

Національна академія аграрних наук України
Панфільська дослідна станція
Національний науковий центр
«ІЗ НААН»

**СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ТА УДОБРЕННЯ
ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО
В КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ
ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ**



**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ПАНФИЛЬСЬКА ДОСЛІДНА СТАНЦІЯ
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
«ІЗ НААН»**

**СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ТА УДОБРЕННЯ ЧОРНОЗЕМУ
ТИПОВОГО В КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ
ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ**

Науково-практичні рекомендації

2023

Рекомендовано та затверджено до друку науково-технічною радою

Панфільської дослідної станції ННЦ «ІЗ НААН»

(протокол № 5 від 25.10. 2023 р.)

Рецензенти:

Єзерковська Л.В. – канд. с.-г. наук, доцент кафедри землеробства, агрохімії та ґрунтознавства, Білоцерківський національний аграрний університет.

Цюк О.А. – д-р с.-г. наук, професор кафедри землеробства та гербології Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Системи обробітку та удобрення чорнозему типового в короткоротаційних сівозмінах Лівобережного Лісостепу./ Є.В. Задубинна, І.М. Кондратюк, О.А. Тарасенко, Н.А. Царинок.

Рекомендації призначені для агрономів, наукових співробітників, керівників та спеціалістів агропромислового комплексу зон Лісостепу і Полісся.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. Способи обробітку чорнозему типового в короткоротаційних сівозмінах....	6
2. Вплив обробітку ґрунту та удобрення на запаси продуктивної вологи в чотирипільних короткоротаційних сівозмінах.....	8
3. Вплив обробітку ґрунту та удобрення на агрофізичні властивості ґрунту в чотирипільній короткоротаційній сівозміні.....	9
4. Вирощування ячменю ярого у короткоротаційних сівозмінах залежно від попередників, системи обробітку ґрунту та удобрення	13
5. Вирощування сої у короткоротаційних сівозмінах залежно від попередників, системи обробітку ґрунту та удобрення.....	18
6. Вирощування пшениці озимої у короткоротаційних сівозмінах залежно від попередників, системи обробітку ґрунту та удобрення.....	22
7. Вирощування соняшнику у короткоротаційних сівозмінах залежно від попередників, системи обробітку ґрунту та удобрення.....	27
8. Формування продуктивності сівозміни залежно від технології вирощування в лівобережному Лісостепу.....	33
9. Економічна і енергетична оцінка вирощування культур в чотирипільних короткоротаційних сівозмінах.....	36
Висновки.....	45
Рекомендації виробництву.....	47
Перелік джерел посилання	48

ВСТУП

Родючість ґрунту створюється у процесі ґрунтоутворення і безперервно змінюється залежно від напряму та інтенсифікації біохімічних, фізичних, фізико-хімічних процесів, на які в свою чергу впливають характер рослинності, кліматичні умови та сільськогосподарська діяльність. Нині, у часи значного дефіциту енергоресурсів проблема родючості ґрунтів є актуальною як ніколи.

Серед проблем землеробства існує не лише необхідність підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарських виробників, збільшення врожайності польових культур та покращення якості рослинницької продукції, а й забезпечення ефективного використання ґрунтів із збереженням їх родючості. Сучасне землеробство направлене на зменшення антропогенного навантаження на ґрунти для заощадження енергоресурсів та збереження їх родючості.

Все більшого поширення набувають системи обробітку з мінімальною глибиною та кількістю механічного обробітку ґрунту, так звані «мінімальний» та «нульовий» обробітки. В мінімізації механічного впливу на ґрунт розглядають не лише зниження енергетичних затрат, а й як передумову збереження потенціальної і підвищення ефективної родючості ґрунту, захист від ерозії, поліпшення гумусового балансу і будови профілю, зменшення непродуктивних втрат поживних речовин і вологи. Разом з тим систематичне застосування однієї і тієї ж системи обробітку призводить до суттєвих змін в родючому шарі, які здебільшого носять негативний характер. Відбувається диференціація орного шару за родючістю через зосередження у верхньому шарі мінеральних добрив, де і відбувається їх іммобілізація, що з часом може призводити до підкислення ґрунтового розчину [1]. Підвищується мінералізація і гумус у ґрунтовому профілі не акумулюється. Крім диференціації шарів ґрунту по родючості змінюється і фітосанітарний стан поля через локалізацію насіння бур'янів, шкідників та збудників хвороб у верхньому шарі ґрунту. За класичного обробітку ґрунту також створюються як позитивні так і негативні умови. Під дією інтенсивного обробітку і аеробних умов руйнується структура

верхнього шару ґрунту, погіршуються агрофізичні властивості, що ведуть до підвищення щільності нижніх шарів. Таким чином, переущільнення нижнього горизонту і розпорошення верхнього може призвести до ерозійних процесів та агрофізичної деградації ґрунту. Тому, з'явилася необхідність науково обґрунтувати системи обробітку та удобрення чорнозему типового малогумусного залежно від агрокліматичних умов Лівобережного Лісостепу.

Система обробітку ґрунту – це науково обґрунтоване поєднання всіх необхідних заходів обробітку під культури сівозмін. Система обробітку ґрунту під певну культуру включає основний (зяблевий), передпосівний і післяпосівний обробітки. Зміни клімату, дефіцит вологи, тенденції в організації сівозмін та удосконалення технологій — все це спонукає науковців приділяти більше уваги системам обробітку ґрунту. Тим більше, що цей елемент технології вирощування культур відіграє вагомую роль у результатах господарювання. Основним лімітуючим фактором для вирощування культур є нестача вологи. Тому стоїть надважливе завдання — як накопичити і зберегти необхідну її кількість. На кількість опадів ми впливу не маємо. А от фільтрацію води в ґрунт можемо регулювати. Тобто, на накопичення вологи можливо і потрібно впливати за допомогою обробітку ґрунту.

