

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



**Агротехнологічні заходи при переході до нульового
обробітку ґрунту в початковий період для
агроформувань Центрального Лісостепу
(науково-методичні рекомендації)**

Агротехнологічні заходи при переході до нульового обробітку ґрунту в початковий період для агроформувань Центрального Лісостепу (науково-методичні рекомендації) Сміла: ЧДСГДС, 2025 р. 64 с.

У рекомендаціях показано особливості переходу на No-till технології вирощування гороху, озимої пшениці, сої, ярої пшениці та ячменю в 5-типільній сівозміні на чорноземі опідзоленому малогумусному в умовах кліматичних змін Центрального Лісостепу України.

*Видається за рішенням науково-технічної Ради
Черкаської ДСГДС ННЦ «ІЗ НААН»
від 28.10.2025 р., протокол № 9*

Укладачі:

Черкаська державна сільськогосподарська дослідна станція ННЦ "ІЗ НААН":

Авторський колектив: О.В. Демиденко – доктор с.-г. наук, В.В. Расевич – кандидат біологічних наук, Н.М. Тетерещенко – науковий співробітник, В.С. Шапран, Н.В. Шагурська – молодші наукові співробітники

Рецензенти:

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

Марія ТОРБАНЮК – учений секретар ЧДСГДС ННЦ «ІЗ НААН», доктор філософії

Відповідальний за випуск: О.В. Демиденко – доктор с.-г. наук, головний науковий співробітник, старший дослідник

Комп'ютерна правка та редагування – О.І. Демиденко

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

ЗМІСТ

Вступ.....	4
УМОВИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	5
ПРО МЕТОДИКУ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕХНОЛОГІЇ NO-TILL.....	7
ОСНОВНІ ЕТАПИ ВПРОВАДЖЕННЯ NO-TILL.....	9
РЕЗУЛЬТАТИ ЗАСТОСУВАННЯ NO-TILL У 5-ПІЛЬНІЙ СІВОЗМІНІ В ПОЧАТКОВИЙ ПЕРІОД.....	17
УРОЖАЙНІСТЬ КУЛЬТУР ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБІТКУ ТА УДОБРЕННЯ В 5-ПІЛЬНІЙ СІВОЗМІНІ ЗА 2021–2025 рр.....	37
Урожайність гороху.....	39
Урожайність ячменю ярого.....	41
Урожайність пшениці ярої.....	42
Урожайність сої.....	44
Економічна ефективність різних способів обробітку в 5-пільній сівозміні.....	45
Використання агрохімії при нульовій обробці ґрунту.....	48
Особливості інтегрованого захисту в системах No-till технологій.....	50
ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В 5-ПІЛЬНІЙ ЗЕРНОВІЙ СІВОЗМІНІ ЗА NO-TILL.....	52
Технологія вирощування пшениці озимої по No-till.....	52
Технологія вирощування сої за No-till технології.....	54
Технологія вирощування ярої пшениці за No-till.....	57
Технологія вирощування ярого ячменю за No-till.....	60
Технологія вирощування гороху за No-till.....	61

ВСТУП

Сучасну систему землеробства No-till, яку іноді ще називають системою нульового обробітку ґрунту, доволі обґрунтовано відносять до вагомих здобутків агрономічної та агроінженерної науки другої половини ХХ століття. Нульовий обробіток – це спосіб висівання культур без попереднього обробітку ґрунту в стерню або пожнивні рештки. За останніми даними, обсяги застосування технології No-till у світі перебувають у межах 105 млн га, зокрема, в Америці площі із запровадженими новими технологіями становлять приблизно 87 млн. га, в Австралії – 12, в інших країнах світу – 6 млн га. Із загальної площі на шість країн: Бразилію, Аргентину, США, Канаду, Австралію і Парагвай – припадає 95 %. На частку Європейського континенту, включно зі східною його частиною, припадає 2,5-3 %. Щорічно площі під No-till зростають приблизно на 1 млн. га.

Важливим аргументом на користь упровадження нової системи землеробства є її значний ґрунтозахисний ефект, що пов'язано саме з мульчею, яка захищає поверхню ґрунту від дії екстремального поверхневого стоку й сильних вітрів та суттєво зменшує ерозійні втрати ґрунту, особливо за тривалого використання цієї технології.

Переваги нульового обробітку ґрунту щодо фізичних і фізико-хімічних властивостей ґрунту були відмічені у Великій Британії. Зокрема, констатувалося поліпшення структурного стану ґрунту внаслідок стримування мінералізації органічної речовини, нагромадження рослинних решток і рухомих фракцій органічної речовини (полісахаридів). Збереження структури за впровадження No-till спостерігається також на ґрунтах південної та середньої Англії. Позитивний вплив No-till на стабільність агрегатів у шарі 0-5 см і на протиерозійну стійкість ґрунту було визначено у Франції та інших середземноморських країнах. Так само було відзначено, що впровадження No-till у штаті Міссісіпі (США) призводить до часткового збільшення стабільності повітряно-сухих агрегатів, що, на думку автора, визначає вітростійкість ґрунту.

Серед усіх агрофізичних показників ґрунтової родючості щільність та вологість чорнозему найтісніше пов'язані з урожайністю сільськогосподарських культур в агроценозах Лісостепу України. Щільність будови чорнозему є важливим чинником для розвитку кореневої системи, аерації, адсорбції води та біологічної активності. Агротехнічні прийоми, які використовуються за традиційної та мінімальної систем обробітку ґрунту, спрямовані на поліпшення агрофізичних показників оброблюваного шару чорнозему. Вважається, що у випадку застосування No-till така можливість виключається. Повна відмова від будь-якого порушення ґрунту (окрім випадку з робочими органами сівалки) призводить до зростання щільності складання чорнозему: згідно з деякими даними на ранніх етапах становлення системи No-till (у перші 5-10 років) спостерігається зростання щільності ґрунту.

Вологість відіграє не менш важливу роль у житті рослин. Надлишок або нестача вологи однаково згубні для більшості сільськогосподарських рослин. Вологість є важливим чинником, який опосередковано залежить і від щільності ґрунту. Фізичні властивості є одними з основних чинників, що регулюють

послідовність та інтенсивність протікання процесів дихання в ґрунті. Обробіток ґрунту і різний ступінь окультурення дуже сильно впливає на його повітряний режим.

На думку В. В. Медведєва, комбінований обробіток ґрунту, що переважає в Україні впродовж останніх 20-30 років, з одного боку, сприяє більшій гуміфікації органічних добрив завдяки їхньому глибокому внесенню, а з другого – збільшує втрати органічної речовини через надто інтенсивний обробіток ґрунту та тривале перебування в аерованому стані. Поряд із цим, інші дослідники не знайшли переконливих доказів цього твердження, а в низці випадків спостерігалася навіть протилежна тенденція.

Складність отримання однозначної відповіді на запитання щодо напрямку та інтенсивності впливу обробітку ґрунту на кругообіг вуглецю в ґрунті та ґрунтове дихання як його невід'ємну складову пов'язана з додатковими ефектами після впровадження нульового обробітку ґрунту, а саме: відмінністю між початковим періодом та довготривалим застосуванням No-till, значною диференціацією верхнього 20 см шару ґрунту за вмістом органічного вуглецю, біологічною активністю та іншими параметрами.

Перелік використаних джерел

1. Волошенюк А. В. Дефляційні втрати ґрунту за різних технологій основного обробітку та технології no-till під час пилової бурі 26-27 січня 2014 р. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2015. № 82. С. 100-104.
2. Волошенюк А. В. Оцінка протидефляційної ефективності систем обробітку та no-till на чорноземі південному Лівобережного Степу України : автореферат дисертації на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.03. «Агроґрунтознавство і агрофізика» / А. В. Волошенюк. Харків, 2016. 21 с.
3. Медведєв В. В. Нульовий обробіток в європейських країнах. Харків: ТОВ «ЕДЕНА», 2010. 202 с.
4. Якість ґрунту. Визначення сухої речовини та вологості за масою. Гравіметричний метод (ISO 11465:1993, IDT) : ДСТУ ISO 11465-2001. [Чинний від 2003–01–01]. К. : Держспоживстандарт України, 2002. 10 с. (Національний стандарт України).
5. Molina J. S. Hacia una nueva agricultura. / J. S. Molina – Buenos-Aires, 1981. 222 p.
6. Brennan D. S. No-till in northern, western and south western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment / D. S. Brennan, Bruce C. Ball, Johan Arvidsson // Author manuscript, published in "Soil and Tillage Research. 2012. P. 66-87.

УМОВИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводилися на експериментальній базі Черкаської ДСГДС ННЦ «ІЗ НААН» в умовах польового стаціонарного досліді, який закладено в 2010 році. Ґрунтовий покрив поля – чорнозем опідзолений сильно-реґрадований малогумусний середньо-суглинковий на карбонатному лесі.

Уміст гумусу в орному горизонті 2,58–3,08 % з глибиною він поступово зменшується і на глибині одного метра становить 0,96 %. За нормативами агрофізичних показників, які відпрацьовано у попередні 5 років проведення досліджень, чорнозем опідзолений відповідає вимогам мінімалізації обробітку та спеціальних сировинних зон біологізації землеробства.

Дослідження проводяться в польовому стаціонарному досліді з вивчення продуктивності 5-пільної зерно-просапної сівозміни, яка включає: ячмінь ярий-горох-пшениця озима-соє-пшениця яра. Структура сівозміни: зернові – 60 %, у. т. ч.: озима пшениця – 20 %; ярі колосові – 40 %; зернобобові (горох) – 20 %; технічні (соє) – 20 %. Схема польового стаціонарного досліді показана в таблиці 1.

Система обробітку включає: 1. Диференційований обробіток на основі оранки. 2. Поверхневий обробіток 5 років. 3. Мінімальний обробіток на фоні довгострокової оранки та 5-тирічного поверхневого обробітку на 10-12 см. Система удобрення на фоні 2-х систем обробітку: контроль без добрив, $N_{55}P_{55}K_{65}$, $N_{75}P_{65}K_{82}$ на гектар сівозмінної площі (табл. 1).

Таблиця 1 – Схема польового стаціонарного досліді по вивченню ефективності переходу до системи No-till

Горох			Ячмінь ярий			Пшениця яра			Соє			Пшениця озима		
1	Контроль	2м	2м	Контроль		Контроль		Контроль		Контроль		Контроль		25м
	1. NPK	2м	2м	1. NPK		1. NPK		1. NPK		1. NPK		1. NPK		
	2. NPK	2м	2м	2. NPK		2. NPK		2. NPK		2. NPK		2. NPK		
2	2. NPK			2. NPK		2. NPK		2. NPK		2. NPK		2. NPK		25м
	1. NPK			1. NPK		1. NPK		1. NPK		1. NPK		1. NPK		
	Контроль			Контроль		Контроль		Контроль		Контроль		Контроль		
3	Контроль			Контроль		Контроль		Контроль		Контроль		Контроль		25м
	1. NPK			1. NPK		1. NPK		1. NPK		1. NPK		1. NPK		
	2. NPK			2. NPK		2. NPK		2. NPK		2. NPK		2. NPK		
4	2. NPK			2. NPK		2. NPK		2. NPK		2. NPK		2. NPK		25м
	1. NPK			1. NPK		1. NPK		1. NPK		1. NPK		1. NPK		
	Контроль			Контроль		Контроль		Контроль		Контроль		Контроль		
4м	34м	4м	34м	4м	34м	4м	34м	4м	34м	4м	34м	4м	34м	4м

Вивчався вплив довготривалого застосування різних систем обробітку на агрофізичний, агрохімічний стан чорнозему опідзоленого за переходу на систему No-till через мінімальний обробіток та перехідну спеціалізовану зернову сівозміну після систематичної оранки і поверхневого обробітку та встановлено вплив перехідних ґрунтових умов на продуктивність та якість зернових культур 5-пільної сівозміни.

Дослідження проводяться в польовому стаціонарному досліді з вивчення продуктивності 5-типільної зерно-просапної сівозміни, яка включатиме: ячмінь

ярий – горох – пшениця озима – соя – пшениця яра. Структура сівозміни: зернові – 60 %, в. т. ч.: озима пшениця – 20 %; ярі колосові – 40 %; зернобобові (горох) – 20 %; технічні (соя) – 20 %. Схема польового стаціонарного досліджу:

1 – Оранка – систематична на від 10-12 до 22-25 см залежно від культури в сівозміні.

2 – Система нульового обробітку (5 років) після систематичної оранки на 22-25 см.

3 – Система нульового обробітку по поверхневому обробітку на 10-12 см 5 років.

4 – Поверхневий обробіток на 10-12 см 10 років.

Система удобрення: $N_{75}P_{65}K_{82}$ на гектар сівозмінної площі.

Аналізи зразків ґрунту, обліки та розрахунки проводилися відповідно до спеціальних методик: вологість – термогравіметричним методом за основними періодами росту культур (ДСТУ ISO 11465:2001); щільність складення (будови) – методом різальних кілець у модифікації Н. А. Качинського в періоди інтенсивного росту культур та в періоди формування врожаю (ДСТУ ISO 11272:2001). Статистичні розрахунки результатів досліджень здійснювали за «Методом дисперсійного аналізу» з використанням програми «STATISTICA» методів статистики, кореляційного аналізу.

ПРО МЕТОДИКУ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕХНОЛОГІЇ NO-TILL

У першу чергу необхідно визначитися, що відноситься і можна називати No-till, а що до цього ніякого відношення не має. Багато вчених, у тому числі і в Україні, вважають No-till спосіб обробітку ґрунту і вивчають його в короткострокових (2-3 роки) дослідях, щорічно закладаючи їх на новому місці. Під No-till розуміють посів без передпосівної культивуації, що по суті є прямим посівом, який можна провести на тлі осіннього розпушування, закриття вологи або проміжної обробки ґрунту. Є дослідження, коли в варіанті «нульового обробітку» з осені ґрунт не обробляють, а навесні проводять передпосівну культивуацію і посів звичайною сівалкою залишенням всіх рослинних залишків вирощуваних культур і їх рівномірний розподіл по поверхні поля або ділянки.

Не можна називати No-till системою, коли рік або кілька років культури вирощуються без обробітку ґрунту, а в якийсь рік або роки її проводять. Тобто дослідження по No-till повинні бути тривалими, тому в кожній науковій установі, що займається вивченням даної технології, а, по суті, нової системи землеробства, треба мати багаторічний стаціонар з варіантами постійного No-till.

При порівняльному вивченні ефективності системи No-till обов'язково повинен бути контроль, де всі культури в сівозміні вирощуються за традиційною технологією (оранка), під якою слід розуміти раніше рекомендовану науковими установами агротехніку обробітку тієї чи іншої культури в сівозміні в конкретних ґрунтових і кліматичних умовах. У ній не обов'язково застосування оранки, а обробіток ґрунту, як і всі елементи агротехніки, повинен бути оптимальним для конкретних ґрунтових і кліматичних умов. При цьому не

можна навмисно погіршувати варіанти або не в повній мірі виконувати якісь рекомендації, як, втім, і для технології No-till, інакше їх оцінка буде не об'єктивною.

Існує багато визначень системи No-till. У всіх визначеннях все зводиться до того, що, крім посіву насіння дисковими або анкерними сошниками в вузьку щілину необробленого ґрунту, No-till – це технологія вирощування сільськогосподарських культур. Тому для правильної її оцінки треба оптимізувати всю агротехніку. Це не тільки сівозміна, але і дози добрив, в першу чергу азотних, система захисту рослин, а також деталі агротехніки, такі як терміни сівби, глибина закладення і норми висіву насіння. Тобто, No-till треба оцінювати як комплексну технологію, а не як окремий агроприйом. При цьому вивчення цієї системи потрібно проводити не менше 5-7 років на одному місці, в сівозміні, де всі культури обробляють за No-till.

М.К. Сулейменов (2015) дає таке визначення: «Ноу-тіл (No-till) – це система землеробства, при якій повністю виключається обробка ґрунту під всі культури протягом тривалого часу». Навіть якщо виконуються всі ці умови, то в перші 3 роки такий варіант слід вважати прямим посівом, оскільки No-till починає проявлятися після його накладення не менше 4-5 років поспіль.

При порівняльному вивченні системи No-till з традиційною технологією треба уважніше подивитися на непорушний в дослідній справі «принцип єдиної відмінності», згідно з яким в порівнюваних технологіях повинні висіватися одні й ті ж сорти або гібриди, посів повинен проводитися в один день, однаковою нормою висіву, з однаковими дозами добрив, ідентичною системою захисту рослин від бур'янів, шкідників і хвороб тощо. Безсумнівно, агротехнічні прийоми, які прийнятні для обох технологій в однакових умовах і в один і той же час, треба проводити одночасно, але якщо вони при поєднанні завдають шкоди будь-якій з досліджуваних систем, то треба їх застосовувати в оптимальні терміни і в оптимальних параметрах для кожної технології. Потрібно застосовувати принцип системної різниці.

Наприклад, при порівняльному вивченні традиційної і No-till системи в сівозміні в посушливих умовах цілком можливо, що в звичайному варіанті озима пшениця буде оброблятися по чистому парі, а в No-till парових попередників для цієї культури не буде. У цьому випадку не обов'язково в обох варіантах висівати один і той же сорт пшениці, правильно буде для кожного попередника підібрати найбільш підходящий варіант цієї культури.

У технології No-till перед посівом деяких культур з метою боротьби з бур'янами проводиться обприскування поля гербіцидом суцільної дії з групи гліфосатів, але це не означає, що те ж саме треба робити і в традиційній системі, оскільки бур'яни в цьому варіанті знищуються основною і передпосівною обробками ґрунту. У той же час, протягом вегетації система захисту посівів від шкідливих організмів може бути ідентичною.

У традиційній технології деякі ярі культури, наприклад, горох, слід сіяти рано навесні при настанні фізичної стиглості ґрунту, але в цей час за No-till ґрунт ще сирий. Якщо провести сівбу в один час, то ранній термін сівби в No-till призведе до ущільнення ґрунту, а перенесення дати на більш пізній час знизить

врожайність гороху в традиційній технології. Тому для якісного проведення сівби її треба проводити в оптимальні терміни для кожної досліджуваної системи. Аналогічна ситуація може скластися і щодо норми висіву, доз внесення добрив (за No-till потрібна велика доза азоту – це питання краще поставити на вивчення).

У той же час, при публікації статей або інших наукових робіт по No-till автори часто не дають ніякої інформації про умови і методику проведення досліджень. R. Derpsch з колегами вважає, що при вивченні технології No-till в статті або іншій науковій роботі необхідно вказати більше 20 різних показників умов проведення досліджень, аж до марки сівалки, її виробника, номера моделі, робочого органу, механізму закладення і прикочування насіння і так далі. Деякі показники, запропоновані авторами статті, можна і пропустити, але таку інформацію, як кліматичні та ґрунтові умови, марку і виробника сівалки або сівалок, що використовуються в досліді, структуру сівозміни і термін обробки культур за технологією No-till, сорти або гібриди, терміни посіву, норми висіву насіння, дози внесення добрив, систему захисту рослин від шкідливих організмів наводити треба обов'язково. Це полегшить розуміння експертам і читачам, в яких умовах і за якою методикою проводили дослідження.

ОСНОВНІ ЕТАПИ ВПРОВАДЖЕННЯ NO-TILL

Дослідження, проведені в Лафоні (Канада), показали, що порівняно з короткостроковим (2-річним) періодом через 20 років безперервно прямого посіву при повному збереженні стерні можна отримати більш високі показники врожайності. Без застосування азотних добрив через 2 роки після застосування системи прямого посіву отримані врожаї становили 1,75 т/га, тоді як через 20 років – 2,8 т/га. Більше того, вміст білка в зерні був більшим після багаторічного застосування цієї системи.

Навряд чи можна було б отримати такі результати, якби рослинні залишки були продані, спалені або згодовані тваринам. Даний графік є дуже наочним у розумінні того, що можна систему прямого посіву вивести на більш високий рівень і для того, щоб зрозуміти як це зробити, краще слідувати таблиці, наведеній нижче.

Ця шкала була складена на основі підсумовування 45-річного досвіду застосування системи проф. Карлос де Морес (Університет Понта Гросса, Бразилія, 2004). Час (рік безперервного використання нульової обробки ґрунту) (Безперервна система NO-TILL є повністю збереженою стернею) Ця шкала ілюструє еволюцію тривалого використання системи NO-TILL У початковій фазі (0-5 років) ґрунт починає відновлення ґрунтових агрегатів, і кардинальні зміни у вмісті ґрунтового вуглецю не очікуються. Недостатньо поживних залишків і система потребує N.

Під час перехідної фази (5-10 років) спостерігається збільшення густини ґрунту. Збільшується кількість поживних залишків, а також вмісту вуглецю та фосфору у поверхневих шарах ґрунту.

Таблиця 2 – Еволюційна шкала системи No-till у часі беззмінного використання

Початкова фаза 0-5 років	Перехідна фаза 5-10 років	Фаза формування 10-20 років	Фаза збереження >20 років
Відтворення структурних окремоностей та водостійких агрегатів	Зростання щільності будови	Високий рівень водостійкості структурних агрегатів	Стабільно високий рівень водостійкої структури
Початковий процес відтворення гумусу	Зростання вмісту органічної речовини гумусу	Активне зростання органічної речовини	Стабілізація сезонної динаміки органічної речовини гумусу і лабільного гумусу
Недостатня кількість поживних решток	Наростання кількості поживних решток	Достатня кількість поживних решток	Швидке залучення поживних решток в колообіг
Відтворення мікробіоти	Стабілізація мікробіоти	Формування стабільної асоціації мікробіоти	Стабільна асоціація мікробіоти
>N	Імобілізація N> мінералізації	Імобілізація N < мінералізації	
Низький рівень Р	Зростання умісту Р	Високий рівень колообігу NPK	Високоактивний колообіг поживних речовин
Слабі зміни у режимі зволоження	Наростання вологозабезпечення	Високий рівень вологозабезпечення	Стабільно високий рівень вологозабезпечення

У фазі формування (10-20 років) досягається велика кількість поживних залишків, також як і підвищений вміст вуглецю. Посилюється здатність обміну катіонів та здатність утримувати вологу. Спостерігається більш масштабний кругообіг поживних речовин. І лише у фазі збереження (понад 20 років) досягається ідеальна ситуація з максимумом переваг для ґрунту та потрібно менше добрив.

Використання обробітку ґрунту на 2-4 фазах знаменуватиме повернення до початкової фази. Ті, хто час від часу обробляють ґрунт (наприклад, дотримуючись рекомендацій вчених із Немчинівки практикувати поверхневу обробіток ґрунту 3-5 років, а потім поле орати тощо) ніколи не досягнуть користі від системи.

Ті, хто практикує систему прямого посіву без збереження стерні, тобто. дозволяють сільськогосподарським тваринам пастись на оброблюваній землі, що скиртують і/або продають, і/або спальні залишки, що спалюють, мабуть, ніколи не вийдуть з першої фази. Вважається, що лише ті, хто справляється з

роботою в умовах великої кількості рослинних залишків і отримують хороший вихід біомаси, зможуть розпочати перехід до фази консолідації.

