволяє уникнути як надмірного виснаження запасів поживних речовин, так і економічно необґрунтованих перевитрат добрив.

Ярий ячмінь із підсівом конюшини лучної виконує роль перехідної ланки між інтенсивною кукурудзою та бобовою культурою. На таких ґрунтах доцільно обмежуватися внесенням N_{70} у поєднанні з повноцінним фосфорно-калійним живленням на рівні $P_{60}K_{60}$, щоб не пригнічувати симбіотичну фіксацію азоту конюшиною. В наступному році використання чистої конюшини як кормової або сидеральної культури в нашому досліді не супроводжуватиметься внесенням добрив, що дозволить максимально реалізувати її потенціал як бобової культури для покращення азотного режиму ґрунту.

Ключові ґрунтозахисні операції в межах такої сівозміни включають: підтримання постійного або майже постійного рослинного покриття (особливо завдяки вико-вівсяній суміші та конюшині), уникнення обробітків і руху техніки по перезволоженому ґрунту, максимальне повернення рослинних решток у ґрунт (солома ячменю, стебла кукурудзи, частина маси конюшини як сидерат). У сукупності це дозволяє поступово зменшувати щільність будови, покращувати аераційний режим і підвищувати частку агрономічно цінних агрегатів.

У перший рік вико-вівсяна суміш забезпечує дуже високий вихід зеленої маси (приблизно 33–34 т/га, що відповідає близько 6,6 т/га сухої речовини) й позитивно впливає на структуру орного шару завдяки значній масі коренів і післяукісних решток. На другий рік кукурудза на зерно формує урожайність близько 10,9 т/га зерна та близько 9,1 т/га сухої маси, але супроводжується високими піками емісії CO_2 і вагомим винесенням елементів живлення з урожаєм, що вимагає обмеження роботи важкої техніки по перезволоженому полю та обов'язкового повернення максимальної кількості рослинних решток у ґрунт. На третьому році ярий ячмінь із підсівом конюшини лучної, хоча й не забезпечує високої економічної віддачі за рахунок зерна, відіграє важливу ґрунтополіпшувальну роль: бобовий компонент збагачує ґрунт азотом, формує розвинену кореневу систему, що стабілізує структуру, а наступного року конюшину можна використати на один укіс, тоді як отаву заорати як зелене добриво.

За підсумками трирічного циклу середньорічна врожайність сухої біомаси в чотирипільній сівозміні становила близько 8,35 т/га, енергетична

продуктивність – близько 144 ГДж/га·рік, а інтегральна рентабельність – у межах 53 %, тобто помірно позитивна, але нижча порівняно з багаторічними травами. Водночас сівоzmіна забезпечує стабільний вихід зернової й кормової продукції та поступове, хоча й не дуже швидке, покращення фізичного стану ґрунту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Іванюк Г. Сірі лісові ґрунти у різних класифікаційних системах. Вісник Львівського університету. Серія географічна. 2017. Вип. 51. С. 120–134.
2. Львівська область: природні умови та ресурси : монографія / за заг. ред. М. М. Назарука. Львів : Видавництво Старого Лева, 2018. 126 с.
3. Польовий А. М., Гуцал А. І., Дронова О. О. Ґрунтознавство. Одеса : Екологія, 2013. 668 с.
4. Гавришко О., Оліфір Ю., Партика Т. Зміна окисно-відновного потенціалу ясно-сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтів залежно від тривалого антропогенного навантаження. Вісник Львівського університету. Серія географічна. 2017. Вип. 51. С. 71–79.т
5. Гавришко О. С., Оліфір Ю. М., Габриель А. Й., Партика Т. В. Особливості трансформації агрофізичних властивостей у профілі ясно-сірого лісового поверхнево-оглеєного ґрунту за довготривалого сільськогосподарського впливу. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2021. Вип. 69(1). С. 62–72. DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-4.
6. Павлюк Н. М., Гаськевич В. Г. Сірі лісові ґрунти Опілля : монографія. Львів : Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 310 с.
7. Impact of duration of land abandonment on soil properties / Lichner L. et al. Journal of Hydrology and Hydromechanics. 2023. Vol. 71, No. 2. P. 168–177.
8. Grass–legume mixtures can yield more nitrogen than legume pure stands due to mutual stimulation of nitrogen uptake from symbiotic and non-symbiotic sources / Nyfeler D. et al. Agriculture, Ecosystems & Environment. 2011. Vol. 140, No. 1–2. P. 155–163. DOI: 10.1016/j.agee.2010.11.022.
9. Агроекобіологічні основи створення та використання лучних фітоценозів : монографія / У. О. Котяш та ін. Львів : СПОЛОМ, 2021. 272 с.
10. Рахметов Д. Б., Щербакова Т. О., Рахметов С. Д. Перспективні енергетичні рослини роду *Miscanthus Anderss.*, інтродуковані в Національному ботанічному саду ім. М. М. Гришка НАН України. Інтродукція рослин. 2015. № 1. С. 3–18.
11. Міскантус в Україні : колективна монографія / М. В. Роїк та ін. Київ : ТОВ «ЦП «Компрінт», 2019. 256 с.
12. Методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування міскантусу в різних ґрунтово-кліматичних зонах України / Д. Б. Рахметов та ін. Херсон : Видавничий центр «Колос» ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», 2017. 22 с.
13. Рахметов Д. Б., Щербакова Т. О., Рахметов С. Д. Міскантус в Україні: інтродукція, біологія, біоенергетика. Київ : Фітосоціоцентр, 2015. 158 с.
14. Evaluation of the *Miscanthus × giganteus* short term impacts on enhancing the quality of agricultural soils affected by single and/or multiple contaminants / Al Souki K. S. et al. Environmental Technology & Innovation. 2021. Vol. 24. Art. 101890. DOI: 10.1016/j.eti.2021.101890.

15. McDaniel M. D., Tiemann L. K., Grandy A. S. Does agricultural crop diversity enhance soil microbial biomass and organic matter dynamics? A meta-analysis. *Ecological Applications*. 2014. Vol. 24, No. 3. P. 560–570. DOI: 10.1890/13-0616.1.
16. Fodder oats: a world overview / J. M. Suttie, S. G. Reynolds (eds.). FAO Plant Production and Protection Series, No. 33. Rome : FAO, 2004.

Науково-практичне видання

**СПОСОБИ ПОВТОРНОГО ЗАЛУЧЕННЯ
ЯСНО-СІРИХ ЛІСОВИХ ПОВЕРХНЕВО ОГЛЕСНИХ ҐРУНТІВ
У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКЕ ВИРОБНИЦТВО**

(науково-практичні рекомендації)

Підписано до друку 28.10.2025.

Формат 30x42/4. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.

Друк офсетний. Умовн. друк. арк. 1,3. Обл.-вид. арк. 1,2.

Тираж 50 прим.

Друкарня Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН,
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине, Львівський р-н,
Львівська обл., 81115