1. СПОСОБИ ОБРОБІТКУ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО В КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ

Обробіток ґрунту – одна з найважливіших складових системи землеробства. Завдання обробітку ґрунту в сучасних умовах: забезпечення максимального та рівномірного накопичення снігу на полях; зменшення глибини промерзання; збільшення вологості ґрунту і раціональне витрачання води; стабілізація вмісту гумусу та водотривких агрегатів; підвищення інфільтраційної здатності ґрунту; активізація ґрунтової макро- та мезофауни; ефективне регулювання стоку під час сніготанення та зливових опадів, попередження водної та вітрової ерозії. Метою обробітку ґрунту є створення оптимальних умов для росту й розвитку культурних рослин шляхом регулювання агрофізичних властивостей ґрунту; мобілізації елементів живлення, боротьби з бур'янами, шкідниками, хворобами, а також забезпечення умов для якісного загортання насіння та добрив. Новими передумовами в розвитку теорії та практики обробітку ґрунту є зменшення частки його природної родючості у формуванні врожаю с.-г. культур у зв'язку із застосуванням добрив, пестицидів, розширенням можливостей тракторів та іншої техніки

Вибір підходу до обробітку ґрунту залежить від кліматичних особливостей регіону, біологічних характеристик вирощуваної культури та її вибагливості.

Оранка є перевіреним класичним методом в розумінні основного обробітку, використання якого має ряд унікальних переваг. За один прохід плуг частково подрібнює залишені рослинні рештки на поверхні, переміщує в нижній шар ґрунту. На легких ґрунтах після оранки залишається ґрунтовий рельєф, що вимагає тільки легкого вирівнювання і прикочування для створення ущільненого насінневого ложа. В таких умовах оранка має великі економічні переваги порівняно з іншими системами обробітку.

Удосконалення систем основного обробітку ґрунту спрямовується на підвищення продуктивності праці, зниження собівартості продукції, зменшення енергетичних витрат, із яких агротехнічні – поліпшення агрофізичних

властивостей, балансу гумусу, зменшення питомих витрат вологи та поживних речовин, захист ґрунтів від водної й вітрової ерозії. Багатьма вченими встановлено, що оптимізація агрофізичних властивостей ґрунту найбільш тісно пов'язана з його обробітком [2, 3]. До основних завдань обробітку ґрунту відносять: зміну будови і структурного стану ґрунту, які, своєю чергою, мають забезпечувати створення сприятливих водно-повітряного, теплового та поживного режимів; посилення кругообігу поживних речовин за рахунок загортання та перемішування в ґрунті рослинних решток і добрив; активізацію й посилення мікробіологічних процесів; знищення бур'янів, збудників хвороб і шкідників сільськогосподарських культур; запобігання ерозійним процесам, непродуктивним втратам води та поживних речовин [4, 5].

За систематичного застосування безполіцевого обробітку верхня частина 0-10 см орного шару ґрунту збагачується рослинними рештками, валовими і рухомими формами гумусових речовин і елементів мінерального живлення, зростає його біологічна активність. При цьому в нижній частині орного шару збільшуються об'ємна маса і твердість, зменшується вміст органічної речовини та елементів азотного й зольного живлення рослин. Таким чином, за безполіцевого способу обробітку відбувається диференціація оброблюваного шару за основними елементами родючості з їх концентрацією у верхній частині (гетерогенна будова) та посилення анізотропності ґрунтового профілю.

Система обробітку *No-Till* — сучасна система обробітку ґрунту, яка передбачає відмову від оранки землі за допомогою традиційної техніки. В результаті поверхня залишається в нерухомому стані та покривається подрібненими поживними залишками [6]. Завдяки діяльності корисних мікроорганізмів відбувається їх мінералізація та збільшення органічної маси у верхніх ґрунтових шарах. Це призводить до покращання структури ґрунтового шару та підвищення природної родючості землі. Крім того, поверхня, покрита мульчею, краще зберігає вологу та запобігає ерозії ґрунтів.

2. ВПЛИВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА УДОБРЕННЯ НА ЗАПАСИ ПРОДУКТИВНОЇ ВОЛОГИ В ЧОТИРИПІЛЬНИХ КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ

Ґрунтова волога є однією із основних складових умов вирощування сільськогосподарських культур та займає одне із провідних місць у реалізації їх генетичного потенціалу. Вологість ґрунту є здебільшого лімітуючим чинником у ґрунті, оскільки впливає на ріст та розвиток рослин, перехід і настання фаз розвитку, формування й величину урожаю [7, 8].

Регулювання водного режиму ґрунту відбувається за рахунок проведення якісного та своєчасного механічного обробітку ґрунту, який впливає, з одного боку, на водопроникність ґрунту, а з іншого, – викликає перерозподіл кількості і маси рослинних решток в орному шарі або на його поверхні, створюючи тим самим екран, який сповільнює ґрунтове випаровування [9, 10, 11].

Із ґрунту в середньому може непродуктивно втрачатися 30 % вологи від обсягу річних опадів [12, 13]. Особливо значні втрати на випаровування спостерігаються навесні безпосередньо після танення снігу. Це пояснюється тим, що ґрунт у весняний період перенасичений вологою, яка активно рухається по капілярах до поверхні та вивільняється [14].

Наявність рослинних решток на поверхні ґрунту та у шарі 0–10 см може сприяти додатковому накопиченню й збереженню вологи не тільки у осінньо-зимовий період, а й впродовж вегетації рослин у весняно-літній період за рахунок зменшення випаровування.