На думку латиноамериканських авторів, досягти фази збереження або підтримки, пожинаючи всі плоди переваг системи прямого посіву (нульової обробки), можна тільки за умови застосування спеціальних сівалок з підібраними для кожної кліматичної зони і місцевих специфічних умов сошниками, повного збереження стерні і рослинних залишків і зсідок.

Відносно очікуваної економії коштів на початкових етапах впровадження нової системи необхідно сказати наступне: світовий досвід і досвід успішних вітчизняних господарств показує, що щоб успішно пройти перехідні фази, треба прагнути до отримання великих урожаїв на початковому етапі (і, відповідно, накопичення великої кількості рослинних залишків на полі), а (скоріше, на 4-5 рік). Повинна вноситися достатня велика кількість мінерального азоту:

1. Для споживання рослинами (більше, ніж при звичайній системі землеробства), оскільки при відмові від оранки припиняється інтенсивна мінералізація органічної речовини;

2. Для розкладання органічних залишків, целюлозолітичні бактерії забирають багато азоту з ґрунту для формування своєї білкової маси, створюючи тимчасовий дефіцит азоту в ґрунті.

На наш погляд, однією з головних причин неуспіху впровадження нової системи землеробства на Україні було застосування звичайних норм азотних добрив (або взагалі відмови від них), з метою економії витрат у перші роки впровадження системи. Це призвело до різкого падіння врожайності зернових (до 7-10 ц/га) і, відповідно, дуже низької кількості рослинних залишків, які ми розглядаємо з погляду джерела живлення ґрунтових мікроорганізмів, що визначають формування ґрунтової родючості.

Як показує практика застосування прямого посіву, перша початкова фаза його впровадження є критичною. У початковий період впровадження прямого посіву за рахунок накопичення поживних залишків (до 3-4 років), що повільно розкладаються, відбувається різке накопичення в ґрунті потенційного інфекційного початку, що призводить до спалаху інфекції, у першу чергу, корневих гнилей.

Перспективним способом обробітку ґрунту є «нульовий», а технологія сівби – «пряма». Зазвичай ці терміни використовуються як синоніми через те, що обробіток ґрунту і сівба проводяться одночасно. Нульова технологія – висаджування насіння у необроблений ґрунт, зайнятий покривною культурою, шляхом нарізання борозни потрібної ширини та глибини, достатньої для заглиблення насінини. Інші види обробітку не застосовуються. Допускається лише обробіток піднасінного шару в разі його переущільнення, але такий обробіток проводиться спеціальними знаряддями і постійний надґрунтовий рослинний покрив у цей час не порушується.

Нульовий обробіток ґрунту є відносно новим і не отримав заслуженого визнання серед виробників сільськогосподарської продукції. Це пов'язано з тим, що переважають усталені стереотипи обов'язковості обробітку як заходу, без якого не можна обійтися. Тоді як, за наявними даними, у світі під нульовою

технологією перебуває майже 100 млн га ріллі. В Україні ж лише Корпорація «АгроСоюз» у Дніпропетровській області має відносно тривалий і успішний досвід із впровадження нульового обробітку.

Принципи нульової технології реалізуються наступним чином: відмова від будь-якого обробітку ґрунту; відмова від унесення органічних добрив (замість них використовуються рослинні рештки від основних, пожнивних і покривних культур); заборона спалювання решток; унесення мінеральних добрив і засобів захисту рослин одночасно з сівбою або знаряддями, що не руйнують ґрунт; використання спеціальних сівалок.

Таблиця 3 – Переваги нульового обробітку ґрунту

Переваги	Примітки
Агрономічні	1. Зменшення поверхневого стоку сприяє зменшенню ерозії та замуленню доріг. 2. Зменшення машинно-тракторних агрегатів для виконання робіт 3. Кращий водно-повітряний режим ґрунту. 4. Зростання вмісту органічної речовини та гумусу. 5. Більш сприятливими для нульового обробітку є посушливі й теплі регіони, оскільки мають переважно зливовий характер опадів. Якщо умови дренажу сприятливі для швидкого відведення надлишкової вологи навесні, то це сприяє нульовому обробітку на всіх без винятку ґрунтах. 6. Найбільше сприяють прояву позитивних якостей нульового обробітку добре дренажувані ґрунти середнього гранскладу. 7. Найбільш сприйнятливими культурами є озима пшениця, кукурудза і жито.
Економічні	1. Зменшення витрат на паливо-мастильні матеріали, час і машинно-тракторні агрегати для виконання робіт. 2. Зростання врожайності сільськогосподарських культур (особливо у країнах Південної Америки). 3. Підвищення прибутковості діяльності виробників. 4. Зменшення витрат на відновлення доріг після злив завдяки значному зменшенню поверхневого стоку, ерозії та замуленню доріг. 5. Додаткові кошти дають змогу придбати нові технічні знаряддя, добрива, засоби захисту. 6. Чим більша ферма, тим сприятливіші умови для придбання техніки і менш негативні наслідки для продуктивності у перехідному періоді та його тривалість. 7. Сприяння підвищенню культури і ефективності агровиробництва.
Соціальні	1. Зростання доходів фермерів. 2. Покращення умов їхньої праці.
Екологічні	1. Суттєво знижується ерозія. 2. Зниження секвестрації вуглецю.

Очевидним є залежність можливості способу розміщення насіння за напрямом руху агрегату (тобто рядкового, широкорядкового, стрічкового,

суцільного та пунктирного) від варіанта нульового способу обробітку ґрунту. Це узгодження здійснюється на етапі створення технічних засобів з урахуванням їх призначення (для колосових культур чи просапних) та технологій вирощування сільськогосподарських культур. Практика свідчить, що для реалізації технології «прямої» сівби застосовують спеціальні сівалки з додатковими пристроями для обробітку ґрунту або нарізання в ньому вузьких щілин перед проходами сошників.

Нульова технологія обробітку на сьогодні є фундаментальним і в певній мірі революційним підходом до землеробської технології, який здатний призупинити деградацію ґрунтів і створити передумови для стійкого землекористування. Через 10–15 років ґрунт під постійним рослинним покривом переходить на природний бездеградаційний режим функціонування енергії та речовин і водночас не втрачає своєї продуктивної функції. У світі ця технологія розглядається, насамперед, як ґрунтозахисний захід (табл. 3).

Таблиця 4 – Недоліки нульового обробітку ґрунту

Недоліки	Примітки
Агрономічні	1. Зростання забур'яненості, кількості шкідників і проявів хвороб. 2. Ефективність залежить від особливостей клімату та ґрунту. 3. Відсутність повноцінних карт ґрунтів створює загрозу використання нульового обробітку в непридатних умовах відповідно з негативними результатами. 4. Недостатньо вивчені питання щодо покривних культур, зменшення їхньої конкуренції з основною культурою, синхронізації агротехнологічних заходів сівби і збирання, хімічної обробки основної і покривної культур, коригування структури сівозмін. 5. Важкі глини, піщані або пилуваті ґрунти менш сприятливі для цього обробітку через їхню переущільненість (природну чи антропогенно спричинену). 6. Кількість атмосферних опадів є важливим чинником ефективності нової технології. Підвищений рівень опадів негативно позначається, особливо на важких глинистих і піщаних холодних ґрунтах. 7. Сільгоспкультури по-різному реагують на нульовий обробіток: менш сприйнятливі – ячмінь та інші зернові культури (окрім пшениці, кукурудзи та жита), найменш сприйнятливі – цукровий буряк і картопля.
Економічні	1. Ефективність залежить від соціально-економічних умов. 2. Додаткові витрати на хімічні засоби захисту рослин.
Соціальні	1. Використання у невласливих умовах може дискредитувати нульовий обробіток (наприклад, в аграрних регіонах з великою чисельністю населення його впровадження сприятиме збільшенню безробіття). 2. Можливе забруднення продукції пестицидами та важкими металами.
Екологічні	1. Використання більшої кількості хімічних засобів захисту рослин. 2. Забруднення ними підземних вод.

Послідовники нульового обробітку стверджують, що нульова технологія ефективна за будь-яких ґрунтово-кліматичних і господарських умов. Мають місце позитивні приклади з екваторіальних країн (Кенія, Уганда), з країн, що розташовуються на 40° південної широти (Аргентина, Чилі) або на 60° на північ (Фінляндія). Нульовий обробіток ефективний на висоті 3000 м, як це відмічається в Болівії і Колумбії, за умови вмісту у ґрунті 90 % піщаної фракції (Австралія, Парагвай) або 85 % глини (Бразилія), за умови рівня атмосферних опадів у 200 мм (Західна Австралія), 2000 мм (Бразилія) і навіть 3000 мм (Чилі).

Нульова технологія однаково вигідна як на великих, так і на малих фермах. Наприклад, у Бразилії, де у фермера не більше 5–6 га землі. У Парагваї і Гані, де майже виключно домінує така технологія, розмір ферм ще менший. Така сама ситуація в Індо-Гангзькому регіоні.

Розглянемо агрономічні, економічні, соціальні й екологічні переваги нульової технології (табл. 4).

Таблиця 5 – Критерії оцінки систем обробітку ґрунту

Критерії	Примітки
Агрономічні	1. Сприятливість ґрунтово-кліматичних умов. 2. Сприйнятливність сільськогосподарських культур. 3. Заходи щодо контролю за бур'янами, хворобами та шкідниками. 4. Вибір культур для сівозміни. 5. Наявність необхідної сільськогосподарської техніки або можливість її залучення (оренда, фірми-посередники тощо). 6. Націленість на підвищення урожайності зі збереженням якості та безпечності продукції.
Економічні	1. Розробка та впровадження довгострокової стратегії розвитку виробництва. 2. Націленість на підвищення рентабельності виробництва. 3. Можливість залучення додаткових фінансових ресурсів. 4. Наявність налагоджених ринків збуту продукції.
Соціальні	1. Здатність керівництва до впровадження інноваційних методів, технологій і техніки в сільськогосподарське виробництво [29]. 2. Кваліфікований персонал, що має позитивне ставлення до новачій керівництва та готовий до співпраці з ним. 3. Мінімальне забруднення продукції пестицидами та важкими металами.
Екологічні	1. Сприяння відновленню ґрунтів та їхньої родючості. 2. Зменшення будь-якого негативного впливу на природне навколишнє середовище.

Доцільно зазначити, що накопичений світовий досвід з нульового обробітку ґрунту, переконує, що він, незважаючи на деякі ще невирішені питання та незначні негативні аспекти, має перспективи щодо впровадження у країнах з високоінтенсивним механізованим землеробством, де ґрунти після тривалої оранки переважно виснажені. Причинами цього є: невеликий розмір сільськогосподарських ферм; несприятливі (холодні й вологі) ґрунтово-

кліматичні умови (переважно в північних країнах); значні субсидії фермерам, що не заохочують їх до інновацій; відсутність ефекту на перших етапах впровадження; значні витрати на техніку і засоби захисту рослин; домінуючі стереотипи мислення та консерватизм. До того ж позначається і перевиробництво сільгосппродукції в західних європейських країнах, що також не стимулює впровадження нових технологій. Існують і певні недоліки нульового обробітку ґрунту (табл. 5), які потребують вирішення на науковому та практичному рівнях.

На думку фахівців з європейського континенту, українські чорноземні ґрунти є ідеальними об'єктами для впровадження нульового обробітку.

Отже, якщо позитивно сприйняти досвід американського континенту, то землеробство України якнайшвидше, без будь-яких застережень, доцільно орієнтувати на суцільне впровадження нульового обробітку незалежно від ґрунтово-кліматичних і господарських умов. Якщо ж проаналізувати європейський досвід, то діяти треба більш обережно і поступово.

Отже, враховуючи наведені дослідження ми пропонуємо оцінювати системи обробітку ґрунту на засадах стійкого розвитку за агрономічними, економічними, соціальними та екологічними критеріями (табл. 5).

Результати аналізу систем обробітку ґрунту, які використовують фермери провідних країн світу, свідчать про те, що переважно використовують технології, які передбачають мінімізацію глибини обробітку і суміщення виконання технологічних операцій, використання новітніх технологій, застосування яких дає змогу зменшити витрати на виробництво без втрати якості продукції та вплив на природне навколишнє середовище.

Україна, що прагне стати провідною аграрною країною не лише на рівні сільськогосподарської сировини, але й готової продукції, не може залишатися осторонь прогресивних ґрунтозахисних, екологобезпечних та ефективних напрямів у розвитку землеробства. Це обумовлює необхідність вивчення переваг і недоліків наявних способів обробітку ґрунту з урахуванням сучасних тенденцій щодо збільшення прибутковості діяльності та зменшення екологічного навантаження на довкілля.

Перелік використаних джерел

1. Antonets S. S., Antonets A. S. & Pysarenko V. M. (2010). *Orhanichne zemlerobstvo: z dosvidu PP «Ahroekolohiia» Shyshatskoho raionu Poltavskoi oblasti: praktychni rekomendatsii*. Poltava: RVV PDAA [In Ukrainian].
2. Bezuhlyi M., Havryliuk M. & Adamchuk V. (2007). Poshuk obiektyvnoi otsinky system obrobittku gruntu v Ukraini. «Ahrarnyi Tyzhden. Ukraina», 39. Retrieved from: http://a7d.com.ua/501poshuk_obktivno_ocnki_sistem_obrobttku_gruntu_v_ukran.html [In Ukrainian].
3. Bulyhin, S. Yu. (2003). Rehlamentatsiia tekhnolohichnoho navantazhennia zemelnykh resursiv. *Zemlevporiadkuvannia*, 2, 9–12 [In Ukrainian].
4. Shykuly M. K. (2000). *Gruntozakhysna biolohichna systema zemlerobstva v Ukraini: monohrafiia*. Kyiv [In Ukrainian].

5. Hudz V. P., Prymak I. D., & Budonnyi Yu. V. (2010). *Zemlerobstvo: pidruchnyk*. Kyiv: TsUL [In Ukrainian].
6. Kaminskyi V. F. Naukovi osnovy optymizatsii suchasnykh system zemlerobstva v umovakh zminy klimatu. Retrieved from: zemlerobstvo.com/?p=5163 [In Ukrainian].
7. Lahutenko O. T. (2012). *Ahroekolohiia: navchalnyi posibnyk*. Kyiv: NPU imeni M. P. Drahomanova [In Ukrainian].
8. Manko Yu. P., Tanchyk S. P., & Prymak I. D. (2015). Zmist suchasnykh system zemlerobstva v Ukraini ta propozyitsii shchodo yikh klasyfikatsii. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 12, 17–21. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2015_12_6 [In Ukrainian].
9. Manko Yu. P., Tsiuk O. A. & Krotinov O. P. (2008). *Model ekolohichnoho zemlerobstva v Lisostepu Ukrainy: metodychni rekomendatsii dlia vprovadzhennia u vyrobnytstv*. Kyiv: Ahrarna osvita [In Ukrainian].
10. Medvediev V. (2013) Pluzhnyi, minimalnyi, nulovyi. «*Ahrarnyi Tyzhden. Ukraina*», Retrieved from: <http://a7d.com.ua/machines/10194-pluzhniy-mnmalniy-nuloviy.html> [In Ukrainian].
11. Minimalnyi obrobitok gruntu. (2016). Retrieved from: http://www.ukraine.fibl.org/fileadmin/documents-ukraine/publications_presentations/Minimalnyi_obrobitok_gruntu_Minimal_tillage.pdf [In Ukrainian].
12. Pashtetskyi V. S. (2013). Minimizatsiia obrobitku hruntu v systemi ahroekolohichnoho zakhystu hruntiv. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomia*, 2, 74–81 [In Ukrainian].
13. Petrychenko V. F., Bomba M. Ya., Patyka M. V., Perih H. T. & Ivashchuk P. V. (2011). *Zemlerobstvo z osnovamy ekolohii, gruntoznavstva ta ahrokhimii: navch. posibn*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
14. Pysarenko V. M., Pysarenko P. V., Pysarenko V. V., Horb O. O. & Chaika T. O. (2019). Posukhy v konteksti zmin klimatu Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (1), 134–146. doi: 10.31210/visnyk2019.01.18.
15. Pysarenko V. M., Pysarenko P. V., Ponomarenko S. V. & Shapoval V. F. (2017). *Orhanichne zemlerobstvo dlia pryvatnoho sektora*. V. M. Pysarenka (Ed.). Poltava: FOP Myron I. A. [In Ukrainian].
16. Pysarenko P. V., Horb O. O., Nevmyvako T. V. & Holik Yu. S. (2009). *Osnovy biolohichnoho ta adaptivnoho zemlerobstva: navch. posib*. Poltava: Oriiana [In Ukrainian].
17. Pysarenko P. V. & Chaika T. O. (2016). Tekhnolohii obrobitku gruntu ta yikh vplyv na yakist gruntiv v orhanichnomu zemlerobstvi. *Rozvytok APK na zasadakh ratsionalnoho pryrodokorystuvannia: ekolohichni, sotsialnyi ta ekonomichni aspekty: materialy III Mizhnarod. nauk.-prakt. konf.* Poltava: PDAA.
18. Polupan M. I., Solovei V. B. & Velychko V. A. (2005). *Klasyfikatsiia gruntiv Ukrainy*. M. I. Polupana (Ed.). Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
19. Proekt «Rozvytok orhanichnoho rynku v Ukraini». Retrieved from: <https://ukraine.fibl.org/ua/uareources.html> [In Ukrainian].
20. Ratoshniuk T. M., Ratoshniuk V. I. & Martyniuk M. A. (2012). Ekoloho-ekonomichni problemy ratsionalnoho silskohospodarskoho zemlekorystuvannia.

Stratehiiia Rozvytku Ukrainy. Ekonomika, Sotsiologhiia, Pravo, 1, 211–216. Retrieved from: <http://jrn1.nau.edu.ua/index.php/SR/article/viewFile/6128/6857> [In Ukrainian].

21. Romaniuk L. (2010). *Znyshchennia chornozemiv – katastrofa Ukrainy*. Retrieved from: <http://blogger.com.ua/2010/znyshchennia-chornozemiv-katastrofa-ukrai/> [In Ukrainian].

22. Rusan V. M. (2009). *Ekonomika ratsionalnoho silskohospodarskoho zemlekorystuvannia: monohrafiia*. Kyiv: NNTs IAE [In Ukrainian].

23. Sirenko N. M. & Chaika T. O. (2011). *Perspektyvy rozvytku orhanichnoho silskohospodarskoho vyrobnytstva v Ukraini. Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomoria*, 1, 20–27.

24. Retrieved from: <http://217.77.213.157:8080/jspui/bitstream/123456789/419/1/Perspektyvy%20rozvytku%20orhanichnoho.pdf> [In Ukrainian].

25. Sytnyk K. & Bahniuk V. (2008). *Stan gruntiv i maibutnie liudstva. Visnyk NAN Ukrainy*, 8, 3–27 [In Ukrainian].

26. Stetsyshyn P. O., Pyndus V. V. & Rekunen V. V. (2011). *Osnovy orhanichnoho vyrobnytstva: navch. posib: 2-he vyd., zmin i dopovn.* Vinnytsia: Nova Knyha [In Ukrainian].

РЕЗУЛЬТАТИ ЗАСТОСУВАННЯ NO-TILL У 5-ТИПІЛЬНІЙ СІВОЗМІНІ В ПОЧАТКОВИЙ ПЕРІОД

Важливою ланкою в системі заходів щодо забезпечення високої культури землеробства, підвищення родючості ґрунту та врожайності сільськогосподарських культур є раціональний обробіток ґрунту, завдяки якому покращується його повітряний, водний, тепловий і поживний режими, регулюються в бажаному напрямі біологічні процеси й темпи мінералізації органічних речовин, знищуються бур'яни, хвороби та шкідники сільськогосподарських рослин, створюються умови для захисту ґрунту від ерозії та проведення високоякісної сівби.

Історія землеробства налічує 10–15 млн. років і тісно пов'язана з відвальною системою обробітку ґрунту. Однак наприкінці двадцятого століття така система обробітку ґрунту стала не влаштовувати людство. Виявилось, що у відвальної системи обробітку ґрунту багато недоліків. До головних недоліків можна віднести таке: зниження родючості ґрунту, зменшення вмісту гумусу, більша енергоємність, низька продуктивність, не впоралася ця система і зі знищенням хвороб, бур'янів та шкідників.

Успішний розвиток сільськогосподарського виробництва можливий тільки на основі використання зональних систем землеробства, широкого впровадження у виробництво енергоощадних, ґрунтозахисних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Обробіток ґрунту найбільш енергоємний і дорогий процес у сільськогосподарському виробництві. У середньому на нього припадає 40 % енергетичних і 25 % трудових витрат від загального обсягу польових робіт. За неправильного вибору прийому або системи обробітку проявляються негативні процеси. Ґрунт швидко втрачає гумус, розпорошується, ущільнюється, посилюються ерозійні процеси. Тому

кожен прийом обробітку ґрунту має бути раціональним, а окупність витрат максимальною.

Для правильного розв'язання питань обробітку ґрунту потрібні глибокі теоретичні знання вимог рослин до довкілля, в якому їх вирощують, закономірностей процесів, що протікають у ґрунті, та змін їх під впливом тих чи інших прийомів обробітку ґрунту. Останніми роками обробіток ґрунту набув свого подальшого розвитку як у теоретичному так і в практичному напрямі. Докладніше вивчено закономірності руху вологи в ґрунті, її випаровування, визначено оптимальні параметри для сільськогосподарських культур будови ґрунту, яснішими стали питання диференціації різних частин орного шару за родючістю тощо.

Досконалішими стали ґрунтообробні знаряддя, з'явилися комбіновані агрегати обробітку ґрунту, що одночасно виконують кілька технологічних прийомів, стали використовуватися інформаційні технології під час конструювання сільськогосподарської техніки. Проведено значну роботу з розробки нових ефективних систем обробітку ґрунту пристосованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Удосконалено системи основного, передпосівного обробітку ґрунту та догляду за посівами, доведено необхідність диференціації глибини та кількості обробітків у сівозміні, розроблено систему ґрунтозахисного обробітку ґрунту для районів, де проявляються водна та вітрова ерозія. Проте всі адаптовані системи обробітку ґрунту мають один спільний недолік, вони дуже енергоємні. Тому широко почала впроваджуватися еколого-та енергоощадна технологія No-till, яка набула широкого застосування на 100 млн. га. у Бразилії, Аргентині, США, Канаді, Австралії, Франції та інших країнах. Зараз ця технологія проходить активну перевірку в Україні, Росії та Казахстані.

Отримано такі результати:

- знижено виробничі витрати в середньому в 5 разів;
- на 90 % скорочено парк сільськогосподарської техніки (12 тис. га обробляє один трактор, один посівний комплекс, один обприскувач і п'ять комбайнів);
- на 70 % скорочено витрату ПММ (з 93 л/га до 24 л/га);
- на 80 % скорочено час обробки посівної площі (з 3,87 м-год/га до 0,6 м-год/га);
- на 30 % скорочено витрати добрив;
- скорочено трудовитрати (12 тис. га обробляють 12 механізаторів);
- підвищено врожайність у 2 рази (з 27 ц/га до 50 ц/га.);
- підвищено якість зерна (на 10 % збільшено вміст білка);
- вдалося призупинити деградацію родючого шару ґрунту.