Так на час настання фізичної стиглості ґрунту польова вологість у кореневмісному шарі за системи обробітку no-till була в межах 20–23 % за мінімального обробітку та оранки 19–21 %. За такої вологості целюлозоруйнівна здатність чорнозему типового була найвищою за традиційної оранки на фоні внесення підвищених доз добрив та становила 48,2 % розкладу целюлозної маси в 30 денний термін. Підвищені дози добрив за нульової та мінімальної системи обробітку сприяли розкладу до 27 % целюлози. На варіантах без мінерального удобрення, лише за присутності побічної продукції

попередника целюлозоруйнівна активність за оранки становила 21–24 % та до 15 % за нульової і мінімальної системи обробітку ґрунту.

Відмічено вплив способу обробітку на накопичення різної кількості доступної вологи в ґрунтовому профілі. Так, на початок весни 2021 року вміст вологи в 0-100 см шарі становив 184 мм за традиційної оранки, 188 мм за дискового обробітку та 197 мм за no-till технології. На початок 2022 року запаси ґрунтової вологи становили 172, 184 та 193 мм відповідно. В 2023 році – 207,0, 199,7 та 209,7 мм відповідно. Найбільша кількість вологи в 0-20 см шарі встановлена за технології no-till – 23,4 мм, а накопичення запасів за оцінювання в 0-100 см шарі – 208,4 мм. Вміст вологи в 0-20 см шарі за оранки, яку проводили на глибину 25-27 см становила 43,4 мм. Аналізуючи пошаровий розподіл вологи за технології no-till, слід відмітити особливість акумулювання вологи не лише в верхньому 0-40 см шарі, а й її вищий вміст в нижньому 40-100 см шарі.

В останні роки спостерігається підвищення середньорічної температури повітря, збільшення кількості днів без опадів, опади зливого характеру (випадають в короткі строки і у великій кількості), що в сукупності створює дефіцит доступної для рослини вологи та істотно знижує врожаї.

3. ВПЛИВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА УДОБРЕННЯ НА АГРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ В ЧОТИРИПІЛЬНІЙ КОРОТКОРОТАЦІЙНІЙ СІВОЗМІНІ

Фізичний стан орного шару, який регулюється обробітком, оцінюють за щільністю складення і твердістю ґрунту, що між собою тісно пов'язані. Захід основного обробітку, спрямований на зміну показників фізичного стану ґрунту, впливає на водний, тепловий і повітряний режими, біологічну активність і в кінцевому результаті впливає на продуктивність культур [15, 16]. Відомо, що щільність складення ґрунту безпосередньо залежить від глибини основного обробітку та змінюється упродовж розвитку культури. Завдяки різній глибині основного обробітку відбувається зменшення щільності, при цьому

збільшується його пористість, що сприяє підвищенню водопроникності ґрунту [17, 18]. Дослідженнями Марущака А.М. показано, що глибокий полицевий обробіток підвищує врожайність культур не лише в перший рік, але й на другий та наступні, покращується агрегатний склад і водотривкість структурних агрегатів [19]. Застосування поверхневого обробітку в більшості випадків викликає підвищення щільності складення ґрунту, та несприятливі агрофізичні показники в цілому, в результаті чого це впливає на розвиток кореневої системи сільськогосподарських культур і перешкоджає проникненню її в глибші горизонти ґрунту [20, 21].

Для зернових колосових та кукурудзи відмінними є пухкі та не переущільнені ґрунти, із оптимальною щільністю складення ґрунту 1,10-1,36 г/см³. Оптимальний рівень щільності складення орного шару для пшениці озимої, кукурудзи та ячменю ярого на чорноземі типовому середньо- та важкосуглинковому складає 1,00-1,25 г/см³, на дерново-підзолистому важко- та середньосуглинковому – 1,10-1,20 г/см³, і сірому лісовому – 1,10-1,36 г/см³ [22]. За переущільнення ґрунтового середовища коренева система рослин розвивається погано і 70-80 % її зосереджується у шарі 15-20 см.

Закономірності зміни щільності складення ґрунту пов'язані із способом основного обробітку і кількістю побічної продукції попередника, яку заробляють у ґрунт. Дослідження ННЦ «Інститут землеробства НААН» свідчать, що застосування побічної продукції на добриво за безполицевих обробітків сприяє зменшенню щільності у шарі 0-10 см. Водночас спостерігається підвищення рівня щільності складення у нижньому шарі 10-30 см [23,24]. Під дією одних і тих самих обробітків ґрунту протягом двох ротацій чотирьохрізних сівозмін у шарах ґрунту відбулися зміни щільності будови (рис. 3.1).

За системи обробітку по-till відмічено урівноваження щільності будови ґрунту в усіх горизонтах, без різкого переходу 1,31 г/см³ в 0-10 см шарі та 1,34 г/см³ в 20-30 см шарі ґрунту. За проведення дискування на глибину 10-12 см відмічено збільшення щільності будови в 10-20 см шарі до 1,30 г/см³ проти

верхнього оброблюваного горизонту, де щільність будови становила $1,1 \text{ г/см}^3$. За диференційованого обробітку ґрунту із проведенням оранки, щільність будови ґрунту була найнижчою $1,14 \text{ г/см}^3$ в 0-10 см шарі, $1,30 \text{ г/см}^3$ в 20-30 см шарі ґрунту.