Тож виникла потреба узагальнити отримані дані та детально познайомитися з системою No-till.

Нове розуміння ощадливого землеробства

У природі не відбувається обертання верхнього шару ґрунту, при цьому відбувається збільшення природної родючості, різнорідна спільнота пристосувалася співіснувати спільно, даючи більшу продуктивність з одиниці площі, без застосування добрив, хімічних засобів захисту.

Тому виникла потреба переглянути свої погляди на такі питання:

- оранка не є необхідною технологічною ланкою за вирощування культур;

- в ідеалі всі рослинні рештки необхідно залишати на поверхні ґрунту;
- необхідний постійний покрив ґрунту (мульча). Це забезпечує захист від прямих сонячних променів, від крапель дощу, від вітру. М мульча є головним захистом від ерозії, а також скорочує випаровування води з поверхні ґрунту;
- ґрунтова ерозія – лише симптом того, що для даної ділянки та екосистеми використовуються неправильні прийоми обробки;
- фітосанітарний стан поля поліпшується, збільшується різноманітність мікрофлори;
- максимальне насичення сівозміни різними культурами дає змогу уникнути ґрунтовтоми.

За технології No-till ґрунт залишається недоторканим від збирання врожаю до посіву і від посіву до збирання врожаю. Вторгнення в ґрунт відбувається тільки тоді, коли робляться прорізи сошниками сівалок. Технологія No-till не передбачає жодного руйнування структури ґрунту, окрім як під час посіву.

Бур'яни на початковій стадії впровадження No-till знищуються гербіцидами. Вибір типу та часу їх внесення залежить від чисельності бур'янів, їхнього видового складу та кліматичних умов. Кінцева мета - боротьба з бур'янами за допомогою культур у сівозміні та повна відмова від гербіцидів.

No-till – «нульовий обробіток» – термін, що використовується в Північній Америці. В Англії для опису цієї технології застосовується словосполучення «прямий посів». Таким чином No-till (нульовий обробіток ґрунту) – це технологія ощадливого землеробства, за якої відсутній будь-який обробіток ґрунту, а рослинні рештки залишаються на поверхні ґрунту.

Переваги No-till на різних рівнях

Розглянемо переваги від застосування технології No-till на різних рівнях: від окремого господарства (ферми) до глобального (планетарний масштаб).

Рівень окремого господарства, ферми:

- зменшуються витрати сил, часу та фінансів завдяки відмові від багатьох операцій з обробітку ґрунту;
- механічне обладнання служить довше, знижуються витрати на ремонт техніки та паливо;
- врожаї стають більш стабільними, гарантованими, особливо в сухі роки та в зонах із недостатнім і нестабільним зволоженням, оскільки забезпечується більше накопичення і збереження вологи та поживних речовин у ґрунті;
- вивільняється час для освоєння нових видів діяльності завдяки зменшенню трудовитрат на обробіток ґрунту та ремонт техніки;
- підвищується прибуток у міру освоєння нової системи землеробства.

Рівень регіону:

- стабілізується стік води в річках, нормалізується гідрологічний режим;
- вода природних джерел стає чистішою за рахунок зменшення забруднення і відкладення мулу у водоймах;
- знижується вартість водоочищення на муніципальному та міському рівнях;
- зменшується обсяг весняних паводків і повеней за рахунок посилення інфільтрації;

- підвищується якість і чистота продуктів харчування;
- управління природними ресурсами стає оптимальним;
- підвищуються доходи та якість життя сільського населення загалом.

Глобальний рівень:

- нормалізується баланс атмосферного вуглецю за рахунок зменшення виділень вуглецю з ґрунту (відмова від оранки), зниження споживання енергії (менше спалюється палива), поліпшення накопичення вуглецю в органічній речовині ґрунту та біомаси;
- зростає різноманітність мікрофлори та фауни;
- покращується гідрологічний режим на рівні басейнів річок і континентів;
- знижується ризик ерозії ґрунту та деградації ґрунтів;
- підвищується роль хліборобів у захисті довкілля.

Переваги технології No-Till порівняно з традиційним відвальним обробітком

Значно економиться паливо. При використанні традиційної системи обробітку ґрунту проводиться безліч операцій для створення твердого «ложа» для насіння. Технологія No-till потребує лише одного проходу посівної техніки по полю. Досвід фермерів, які займаються ґрунтозахисним землеробством, показує, що витрату пального можна скоротити в кілька разів порівняно з традиційними системами.

З'являється час для інших видів діяльності. 3-5 проходів техніки по полю за нульової технології проти 12-15 за традиційного обробітку ґрунту за сезон. Немає необхідності в передпосівному обробітку ґрунту, а це вже означає, що на сівбу потрібно менше часу. Техніка, що використовується при No-till, більш продуктивна, тому скорочується час на проведення технологічних операцій.

Знижуються витрати на техніку. Основні витрати на обслуговування техніки, зайнятої на вирощуванні культур, під час переходу на нульову технологію значно знижуються через її зменшення в кількості та зниження навантаження в кілька разів через зменшення кількості проходів агрегатів по полю.

Збільшується врожайність. У середньому врожайність за No-till дорівнює або вища порівняно з традиційним обробітком ґрунту. Структура ґрунту постійно зберігається. Мульча на поверхні ґрунту зберігає вологу та сприяє кращому росту рослин під час посухи, тому врожай завжди вищий, ніж у разі використання традиційної системи.

Зменшується тиск техніки на ґрунт

Незораний ґрунт під тиском транспорту, що рухається, або тварин менше деформується в порівнянні з обробленим ґрунтом. При зменшенні проходів полем зменшується площа яку впливають ходові агрегати сільськогосподарських знарядь, отже зменшується ущільнення метрового шару ґрунту. Відмова від плуга призводить до зникнення «плужної підшви» (табл. 6).

Таблиця 6 – Типізація значень профільного розподілу пошарової твердості залежно від способу обробітку чорнозему опідзоленого в 2025 році

Спосіб обробітку	Середнє	Медіана	Амплітуда		Квантилі		Розмах		***K _{вар} , %
			Мін.	Мах.	L _{0,25}	L _{0,75}	*Δa	**Δн	
			кг/см ²						
5-60 см									
Ор	16,6	16,5	9,9	24,0	13,3	19,7	14,1	6,4	32,2
Ор+н	16,2	15,9	8,3	25,4	13,1	19,5	17,1	6,3	29,9
Пов	20,1	19,6	13,4	29,1	17,6	22,2	15,7	4,5	21,7
Пов+н	17,6	17,7	9,8	24,9	14,8	20,7	15,0	5,9	24,9

Примітка. *Δа – амплітудний розмах (мах-мін); **Δа – нормований розмах ($L_{0,75} - L_{0,25}$); K_{вар}, % - коефіцієнт варіації; Ор – оранка; Ор+н – No-till по оранці; Пов+н - No-till по поверхневому обробітку; Пов – поверхневий обробіток.

Щільність ґрунту при No-Till

Рівноважна щільність ґрунту, необхідна для оптимального зростання та розвитку сільськогосподарських культур, знаходиться в межах 1,0-1,3 г/см³. Якщо щільність мала, то коріння рослин не в змозі ефективно адсорбувати воду та поживні речовини із ґрунту. Надмірна ущільненість обмежує розвиток кореневої системи, а це у свою чергу знижує здатність рослини всмоктувати воду та поживні речовини.

При застосуванні традиційної системи обробки виникає ефект, тобто дрібні частинки ґрунту постійно переміщуються по орному шару та концентруються у його центрі (в середньому це шар 12-20 см). Таким чином утворюється дві зони ущільнення, горизонт 10-20 см та горизонт 30-40 см (плужна підшва).

Стратегія підтримки щільності ґрунту в межах рівноважної при використанні технології No-till та сама, що і при традиційному землеробстві:

- найкращим захистом від ущільнення ґрунту є заборона робіт з перезволоженого ґрунту;
- зменшення кількості проходів техніки по полю;
- спеціальна техніка, що дозволяє знизити навантаження на вісь;
- збільшення площі контакту з ґрунтом (шини з великим діаметром та шириною, подвійні або потрійні колеса, знижений тиск у шинах, гусеничний хід)
- управління руху техніки по полю;
- використання сидеральних культур з потужною стрижневою кореневою системою.

No-till є радикальним способом розуцільнення ґрунтів. Цьому сприяють такі чинники та особливості технології:

1. Значне зниження кількості проходів техніки по полю.
2. За весь сезон агрегати проходять полем не більше 3-5 разів.
3. Відсутня механічна обробка ґрунту.
4. Оброблений ґрунт більше піддається ущільненню під час руху по ній

техніки, ніж необроблений. Механічні знаряддя сприяють ущільненню нижнього шару ґрунту відразу ж під зоною обробки.

Таблиця 7 – Вплив різних способів обробітку на диференційну шпаруватість 0-30 см шару чорнозему в 5-типільній зерновій сівоzmіні на 5 рік проведення досліджень в червні

Глибина шару ґрунту, см	Щільність будови, г/см³	Загальна шпаруватість, об, %	Об'ємна вологість, об, % (Об W)	Об В до Σ всіх категорій шпарин з вологою, %	Співвідношення	
					Σ всіх категорій шпарин з вологою до ША	Об W до ША
Оранка						
0-10	1,18	55,0	24,7	88,0	0,92 до 1	0,92 до 1
10-30	1,24	53,0	24,9	81,0	0,92 до 1	1,11 до 1
0-30	1,22	53,0	24,8	85,0	0,92, до 1	1,02 до 1
No-till по оранці						
0-10	1,20	55,0	24,0	85,0	0,92 до 1	0,77 до 1
10-30	1,29	51,0	28,0	90,0	1,31 до 1	1,21 до 1
0-30	1,25	53,0	26,0	88,0	1,16, до 1	1,00 до 1
Безполицевий мілкий обробіток						
0-10	1,19	54,0	23,0	81,6	0,91 до 1	0,77 до 1
10-30	1,32	49,0	26,4	84,4	1,38 до 1	1,21 до 1
0-30	1,28	51,0	25,0	82,2	1,15 до 1	1,00 до 1
No-till по мілкому безполицевому обробітку						
0-10	1,20	54,0	26,5	93,0	1,03 до 1	0,96 до 1
10-30	1,29	51,0	29,0	95,0	1,39 до 1	1,32 до 1
0-30	1,26	53,0	28,0	94,0	1,21 до 1	1,14 до 1
НІР _{0,5}	0-10 см 0,03 г/см³; 10-30 см – 0,04 г/см³; 0-30 см – 0,03 г/см³					

Поверхня ґрунту при No-till залишається природною твердістю, яка сильніше протистоїть ущільненню, крім того ґрунт від ущільнення захищає шар, що мульчує. Завдяки цьому негативний ефект впливу сил, що ущільнюють ґрунт і виникають у результаті руху коліс, буде меншим.

Ґрунтові організми розуцільнюють ґрунт. При використанні технології No-till багато з тих великих пір, які виходять в результаті діяльності дощових черв'яків, комах та зростання кореневих систем, залишаються недоторканими упродовж кількох років після утворення. За рахунок них кореневий шар ґрунту розуцільнюється (табл. 7).

Оптимізується температурний режим ґрунту

При нульовій технології через шар, що мульчує, ґрунт має більш низьку температуру влітку і більш високу температуру взимку. Стерня утримує сніг від видування. Сніг, у свою чергу, забезпечує ефективну термоізоляцію ґрунту та здатний зберігати її температуру на 10-15⁰С вище. За рахунок поживних залишків зменшуються коливання ґрунтової температури протягом доби, це позитивно впливає на поглинання води та поживних речовин рослинами (рис. 1).

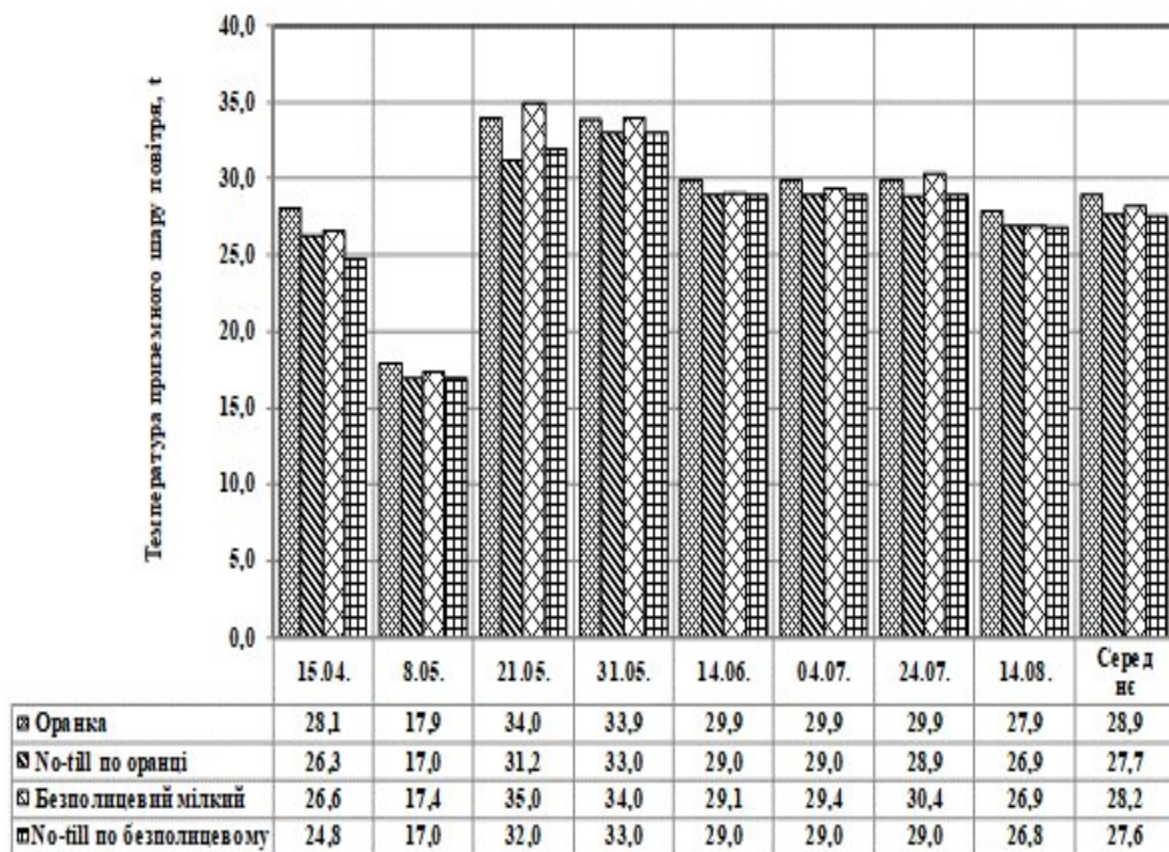


Рисунок 1 – Вплив способу обробітку чорнозему опідзоленого на динаміку температури в приземному шарі повітря в агроценозі 5-типільної сівозміни

У середньому за період з 15.04 по 14.08.2025 р. температура приземного шару повітря за оранки і безполицевого обробітку становила $+28,2\text{--}28,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ проти $+27,6\text{--}27,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, що нижче близько до $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Рис. 1). Температура 0–15 см шару ґрунту. На початок весняно-польових робіт (станом на 15.04) температура ґрунту вищою була за оранки та безполицевого мілкового обробітку ($+19,8\text{--}20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$) проти $+18,0\text{--}18,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ за системи No-till, а на початок отримання сходів і фази кущення (8.05.2024 р.) зернових культур найвищою температура повітря була за оранки $+20,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ проти $+19,0\text{--}19,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ за безполицевого обробітку і системи No-till.

Поліпшується структура ґрунту

Усі методи механічного обробітку ґрунту руйнують його структуру. При переході на нульову технологію відбувається відновлення природної структури ґрунту та збільшується міцність ґрунтових агрегатів. Оранка ґрунту губить місце існування найзначнішого союзника – дощового черв'яка, тоді як нульова технологія збільшує його популяцію. Наявність дощових черв'яків є ознакою того, що біологічна компонента ґрунту зростає та покращилася. Дощові черв'яки у більшій кількості розвиваються у ґрунті, що обробляється за технологією No-till. Польові спостереження показали, що для цього потрібен час, ґрунт повинен відновити свої структурні властивості і покращити водостійкість структурних агрегатів, які він мав у природних умовах.

Таблиця 8 – Вплив різних способів обробітку та утримання чорнозему опідзоленого на водостійкість структури на 5 рік проведення досліджень

Спосіб обробітку	Вміст водостійких агрегатів, %				
	>5 мм	5-3 мм	3-0,5 мм	0,5-0,25 мм	<0,25 мм
1.Оранка >50 років	0,3	1,3	18,0	43,4	37,0
2. Поверхневий 10 років	0,2	1,0	33,3	36,0	29,4
3. No-till після оранки 5 років	0,1	1,4	28,4	36,6	33,5
4. No-till після поверхневого обробітку 5 років	0,2	1,1	36,4	32,7	29,7
5.Переліг >50 років	12,8	22,8	27,1	10,7	26,6

Поліпшуються біологічні властивості та біологічна активність чорнозему

При No-till не руйнується місце існування мікроорганізмів і відзначається підвищення біологічної активності. При використанні цієї технології мікроорганізми не гинуть від нестачі харчування, що відбувається в умовах непокритого ґрунту - вони завжди знаходять органічні речовини в поверхневому шарі ґрунту. Більш сприятливі умови температури та вологості ґрунту при No-till позитивно впливають на ґрунтову мікрофауну. Тому при використанні технології No-till у ґрунті виявляється більше членистоногих, більше мікроорганізмів (різобій, бактерій, актиноміцетів) та грибних мікориз у порівнянні з традиційною обробкою (Кемпер, Дерпш 1981; Кронен, 1984; Восс, Сідірас, 1985).

Концентрація CO₂ у приземному шарі повітря. У квітні емісія CO₂ незалежно від способу обробітку перевищувала 1000 ppm, але за оранки та No-till становила 1190–1199 ppm, тоді як за мілкого безполицевого обробітку концентрація CO₂ у приземному шарі повітря зростала на 54 ppm, а за системи No-till по безполицевому обробітку – на 39 ppm.

При наростанні температури повітря на початку травня (8.05.2024 р.) концентрація CO₂ у приземному шарі повітря за оранки знизилася за 1000 ppm, як і за No-till по оранці, тоді як за безполицевого мілкого обробітку та No-till по безполицевому обробітку концентрація CO₂ знизилася, але залишалася вищою за 1000 ppm. Біологічну активність ґрунту за емісією CO₂ незалежно від способу обробітку ґрунту можна визнати високою (рис. 2).

Встановлено, що концентрація CO₂ у приземному шарі повітря до 1000 ppm для рослин типу С-3 (пшениця озима, ячмінь, пшениця яра, горох, соя) забезпечує вихід на плато за концентрації CO₂, коли фотосинтез гальмується.

На кінець травня, коли починається вегетація культур у сівозміні, концентрація CO₂ у приземному шарі повітря стає меншою за 600 ppm, але за оранки концентрація CO₂ становить 575 ppm, тоді як за безполицевого мілкого обробітку концентрація була меншою на 15 ppm, що також свідчить про більш високу біологічну активність ґрунту в період кушення і виходу в трубку зернових культур. На кінець травня (31.05) закономірність емісії CO₂ збереглася.

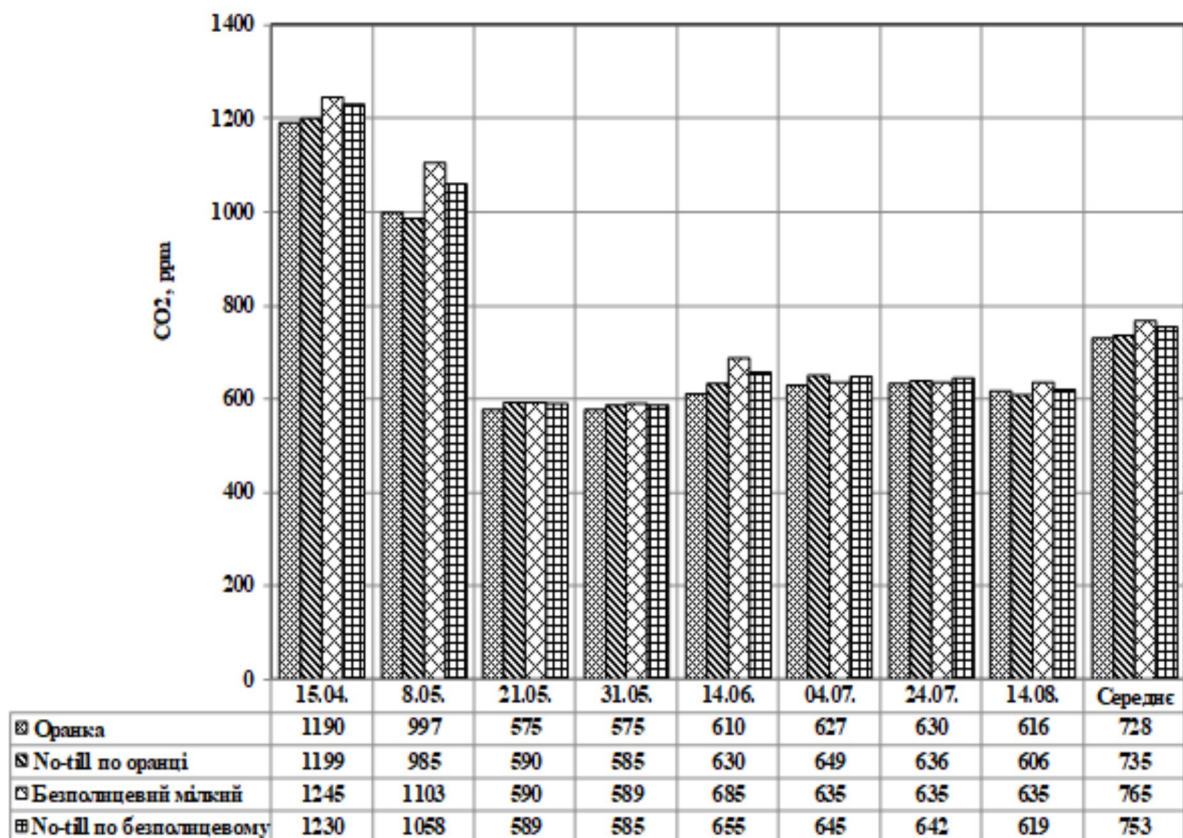


Рисунок 2 – Вплив способу обробітку чорнозему опідзоленого на динаміку концентрації CO₂ в приземному шарі повітря в агроценозі 5-типільної сівозміни

Станом на 14.06.2024 року у фазу колосіння зернових культур та активного наростання сої концентрація CO₂ у приземному шарі повітря зросла вище 600 ppm. За оранки концентрація CO₂ була на рівні 610 ppm, тоді як за безполіцевого мілкого обробітку вона була вищою на 75 ppm, а за системи No-till – на 20–45 ppm. У фазу наливу зерна та цвітіння сої (04.07) концентрація CO₂ у приземному шарі повітря перевищувала 600 ppm незалежно від способу обробітку ґрунту: за оранки – 627 ppm, тоді як за безполіцевого мілкого обробітку і системи No-till перевищення становило 8–22 ppm.