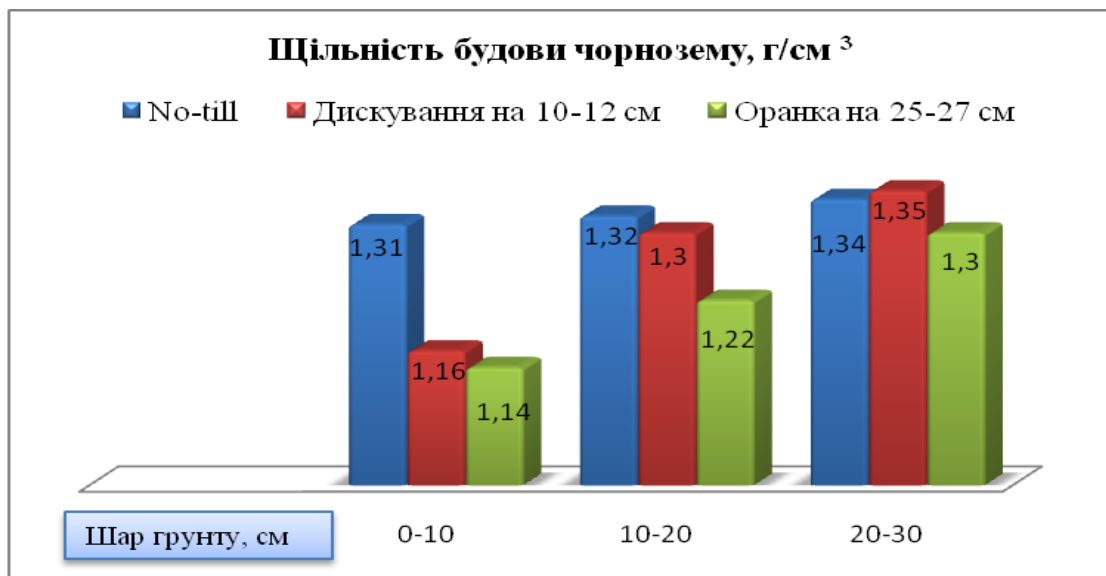


Рис. 3.1 Щільність будови чорнозему типового за беззмінних систем обробітку ґрунту, в короткоротаційних сівозмінах, г/см^3 , 2021-2023 рр.

Систематичне проведення одних і тих самих систем обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах з різним удобренням впливали на зміну структурно агрегатного складу чорнозему типового. За традиційного обробітку ґрунту з проведенням оранки на глибину 25-27 см структурно-агрегатний склад 0-30 см шару ґрунту мав менш виражену строкатість прошарків у порівнянні з дискуванням та системою no-till. В системі обробітку ґрунту із проведенням дискування відмічено підвищення фракції ґрунту діаметром менше 0,14 мм, 6,5 % у порівнянні з традиційним обробітком та системою no-till.

Кількість агрегатів розміром $\leq 0,25 \text{ мм}$ відображає сформовану мікроструктуру (розпорошена) ґрунту і цінність її є значно нижчою порівняно з агрономічно цінною. Зростання мікроструктури простежували саме в 0-10 см шарі до рівня 1,8 % за тривалого дискування на глибину 10-12 см, у той самий час найнижчий вміст мікроструктури ґрунту відзначали за no-till-технології.

Загалом за no-till технології встановлено істотне кількісне та якісне

покращання макроструктури ґрунту порівняно з іншими способами основного обробітку як у верхньому 0-10 см, так і в нижньому 20-30 см шарі, а також зниження кількості мікроагрегатів ($\leq 0,25$ мм) у 0-30 см шарі.

З метою відновлення та формування міцної водостійкої структури ґрунту, зниження вітрової (здування, переміщення з поверхні агрегатів $\leq 0,25$ мм) та водної (стійкість агрегатів до запливання, ущільнення, замулювання) ерозії слід застосувати no-till технологію, яка забезпечує зростання агрономічно цінної структури ґрунту, є стійкою до деградаційних процесів. За такої технології обробітку ґрунту, а фактично за мінімальної дії на ґрунт формуються сприятливі фізико-хімічні властивості, водний та повітряний режими.

Твердість ґрунту за різних систем обробітку за ротації культур у весняний період залежала від системи обробітку ґрунту та попередника. Так найвища твердість ґрунту була за системи обробітку No-till $25,0 \text{ кг/см}^2$ і збільшувалася до глибини 40 см. За мінімального обробітку пік твердості ґрунту відмічали на глибині від 40 см до 50 см 25 кг/см^2 , а за традиційної оранки на глибині від 30 до 40 см $27,5 \text{ кг/см}^2$.

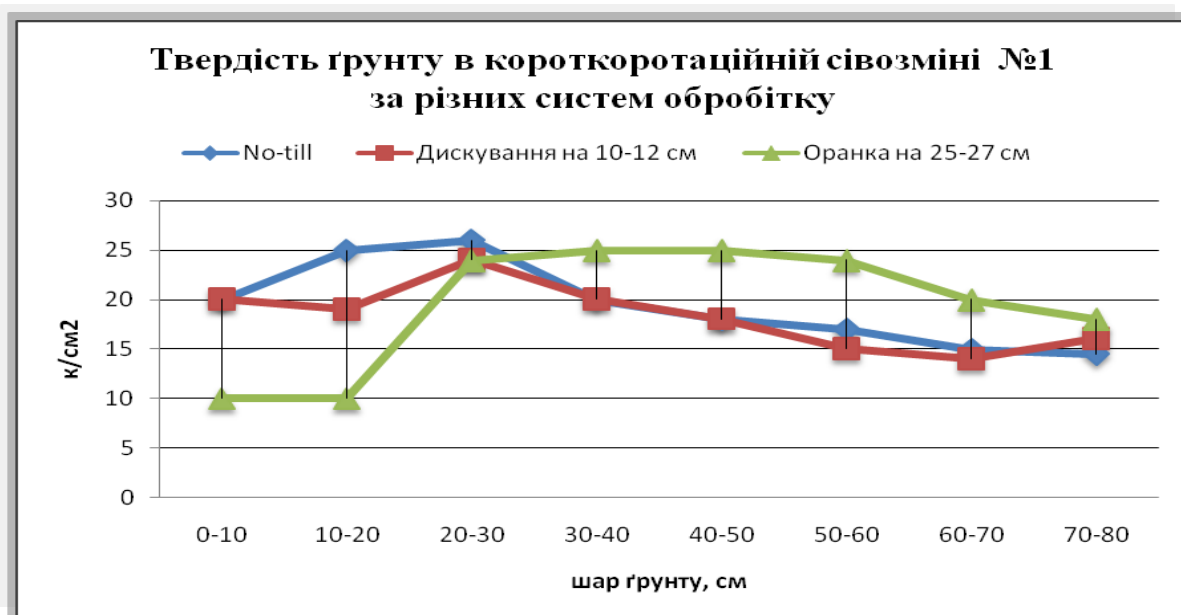


Рис. 3.2. Твердість ґрунту чорнозему типового в короткоротаційній сівозміні №1 за різних систем обробітку

У весняний період твердість ґрунту за різних систем обробітку за ротацію істотно змінювалась та мала пряму залежність від глибини системи обробітку ґрунту та принципу дії робочих органів, а також локалізації основної маси кореневої системи культури попередника.

Встановлено вплив систематичного застосування одних і тих самих систем обробітку ґрунту, удобрення та фактору сівозмін на пошарову змінну вмісту загального гумусу (табл. 3.1).

Таблиця 3.1. Запаси гумусу в чорноземі типовому в коротко ротаційних сівозмінах, за беззмінних систем обробітку ґрунту, т/га, 2021-2023 рр.

Обробіток ґрунту	Удобрення	Шар ґрунту	Сівозмінна
No-till	Пожнивні рештки	0-10	33,9
		10 -20	32,3
		20-30	31,2
		0-30	97,3
	№1 N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀ +пожнивні рештки №2 N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₀₀ +пожнивні рештки	0-10	33,3
		10 -20	31,7
		20-30	32,4
		0-30	97,4
Дискування на 10-12 см	Пожнивні рештки	0-10	30,8
		10 -20	30,3
		20-30	33,8
		0-30	94,8
	№1 N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀ +пожнивні рештки №2 N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₀₀ +пожнивні рештки	0-10	34,6
		10-20	37,4
		20-30	35,2
		0-30	107,2
Оранка на 25-27 см	Пожнивні рештки	0-10	29,3
		10 -20	28,3
		20-30	33,2
		0-30	90,7
	№1 N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀ +пожнивні рештки №2 N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₀₀ +пожнивні рештки	0-10	33,3
		10 -20	34,7
		20-30	37,9
		0-30	105,9

Так, найвищий уміст гумусу відмічали у верхньому 0-10 см шарі ґрунту за системи no-till – 3,39 % та дискування – 3,08 % відповідно. У глибших прошарках кореневмісного шару ґрунту уміст гумусу мав тенденцію

знижуватися на 0,2-1,1 %. В системі обробітку по-till загальні запаси гумусу в кореневмісному шарі ґрунту становили 97,4 т/га. В системі обробітку з дискуванням та частковим загортанням побічної продукції на 10-12 см запаси гумусу становили 107,2 т/га.

4. ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО У КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОПЕРЕДНИКІВ, СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА УДОБРЕННЯ

Ячмінь ярий в короткоротаційній сівозміні вирощувався після соняшнику на зерно. Здебільшого, серед проростаючих бур'янів зустрічалися зимуючі форми. Найбільш схильною до забур'янення була система по-till кількість проростків бур'янів у весняний період досягала від 154 шт./м² на контрольних ділянках (без добрив) до 628 шт./м² на фоні внесення мінеральних добрив. Переважна частина бур'янів після соняшнику належала до зимуючих форм родини тонконогових (Метлюг звичайний – *Aperaspicaventi* L.). системи мінімального і класичного обробітку ґрунту після соняшнику в меншій мірі, але були забур'янені, за мінімального обробітку кількість проростків бур'янів коливалася від 149 до 486 шт./м², а за класичної оранки 40-89 шт./м². Більш чисту площу від бур'янів залишав після себе пізно досягаючий попередник кукурудза. За системи по-till рівень забур'яненості коливався в межах 254-277 шт./м² з переважанням дводольних бур'янів (злінка канадська – *Erigeron Canadensis* L., грицики звичайні – *Capsellaburs Apastoris* L.). За системи мінімального обробітку і класичної оранки посіви були чистими. Забур'яненість після попередника соняшника за системи по-till, а також мінімального обробітку і класичної оранки суттєво перевищувала економічний поріг шкодочинності. Високий рівень забур'яненості площі обумовлений в основному ранніми строками звільнення поля від культури.

За відсутності мінерального удобрення на контрольних ділянках рослини мали повільніші темпи росту та розвитку, пізніше вступали в основні

фенологічні фази. У фазі кущення вони відставали у рості на 3-5 см, тоді як у фазі трубкування різниця становила 8-13 см у порівнянні з удобреними варіантами, а у фазі молочної стиглості 12-17 см. Внесення мінімальної дози удобрення сприяло підвищенню інтенсивності розвитку рослин проти контрольних ділянок на 3-4%. Але в порівнянні з ділянками, на яких вносилися високі дози добрив темпи росту та розвитку все одно були уповільненими, рослини на декілька діб пізніше вступали у фази трубкування, колосіння та досягання. Найвищі посіви формувалися на фоні внесення високих доз повного мінерального удобрення з незначною різницею між системами основного обробітку ґрунту. Крім впливу на ростові процеси системи обробітку ґрунту, добрива і погодні умови мали вплив і на урожайність зерна.