Збільшується вміст органічних речовин у ґрунті

Рослинні залишки накопичуються на поверхні ґрунту. Під впливом бактерій, грибів та інших мікроорганізмів вони, розкладаючись більш прості органічні речовини, входять у комплекс органічних речовин ґрунту. При No-till кількість органічних речовин у верхньому шарі ґрунту досягає найбільших показників. При механічній обробці шари ґрунту перемішуються. При No-till цього немає. Органіка концентрується у верхньому шарі ґрунту. Спочатку знижується рівень розкладання органічних речовин, але за 3-5 років відбувається адаптація мікроорганізмів до нових умов і процес утворення гумусу посилюється (рис. 3).

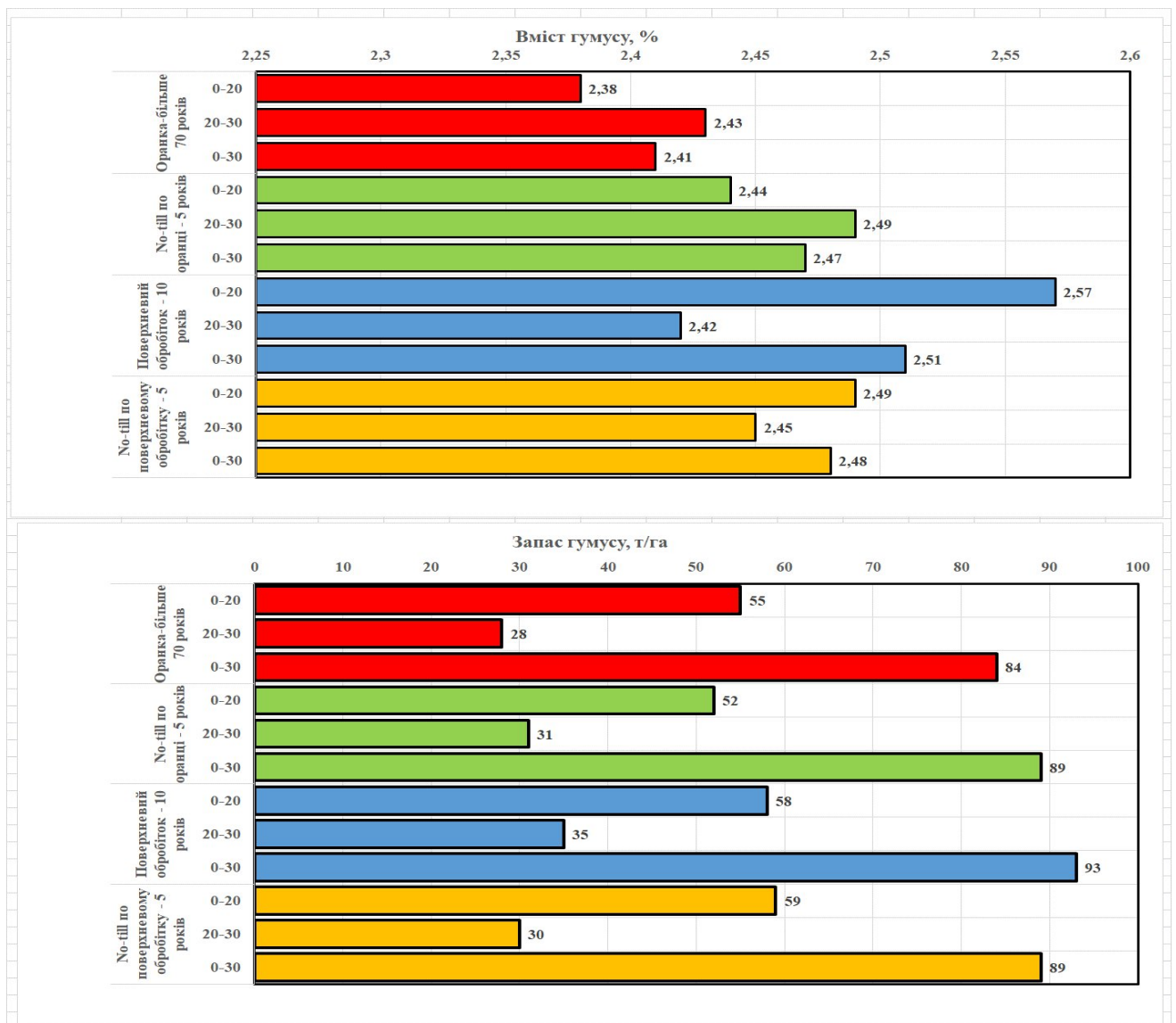


Рисунок 3 – Вплив різних способів обробітку чорнозему опідзоленого вміст та запас гумусу в 2025 році

Зберігається та накопичується ґрунтова волога

Додаткова волога в ґрунті підвищує врожайність, особливо в сезони з кількістю опадів нижче за норму. Але будь-яка механічна обробка ґрунту веде до її висушування. При нульовій технології механічна дія на ґрунт зведена до мінімуму і, як результат, випаровування вологи з ґрунту значно знижується. Вологозберігаючу функцію виконують також стерня і мульча, які залишаються на полі, вони знижують швидкість руху вітру біля поверхні ґрунту і тим самим зменшують висушування, що особливо важливо при посушливому кліматі. Крім того, поживні залишки сприяють кращому проникненню води у ґрунт (табл. 9).

Поліпшує інфільтрацію дощових опадів. Ступінь інфільтрації залежить від обсягу пір ґрунту, а також від видів ґрунтів. Так, наприклад, глинисті ґрунти на відміну від піщаних, пропускають вологу гірше. Якщо пористість верхніх горизонтів ґрунту мала, інфільтрація дощової води буде обмежена, вона піде з поверхневим стоком і буде втрачена для ґрунту та рослин. Пористість поверхневого шару ґрунту може зменшуватися через закупорювання пір частинками, які відокремилися від ґрунтових агрегатів під впливом ударів

дощових крапель, або в результаті утворення непроникної кірки на поверхні ґрунту, або через ущільнення.

Таблиця 9 –
Вплив різних способів обробки ґрунту на запаси продуктивної вологи в товщі 0-100 см при вирощуванні сої на 5 рік проведення досліджень, 2025 рік

Глибина, см	Оранка	No-till по оранці	Поверхневий обробіток	No-till по поверхневому обробітку
Запас вологи станом на 25.04.2025 рік				
0-50	55,0	71,0	65,0	72,0
0-100	108,0	145,0	106,0	146,0
± до оранки 0-100 см	-	+40,0	-2,0	+41,1
НІР _{0,5} 0-100см	25,0			
Запас вологи станом на 19.05.2025 рік				
0-50	98,0	108,0	99,0	107,0
0-100	160,0	203,0	180,0	195,0
± до оранки 0-100 см	-	+43,0	+20,0	+35,0
НІР _{0,5} 0-100см	20,0			
± до запасу вологи станом на 25.04.2025 рік				
0-50	+43,0	+37,0	+34,0	+35,0
0-100	+52,0	+58,0	+74,0	+49,0

За дві декади травня по даним Смілянської метеостанції випало 69 мм опадів

Пористість поверхневого шару ґрунту збережеться, якщо ґрунт не піддавався механічним обробкам і захищений від руйнівного впливу дощових крапель попередньо створеним захисним покривом із пожнивних залишків попередніх культур та покривних (проміжних) культур.

Ґрунтова волога за технології No-Till

У ґрунт можна вносити поживні речовини, контролювати популяції бур'янів, комах чи хвороб, але найважливішою умовою для проростання насіння культури та її подальшого зростання є вологість ґрунту. Успішний обробіток культур у суходолових умовах залежить від накопичення води у ґрунті.

Існує два фактори накопичення вологи:

1. Збір води, просочування та вбирання опадів у ґрунт.
2. Утримання води – збереження води у ґрунті для пізнішого використання культурами.

Вчені усвідомили ці фактори понад 100 років тому, але тільки нещодавно з'явилися технології, які змінили підхід до управління опадами на землях, що не зрошуються. Коли механічна обробка ґрунту була єдиним способом боротьби з

бур'янами та створення насінневого ложа, керувати збиранням опадів та утриманням їх у ґрунті було дуже важко. Інтенсивна обробка ґрунту має багато негативних ефектів для самого ґрунту і взагалі не відповідає таким поняттям, як збільшення рівня органічної речовини у ґрунті та покращення структури ґрунту. Збереження поживних залишків на поверхні ґрунту при No-till дозволяє ефективно акумулювати воду, зберігати її та одночасно захищати ґрунт. Найчастіше, коли технологія No – till правильно застосовується, вона призводить до більш стабільним урожам культур в сухопутних умовах.

Управління випаровуванням

Втрати вологи від випаровування до сівби дуже несприятливі, оскільки вони скорочують кількість води, яка потрібна культурі під час початкового зростання.

Величину випаровування можна змінити такими способами:

1. Контролювати потік надходить енергії дола випаровування, наприклад, змінивши відбивну здатність ґрунту (змінивши колір).

2. Скоротити здатність ґрунту проводити воду, особливо поверхневої зони, наприклад, обробивши ґрунт механічним способом, що зруйнує капіляри.

Поживні залишки створюють бар'єр, що запобігає видаленню водяної пари з ґрунту, та знижують градієнт тиску пари на межі розділу ґрунт – атмосфера. Важливими характеристиками поживних залишків, що впливають на інтенсивність випаровування, є:

- товщина і пористість шару, що мульчує;
- просторова орієнтація залишків (на корені, покладені або спушені);
- однорідність шару;
- здатність, що відображає, яка впливає на баланс сонячної енергії на поверхні;
- аеродинамічна жорсткість по відношенню до повітряних потоків.

Управління проникненням води у глибокі шари ґрунту.

Глибоке просочування виникає в тому випадку, коли кількість води, що вбирається, перевищує вологоутримуючу здатність поверхні ґрунту. Коли вода йде глибше, ніж глибина коріння культури, останні не можуть її дістати. Деякі поживні речовини також переносяться водою на більшу глибину, ніж глибина розповсюдження коренів, що призводить до неефективного використання поживних речовин та, можливо, забруднення ґрунтових вод. Для скорочення втрат води через інфільтрацію потрібно вирощувати такі культури, сезон зростання яких практично збігається з періодом, коли потенціал глибокого просочування води найбільший. Потенціал глибокого просочування можна зменшити, забезпечуючи постійне наявність рослинності ґрунті.

Ґрунтова волога та орієнтація ґрунтових залишків

На випаровування вологи з ґрунту впливають швидкість вітру, температурний режим, кількість рослинних залишків на поверхні ґрунту та висота рослинних залишків на корені. Встановлено, що висота рослинних залишків та швидкість вітру, при якій починається інтенсивне випаровування вологи з ґрунту, знаходиться у зворотно-пропорційній залежності. При збільшенні висоти поживних залишків знижується швидкість вітру коли він

починається інтенсивне випаровування (Смика та інших., 1983). Орієнтація пожнивних залишків також впливала на втрати води через температуру та тиск пари води у ґрунті. Потенціал випаровування знижується зі збільшенням висоти пожнивних залишків. Особливо важлива висота пожнивних залишків при густоті стеблостої менше 215 шт/м² (Нельсен та ін 1997).

Збір та накопичення дощової води

Швидкість інфільтрації води у ґрунт залежить від безлічі факторів: пористості поверхні та гранулометричного складу ґрунту, вмісту води у ґрунті, проникності профілю ґрунту, інтенсивності випадання опадів. Максимальна швидкість інфільтрації зазвичай буває на початку випадання опадів, а потім швидко знижується, оскільки вода заповнює пори на поверхні ґрунту. Сприятливою умовою для більшого накопичення дощової води у ґрунті є час. Інфільтрація проходить інтенсивніше при малій інтенсивності дощу та більшому періоді випадання опадів. Не всіма властивостями ґрунту, що впливають на швидкість інфільтрації води, можна керувати. Для прискорення процесу інфільтрації, необхідно збільшувати кількість макропорів на поверхні ґрунту, а цього можна досягти, покращуючи структуру ґрунту та гранулометричний склад. Ці показники важко регулюються, а їх поліпшення потрібна тривала і цілеспрямована робота. Стабільність структури (зміст водомісних агрегатів) також впливає на швидкість інфільтрації. Ґрунт із нестабільною структурою швидко втрачає здатність вбирати воду, тому що агрегати розпадаються, забиваються пори і загальна пористість поверхневого шару ґрунту зменшується.

Найчастіше після дощу ґрунті з'являється кірка, і тоді швидкість інфільтрації прагне нулю. Для зменшення випаровування у традиційному землеробстві ґрунтову кірку руйнують механічною обробкою (боронування, культивація). Механічне руйнування кірки знижує капілярне випаровування та покращує проникнення води при наступному дощі. У свою чергу обробка, що використовується для руйнування кірки, відкриваючи вологий ґрунт впливу атмосфери, призводить до втрати вологи. Тобто волога повністю випаровується на глибину шару, що обробляється. Виходить замкнене коло.

Утворення кірки можна уникнути, захищаючи поверхню ґрунту пожнивними залишками або покривом з зростаючих культур.

Порівняння No-Till із традиційною та іншими системами обробки ґрунту

Обробіток ґрунту методами традиційного землеробства (оранка) призводить до наступних наслідків.

З ґрунту видаляється рослинний покрив, з полів вивозяться або закладаються вглиб рослинні та пожнивні залишки. Обголений ґрунт нічим не захищений від опадів, спеки чи вітру. Краплі дощу руйнують її структуру, вітер видує розпушений оранкою легкий верхній шар ґрунту, поверхневий стік води змиває родючий шар ґрунту. При сильних опадах і подальшому висиханні утворюється кірка, яка зменшує інфільтрацію дощової води та перешкоджає переміщенню газів у ґрунті.

Температура відкритого ґрунту сильно коливається. Це призводить до швидкого окислення органічних речовин, руйнування ґрунтових агрегатів на дрібніші фракції та зниження життєвої активності фауни та мікрофлори.

Повторювана обробка ґрунту на ту саму глибину призводить до ущільнення ґрунту нижче оброблюваного шару (так звана плужна підшва). За кілька років плужна підшва стає настільки щільною, що обмежує проникнення коренів та води у глибші шари. Це призводить до збільшення поверхневого стоку, обмеження доступності для коренів нижніх шарів та погіршення розвитку кореневої системи в цілому.

Проблеми, що виникають при впровадженні No-Till

Потрібна закупівля нової техніки. Нульова технологія є порівняно новим напрямом і тому необхідно купувати або брати в оренду нові агрегати (це стерньова сівалка, потужний трактор, бункер накопичувач для зерна, продуктивний обприскувач, сучасний зернозбиральний комбайн та ін.).

Виникають проблеми з хворобами та комахами – шкідниками. Збільшення кількості рослинних залишків на поверхні ґрунту іноді сприяє поширенню деяких хвороб та шкідників. Однак, їх природні вороги теж добре розмножуються в поліпшеному середовищі. Не слід практикувати No-till у монокультурі. Сівозміна покращує фітосанітарний режим і знижує кількість шкідників.

Перед використанням No-Till потрібно вирівняти поля. При нульовій технології (як і за іншої системи землеробства) рівномірна глибина загортання насіння має велике значення. Тому якісне вирівнювання полів перед використанням технології є обов'язковою умовою. Після операції вирівнювання необхідно провести обробку глибокорозпушувачем для руйнування плужної «підшви». Ці операції витратні, але є одноразовими та обов'язковими.

Збільшуються витрати на гербіциди. Перехід до нульової технології потребує значних витрат на гербіциди – контролю над бур'янами. Необхідно максимально очистити поле від багаторічних бур'янів. Надалі кількість бур'янів і, отже, витрати на гербіциди значно скорочуються.

Фактори, що ускладнюють No-Till в районах з напівзасушливим кліматом. Система заощаджуючого землеробства успішно застосовується як при посушливому, так і вологому кліматі, проте в районах з напівзасушливим кліматом існують деякі фактори, які можуть ускладнювати застосування даної системи.

Цими факторами є:

- дефіцит води (опадів), що лімітує асортимент оброблюваних сільськогосподарських культур, пригнічує життєдіяльність мікроорганізмів та зменшує кількість поживних залишків та мульчі;
- відчуження поживних залишків як фураж, паливо або будівельний матеріал;
- неконтрольований випас худоби на полях.

Культивація при «ощадливому» землеробстві не виправдана. Деякі компанії, що виробляють сільськогосподарську техніку, випускають культиватори для систем збереження землеробства. Культиваторні лапи

зачіпають коріння багаторічних бур'янів під поверхнею ґрунту, вони тим самим сприяють проростанню нирок, що сплять, в результаті чого бур'яни дають ще більше сходів. Крім того, культиватор створює потужнішу «плужну підосху», ніж плуг. Механічна обробка руйнує захисний шар із рослинних залишків на поверхні ґрунту, після чого ґрунт знову буде схильний до вітрової та водної ерозії. Зрештою, на схилових землях це призводить до утворення глибоких канав, а надалі – до утворення ярів.

Азотне голодування можна запобігти

Через те, що зернові культури мають високе співвідношення вуглецю до азоту, для розкладання соломи потрібне ціле співтовариство організмів, що мешкають у ґрунті, і доступний азот. Наявність на поверхні ґрунту великої кількості органічних речовин викличе активний розвиток мікроорганізмів, які для своєї життєдіяльності використовуватимуть ґрунтовий азот, тим самим переводячи його в недоступні форми. Це може спричинити азотне голодування рослин. Зазвичай, це відбувається у роки переходу на No-till. Надалі, при довготривалому використанні No-till, наявність органіки на поверхні ґрунту сприятиме розвитку вільноживучих азотфіксаторів, які за сприятливих умов здатні накопичувати до 100 кг азоту на гектар.

Теоретичне обґрунтування конструкцій сошників

Для роботи за технологією No-till необхідна наступна техніка: сівалка прямого посіву (стернова сівалка), обприскувач та комбайн із пристосуванням для рівномірного розкидання соломи та рослинних решток. Головною ланкою в технології No-till є сівалка. Сівалка прямого посіву повинна відповідати цілій низці специфічних вимог:

- мінімально впливати на будову ґрунту;
- бути стійкою до пошкоджень про каміння;
- легко прорізати поверхневий шар ґрунту разом із пожнивними залишками;
- забезпечувати необхідний контакт насіння із ґрунтом;
- оптимально вносити добрива.

Рівень втрати вологи в залежності від форми канавки.

Добрива у технології No-Till у початковий період

У системах, заснованих на традиційному обробітку ґрунту, мінералізація є переважним процесом. Відразу після оранки ґрунту починається посилене розкладання органічної речовини. Якщо не поповнювати органічну речовину, ґрунт швидко втрачає свою родючість. Мінералізація ж у ґрунтах у No-till йде повільно.

Зазвичай спочатку при No-till збільшується вміст загального азоту в органічній речовині, а кількість азоту, доступного зростання рослин, знижується. Тобто, вміст органічної речовини у ґрунті збільшується та підвищується її потенційна родючість, одночасно відбувається і зниження кількості поживних речовин, доступних культурі. Тому оброблювані культури повинні обов'язково отримувати необхідну кількість добрив на початку вегетації.

Застосування азотних добрив

Оскільки мінеральний азот дуже мобільний у ґрунті, азотні добрива можуть бути внесені різними способами до різних фаз вегетації культури. Добрива вносять на поверхню ґрунту без закладення або в борозни з насінням під час посіву. Різні моделі сівалок дають можливість вибирати спосіб внесення добрив. Але необхідно враховувати, що до того, як добриво почне засвоюватися культурами, частина внесеного на поверхню азоту піде на розкладання поживних залишків. Внесення всієї дози азоту під поживні залишки (наприклад, внесення спеціальними сівалками під час сівби) унеможлиблює використання додаткових доз азоту, застосування яких рекомендовано в перші два-три роки переходу на технологію No-till.

Застосування фосфорних добрив

Фосфор, що сприяє оптимальному формуванню та зростанню кореневої системи, необхідний у початковий період розвитку культури. Тобто фосфор у ґрунт необхідно вносити при сівбі. Правильне розміщення фосфору має значення для досягнення оптимальної чуйності культури. Внесення фосфору з схемами за допомогою сівалки прямої сівби – найбільш ефективний метод для цього елемента живлення.

Рідкі добрива використовують як стартові. Рідкі – більш економні та прості у внесенні. По-перше, вартість діючої речовини менша, а по-друге, у такому вигляді добрива легше «вбирає» ґрунт, і вони більш доступні для рослин. Вносять добрива під посівне ложе, а не розкидають по всій площі поля. Під культуру використовується 58 % площі, а міжряддя становлять 42 %, отже, економія добрив майже 30 % проти традиційним розкиданням по полю. При внесенні добрив під культуру, бур'яни в міжряддях не отримують харчування, отже, менш конкурентоздатні.

Боротьба з бур'янами за системи No-Till у початковий період

Різниця між традиційною технологією та No-till найпомітніше проявляється у способах та ефективності боротьби з бур'янами. Прихильники оранки намагаються довести, що відвальна обробка є єдиним та надійним способом боротьби з бур'янами, але існує достатньо досліджень, які свідчать про протилежне. Оранка не сприяє помітному зниженню засміченості, оскільки оброблюваний шар ґрунту на староорних землях давно вже і рівномірно насичений насінням і вегетативними органами бур'янів. При відвальній обробці закладаються в нижні горизонти свіжозрілі насіння бур'янів, що перебувають у стані спокою, і переміщуються вгору насіння бур'янів, які мають високу здатність до проростання.

При No-till насіння залишаються в поверхневому шарі, створюються сприятливі умови для їх масового проростання, і вони легко знищуються в передпосівний або післязбиральний період гербіцидами (М. Н. Доманов, 1999). Як правило, при No-till використовуються гербіциди суцільної дії до посіву, до сходів або після збирання культур. Гербіциди вибіркової дії застосовуються як страхові. А також, можна успішно вносити ґрунтові гербіциди за допомогою посівних агрегатів під час сівби, обробляючи лише вузькі смужки за сошником. Таким чином, ґрунтові гербіциди за технології No-till можна вносити точково,

що вигідно як в економічному, так і в екологічному плані. При технології No-till краще використовується фітоценотичний метод боротьби з бур'янами, а саме: вибір часу сівби, локальне застосування добрив та ін.

Чинники, які збільшують здатність культур успішно боротися з бур'янами

Дуже важливий чинник для традиційної системи землеробства – рання сівба, щоб культурні рослини випередили бур'яни у розвитку та встигли «схопити» ґрунтову вологу. No-till – гнучкіша технологія, оскільки проблема вологи тут не страшна. Внаслідок цього з'являється можливість працювати дешевшими гербіцидами суцільної дії в передпосівний період, коли більшість бур'янів проросла.

За традиційної технології переважна більшість бур'янів сходять вже в посівах культур і доводиться застосовувати дорогі виборчі гербіциди.

Локальне розміщення добрив під насінням або збоку від нього погіршує доступ бур'янів до добрив. Посівний агрегат при No-till трохи пошкоджує або взагалі не пошкоджує ґрунтову поверхню, тому насіння падалиці та бур'янів залишаються на поверхні ґрунту. Багато насіння, що знаходяться на поверхні гинуть, їх з'їдають тварини і птиці або вони не можуть прорости через несприятливі умови. Коли змінюється система обробітку ґрунту, змінюється і населення бур'янів. Як правило, зберігаються бур'яни стійкі до гербіцидів суцільної дії. Правильне чергування культур ефективно здійснює придушення таких бур'янів.

Найбільшим ворогом бур'янів є культура, яка може придушувати його. Будь-який агроприйом, спрямований на поліпшення розвитку культурної рослини, є прийомом боротьби з бур'янами. Оптимально обрана дата сівби, правильно підібрана норма висіву, доза добрива, відповідна ширина міжряддя тощо. Значно збільшують перевагу культури над бур'янами і, таким чином, знижують необхідність застосування гербіцидів.

Культурні рослини різною мірою пригнічують бур'яни. Найбільш конкурентними культурами є озиме жито, озима пшениця, ячмінь, яра пшениця.

Можливість застосування No-Till у зональних умовах. Технологія No-till є дуже динамічною системою. Це означає, що у кожній області, районі існує безліч мінливих чинників, які дозволяють діяти за шаблоном. Для забезпечення найкращого результату необхідно застосовувати індивідуальний підхід до кожного поля.

Захист сільськогосподарських культур від хвороб та шкідників складається з наступних заходів:

- сівозміна;
- використання адаптованих, стійких до хвороб та шкідників гібридів та сортів;
- вибір оптимального терміну сівби;
- боротьба з комахами та шкідниками;
- використання фунгіцидів та інсектицидів, коли це необхідно;
- збереження та збільшення родючості ґрунтів.

Найпоширенішими при збереженні землеробства є хвороби, збудники яких добре зберігаються на поверхні ґрунту і виживають у пожнивних залишках. При традиційній обробці пожнивні залишки закладаються в ґрунт, спалюються або вивозяться з поля, що сприяє знищенню чи видаленню хвороботворних організмів. Але навіть за такого підходу культури чергують, не висівають повторно наступного року.

Насамперед необхідно розробити правильну сівозміну. Щорічне чергування зернових і широколистих культур руйнує цикл життєдіяльності комах та захворювань, яким схильні культури, які постійно вирощуються на тому самому полі. З подібним чергуванням стерня зернових культур забезпечить захист ґрунту на два роки. Стерня попереднього року продовжить захищати ґрунт при вирощуванні широколистих культур, що дають меншу кількість пожнивних залишків.

При розробці сівозміни необхідно враховувати такі фактори:

- водоспоживання;
- снігоутримуюча здатність;
- хвороботворні організми;
- життєвий цикл комах;
- фітотоксичність;
- контроль над популяцією бур'янів;
- можливість застосування різних гербіцидів;
- потенційний прибуток;
- необхідне обладнання;
- оптимальна ширина рядів;
- терміни посівних та збиральних робіт (робоче навантаження);
- стримуючі та заохочувальні фактори державної програми;
- конкурентність у ринкових умовах;
- дані про опади минулих років та прогноз.

Доцільно в сівозміні чергувати культури, що належать до різних груп відносно температурного режиму. З цього чинника культурні рослини класифікуються на дві групи, показані у таблиці 10.

Таблиця 10. Класифікація культур відносно температурного режиму

Групи культур	Культури теплого періоду	Культури холодного періоду
Злакові	Кукурудза	Пшениця озима
Сорго	Пшениця яра	
Просо	Ячмінь	
	Овес	
Широколисті	Соя	Льон
Соняшник	Ріпак	
Люпин	Горох	
	Картопля	
	Люцерна	

Основні тенденції динаміки розвитку бур'янової компоненти в агрофітоценозах досліджуваної сівозміни за 2021–2025 рр. Початковий період застосування системи No-till

Упродовж періоду досліджень проводилися спостереження за зміною ботанічного складу бур'янів в агроценозі. П'ятирічні спостереження за сукцесійними процесами синантропної рослинності в агробіоценозі п'ятипільної зернової сівозміни виявили певні циклічні, а не лінійні тенденції її розвитку. Зазвичай циклічність сукцесійних процесів спостерігається за умов періодичного повторення руйнівних впливів на екосистеми фітоценотичного рівня, таких як пірогенні (пожежі) чи гідрогенні (затоплення) [1]. В агроценозах як дотаційних екосистемах [2] чинниками нестабільності, що перешкоджають відновленню рослинності до стану кліматичного клімаксу, є технологічні операції, серед яких найбільш впливовими є обробіток ґрунту та внесення гербіцидів.

Протягом вегетаційних періодів залежно від системи обробітку ґрунту та засобів контролю бур'янів фіксувалися весняна та літньо-осіння синузії, які включали до 3–4 хвиль бур'янів, з урахуванням післяжнивного періоду. Основним видом із найбільшим проективним покриттям у посівах усіх культур та за різних способів обробітку ґрунту виявилася лобода біла (*Chenopodium album*), меншою мірою – щириця загнута (*Amaranthus retroflexus*). Загалом бур'янова компонента була представлена переважно однорічними видами; частка багаторічників за видовим складом і проективним покриттям була значно меншою.

У 2021 р. кількість бур'янів під культурами сівозміни була мінімальною порівняно з наступними роками за умов застосування системи перехідного мінімального обробітку. У подальші роки, за використання системи No-till, різноманітність синантропних видів суттєво зросла, особливо в посівах бобових культур (горох і соя). Кількість видів зросла з 3–6 до 10–18 (з урахуванням післяжнивного періоду), збільшилося і проективне покриття бур'янів у посівах. Для ярої та особливо озимої пшениці проблемним видом став стоколос покрівельний (*Bromus tectorum*), який проростав після сівби культури в осінньо-весняний період за низьких температур, коли внесення гербіцидів було малоефективним. Найменший рівень забур'яненості спостерігався за умов оранки, найбільший – за системи нульового обробітку, особливо на ділянках багаторічного контролю без внесення добрив у посівах сої.

Також зафіксовано збільшення частки коренепаросткових бур'янів, таких як осот жовтий (*Sonchus arvensis*) та осот рожевий (*Cirsium arvense*). У 2025 р. відзначено появу проростків ваточника сирійського (*Asclepias syriaca*) у посівах сої. Час від часу фіксувалася поява проростків фанерофітів: клена американського (*Acer negundo*), шовковиці (*Morus nigra*), терну (*Prunus spinosa*). Основні способи занесення цих видів – антропохорія, анемохорія та орнітохорія.

У 2023 р. після теплої зими на посівах сої відмічено суцільний покрив моху *Ceratodon purpureus*, який у фітоценотичній літературі описується як рудеральний, а не сегетальний вид, тобто може вважатися діагностичним видом

згаданого вище класу рослинності. Після передпосівного внесення гліфосатів цей мох більше не фіксувався у значних кількостях.

Значення рослинних залишків при No-Till

Рослинні залишки, як мульча

Постійне покриття ґрунту товстим шаром рослинних решток є основною вимогою при використанні технології No – till. Присутність рослинних залишків на поверхні ґрунту захищає її від ерозії та зводить до мінімуму випаровування вологи. У регіонах із невеликою кількістю опадів це допомагає зберегти вологу та підвищити ефективність її використання. Надалі зміна співвідношення між накопиченням та стоком води може значною мірою вплинути на загальний водний баланс, який відіграє важливу роль у раціональних виробничих системах.

Джерелами органічної маси, що формує шар, що мульчує, можуть бути:

- рослинні залишки основних культур сівозміни, як на корені, так і у вигляді розкиданої маси;
- вегетативна маса сидеральних культур;
- зовнішні джерела біомаси, наприклад, чагарники – продукти агролісівництва тощо.

З трьох джерел величезне завдання лежить на проміжних культурах, які стримують зростання бур'янів і при скошуванні на зелену масу збагачують ґрунт органікою. Тому проміжні культури мають відповідати таким вимогам:

- швидке зростання та розвиток;
- глибока коренева система;
- невелика потреба у волозі та елементах живлення;
- формування великої кількості біомаси та низький ступінь розпаду.

Мульча та волога

Мульча на поверхні ґрунту утримує нерухоме повітря, яке обмежує швидкість обміну парів води між ґрунтом та повітрям. Вологість ґрунту під шаром, що мульчує, залишається набагато вище, ніж повітря над ним, винятком є випадок з дощем. Тому під мульчуючим шаром на поверхні ґрунту створюється локалізована зона з підвищеною вологістю.

Позитивний ефект при застосуванні мульчі:

- захищає ґрунт від вітрової та водної ерозії, вбираючи в себе енергію ударів дощових крапель, піщаних частинок, що переміщуються вітром, зменшуючи руйнування ґрунтових агрегатів;
- створює перепони, запруды для водного потоку, рослинні залишки уповільнюють швидкість стоку води, знижують втрати ґрунту від водної ерозії;
- скорочує втрати вологи при випаровуванні;
- знижує температурні коливання на поверхні ґрунту;
- сприяє накопиченню снігу та затриманню його взимку, що призводить до накопичення вологи та підтримання оптимальної температури;
- покращує фізичні властивості ґрунту (структуру, водопроникність, пористість, вологоємність та ін.);
- відновлює природний кругообіг поживних речовин у ґрунті;
- постійне збагачення ґрунту органічними залишками сприяє збільшенню вмісту у ґрунті органічного вуглецю;

- сприяє нагромадженню азоту шляхом біологічної фіксації за рахунок мікроорганізмів;
- збільшує видове розмаїття ґрунтової біоти (макро- та мікрофлори, фауни);
- коріння оброблюваних культур забезпечують сприятливі умови у розвиток ґрунтових організмів, формують агрономічноцінну структуру ґрунту;
- пожнивні залишки пригнічують та уповільнюють зростання бур'янів;
- сівозміни із застосуванням різних видів сільськогосподарських культур забезпечують оптимальний баланс елементів живлення ґрунту та сприяють зменшенню проблем із бур'янами, комахами та хворобами.

Робота з рослинними рештками під час збирання врожаю

Управління рослинними рештками під час збирання врожаю має велике значення у технології No-till. При погано організованому прибиранні хаотичний рух машин по полю може ущільнити ґрунт, а відсутність подрібнювачів рослинних залишків призведе до концентрації їх у валках, роблячи подальші польові роботи трудомісткими або взагалі неможливими. Рівномірний розподіл рослинних залишків за комбайном або використання очисної жниварки є першорядним завданням, без якого ефективна технологія No-till неможлива.

Нерівномірний розподіл рослинних залишків за комбайном може спричинити такі проблеми:

1. Потрібно проведення додаткових операцій для розподілу рослинних решток по полю. При цьому досягти рівномірності практично неможливо.
2. Валки та копиці є причиною «забивання» робочих органів сівалки.
3. Поганий контакт насіння з ґрунтом. Якщо сівалка не може прорізати собі хід через велике скупчення рослинних залишків, то залишки можуть бути загорнуті в ґрунт разом із насінням. У цьому випадку контакт насіння з ґрунтом поганий, і насіння проросте нерівномірно. Дисковий сошник може просто переїхати через це надмірне накопичення залишків і не закласти насіння в ґрунт.
4. Коли надто багато залишків знаходиться над сходами культури, то вони можуть бути механічно пошкоджені, і це вплине на врожайність.
5. У місцях, де відсутні рослинні залишки на поверхні, можуть інтенсивно розвиватися бур'яни.

УРОЖАЙНІСТЬ КУЛЬТУР ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБІТКУ ТА УДОБРЕННЯ В 5-ПІЛЬНІЙ СІВОЗМІНІ ЗА 2021–2025 рр.

Пшениця озима. Середня урожайність пшениці озимої на контролі без добрив за 2022–2025 рр. за оранки становила 5,61 т/га, тоді як за No-till вона була нижчою на 0,25–0,30 т/га. За поверхневого обробітку урожайність зерна була на рівні оранки. За медіаною урожайність перевищувала середню урожайність незалежно від способу обробітку, що свідчить про зростання урожайності впродовж 5 років досліджень (табл.10)

Коефіцієнт осциляції за оранки та поверхневого обробітку становив $K_{oc}=0,32-0,34$ проти $K_{oc}=0,35-0,49$ за No-till. Нормований розмах урожайності за оранки становив $\Delta_n=0,41$, тоді як за поверхневого обробітку $\Delta_n=0,49$, а за No-till $\Delta_n=0,48-0,59$. Коефіцієнт варіації урожайності зерна за оранки становив

$K_{\text{вар}}=8,7\%$, за поверхневого обробітку – $K_{\text{вар}}=12,3\%$, а за No-till – $K_{\text{вар}}=11,9\text{--}15,8\%$.

Таблиця 10 – Вплив різних способів обробітку та удобрення на динаміку урожайності пшениці озимої в 5-типільній сівозміні за 2021-2025 рр.

Удобреньня	Урожайність, т/га						Надбавка, т/га	
	2021	2022	2023	2024	2025	2021-2025	NPK	обробітку
Оранка								
Без добрив	5,43	4,93	5,84	5,61	6,24	5,78	-	-
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	6,61	5,63	6,81	7,60	7,08	6,78	+1,00	-
N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	6,65	6,72	7,64	7,84	7,30	7,23	+1,45	-
No-till після оранки 5 років								
Без добрив	5,37	4,37	5,72	5,13	6,00	5,13	-	-0,65
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	6,15	4,75	6,16	6,86	6,35	5,98	+0,85	-0,8
N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	6,25	5,10	6,37	6,91	6,45	6,21	+1,00	-1,02
Поверхневий обробіток 10 років								
Без добрив	5,37	4,60	5,86	5,65	6,48	5,65	-	-0,13
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	6,17	5,54	6,57	7,45	7,12	6,66	+1,01	-0,11
N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	6,59	6,85	6,96	7,75	7,36	7,10	+1,45	-0,13
No-till по поверхневому обробітку 5 років								
Без добрив	5,35	3,61	5,79	5,31	6,20	5,24	-	-0,54
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	6,11	4,36	6,19	6,85	6,30	5,92	+0,68	-0,86
N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	6,25	4,73	6,52	6,96	6,48	6,17	+0,93	-1,06
НІР _{0,5} (загальне)	0,23	1,40	0,16	0,09	0,74	0,29	-	-
НІР _{0,5} (фактор А)	0,18	0,81	0,11	0,15	1,05	-	-	0,16
НІР _{0,5} (фактор В)	0,16	0,71	0,09	0,13	0,91	-	0,15	

За внесення одинарної дози добрив урожайність зерна за оранки становила 6,75 т/га, поверхневого обробітку – 6,58 т/га, а за No-till – 5,97–6,05 т/га. Надбавка відносно контролю без внесення добрив становила +1,14 т/га, +0,99 т/га та +0,69–0,72 т/га відповідно. Коефіцієнт осциляції за оранки і поверхневого обробітку становив $K_{\text{ос}}=0,29$, а за No-till – $K_{\text{ос}}=0,35\text{--}0,42$. Нормований розмах за оранки становив $\Delta_{\text{н}}=0,17$, поверхневого обробітку – $\Delta_{\text{н}}=0,98$, а за No-till – $\Delta_{\text{н}}=0,20\text{--}0,23$, що вплинуло на коефіцієнт варіації, який за оранки становив $K_{\text{вар}}=10,8\%$, поверхневого обробітку – $K_{\text{вар}}=11,6$, а за No-till – $K_{\text{вар}}=12,9\text{--}15,8\%$. За внесення подвійної дози добрив середня урожайність за 5 років за оранки та

поверхневого обробітку становила 7,10–7,23 т/га, а за No-till урожайність була суттєво нижчою і становила 6,19–6,23 т/га.

Надбавка урожайності зерна відносно контролю за оранки за подвійної дози добрив становила 1,62 т/га, за поверхневого обробітку +1,51 т/га, а за No-till +0,69–0,74 т/га, що менше в 1,72–1,86 рази та є достовірно меншою надбавкою урожайності від внесеної подвійної дози добрив. Коефіцієнт осциляції за оранки становив за оранки становив $K_{oc}=0,17$, поверхневого обробітку – $K_{oc}=0,07$, за No-till – $K_{oc}=0,28–0,36$. Нормований розмах урожайності за оранки становив $\Delta_n=0,92$, поверхневого обробітку – $\Delta_n=0,51$, а за No-till – $\Delta_n=0,20–0,27$.

За подвійної дози добрив коефіцієнт варіації за оранки та поверхневого обробітку становив $K_{var}=6,4–7,0$ %, тоді як за No-till $K_{var}=10,5–13,8$ %. За сумісного впливу на урожайність обробітку і добрив поверхневий обробіток забезпечував продуктивність на рівні оранки, як на контролі, так і за одинарної дози добрив, а за No-till урожайність зерна пшениці була суттєво нижчою порівняно з оранкою і поверхневим обробітком.

Урожайність гороху

Середня урожайність гороху за 2021–2025 рр. за оранки (без внесення добрив) становила 2,66 т/га, за поверхневого обробітку – 2,61 т/га, а за No-till – 2,43–2,44 т/га. Урожайність гороху за медіаною незалежно від способу обробітку ґрунту була меншою за середнє значення і тяжіла до $L_{0,25}$, що свідчить про спадний тренд урожайності від 2021 по 2025 рік.

Коефіцієнт осциляції за оранки становив $K_{oc}=0,37$, поверхневого обробітку – $K_{oc}=0,31$, за No-till – $K_{oc}=0,42–0,43$. Нормований розмах за оранки і поверхневого обробітку $\Delta_n=0,49–0,56$ та $\Delta_n=0,24–0,29$ – за No-till. Коефіцієнт варіації урожайності гороху за оранки і No-till становив $K_{var}=16,4–17,8$ %, а за поверхневого обробітку – $K_{var}=13,4$ %.

Внесення одинарної дози добрив забезпечило зростання урожайності гороху: за оранки +0,55 т/га, поверхневого обробітку +0,52 т/га, за No-till +0,66–0,68 т/га. Урожайність гороху за медіаною незалежно від обробітку була меншою за середнє значення і тяжіла більшою мірою до $L_{0,25}$, що є ознакою спадності трендів урожайності від 2021 року по 2025 рік (табл. 11).

Коефіцієнт осциляції за оранки становив $K_{oc}=0,35$, поверхневого обробітку – $K_{oc}=0,21$, а за No-till – $K_{oc}=0,44–0,49$ за зростання амплітудного розмаху урожайності відносно оранки. Нормований розмах урожайності гороху за оранки становив $\Delta_n=1,01$ т/га, тоді як за поверхневого обробітку зменшувався в 1,48 рази, а за No-till був на рівні оранки. Коефіцієнт варіації урожайності гороху за оранки і поверхневого обробітку становив 14,3–17,8 %, тоді як за No-till він зростав у 1,28–1,31 рази.

За внесення одинарної дози добрив надбавка зерна гороху за оранки становила +0,55 т/га, поверхневого обробітку +0,52 т/га, а за No-till – 0,52–0,66 т/га. Надбавка зерна гороху від сумісного впливу добрив і обробітку за поверхневого обробітку була в межах статистичних значень з оранкою, як на контролі без добрив (-0,07 т/га), так і за одинарної дози (-0,10 т/га) та подвійної дози добрив (-0,23 т/га). За No-till по оранці на контролі без добрив та за одинарної дози добрив урожайність гороху була на рівні оранки і поверхневого

обробітку, а за подвійної дози добрив урожайність була достовірно нижчою (-0,30–0,41 т/га) з $НІР_{0,5}=0,29$ т/га.

Таблиця 11 – Вплив різних способів обробітку та удобрення на динаміку урожайності гороху в 5-типільній сівоzmіні за 2021–2025 рр.

Варіанти	Урожайність, т/га						Надбавка, т/га	
	2021	2022	2023	2024	2025	2021–2025	НРК	обро- бітку
Оранка на 22–25 см								
Без добрив	2,98	3,32	2,45	2,33	2,31	2,61	-	-
$N_{30}P_{50}K_{50}$	3,85	3,82	2,85	2,81	2,72	3,02	0,41	-
$N_{45}P_{75}K_{75}$	4,03	4,17	3,14	3,19	3,14	3,40	0,79	-
No-till по оранці 5 років								
Без добрив	2,45	3,18	2,31	2,1	2,16	2,44	-	-0,17
$N_{30}P_{50}K_{50}$	3,75	3,47	2,65	2,55	2,36	2,75	0,31	-0,27
$N_{45}P_{75}K_{75}$	3,81	3,78	2,71	2,75	2,54	3,12	0,68	-0,28
Поверхневий обробіток 10 років								
Без добрив	2,88	3,08	2,45	2,39	2,25	2,56	-	-0,05
$N_{30}P_{50}K_{50}$	3,68	3,49	2,81	2,87	2,69	2,97	0,41	-0,17
$N_{45}P_{75}K_{75}$	3,85	3,65	2,95	2,99	3,09	3,31	0,75	-0,09
No-till по поверхневому обробітку 5 років								
Без добрив	2,39	3,15	2,35	2,15	2,10	2,44	-	-0,17
$N_{30}P_{50}K_{50}$	3,55	3,58	2,72	2,43	2,29	2,74	0,30	-0,28
$N_{45}P_{75}K_{75}$	3,81	3,95	2,92	2,61	2,63	3,18	0,74	-0,22
$НІР_{0,5}$ (загальне)	0,76	1,09	0,16	0,09	0,74	0,81	-	-
$НІР_{0,5}$ (фактор А)	0,25	0,63	0,09	0,05	0,42	-	-	0,29
$НІР_{0,5}$ (фактор В)	0,31	0,54	0,08	0,05	0,37		0,33	

Примітка. Фактор А – обробіток; фактор В – удобрення.

За внесення подвійної дози добрив урожайність за оранки становила 3,54 т/га, тоді як за поверхневого обробітку і No-till урожайність гороху була достовірно нижчою. Незалежно від способу обробітку урожайність за медіаною була меншою і тяжіла до урожайності за $L_{0,25}$, що свідчить про спадність тренду урожайності за 2021–2025 роки. Амплітудний розмах урожайності гороху за оранки становив $\Delta_a=1,23$ т/га, поверхневого обробітку – $\Delta_a=0,90$ т/га, за No-till – $\Delta_a=1,27$ т/га (по оранці) та $\Delta_a=2,23$ т/га (по поверхневому обробітку), що відповідало коефіцієнту осциляції $K_{oc}=0,35$, $K_{oc}=0,27$, $K_{oc}=0,41$ та $K_{oc}=0,45$ відповідно. Коефіцієнт варіації урожайності гороху за оранки і поверхневого

обробітку становив 12,5–14,6 %, тоді як за No-till – 19,9 %. Внесення подвійної дози добрив (відносно одинарної дози) сприяло зниженню коефіцієнта варіації урожайності гороху за оранки на 3,2 %, поверхневого обробітку – на 1,8 %, а за No-till коефіцієнт варіації залишався на рівні варіації урожайності одинарної дози добрив.