За весняний період кількість опадів була нетиповою для зони вирощування, зокрема в квітні та травні, їх кількість була вищою за норму на 14 та 40 мм відповідно. В цілому це забезпечило ефективне наростання біомаси, формування колосків у колосі озимих зернових, інтенсивне кущування в ярих ранніх та реалізації сортового потенціалу в цілому в культур. Висота ячменю ярого в II декаді травня залежно від фону удобрення складала 22-28 см. Оцінюючи стан посівів ячменю ярого за всіх способів основного обробітку ґрунту та удобрення оцінювався як добрий за фону удобрення – без добрив та відмінний за інтенсивної системи удобрення на заплановану урожайність. Але несприятливі погодні умови зливні дощі з градом пошкодили посіви в фазу наливання зернівки. Спостерігалось часткове вилягання посівів після пошкодження градом. Висота посівів коливалась в межах 35-52 см, залежно від фону удобрення та обробітку ґрунту.

Формування врожаю ячменю ярого залежало від нерегульованих факторів, а саме погодних умов (табл. 4.1). Серед агротехнічних заходів вирощування значний вплив на основний приріст врожаю створювали дози добрив. Приріст врожайності від внесення добрив у порівнянні із спрощеною системою удобрення становив 0,38-0,28 т/га за внесення $N_{16}P_{16}K_{16}$, 0,74-3,54 т/га за $N_{60}P_{60}K_{60}$ та 0,88-1,61 т/га за розрахункової дози добрив на запланований

врожай. Найвищу врожайність зерна ячменю ярого 3,89 т/га, отримали за інтенсивної моделі технології, яка передбачала внесення $N_{100}P_{45}K_{80}$ на фоні оранки на глибину 25-27 см.

Таблиця 4.1. Урожайність зерна ячменю ярого у короткоротаційних сівозмінах залежно від попередників, системи обробітку ґрунту та удобрення, т/га, 2021-2023 рр.

Модель технології (доза добрив)	No-till		Дискування на 10-12 см		Оранка на 25-27 см		+/- т/га відносно системи: No- till	
	т/га	+/- т/га до контролю	т/га	+/- т/га до контролю	т/га	+/- т/га до контролю	Диску- вання	Оранка
<i>Сівозміна № 1 попередник – соняшник</i>								
без добрив	2,02	0,0	2,15	0,0	2,28	0,0	+0,13	+0,26
$N_{16}P_{16}K_{16}$	2,40	+0,38	2,54	+0,39	2,89	+0,61	+0,14	+0,49
$N_{60}P_{60}K_{60}$	2,76	+0,74	3,06	+0,91	3,37	+1,09	+0,3	+0,61
$N_{90}P_{60}K_{80}$	3,24	+1,22	3,48	+1,33	3,89	+1,61	+0,24	+0,65
НІР ₀₅ середнє – 0,42; НІР ₀₅ для обробітку і сівозміни – 0,16; НІР ₀₅ для удобрення – 0,17								

Фактор впливу на формування продуктивності ячменю ярого від обробітку ґрунту був вираженим за оранки у порівнянні з системою no-till. Приріст врожайності становив 0,25-0,26 т/га зерна. Мінімальний обробіток ґрунту з дискуванням на 10-12 см сприяв приросту врожайності відносно системи no-till на 0,18 т/га, що в першу чергу пов'язано із вологозабезпеченням рослин за проведення дискування під ярі культури.

За спрощеної системи удобрення (побічна продукція попередника – соняшника) сформована найнижча урожайність 2,02-2,28 т/га за всіх систем обробітку ґрунту. Впровадження інтенсивних моделей технологій ячменю ярого в короткоротаційних сівозмінах сприяло отриманню урожаю на рівні 3,09-3,89 т/га та отриманню якіснішого зерна. Приріст врожайності від внесення добрив у порівнянні зі спрощеною системою удобрення становив 0,38-0,61 т/га за системи удобрення $N_{16}P_{16}K_{16}$, 0,68-1,09 т/га за інтенсивної ($N_{60}P_{60}K_{60}$) та 0,88-1,33 т/га за розрахункової дози добрив на запланований врожай. Проведення інтенсивних моделей технологій ячменю ярого в

короткоротаційній сівозміні сприяло отриманню якісного врожаю. Так внесення розрахункових доз мінеральних добрив забезпечило отримання зерна із вмістом протеїну 13,8-14,5 % . Тоді як за спрощеної системи удобрення вміст протеїну становив 11,7-12,1 %. При зниженні вмісту протеїну в зерні ячменю спостерігали збільшення умісту крохмалю.

Провадження інтенсивних моделей технологій ячменю ярого в короткоротаційній сівозміні сприяло отриманню якісного врожаю. Так внесення розрахункових доз мінеральних добрив забезпечило отримання зерна із вмістом протеїну 13,8-14,5 % (рис. 4.1).