Урожайність ячменю ярого

Урожайність ячменю ярого в середньому за 2021–2025 рр. на контролі без добрив становила 3,75 т/га, тоді як за поверхневого обробітку була на 0,17 т/га меншою, а за No-till – на 0,29–0,40 т/га меншою. Величина урожайності ячменю за медіаною була меншою за середнє значення урожайності, що свідчить про спадний тренд незалежно від способу обробітку ґрунту. Амплітудний розмах урожайності ячменю ярого незалежно від способу обробітку був $\Delta_a=0,74-0,90$ т/га, а коефіцієнт осциляції становив: $K_{oc}=0,24$ (оранка), $K_{oc}=0,23$ (поверхневий обробіток), $K_{oc}=0,18-0,22$ (No-till). Нормований розмах незалежно від способу обробітку був у межах $\Delta_n=0,25-0,33$, що забезпечило коефіцієнт варіації урожайності ячменю $K_{вар}=7,05-9,4$ %.

За внесення одинарної дози добрив урожайність за оранки була на рівні 4,11 т/га, тоді як за поверхневого обробітку становила 4 т/га (-0,11 т/га), що є на рівні урожайності за оранки. За No-till урожайність ячменю була меншою відносно оранки на 0,38–0,56 т/га. Надбавка зерна ячменю відносно контролю без добрив за оранки і поверхневого обробітку становила +0,36 т/га та +0,42 т/га, тоді як за No-till надбавка становила +0,20–0,27 т/га. Амплітудний розмах урожайності за 5 років за оранки та поверхневого обробітку становив $\Delta_a=1,15-1,20$ т/га, а коефіцієнт осциляції становив $K_{oc}=0,27-0,31$ незалежно від обробітку, що забезпечувало $K_{вар}=10,7-11,9$ %.

Середня урожайність ячменю ярого за подвійної дози добрив за оранки становила 4,23 т/га, тоді як за поверхневого обробітку – 0,15 т/га, а за No-till – 0,37–0,41 т/га. Надбавка зерна ячменю від внесеної подвійної дози добрив за оранки та поверхневого обробітку становила +0,48–0,50 т/га, тоді як за No-till – +0,39–0,41 т/га (табл. 12).

Таблиця 12 – Вплив різних способів обробітку та удобрення на динаміку урожайності ячменю ярого в 5-типільній сівозміні за 2021-2025 рр.

Варіанти	Урожайність, т/га						Надбавка, т/га	
	2021	2022	2023	2024	2025	2021-2025	NPK	обро бітку
Оранка на 22-25 см								
Без добрив	3,91	3,61	4,11	3,20	3,94	3,75	-	-
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	4,30	4,11	4,53	3,38	4,25	4,11	+0,36	-
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,42	4,32	4,58	3,52	4,32	4,23	+0,48	-
No-till по оранці 5 років								
Без добрив	3,71	3,31	3,43	3,10	3,61	3,46	-	-0,29
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	4,25	3,62	3,68	3,21	3,88	3,73	+0,27	-0,38
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,38	3,84	3,87	3,25	3,90	3,85	+0,39	-0,38

Поверхневий обробіток 10 років								
Без добрив	3,76	3,51	3,58	3,11	3,92	3,58	-	-0,17
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	4,22	4,00	4,46	3,26	4,10	4,00	+0,42	-0,11
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,38	4,06	4,63	3,34	4,00	4,08	+0,50	-0,15
No-till по поверхневому обробітку 5 років								
Без добрив	3,75	3,28	3,59	3,01	3,54	3,35	-	-0,4
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	4,25	3,68	3,63	3,12	3,75	3,55	+0,20	-0,56
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,38	3,72	4,13	3,33	3,86	3,76	+0,41	-0,47
НІР _{0,5} (загальне)	0,55	0,36	0,47	0,12	0,37	0,71	-	-
НІР _{0,5} (фактор А)	0,23	0,21	0,27	0,06	0,21	-	-	0,21
НІР _{0,5} (фактор В)	0,19	0,18	0,23	0,05	0,18	-	0,18	

Примітка. Фактор А – обробіток; фактор В – удобрення.

Урожайність за медіаною незалежно від способу обробітку ґрунту була вищою за середнє значення урожайності. Амплітудний розмах за оранки становив $\Delta_a=1,06$ ($K_{oc}=0,25$), поверхневого обробітку – $\Delta_a=1,29$ ($K_{oc}=0,32$), за No-till – $\Delta_a=1,13$ ($K_{oc}=0,29$) по оранці та $\Delta_a=1,02$ ($K_{oc}=0,27$) по поверхневому обробітку, що забезпечило коефіцієнт варіації $K_{var}=9,7-11,7$ % незалежно від способу обробітку.

Урожайність пшениці ярої

Середня урожайність пшениці ярої за 2021–2025 роки за оранки становила 4,02 т/га, тоді як за поверхневого обробітку урожайність була меншою на 0,09 т/га, а за No-till – на 0,42–0,52 т/га, що є достовірно меншим. За поверхневого обробітку урожайність була достовірно однакова з оранкою.

Урожайність пшениці ярої за медіаною незалежно від способу обробітку була меншою за середнє значення та тяжіла до урожайності за $L_{0,25}$, що свідчить про спадність трендів урожайності за 2021–2025 роки (табл. 13).

Амплітудний розмах за оранки становив $\Delta_a=1,25$ т/га, поверхневого обробітку – $\Delta_a=1,14$ т/га, а за No-till – $\Delta_a=0,91-0,96$ т/га, що відповідає $K_{oc}=0,31$ (оранка), $K_{oc}=0,26$ (поверхневий обробіток), $K_{oc}=0,26-0,27$ (No-till). Нормований розмах за оранки становив $\Delta_n=0,59$ т/га, тоді як за поверхневого обробітку і No-till він був меншим у 1,55–1,97 рази, що вплинуло на коефіцієнт варіації, який незалежно від обробітку становив $K_{var}=10,0-12,7$ %.

За внесення одинарної дози добрив урожайність пшениці ярої за оранки становила 4,47 т/га, тоді як за поверхневого обробітку урожайність зерна була нижчою на 0,14 т/га, що є недостовірним зниженням урожайності. За No-till урожайність зерна була достовірно меншою на 0,62–0,85 т/га. Надбавка зерна відносно контролю без добрив за оранки становила +0,45 т/га, поверхневого обробітку +0,40 т/га, а за No-till +0,30–0,35 т/га. Незалежно від способу обробітку

надбавка зерна від внесених добрив була достовірною, а найвищого рівня досягала за оранки і поверхневого обробітку.

Таблиця 13 – Вплив різних способів обробітку та удобрення на динаміку урожайності пшениці ярої в 5-типільній сівозміні за 2021-2025 рр.

Варіанти	Урожайність, т/га						Надбавка, т/га	
	2021	2022	2023	2024	2025	2021-2025	NPK	обро- бітку
Оранка на 22-25 см								
Без добрив	4,44	4,08	3,85	3,23	4,48	4,02	-	-
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅)	5,26	4,55	4,02	3,59	4,91	4,47	+0,45	-
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,19	5,04	4,18	4,01	5,02	4,69	+0,67	-
No-till по оранці 5 років								
Без добрив	3,74	3,44	3,45	3,16	4,12	3,60	-	-0,42
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅)	4,61	3,56	3,48	3,27	4,26	3,85	+0,25	-0,62
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,76	3,88	3,84	3,45	4,51	3,95	+0,35	-0,74
Поверхневий обробіток 10 років								
Без добрив	3,89	4,02	3,71	3,21	4,35	3,93	-	-0,09
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅)	4,57	4,38	3,9	3,45	4,76	4,33	+0,40	-0,14
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,69	4,89	4,00	3,81	4,93	4,40	+0,97	-0,29
No-till по поверхневому обробітку 5 років								
Без добрив	3,79	3,42	3,41	3,12	4,03	3,50	-	-0,52
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅)	4,49	3,59	3,42	3,3	4,17	3,62	+0,12	-0,85
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,51	3,71	3,54	3,53	4,42	3,80	+0,30	-0,89
НІР _{0,5} (загальне)	0,33	0,36	0,47	0,12	0,37	0,36	-	-
НІР _{0,5} (фактор А)	0,18	0,21	0,27	0,06	0,21	-	-	0,21
НІР _{0,5} (фактор В)	0,16	0,18	0,23	0,05	0,18	-	0,17	

Примітка. Фактор А – обробіток; фактор В – удобрення.

Величина урожайності за медіаною була меншою за середнє значення і тяжіла до урожайності за L_{0,25}, що свідчить про спадний тренд зміни урожайності за 2021–2025 роки.

Амплітудний розмах урожайності за оранки становив $\Delta_a=1,66$ т/га, тоді як за поверхневого обробітку був меншим у 1,26 раза, а за No-till – у 1,23–1,46 раза, що відповідало коефіцієнту осциляції: 0,35 (оранка), 0,30 (поверхневий обробіток), 0,35–0,41 (No-till). Нормований розмах за оранки становив $\Delta_n=0,85$ т/га, тоді як за поверхневого обробітку він був меншим у 1,37 раза, а за No-till – у 1,13–1,77 раза, що вплинуло на коефіцієнт варіації, який за оранки становив 14,9 %, поверхневого обробітку був меншим на 2,4 %, за No-till по поверхневому обробітку коефіцієнт варіації був меншим відносно оранки на 1,7 %, а за No-till по оранці був на рівні оранки.

За подвійної дози добрив середня урожайність пшениці ярої за оранки становила 4,69 т/га, тоді як за поверхневого обробітку була меншою на 0,29 т/га, що є достовірно меншим відносно оранки. За No-till урожайність зерна пшениці була меншою на 0,74–0,87 т/га, що також є достовірно нижчою урожайністю.

Надбавка зерна пшениці від внесених добрив за оранки становила +0,67 т/га, поверхневого обробітку +0,97 т/га (>у 1,5 раза), за No-till надбавка зерна була меншою в 1,9–2,2 раза відносно надбавки за оранки. За одинарної дози добрив надбавка за оранки становила +0,45 т/га, поверхневого обробітку +0,40 т/га, а за No-till була меншою в 1,5–1,8 раза.

Амплітудний розмах урожайності зерна пшениці становив від 0,67 т/га (No-till по оранці) до 0,81 т/га та 0,88 т/га (поверхневий обробіток та No-till по поверхневому обробітку), що забезпечило коефіцієнт варіації у інтервалі значень 11,3–12,3 %, що є середньою варіацією.

Урожайність сої

За 2021–2025 рр. середня урожайність сої за оранки становила 1,95 т/га, тоді як за поверхневого обробітку була меншою на 0,13 т/га, а за No-till урожайність була меншою на 0,26–0,28 т/га. За поверхневого обробітку урожайність сої була на рівні оранки, а за No-till суттєво меншою. Коефіцієнт осциляції зростав від оранки ($K_{oc}=0,56$) до No-till по поверхневому обробітку ($K_{oc}=0,96$), що впливало на коефіцієнт варіації урожайності сої, який за оранки і поверхневого обробітку становив $K_{вар}=23,1–23,8$ %, тоді як за No-till він зростав до $K_{вар}=27,8–28,2$ %.

За внесення одинарної дози добрив середня урожайність сої за оранки становила 2,38 т/га. За поверхневого обробітку урожайність була нижчою на 0,03 т/га, що є на рівні оранки, а за No-till урожайність була меншою на достовірному рівні (-0,30–0,36 т/га). Зростання урожайності від одинарної дози добрив було достовірним незалежно від способу обробітку, але за оранки і поверхневого обробітку надбавка становила +0,43 т/га та 0,59 т/га, тоді як за No-till надбавка була меншою в 1,10–1,22 раза (табл. 14).

Таблиця 14 – Вплив різних способів обробітку та удобрення на динаміку урожайності сої в 5-типільній сівоzmіні за 2021-2025 рр.

Варіанти	Урожайність, т/га						Надбавка, т/га	
	2021	2022	2023	2024	2025	2021-2025	NPK	обро- бітку
Оранка на 22-25 см								
Без добрив	2,17	2,27	2,25	1,87	1,17	1,95	-	-
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅)	2,68	2,71	2,73	2,35	1,41	2,38	+0,43	-
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,05	3,15	3,17	2,50	1,51	2,68	+0,73	-
No-till по оранці 5 років								
Без добрив	2,02	2,18	1,78	1,34	1,05	1,67	-	-0,28
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅)	2,47	2,58	2,17	1,68	1,22	2,02	+0,35	-0,36
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,81	2,92	2,39	1,75	1,29	2,24	+0,57	-0,44

Поверхневий обробіток 10 років								
Без добрив	2,04	2,29	2,26	1,89	1,19	1,82	-	-0,13
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅)	2,53	2,76	2,80	2,40	1,44	2,41	+0,59	-0,03
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,86	3,22	3,21	2,54	1,55	2,68	+0,86	0,00
No-till по поверхневому обробітку 5 років								
Без добрив	2,05	2,17	1,81	1,36	1,06	1,69	-	-0,26
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	2,55	2,60	2,26	1,72	1,25	2,08	+0,39	-0,30
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,86	2,94	2,48	1,78	1,34	2,28	+0,59	-0,40
НІР _{0,5} (загальне)	0,49	0,53	0,13	0,11	0,09	0,44		-
НІР _{0,5} (фактор А)	0,86	0,91	0,08	0,06	0,05		-	0,16
НІР _{0,5} (фактор В)	0,83	0,93	0,07	0,05	0,04		0,56	

Примітка. Фактор А – обробіток; фактор В – удобрення.

Коефіцієнт осциляції урожайності сої за оранки та поверхневого обробітку становив $K_{oc}=0,53-0,57$, а за No-till він зростав у 1,22–1,26 рази, що вплинуло на коефіцієнт варіації, який за оранки і поверхневого обробітку становив 23,3–23,7 %, а за No-till зростав на 4,1–4,3 %.

Внесення подвійної дози добрив забезпечувало середню урожайність зерна сої за оранки на рівні 2,68 т/га, як і за поверхневого обробітку. За No-till урожайність зменшувалася на 0,40–0,44 т/га, що було достовірно меншим відносно як за оранки, так і поверхневого обробітку. Зростання урожайності зерна сої від внесення подвійної дози добрив за оранки і поверхневого обробітку становило +0,73–0,86 т/га, тоді як за No-till надбавка від внесених добрив була меншою в 1,35–1,39 рази. Коефіцієнт осциляції урожайності за оранки і поверхневого обробітку становив $K_{oc}=0,62$, а за No-till він зростав у 1,2 рази, що вплинуло на коефіцієнт варіації урожайності, який зростав від оранки (26,4 %) до No-till (28,0–28,1 %), а за поверхневого обробітку коефіцієнт варіації мав найнижче значення (25,8 %). Незалежно від способу обробітку, як на контролі без добрив, так і на удобрених фонах варіація урожайності сої була великою.

Економічна ефективність різних способів обробітку в 5-пільній сівоzmіні

За оранки на контролі без добрив у середньому за 2021–2025 рр. продуктивність становила 3,58 т/га зерна усіх культур у сівоzmіні, що відповідало виходу 5,04 т/га з. о. За поверхневого обробітку продуктивність за збором зерна і виходом зернових одиниць була меншою на 0,11 т/га та 0,16 т/га, а за No-till – на -0,37 т/га та -0,53 т/га (по оранці) і -0,26 т/га та -0,40 т/га (по поверхневому обробітку). Коефіцієнт варіації продуктивності сівоzmіни за оранки становив 42,4 %, поверхневого обробітку – 43,3 %, а за No-till – 40,5–42,9 %. Незалежно від способу обробітку на контролі без добрив виробничі витрати становили 11,1–12,3 тис./га за $K_v=6,39-9,59$ % (рис. 4-5).

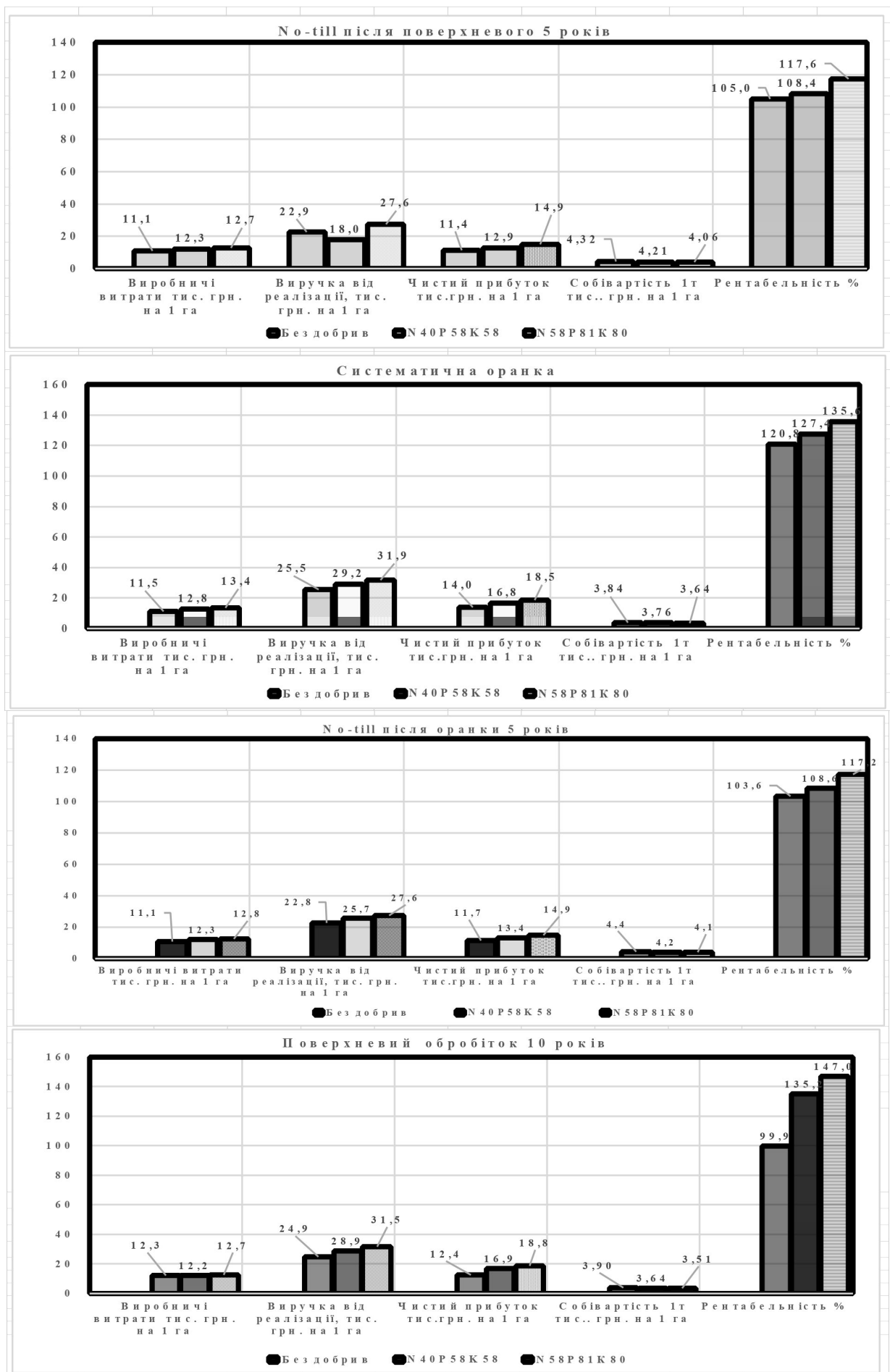


Рисунок 5 – Вплив різних способів обробітку на агроекономічну ефективність 5-типільної сівозміни за 2021-2025 рр.

Середня виручка від реалізації продукції за оранки становила 25,47 тис. грн. на 1 га, тоді як за поверхневого обробітку вона знижувалася на 0,92 тис. грн. на 1 га, а за No-till – на 2,58–2,68 тис. грн. на 1 га. Коефіцієнт варіації незалежно від обробітку становив 27,0–29,4 %.

Чистий прибуток за оранки (без внесення добрив) становив 14,01 тис. грн. на 1 га, тоді як за поверхневого обробітку чистий прибуток становив 14,89 тис. грн./га, а за No-till був меншим на 2,31–2,62 тис. грн./га. Амплітудний розмах за оранки і поверхневого обробітку становив $\Delta_a=15,6-15,7$ тис. грн./га, тоді як за No-till $\Delta_a=14,8$ тис. грн./га (по оранці) та $\Delta_a=16,9$ тис. грн./га (по поверхневому обробітку), що вплинуло на коефіцієнт варіації, який за оранки і поверхневого обробітку становив 39,6–44,9 %, а за No-till – 51,2–58,9 %.

Середня собівартість 1 т продукції за оранки і поверхневого обробітку становила 3,76–3,84 тис. грн./т, тоді як за No-till собівартість зростала на 0,39–0,45 тис. грн./т. Амплітудний розмах собівартості за оранки і поверхневого обробітку становив $\Delta_a=4,93-5,25$ тис. грн./т, тоді як за No-till собівартість продукції зростала в 1,27 раза. Коефіцієнт варіації собівартості за оранки, поверхневого обробітку та No-till по поверхневому обробітку становив $K_v=58,2-60,3$ %, тоді як за No-till по оранці він знижувався на 5,9 %. Незалежно від способу обробітку варіація собівартості була на дуже високому рівні ($K_v>50$ %).

Середня рентабельність виробництва продукції за оранки становила 120,8 %, поверхневого обробітку рентабельність була меншою на 20,9 %, а за No-till меншою на 16,2 %. Коефіцієнт варіації рентабельності за оранки становив 35,5 %, тоді як за поверхневого обробітку був у 2,1 раза вищим, а за No-till вищим у 1,33 раза відносно оранки.

За внесення одинарної дози добрив продуктивність сівозміни зросла за оранки до 4,11 т/га (6,09 т/га з. о.), поверхневого обробітку – до 4,01 т/га (5,95 т/га з. о.), за No-till – до 3,59 т/га (5,32 т/га з. о.) та 3,57 т/га (4,96 т/га з. о.) відповідно по оранці та поверхневому обробітку. Амплітудний розмах за оранки становив $\Delta_a=4,62$ т/га, поверхневого обробітку – $\Delta_a=4,51$ т/га, а за No-till – $\Delta_a=4,11-4,20$ т/га, що забезпечило коефіцієнт варіації на рівні 42,4–43,6 %.

Незалежно від способу обробітку виробничі витрати становили 12,17–12,79 тис. грн./га. За оранки виробничі витрати відносно поверхневого обробітку зростали на 0,53 тис. грн./га, а за No-till – на 0,58 тис. грн./га. Коефіцієнт варіації виробничих витрат незалежно від способу обробітку був меншим за 10 %, але за поверхневого обробітку та за No-till по поверхневому обробітку коефіцієнт варіації становив 5,26–5,28 %, тоді як за оранки він зростав у 1,29 раза, а за No-till по оранці – у 1,49 раза.

Виручка від реалізації за оранки становила 29,18 тис. грн./га, поверхневого обробітку – 28,92 тис. грн./га, а за No-till – 25,69–28,17 тис. грн./га. Коефіцієнт варіації виручки від реалізації за оранки, поверхневого обробітку та за No-till по оранці становив $K_v=29,7-31,7$ %, а за No-till по поверхневому обробітку – $K_v>50$ %. Чистий прибуток за оранки та поверхневого обробітку становив 16,80–16,87 тис. грн./га, тоді як за No-till він був меншим у 1,27 раза. Амплітудний розмах чистого прибутку за оранки і No-till по поверхневому

обробітку становив $\Delta_a=20,2-20,5$ тис. грн./га, а за No-till по оранці $\Delta_a=18,1$ тис. грн./га. Собівартість 1 т продукції за оранки становила 3,76 тис. грн., поверхневого обробітку – на 0,12 тис. грн./т менше, а за No-till собівартість зростала на 0,39–0,41 тис. грн./т. амплітудний розмах за оранки становив $\Delta_a=3,90$ тис. грн./т, а за поверхневого обробітку та No-till зростав у 1,16 та 1,49–1,55 рази. Коефіцієнт варіації собівартості незалежно від способу обробітку перевищував 50 %, що є високим рівнем варіації.

Рентабельність виробництва продукції за оранки та поверхневого обробітку становила 127 % та 1,35,2 % відповідно, а за No-till рентабельність була нижчою в 1,17–1,24 рази. Коефіцієнт варіації рентабельності за оранки та поверхневого обробітку становив 39,7–39,8 %, тоді як за No-till варіація рентабельності становила 48,2–49,0 %.

Внесення подвійної дози добрив забезпечувало зростання урожайності: до 4,42 т/га (6,58 т/га з. о.) – за оранки, до 4,33 т/га (6,49 т/га з. о.) – за поверхневого обробітку, до 3,81–3,82 т/га (5,67–5,72 т/га з. о.) – за No-till. Амплітудний розмах продуктивності за оранки становив $\Delta_a=4,94$ т/га, поверхневого обробітку – $\Delta_a=4,83$ т/га, а за No-till – $\Delta_a=4,25-4,32$ т/га, за коефіцієнта варіації – 40,8–41,91 %.

Виробничі витрати за оранки становили 13,42 тис. грн./га, тоді як за поверхневого обробітку виробничі витрати зменшувалися на 0,66–0,72 тис. грн./га. Коефіцієнт варіації виробничих витрат незалежно від способу обробітку був меншим 10 % та становив $K_v=6,67-7,94$ %. Виручка від реалізації за оранки становила 31,89 тис. грн./га, тоді як за поверхневого обробітку виручка була меншою на 0,37 тис. грн. /га або на 13,3 % меншою відносно оранки. Коефіцієнт варіації виручки від реалізації за оранки та поверхневого обробітку становив 30,8–31,9 %, тоді як за No-till він був меншим у 1,1–1,2 рази.

Чистий прибуток за середнім значенням за оранки та поверхневого обробітку становив 18,46–18,80 тис. грн./га, а за No-till зменшувався в 1,23–1,26 рази. Амплітудний розмах чистого прибутку за оранки та поверхневого обробітку становив $\Delta_a=23,8-24,3$ тис. грн./га, а за No-till $\Delta_a=20,4-22,2$ тис. грн./га, що забезпечило коефіцієнт варіації 49,6–49,8 % та 52,3–53,1 % відповідно.

Собівартість 1 т продукції за оранки становила 3,64 тис. грн./т, тоді як за поверхневого обробітку знижувалася на 0,13 тис. грн./т, а за No-till собівартість продукції зростала в середньому в 1,14–1,15 рази або на 13–14 %. Коефіцієнт варіації собівартості незалежно від способу обробітку перевищував 50 %, що є дуже високим рівнем. Середня рентабельність виробництва за оранки становила 135,6 %, тоді як за поверхневого обробітку вона зростала на 11,4 %, а за No-till знижувалася на 18,0–18,4 % відносно оранки та на 29,4–29,8 % відносно поверхневого обробітку

Використання агрохімії при нульовій обробці ґрунту

Важливим моментом у технології No-till є боротьба з бур'янами, хворобами та шкідниками. При традиційному вирощуванні культур для знищення бур'янів використовують різні агротехнічні способи: оранку, лущення, боронування та інші. При переході на нульову технологію засмічення полів кореневищними та

коренеплодовими бур'янами посилюється, а видовий склад змінюється в бік багаторічних злакових та дводольних рослин.

Особливого захисту потребують пізні ярі культури, посів яких виконується через 30-40 днів з початку вегетаційного періоду. За цей час відновлюються і ростуть озимі та зимуючі багаторічні та однорічні бур'яни. Щоб не відбулося засмічення полів, за 7-12 днів до посіву виконується обробка гербіцидами. Марка препарату, кількість і спосіб застосування залежать від виду бур'янів, що переважають, засміченості ділянки, погодних умов та інших факторів.

Крім цього, впровадження технології No-till збільшує пестицидне навантаження на культури, оскільки пожнивні залишки – це сприятливе середовище для розмноження і розвитку збудників хвороб і шкідників. Тому для захисту рослин проводять не менше двох фунгіцидних і інсектицидних обприскувань посівів.

Не менш широко для живлення рослин використовуються мінеральні добрива. Шар органіки на поверхні землі змінює динаміку азоту в ґрунті і зменшує його накопичення у зв'язку з тим, що ґрунтові мікроорганізми затримують його мінералізацію (перехід у доступну форму).

Основні помилки впровадження No-Till

Система мінімальної обробки ґрунту – це комплекс заходів, від успішного виконання яких залежить досягнення хорошого результату. До типових помилок, які допускають агрономи та керівники при переході до технології No-till, відносяться:

- • Неправильний вибір заболочених ділянок без проведення дренажних робіт. Посів у заболочений ґрунт призведе до зниження врожаю і збитків.
- • Підготовка посівної площі без вирівнювання поверхні. На нерівних поверхнях землі неможливо домогтися дружних сходів.
- • Неякісне подрібнення рослинних залишків. Занадто дрібне подрібнення призводить до замикання залишків в насіннєве ложе і попадання в нього вологи, викликає гниття кореневої системи проростків.
- • Нерівномірний розподіл залишків по полю. Для рівномірного розподілу залишків слід домагатися розподілу пожнивних залишків на всю ширину жатки.
- • Посів насіння в занадто вологий ґрунт. Потрапляння в провокаційну вологу призводить до азотного голодування молодих рослин.
- • Обробка полів гліфосатом після посіву, а не до нього. При обробці полів пестицидом слід враховувати негативний вплив токсинів, які виділяються бур'янами, на молоді проростки культурних рослин.
- • Висока швидкість руху сівалки під час сівби і пересування будь-якої техніки по полю без особливої необхідності. Багаторазові проходи трактора або сівалки призводять до ущільнення поверхневого шару ґрунту і порушення його структури під великою вагою.

Особливості інтегрованого захисту в системах No-till технологій

Особливості хімічного контролю однорічних бур'янів*. У системі землеробства No-till, так як і в інших, гербіциди є основним, але не єдиним заходом впливу на бур'яни. Проте стратегія застосування гербіцидів за системи землеробства No-till дещо інша, ніж за традиційної системи землеробства. Відмінність, у першу чергу, полягає в іншому наборі гербіцидів для контролювання рівня присутності бур'янів в періоди, коли культури відсутні на полі. При запровадженні ефективної системи контролю забур'яненості посівів основу бур'янових угруповань, як при традиційній, так і при системі землеробства No-till, складають однорічні бур'яни. Відсутність механічного обробітку ґрунту призводить до зміни не лише кількості, а й видового складу бур'янового угруповання. Встановлено, що бур'яни, які мають велике насіння, менш пристосовані до існування в агрофітоценозах за відсутності механічного обробітку ґрунту, а дрібнонасінні, навпаки, більш пристосовані. Таким чином, у першу чергу варто звертати увагу на дрібнонасінні бур'яни, для контролю яких необхідно використати як ґрунтові, так і післясходові гербіциди. У посівах ранніх ярих та озимих колосових культур у системах хімічного захисту використовуються лише післясходові гербіциди. Для кожного поля сівозміни необхідно розробити свою програму застосування гербіцидів, яка б не мала негативного впливу на наступну культуру. Застосування ґрунтових гербіцидів за часом варто перенести на післяпосівний період. Зумовлено це тим, що наявні рослинні рештки перехоплюють внесені гербіциди, що знижує загальну ефективність ґрунтових гербіцидів. Застосування гербіцидів з цієї групи в післяпосівний період, але до появи сходів культури буде більш ефективним з двох причин: 1. Сівалка проводить певне розпушення ґрунту і загортання рослинних решток, що збільшує ступінь відкритості ґрунту – це позитивно впливає на рівень ефективності ґрунтового гербіциду особливо в зоні рядка культури; 2. Пізніше внесення ґрунтового гербіциду подовжує термін його дії – за цей час культура встигає досягнути значного розвитку і набути більшої стійкості і конкурентоздатності до бур'янів. Програми застосування гербіцидів можуть мати різну стратегію.

В одних передбачається максимальне знищення бур'янів з ранньої весни за рахунок внесення гербіцидів в два строки: ранньою весною – 50% норми і перед сівбою – 2/3 рекомендованої норми. Дана система буде доцільною в умовах посушливої весни з швидким наростанням температури, коли волога виступає основним обмежуючим фактором. Якщо волога весною буде в надлишковій кількості і 108 затримувати сівбу культури, то варто дати можливість розвиватися першим весняним сходам бур'янів і знищувати їх лише перед сівбою культури. У такому випадку ці бур'яни за час свого розвитку підсушують верхній посівний шар ґрунту.

Особливості хімічного контролю багаторічних бур'янів. Контроль багаторічних бур'янів у силу їх біологічних особливостей передбачає інший підхід, ніж контроль однорічних. Ключ у контролі багаторічних бур'янів полягає у розумінні закономірностей руху вуглеводів у рослині – запасних поживних речовин, які визначають здатність даної групи рослин перезимовувати і проростати. Щоб досягнути успіху в контролі за багаторічними бур'янами потрібна довгострокова програма, в якій поєднані кілька методів їх контролю. Науково обгрунтоване чергування культур в сівозміні є впливовим фактором на формування бур'янового компоненту агрофітоценозу. В такий спосіб можливий контроль репродуктивної здатності певних видів бур'янів у посівах конкретної культури протягом одного року. Якщо б термін зберігання життєздатності у насіння цих видів був 1 рік, то в принципі можливо остаточно вирішити питання забур'яненості культур даним видом.

Наукові дані свідчать, що кількість життєздатного насіння в природних умовах у ґрунті щороку знижується. Дослідження сівозмінного фактору за системи землеробства No-till показали, що при відсутності механічного обробітку ґрунту для ефективного пригнічення бур'янів доцільно розробляти схему чергування культур у сівозміні таким чином, щоб дві культури холодного періоду (ранні ярі та озимі) чергувалися з двома культурами теплого періоду (пізні ярі). Це дозволяє у 8 разів знизити загальний рівень забур'яненості культур. Разом з тим, необхідно добре розуміти, що в перші роки переходу до системи землеробства No-till, кількість сходів бур'янів буде більшою, ніж за традиційної системи землеробства. Причина цього у наявності великої кількості насіння бур'янів на поверхні поля. Проте, якщо нові порції насіння бур'янів не будуть потрапляти на поверхню ґрунту, то за системи землеробства No-till з часом кількість сходів бур'янів буде зменшуватися набагато швидше, ніж за традиційної системи землеробства. Рослинні решки, які залишаються на поверхні ґрунту змінюють стан та властивості верхнього шару ґрунту (температура, вологість, освітленість), що в свою чергу впливає на інтенсивність проростання, ріст і розвиток сходів бур'янів. Крім цього, на проростання бур'янів свій вплив справляють продукти розкладу рослинних решток. Одночасно самі решки слугують фізичною перепорою для проростків бур'янів: кожні 1000 кг/га рослинних решток соломи озимої пшениці, які залишали на полі зменшують кількість сходів бур'янів на 14 %. Навіть найбільш ефективна хімічна система контролю бур'янів ніколи не має 100% ефективності. Для бур'янів характерна висока насіннева продуктивність, тому навіть незначна кількість рослин бур'янів, що залишились здатні сформувати велику чисельність життєздатного насіння і поновити їх ґрунтовий насінневий банк.

Щоб уникнути такого явища, в інтегрованій системі захисту гербіцидну складову слід обов'язково поєднувати або доповнювати іншими агротехнічними заходами. Серед них повинні бути такі заходи, які сприяють підвищенню конкурентної здатності сільськогосподарських культур щодо бур'янів. Одним із

найбільш ефективних заходів, завдяки якому посилюється конкуренція культурних рослин відносно бур'янів, є формування відповідної їх густоти стояння. Цього можна досягнути простим збільшенням норми висіву або поєднанням підвищеної норми висіву із зміною способу сівби. Проте, не слід зловживати збільшенням норми висіву і орієнтуватися на максимально допустиму для даної культури та враховувати ґрунтово кліматичні умови конкретного господарства. Проблема мишовидних гризунів. У традиційних системах землеробства, де застосовується механічний обробіток ґрунту, проблема мишоподібних гризунів не є такою актуальною, як за системи землеробства No-till, оскільки в останній складаються більш сприятливі умови для їхнього існування. При цьому, в даній системі землеробства практично відсутні ті дієві запобіжні заходи, які застосовуються в традиційній технології – зяблева оранка, вивезення соломи з поля, тощо. Для визначення потреби в проведенні захисту посівів від мишоподібних гризунів слід правильно та систематично обстежувати поля та обліковувати шкідників.

ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В 5-ПІЛЬНІЙ ЗЕРНОВІЙ СІВОЗМІНІ ЗА NO-TILL

Технологія вирощування пшениці озимої по No-till

Технологія прямого посіву (No-till) є досить новою, але вже відомою в Україні. Порівняно з традиційною технологією обробітку ґрунту (оранка), технологія прямого посіву має як певні переваги, так й недоліки.

Швидкість проведення посівної кампанії, значна економія людських ресурсів та палива, накопичення вологи та поступове підвищення родючості ґрунтів – це тільки декілька основних переваг технології No-till. Недоліками рахуються висока вартість сівалок прямого посіву, необхідність мати в парку машин потужного трактора та високоякісного оприскувача, підвищення затрат на хімічні засоби для боротьби з бур'янами, високі вимоги до рівня знань агронома та менеджера підприємства тощо.

Ще одним з недоліків No-till, який також часто згадують, є падіння врожайності зернових культур при переході з традиційної на мінімальну або нульову технологію обробітку ґрунту.

Попередники. Структура посіву в господарстві щорічно змінюється в певних межах. Сімдесят відсотків посівів озимої пшениці розміщуються по кращих попередниках - озимий ріпак, горох, соя, а 30% - повторно по озимій пшениці. Остання чотири роки незалежно від попередника вся озима пшениця вирощується за технологією No-till.

Управління пожнивними рештками. Солома таких попередників озимої пшениці як соя, озимий ріпак і горох під час збирання подрібнюється і рівномірно розподіляється по полю. Солома озимої пшениці збирається і вивозиться з поля для використання в господарстві.

Підготовка поля до сівби. Суть заходів з підготовки поля до сівби полягає в якісному контролі рівня забур'яненості та відповідній роботі з рослинними рештками. За тиждень до сівби озимої пшениці вся площа поля обробляється загально винищувальним гербіцидом з діючою речовиною

гліфосат з нормою витрати препарату 2-3 л/га. При наявності багаторічних дводольних бур'янів у бакову суміш додається естерон у нормі 0,4 л/га. Загально винищувальний гербіцид не використовується в тих випадках, коли попередник звільняє пізно поле і на його посівах перед збиранням була проведена десикація. Таким попередником у господарстві часто є соя. При використанні повторних посівів озимої пшениці поле звільняється від соломи, яка збирається і вивозиться з поля для потреб господарства. Внесення додатково азотних добрив в якості азоткомпенсації не використовується.

Сортовий склад. У фермерському господарстві використовуються лише інтенсивні сорти з потенційним рівнем урожайності більше 100 ц/га. Це сорти німецької (Актор, Комплімент, Торілд) або чеської селекції (Аланка, Бордотка) з більш тривалим, ніж у вітчизняним сортів періодом вегетації. Через кожні 3-4 роки в господарстві проводиться сортозміна. Насіння еліти названих сортів закуповується в українських виробників. Кожен рік в господарстві проводиться випробування 1-3 нових сортів для відбору кращих на майбутнє.

Строки сівби. Оптимальним строком сівби для господарства є період з 20 вересня до 1 жовтня. За умов дотримання таких строків рослини озимої пшениці в зиму входять в фазу початку кущення.

Норма висіву. Сорти, які висіваються в господарстві мають здатність добре кущитися. За компенсаційним характером це сорти колосового типу, у яких маса зерна в колосі може сягати 2 г. Отже, навіть за технологією No-Till в господарстві практикуються занижені, порівняно з рекомендованими норми висіву. У 2008 році норма висіву складала 2-2,5 млн. шт. схожих зерен на гектар, а в попередні роки – 3,5 млн. шт./га.

Живлення. У період від закінчення збирання попередника і до сівби добрива не вносяться. При сівбі обов'язково використовується складна тукоsumіш з розрахунку 10-12 кг/га діючої речовини азоту, 40-60 фосфору і 70-90 калію. Запорукою отримання високого врожаю за такою технологією є внесення добрив у весняний період. По мерзлоталому ґрунту вносяться азотні добрива у нормі 80-90 кг/га д. р. Друге підживлення азотними добривами проводиться в фазу початку виходу в трубку з нормою 80-90 кг/га д. р., а третє – по колосу 40-50 кг/га д. р.

Щоб не провокувати посилене кущення рослин озимої пшениці, було зменшена норма внесення азотних добрив по мерзлоталому ґрунту до 25-30 кг/га. При другому підживленні, як і раніше, вноситься аміачна селітра в нормі 80-90 кг/га д. р. Третє підживлення азотом проводиться не по колосу, а по прапорцевому листку в нормі 50-70 кг/га д. р. В даній технології застосовуються також мікроелементи, які вносять одночасно з гербіцидами у фазу виходу в трубку (кристалон, 3 кг/га).

Регулювання росту рослин. Для зменшення довжини першого міжвузля посіви обробляються хлормекватхлоридом з нормою 1-1,2 л/га разом з гербіцидами, коли перше міжвузля знаходиться не вище 2 см. над поверхнею ґрунту. Для зменшення довжини другого міжвузля посіви обробляють через 10-12 днів терпалом (1,5 кг/га) або хлормекватхлоридом з нормою 1-1,2 л/га.

Захист рослин від біологічних факторів ризику

Контроль забур'яненості. Стабільної єдиної системи контролю бур'янів в посівах озимої пшениці в господарстві не дотримуються. Вона визначається конкретною фітосанітарною ситуацією на полі. При масовій появі сходів бур'янів після сівби контроль рівня забур'яненості починається в осінній період з використанням гербіциду Гроділ Макс в рекомендованій нормі. При необхідності у весняний період у відповідності до рекомендацій вносяться гербіциди (Прима, Лінтур, Калібр). Найкращий ефект забезпечує використання бакової суміші Гранстар + Діален. В цьому випадку три діючі речовини забезпечують необхідний видовий спектр фітотоксичної дії. Перед збиранням, якщо є бур'яни у верхньому ярусі, за два тижні вноситься Раундап у нормі 1 л/га.

Захист від шкідників і хвороб. Осінній комплекс захисту від хвороб і шкідників краще всього вирішується шляхом протруювання насіння сумішшю фунгіцидів з інсектицидом (Байтан + Вітавакс + Престиж). В господарстві норми протруйників, у разі їх використання у суміші, зменшують Байтана на 30%, Вітавакса на 50%. Норма Престижу складає 1 л/т. Захисний ефект інсектициду проявляється ще весною, що дозволяє не лише захистити рослини від сисних комах, а й одночасно уникнути поширення ними вірусних хвороб. Крім цього, використання інсектициду при протруюванні, дозволяє відстрочити застосування інсектицидів у весняний період. У весняний період у фазу початку виходу в трубку вноситься Нурел Д проти сисних шкідників і обов'язково по колосу (в фазу цвітіння) Нурел Д або Фастак. Така система забезпечує захист від сисних комах та хлібних жуків.

Технічне забезпечення. Сівба озимої пшениці проводиться сівалкою прямої сівби Great Plains шириною захвату 6 метрів, яка оснащена фігурними култерами та дисковими сошниками і має бункер для мінеральних добрив.

Для догляду за посівами використовується причіпний обприскувач ОП - 2000 і розкидач мінеральних добрив фірми РАУ.

Збирання врожаю проводиться комбайном фірми Claas, який дозволяє подрібнити соломі та рівномірно розподілити її по поверхні поля. Збирання проводиться за вологості зерна 14-16%.

Будь-яка технологія в землеробстві передбачає наявність різноманітних ризиків, яким слід приділяти увагу для мінімізації їх можливого негативного впливу. Особливо оцінка ризиків важлива для господарств, які знаходяться на перших етапах впровадження тієї чи іншої технології і ще не в повній мірі можуть передбачити можливі позитиви і проблеми від запровадження цих технологій.

Технологія вирощування сої за No-till технології

Біологічні особливості та вимоги до екологічних умов у сої відповідають технології No-till. Тому в світі зазначена технологія найбільш інтенсивно запроваджується саме для вирощування цієї культури. Для сої характерна вища стійкість до фітотоксичних речовин порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами. За правильного запровадження сівозмін культурі менше завдають шкоди шкідники і хвороби. Завдяки сівозміні

порушуються цикли розвитку шкідливих організмів, які характерні для сівозмін із високим насиченням зерновими колосовими культурами.

З метою застосування на сої зареєстровано широкий спектр гербіцидів, що дозволяє розробляти ефективні та екологічно безпечні програми контролю забур'яненості посівів. Культурі властива здатність до швидкого компенсування повільного росту і потреби в мінеральних елементах живлення на початку вегетації у порівнянні, наприклад, із кукурудзою. Рослини сої не відчують негативної дії вищої щільності ґрунту за технології No-till. Широкому запровадженню цього напрямку сприяє удосконалення сівалок для суцільного способу сіви за нульових технологій.

Під час переходу на технологію No-till обов'язковою вимогою є лише вирівнювання поверхні поля. Вирощування сої починається зі збирання попередника. Обов'язковою вимогою є подрібнення пожнивних решток до необхідного розміру, 10 см, та рівномірне їх розміщення на полі. Солома кукурудзи та пшениці характеризується високим вмістом целюлози та геміцелюлози (близько 70%), що зумовлює необхідність внесення на кожен тону побічної продукції до 10–15 кг/га д. р. азотних добрив, з метою уникнення азотного голодування рослин сої. Солома цієї культури має вузьке співвідношення вуглецю до азоту, тому після збирання сої не потрібно вносити додатково азот, з метою азоткомпенсації. Таку особливість необхідно враховувати під час розміщення після сої озимих культур.