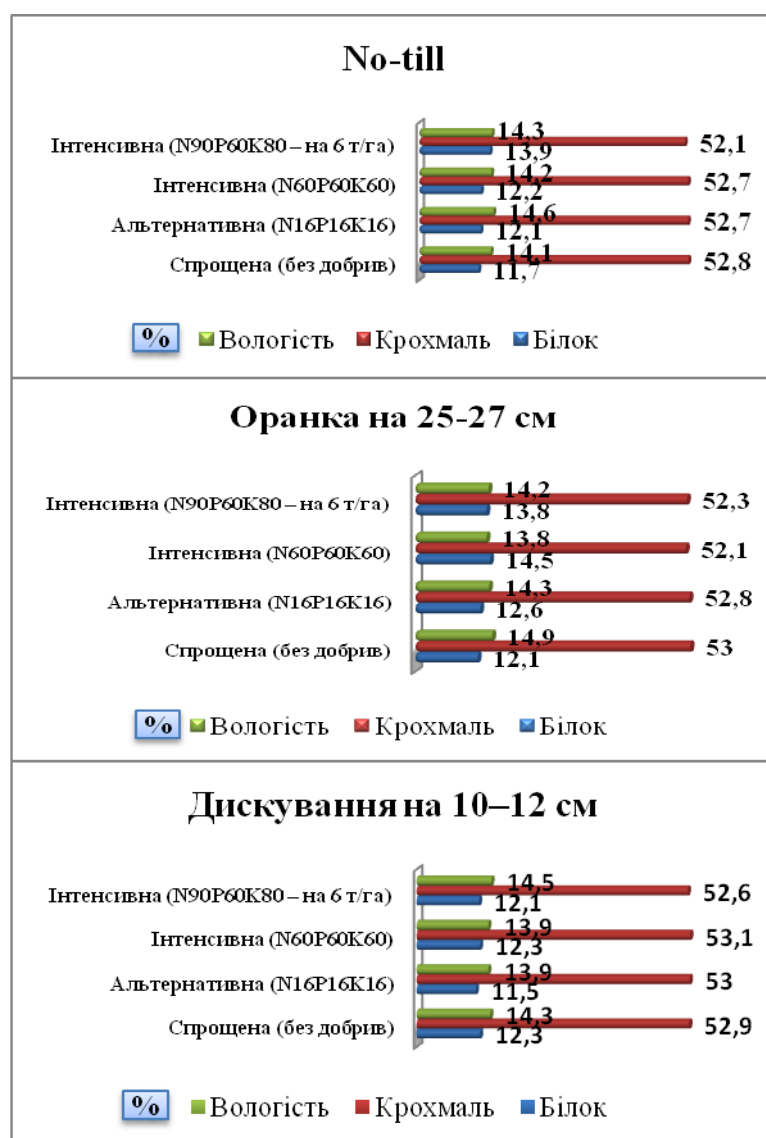


Рис. 4.1. Агрохімічний склад зерна ячменю ярого за різних моделей технологій, % на суху речовину, 2021-2023 р.

За спрощеної системи удобрення вміст протеїну становив 11,7-12,1 %. При зниженні вмісту протеїну в зерні ячменю спостерігали збільшення умісту крохмалю.

Ячмінь є важливою зерною колосовою культурою, яка посідає важливе місце в структурі посівних площ і також реагує на місце розміщення у сівозміні. Найвищі показники загальної продуктивності ячменю ярого відмічено за інтенсивної технології вирощування за різних обробітків ґрунту (табл. 4.2). Максимальний вміст зернових одиниць відмічено за класичного обробітку ґрунту та інтенсивної технології ($N_{100}P_{45}K_{80}$ – на 6 т/га) – 4,05 т/га.

Таблиця 4.2 – Вміст зернових одиниць в насінні ячменю ярого залежно від системи обробітку ґрунту та удобрення. 2021 - 2023р.

Система удобрення	з. од.	к. од.	збір білку	збір протеїну
Оранка на 25-27 см				
без добрив	2,14	3,27	32,4	28,1
$N_{16}P_{16}K_{16}$	2,32	3,54	36,5	30,5
$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,18	4,86	57,7	41,8
$N_{100}P_{45}K_{80}$	4,05	6,17	69,8	53,1
Дискування на 10-12 см				
без добрив	1,92	2,93	29,5	25,2
$N_{16}P_{16}K_{16}$	2,24	3,42	32,2	29,4
$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,17	4,83	48,7	41,6
$N_{100}P_{45}K_{80}$	3,89	5,93	58,8	51,0
No-till				
без добрив	1,89	2,88	27,6	24,8
$N_{16}P_{16}K_{16}$	2,11	3,22	31,9	27,7
$N_{60}P_{60}K_{60}$	2,83	4,32	43,2	37,2
$N_{100}P_{45}K_{80}$	3,78	5,76	65,6	49,6

5. ВИРОЩУВАННЯ СОЇ У КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОПЕРЕДНИКІВ, СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА УДОБРЕННЯ

У результаті проведення польових досліджень виявлено суттєву різницю в проростанні насіння сої за різних способів обробітку ґрунту. За традиційно підготовленого ґрунту шляхом оранки та передпосівної культивуації час проростання насіння тривав 8 діб. Такий самий період проростання відмічено і за мінімальної обробітку ґрунту з дискуванням на глибину 10-12 см. Тоді, як за технології no-till тривалість проростання насіння була довшою на 2 доби, що перш за все пов'язано з нижчою температурою ґрунту в зоні загортання насіння на 2 °С проти механічно оброблених ділянок, та нещільним контактом насіння з ґрунтом. За нульового обробітку ґрунту відмічали протягом всього періоду вегетації подовження етапів органогенезу проти варіантів з оранкою та дискуванням. Варіація у тривалості міжфазних періодів відслідковувалася не лише між обробітками ґрунту. Суттєвий вплив на розвиток рослин і вступ в ту чи іншу фазу залежав від присутності мінерального удобрення. Так, фаза третього трійчастого листка на варіантах з мінеральним удобренням наставала за оранки та дискування через 18 діб після сівби, а нульового обробітку – 22 доби. Тоді як на контрольних варіантах відповідно 19 та 23 доби. Повне цвітіння спостерігалось, відповідно, на 51 добу після сходів на удобрених варіантах за оранки і дискування та на 59 добу за нульового обробітку ґрунту.

Без мінерального удобрення та за відсутності листової обробки мікродобривом і стимулятором росту повне цвітіння сої відмічалось на 55 та 66 добу після повних сходів за проведення оранки і дискування та на 65 добу за нульового обробітку ґрунту. Тривалість вегетаційного періоду за вирощування сої на контрольних ділянках досліду, де не застосовувалося мінеральне удобрення становила 102 доби за проведення оранки на 20-22 см, 106 діб за дискування на 10-12 см та 119 діб за нульового обробітку ґрунту.