Попередники, сімба, норма висіву

Під час вирощування культури за технологією No-till кращими попередниками для неї будуть озимі й ярі зернові колосові та кукурудза. Не рекомендується розміщувати посіви сої після гороху, ріпаку, люпину, багаторічних бобових трав, соняшнику, суданської трави. Частка культур, не стійких до інфікування склеротініозом (соя, соняшник, ріпак) у сівозміні, не повинна перевищувати 33%. За умов відповідного захисту від бур'янів сою можна вирощувати у повторних посівах. Проте монокультура її виключається. Повертати сою на попереднє місце рекомендується не раніше, ніж через два роки. Посіви сої необхідно розміщувати на відстані на ближче 500–700 м від лісосмуг із білою акацією, посівів багаторічних бобових трав та інших бобових культур, оскільки вони мають спільних шкідників (павутинний кліщ, акацієва вогнівка, лучний метелик та ін.). В умовах півдня України доцільно вирощувати сорти, стійкі до акацієвої вогнівки.

Високого врожаю за технологією No-till в умовах помірного клімату зони Лісостепу можна досягти, вирощуючи сорти ультраскоростиглої, дуже скоростиглої, скоростиглої, середньоскоростиглої груп. У ранньостиглих сортів світлова реакція менше виражена, оскільки реакція сортів на фотоперіодизм тісно пов'язана з періодом їх вегетації. Скоростиглі сорти менше реагують на довжину дня, ніж середньостиглі і особливо пізньостиглі. Середньопізні сорти технологічно пластичніші, мають більший потенціал урожайності, краще протистоять бур'янам. Проте у північних і центральних областях їх вирощувати ризиковано, через те, що часто зерно не дозріває.

Вибираючи сорт, необхідно мати на увазі, що найважливішими критеріями є скоростиглість, урожайність, висота прикріплення нижнього бобу. Окремі вітчизняні сорти мають висоту прикріплення нижнього бобу 15–17 см. Ультраранньостиглі сорти Аннушка, Легенда, Діона рекомендовано вирощувати за технологією No-till і використовувати як попередник під озимі культури, а також у повторних посівах після збирання ранніх культур у південних областях.

Для No-till технології рекомендовано дуже скоростиглі та скоростиглі сорти сої, такі як: Ворскла, Анжеліка, Устя, Золотиста, Юг 30, Медея; середньостиглих — Полтава, Іна, середня врожайність яких становила 0,20–0,22 т/га. Для уникнення втрати врожаю через розтріскування бобів і висипання зерна необхідно вирощувати районовані сорти.

З метою кращого розвитку бульбочкових бактерій на кореневій системі насіння сої рекомендовано обробляти бактеріальними препаратами, згідно з регламентом їх застосування.

З метою зниження інфікування рослин вірусними хворобами і підвищення конкурентоспроможності посівів до бур'янів, для сівби необхідно використовувати відкалібрований, не пігментований посівний матеріал.

За технології No-till сою висівають суцільним способом, який забезпечує більш сприятливу площу живлення й освітленість рослин сої. За цих умов рослини культури швидше ростуть і розвиваються, затіняючи ґрунт, що підвищує конкурентну спроможність посівів до бур'янів і забезпечується більш ефективне використання вологи і поживних речовин.

Оптимальними строками сівби сої є стійке прогрівання посівного шару ґрунту до 8–10°C. Фенологічним показником цього строку є цвітіння яблуні. Слід відмітити, що поверхня ґрунту, на якій знаходяться рослинні рештки, прогрівається повільніше, тому сою висівають на кілька днів пізніше від рекомендованих строків для традиційної технології. Посівний агрегат повинен рухатися під кутом 15–20 градусів до напрямку сівби попередньої культури. За наявності після сівби на поверхні поля грудок, з метою їх подрібнення, його відразу коткують кільчатошпоровими котками або посівними рубчатими.

З метою прискорення проростання насіння, зниження інфікування сходів бактеріальними хворобами та пошкодження ґрунтовими шкідниками, оптимальною глибиною загортання насіння сої є глибина 3–4 см.

Норму висіву насіння сої за технології No-till рекомендовано збільшити на 10% порівняно з нормою висіву, передбаченою традиційною технологією.

Захист рослин сої

За технології No-till контроль бур'янів у посівах сої набуває особливого значення. Завдяки наявності великій кількості рослинних решток на поверхні поля, ґрунтові гербіциди не застосовують. Обмежують чисельність бур'янів у посівах сої використанням сходових гербіцидів. За технології No-till контроль бур'янів спрямований на зменшення рівня шкідливості останніх на полі впродовж біологічного року (від збирання попередника до збирання культури). Якщо попередником сої є кукурудза, урожай якої збирається пізно, то зазвичай в осінній період не проводять спеціальних заходів контролю бур'янів. У цьому випадку рекомендовано застосування у допосівний період одного із загально

винищувальних гербіцидів, тобто суцільної дії. Для контролю бур'янів під час післясходового періоду застосовують гербіциди, рекомендовані «Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні».

До фази третього-четвертого листка для обробки посівів застосовують страхові гербіциди. Одночасно з ними вносять регулятори росту, біопротектори, мікродобрива.

Під час внесення страхові гербіциди поєднують із позакореневим внесенням рідких комплексних добрив, що дає можливість культурі швидше справитися зі стресом від обробки гербіцидом та відновити вегетацію. За даними НАУ, ґрунтові гербіциди призупиняють розвиток культури на один тиждень, а страхові — на два. Таку особливість необхідно враховувати під час вирощування ультраскоростиглих сортів сої, на полях після яких планується висівати озиму пшеницю. Контроль злакових бур'янів у посівах сої здійснюють внесенням грамініцидів згідно з рекомендаціями, передбаченими «Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні».

Під час контролю злинок канадської у посівах сої за технологією No-till рекомендовано дотримуватися таких вимог:

- гербіцид 2,4-Д (ефір) застосовувати до посіву культури;
- препарати вносити на рослини, висота яких не більше 10–15 см;
- гербіциди, внесені восени, зменшуватимуть поточну популяцію злинок канадської, але, можливо, не будуть знижувати весняної появи сходів бур'янів;
- весною застосовувати гербіциди, які мають тривалу захисну дію і будуть ефективними для контролю пізніх сходів бур'янів.

Першочергова ціль програми контролю злинок канадської за цією технологією – зменшення його кількості до посіву культури. Навесні посіви сої також необхідно обробити гербіцидом, з метою попередження появи нових сходів бур'яну. Така стратегія дозволить зменшити кількість обробок культури післясходовими гербіцидами, які можуть бути малоефективними, та які сприятимуть розвитку стійкості у бур'янів. Економічно та екологічно обґрунтована система захисту від хвороб та шкідників за технології No-till повинна базуватися на дотриманні принципів інтегрованого захисту рослин.

Збирання врожаю сої

У загальному комплексі робіт вирощування сої за технологією No-till найбільш складним і трудомістким технологічним процесом є збирання її урожаю. Для зменшення втрат комбайн повинен рухатися за напрямком посіву. Сою збирають прямим комбайнуванням за повної стиглості, після обпадання листя, сухих бобів, твердого насіння. Оптимальна вологість останнього повинна сягати 12–14%. Якщо на полі після сої планується сіяти озиму пшеницю, а дозрівання її стримує дощова погода, доцільно провести десикацію. Для зменшення втрат врожаю висоту зрізу не варто перевищувати 7–8 см. Урожай зерна сої зберігають за вологості нижче 11%.

Технологія вирощування ярої пшениці за No-till

Значення ярої пшениці. Зерно ярої пшениці має високі хлібопекарські і круп'яні якості, містить більше білка, ніж зерно озимої пшениці. Зерно м'якої

і твердої ярої пшениці має високий вміст білка (14–16% м'яка, 15–18% тверда) і клейковини – 28–40%.

Вимоги до температури. Яра пшениця – одна з найбільш холодостійких культур серед ярих зернових, її насіння починає проростати при температурі ґрунту 1–4°C, а життєздатні сходи з'являються при 4–5°C. Вони витримують приморозки до мінус 4–5°C і навіть 8–10°C. Яра пшениця добре переносить високі температури.

Вимоги до вологи. Яра пшениця вимоглива до вологи. За нестачі води погано розвивається вузлова коренева система і рослини майже не кущаться. Максимальну кількість вологи потребує під час виходу в трубку і в період колосіння – і наливання зерна. Тверда пшениця стійкіша проти нестачі води в ґрунті.

Вимоги до ґрунту. Яра пшениця найкраще родить на родючих і чистих від бур'янів чорноземних та каштанових ґрунтах. Вимагає близької до нейтральної реакції ґрунтового розчину (рН 6–7,5). Погано росте на кислих та засолених ґрунтах. При вирощуванні на малородючих ґрунтах слабо кущиться.

Попередники. Яра пшениця відрізняється від інших зернових культур меншою здатністю до кущіння і слабким розвитком кореневої системи, особливо вторинних коренів. Тому необхідно підбирати попередники, які нівелюють ці недоліки ярої пшениці. Кращими попередниками в зоні достатнього зволоження є багаторічні бобові трави, зернові бобові культури, а також цукрові буряки, картопля, кукурудза. Можна висівати її також після гречки і вівса.

Найбільш поширена комбінована, ґрунтозахисна технологія, яка базується на системі мінімального обробітку ґрунту, що передбачає використання різних способів і знарядь з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, вимог рослин і попередників та економічних можливостей господарства.

Під яру пшеницю також використовується нульова технологія обробітку ґрунту.

Підготовка насіння, сорти. Підготовка до сівби насіння ярої пшениці така ж, як і озимої. Сорти ярої м'якої і твердої пшениці, які рекомендовано висівати: Краса Полісся, Героїня, Елегія Миронівська, Струна Миронівщини, Алатус, Аранка, Чудо, Спадщина, Нашадок.

Система удобрення. Основою для встановлення норм добрив є результати польових дослідів, проведених у різних зонах. Яра пшениця дуже чутлива до добрив. Маючи відносно слаборозвинену кореневу систему і менший період для засвоєння добрив, порівняно з озимою пшеницею, вона інтенсивно вбирає поживні елементи.

Внесення гербіцидів при вирощуванні ярої пшениці за технологією No-till відрізняється від внесення при традиційному способі вирощування. Головна відмінність полягає в іншому виборі заходів контролю бур'янів у період, коли поля пустують в осінній та весняний періоди. При відсутності механічної обробки змінюється не тільки кількість бур'янів, а і їх вид. Більшу загрозу становлять бур'яни, формують дрібні насіння. Для

боротьби з ними рекомендується використовувати і ґрунтові, і післясходові гербіциди.

Важливо мати власний план щодо використання пестицидів, так, щоб було виключено негативний вплив на наступні у посівної зміни сільгоспкультури.

При використанні гербіцидів у No-till важливо враховувати різні стратегії контролю бур'янів. одна може передбачити знищення бур'янів ранньою весною, дворазовим застосуванням гербіцидів, перший раз після танення снігу і другий, безпосередньо перед посівом. Саме така система найбільш оптимальна при ризику великої посухи. У разі, коли весна, навпаки, відрізняється великою кількістю опадів і існує ризик затримки з висівом ярої пшениці, варто дати можливість бур'янам прорости і розвинути, а далі знищити їх безпосередньо перед проведенням сівби.

При використанні технології No-till в системі контролю бур'янів важливим фактором є залишки рослин, які покривають верхній шар землі. Вони пригальмовують проростання бур'янів, змінюють екологічні умови, істотно обмежують їх розвиток. Придушення бур'янів проявляється при підвищенні кількості рослинних залишків, і збільшується на 12%.

Вперше азот під яру пшеницю вносять в рядки та підживлення. Це підвищує продуктивну куцність рослин. Необхідно враховувати, що куціння ярої пшениці слабше, ніж в озимі.

Глибина сівби. Глибина загортання насіння ярої пшениці за оптимальних строків сівби становить 4–5 см. При пересиханні верхнього шару ґрунту, насіння загортають на 1–2 см глибше.

Норма висіву. Через відсутність осіннього періоду куціння яра пшениця має менший коефіцієнт куціння порівняно з озимою. Тому норма висіву у неї вища. У Лісостеповій і Поліській зонах рекомендується висівати 4,5–5,5 млн/га, у Прикарпатській і Карпатській – 5,5–6,0 млн/га схожих насінин. Уточнення норми висіву відбувається за тими ж принципами, що й в озимі пшениці.

Строки сівби. Яра пшениця – культура раннього строку сівби, її розпочинають на початку весняних польових робіт – за настання фізичної стиглості ґрунту. Насіння повинно якісно загортатись розпушеним ґрунтом. Не варто допускати висіву в перезволожений, неякісно підготовлений ґрунт.

За середніми багаторічними даними найкращі строки сівби ярої пшениці – це кінець березня – початок квітня. За даними наукових установ при сівбі після 14 квітня урожайність зменшується на 6 ц/га.

Яра пшениця більш негативно реагує на пізніші строки сівби, ніж ярий ячмінь. Для одержання високого врожаю її потрібно посіяти раніше від ярого ячменю.

Догляд за посівами

Боротьба з бур'янами. Для одержання високих врожаїв зерна ярої пшениці і для того, щоб посіви її виконували важливу функцію очищення полів від бур'янів, як цінний попередник цукрових буряків у зоні Степу, слід якісно контролювати кількість бур'янів за допомогою гербіцидів. Найкраще

гербіциди використовувати у фазі кушення. Сучасні гербіциди, які найчастіше використовують для знищення бур'янів: Мушкет 0,05–0,06 кг/га, Гроділ Максї 0,09–0,11 л/га, Пума Супер 08–1,0 л/га, Гранстар Голд 15–35 г/га, Калїбр 40–60 г/га, Ларен Про 8–10 г/га, Базагран 2,0–4,0 л/га.

Боротьба із шкідниками і виляганням. На посївах ярої пшениці поширені такі ж шкідники і хвороби, що й на озимїй, тому економічні пороги шкодочинності та способи захисту аналогічні.

Яру пшеницю збирають роздільним способом і прямим комбайнуванням. Із середини до кінця воскової стиглості (вологість зерна 30–20%) косять у валки. Висота зрізу 20–25 см. Роздільним способом збирають забур'янені посїви.

Пряме комбайнування проводять у фазі повної стиглості зерна (вологість 18–15%). Своєчасне збирання дозволяє зберегти високу якість зерна ярої пшениці. Втрати зерна при збиранні не повинні перевищувати 2%. Зібране зерно очищають, сортують і зберігають при вологості 14–15%.

Технологія вирощування ярого ячменю за No-till

Отримання стабільно високих і якісних врожаїв зерна, як і раніше, є одним з найважливіших завдань сучасного землеробства. Ще більшої актуальності ця проблема набуває у зв'язку з широким впровадженням у сільгосппідприємствах нашої країни технології No-till, яка спрямована, в першу чергу, на скорочення матеріальних витрат, і лише потім – на збільшення продуктивності оброблюваної культури та збереження родючості ґрунту. У той же час на врожайність всіх без винятку сільськогосподарських культур вирішальне значення мають ґрунтово-кліматичні характеристики регіону і метеорологічні умови вегетаційного періоду і не менш важливе – агротехнічні прийоми: підбір культури, терміни і способи посїву, використання засобів захисту рослин і регуляторів росту та забезпечення елементами мінерального живлення. У зоні ризикованого землеробства ячмінь є головною зернофуражною культурою. На відміну від інших зернових культур ярий ячмінь має менш розвинену кореневу систему і відрізняється більш інтенсивним надходженням поживних речовин, тому, щоб задовольнити фізіологічні потреби даної культури, останнім часом багато аграріїв стали активно застосовувати некореневі підживлення різними макро- і мікродобривами.

Технологія No-till включала осіннє обприскування поля попередника (яра пшениця) гербіцидом суцільної дії і весняний посїв ячменю з внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{50}K_{45}$ у першій декаді травня. Норма висїву склала 5 млн насїн/га. Догляд за посївами включав обробку баковою сумішшю гербіцидів (контроль) з додаванням сечовини і різних доз рідкого органо-мінерального добрива виходячи зі схеми дослїду.

Для успішного вирощування ярого ячменю за технологією No-Till, перед посївом необхідно обробити поле гербіцидом суцільної дії для знищення бур'янів та збереження вологи, а також застосувати протруйник для насіння. Важливим є висїв у оптимальні строки (кінець березня) з дотриманням норми висїву 4 млн/га, а також внесення стартових добрив NPK в рядки під час посїву.

Підготовка поля та посїв

- **Застосування гербіциду:** Після збирання попередника, як тільки висота бур'янів та падалиці досягне 10–15 см, проведіть обприскування гербіцидом суцільної дії (на основі гліфосату) для знищення зимуючих та багаторічних бур'янів.

- **Протруєння насіння:** Перед посівом обов'язково обробіть насіння фунгіцидом-інсектицидом та стимулятором росту, таким як Ультрафіт та Гумат Калію, щоб захистити його від хвороб та підвищити схожість.

- **Оптимальний термін посіву:** Висівайте ярий ячмінь наприкінці березня, щоб забезпечити рівномірне кущення та добре розвинену кореневу систему, що позитивно впливає на врожайність.

Технологія посіву

- **Глибина загортання:** Насіння слід загортати на глибину 4-5 см, а в умовах посухи – 6-8 см.

- **Норма висіву:** Середня норма висіву становить 4 мільйони схожих зерен на гектар, що еквівалентно 206 кг/га, залежно від маси 1000 насінин.

Підживлення та захист

- **Внесення добрив:** Під час посіву вносьте комплексні добрива, наприклад, нітроамофоску (15:15:15 або 16:16:16) з розрахунку 300 кг/га, а також стартове комплексне добриво NPK.

- **Захист від бур'янів:** У фазу кущення ячменю проведіть обприскування посівом гербіцидом на основі амідосульфурону та йодосульфурон-метил-натрію.

Важливі рекомендації

- **Обмеження сівозміни:** Не сійте ярий ячмінь після озимого ячменю та вівса, оскільки це джерело збудників хвороб, як-от борошниста роса та жовта іржа.

- **Збереження вологи:** Уникайте пересушування верхнього шару ґрунту перед посівом, використовуючи комбіновані ґрунтообробні агрегати та борони.

Технологія вирощування гороху за No-till

При вирощуванні сільськогосподарських культур за технологією No-till важливу роль відіграють бобові культури, які в обов'язковому порядку необхідно включати в сівозміни. Однією з таких культур є горох, який добре адаптований до ґрунтово-кліматичних умов зони нестійкого зволоження Степу України та є найпоширенішою бобовою культурою у нашій країні. Однак до нашого часу в нашій країні не проводилося наукових досліджень з вивчення та розробки технологічних прийомів вирощування цієї культури у системі No-till. У зв'язку з цим великий науковий та практичний інтерес викликає проведення досліджень з вивчення можливості та ефективності вирощування гороху за технологією No-till із застосуванням під нього ґрунтопокривної проміжної культури.

Технологічна схема вирощування гороху в зерновій 5-типільній сівозміні по ячменю ярому

1. Обробка поля гербіцидами (осінь);
2. Сівба гороху з внесенням добрив;
3. Обробка посіву гороху гербіцидом;

4. Обробка інсектицидом;

5. Збирання урожаю.

Підготовка насіння і сівба. До Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, на 2015 р. внесено значна кількість сортів гороху. У господарствах доцільно мати 2-3 сорти гороху із різною агроекологічною пластичністю, скоростиглістю та продуктивністю. У Степовій і Лісостеповій зонах рекомендується вирощувати такі високопродуктивні сорти: Глянс, Девіз, Степовик, Берсек, Баритон, Веселик, Готівський, Грегор, Кардіфф, Кео, Клеопатра, Лавр, Маскара, Магнат, Мадонна, Отаман, Оплот, Профіт, Стабіль, Схід, Терно, Тудор, Факел, Харді, Харківський еталонний, Чекбек, ЧБЛ-5.

Сівба. За технологією No-till за 5-7 днів до посіву гороху проводили обробку ділянок гербіцидом суцільної дії Ураган Форте (норма витрати 3 л/га). Посів здійснювали спеціальною сівалкою для прямого посіву, здатної закласти насіння та добрива в необроблений ґрунт. Норма висіву 1,4 млн. схожого насіння на 1 га. Перед посівом насіння інокулювали ризоактивом (рідкий інокулянт) з нормою витрати 2,0 л/т насіння. Мінеральні добрива вносили сівалкою під час сівби.

Догляд за посівами. У посівах гороху одно- і дводольні бур'яни знищують також гербіцидами 2М-4ХМ (2,5-3,8 кг/га) або 48 %-м базаграном (3-4 л/га), обприскуючи рослини водними розчинами у фазі 3-4 листків. При виявленні бульбочкових довгоносиків (10-15 шт. на 1 м²) сходи гороху обприскують перитроїдними або іншими препаратами, дозволеними для застосування на горосі. Під час бутонізації та на початку цвітіння горох обприскують інсектицидами для знищення зерноїда. Повторюють обприскування через 6-8 діб зменшеною нормою препарату (на 40-50 %). Проти аскохітозу, антракнозу горох обприскують 1%-м розчином бордоської рідини або іншими препаратами, які є в реєстрі. Проти борошнистої роси використовують цінеб (2-4 кг/га).

Збирання. Боби гороху дозрівають нерівномірно – спочатку нижні, потім у верхніх ярусах. Строки збирання визначають, зважаючи на стан дозрівання (пожовтіння) 60-75% нижніх і середніх бобів на рослинах, у яких формується найкрупніше, добірне насіння. Починають збирання, коли насіння у пожовклих нижніх і середніх бобах затвердіє (матиме вологість 30-35%), набере форми й забарвлення, типових для сорту. Чекає, поки дозріють верхні боби, які становлять приблизно третю частину усіх бобів на рослині, не треба, бо через розтріскування нижніх бобів втрачається найцінніше насіння. Не слід також поспішати зі збиранням, коли на рослинах досягло близько половини бобів, що призводить до недобору врожаю за рахунок недозрілого насіння, маса 1000 шт. якого на 10-30 г менша, ніж дозрілого.

Вибір сівалки для посіву зернових культур по технології No-till

Ресурсозберігаючі технології обробітку ґрунту, або як їх ще називають міні- і No-till, з'явилися в Україні порівняно недавно, на початку минулого десятиліття. У переважній більшості вітчизняні аграрії використовують закордонні посівні комплекси, які є ключовим елементом при впровадженні технологій. Проте стримуючим фактором служать високі ціни на цю техніку.

Так, вартість на найменшу сівалку шириною 3 метри від американського виробника становить близько 30 тис. дол. США, а 6-9 метровий посівний комплекс «потягне» на всі 100-200 тис., залежно від комплектації і набору додаткового обладнання.

Основний принцип, який повинен пам'ятати керівник господарства або фермер перед прийняттям рішення про перехід на No-till – відмова від обробітку ґрунту не є відмовою від завдань, які він виконує. Ці завдання залишаються, але до них треба підходити з іншими засобами, а часто – у інші терміни.

За додатковою інформацією звертатися за адресою:
Черкаська державна сільськогосподарська дослідна станція
ННЦ «ІЗ НААН»
20731, вул. Докучаєва, 13, с. Холоднянське,
Черкаського району

Телефони: (04733) 2-01-17;
Факс: (04733) 4-43-43