На удобрених варіантах тривалість періоду вегетації зменшувалася на 4-6 діб і становила 100 діб за оранки та дискування, 109 діб за нульового обробітку ґрунту.

Максимальна висота рослин сої формувалась у фазі повної зрілості на варіантах де сою вирощували із застосуванням мінерального удобрення, інокуляції насіння ризоторфіном (штам 634 б) нівелювалась так як оброблені були всі варіанти дослідів. Так, фазу повної зрілості рослини сої на контрольних варіантах з нульовим обробітком ґрунту формували висоту стеблостою 77,2 см, на удобрених варіантах мінеральними добривами $N_{16}P_{16}K_{16}$ – 85,1 см, за внесення $N_{30}P_{30}K_{65}$ – 87,5 см. На площах з дискуванням та оранкою спостерігалася подібна тенденція формування висоти стеблостою сої. Приріст висоти за мінерального удобрення $N_{30}P_{30}K_{65}$ складав до 12 см. Таким чином відповідну висоту характерну для досліджуваного сорту, рослини формували за проведення традиційного обробітку ґрунту з дискуванням та оранкою.

Продуктивність сої суттєво залежала від погодних умов та моделей технологій, де суттєвим фактором впливу на продуктивність посівів були мінеральні добрива (табл. 5.1). Так, найбільша урожайність сої становила 2,84 т/га (оранка + $N_{30}P_{60}K_{65}$). Найнижчий вихід насіння сої отримували за спрощеної моделі технології без мінерального удобрення, що на фоні системи обробітку no-till становило 1,45 т/га, за дискування 1,71 т/га, та оранки 2,15 т/га. Застосування дискування в поєднанні з різними варіантами удобрення забезпечило приріст урожаю в порівнянні за системи no-till на 0,23–0,60 т/га та 0,25 – 0,69 т/га за відвальної оранки. Найвищу врожайність насіння сої отримували в інтенсивних моделях технологій з внесенням підвищених доз добрив. Так, у системі обробітку no-till вихід насіння сої становив 1,90-1,98 т/га, за дискування 2,0-2,31 т/га 2,77-2,84 т/га за оранки. За нульовим обробітком ґрунту для сої формуються менш сприятливі умови для росту та розвитку, а відтак отримано і менші показники врожайності.

Таблиця 5.1 – Урожайність сої у короткоротаційних сівозмінах залежно від попередників, системи обробітку ґрунту та удобрення, 2021-2023 р.

Модель технології (доза добрив)	No-till		Дискування		Оранка		± т/га за системи no-till відносно	
	т/га	± т/га до контролю	т/га	± т/га до контролю	т/га	± т/га до контролю	дискування	оранка
Без добрив	1,45	0	1,71	0	2,15	0	0,26	0,7
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	1,73	0,28	1,94	0,23	2,40	0,25	0,21	0,67
N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀	1,90	0,45	2,07	0,36	2,77	0,62	0,17	0,87
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₅	1,98	0,53	2,31	0,6	2,84	0,69	0,33	0,86
НІР _{0,05} – 0,13 НІР ₀₅ Добрива – 0,07 ; НІР ₀₅ Обробіток ґрунту – 0,03.								

Найнижча врожайність формувалася на контрольних варіантах без унесення мінеральних добрив становила 1,45 т/га. За внесення збалансованих доз добрив приріст врожайності насіння складав до 0,69 т/га. Проведення підготовки ґрунту шляхом механічного обробітку сприяло формуванню сприятливіших умов для росту, розвитку сої та формування урожайності насіння. Найсприятливіші умови вирощування для сої створювалися за традиційного обробітку ґрунту. Належним чином підготовлене насіння веде, краще прогрівання ґрунту сприяли отриманню дружніх та енергійних сходів. Краща аерація ґрунту сприяла формуванню симбіотичної діяльності, що в свою чергу відображалось на вирівняності посівів сої і формуванні сильного стеблистою, і як результат вищої врожайності насіння.

За вирощування сої на насіння важливим є не лише отримання високої врожайності, але й якості. В основному співвідношення складу різних сполук насіння сої забезпечується на генетичному рівні, але за певних екологічних умов, їхнє співвідношення може суттєво змінюватися [25].

Відомо, що кількість накопичення поживних речовин у вегетативних та генеративних органах бобових рослин значною мірою залежить як від

біології сорту, так і від рівня забезпечення елементами живлення під час росту і розвитку рослин.

Проведеними лабораторним дослідженнями якісного складу насіння сої отриманого на чорноземі типовому мало гумусному в адаптивних технологіях вирощування встановлено кількісну зміну вмісту сирого протеїну та сирого жиру що здебільшого відбувалося під впливом погодних умов в період вегетації (табл. 5.2).

Таблиця 5.2. Біохімічний аналіз насіння сої за різних обробітків ґрунту та варіантів удобрення, 2021-2023 р

Варіант удобрення	Протеїн	Жир	Клітковина	Зола	Гідроскопічна волога	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	2	3	4	5	6	7	8
No-till							
Без добрив (контроль)	39,30	21,60	7,22	4,50	6,56	1,12	1,42
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	39,49	19,25	7,59	5,13	5,26	1,13	1,43
N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀	38,69	21,56	7,14	4,46	7,09	1,20	1,43
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₅	38,33	21,88	6,96	4,46	7,66	1,19	1,40
Дискування на 10–12 см							
Без добрив (контроль)	38,83	21,10	7,20	4,46	6,98	1,18	1,39
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	39,36	22,05	7,01	4,64	6,64	1,19	1,43
N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀	38,65	21,94	7,21	4,51	7,13	1,20	1,40
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₅	39,46	19,88	7,89	5,05	7,62	5,03	1,15
Оранка на 25–27 см							
Без добрив (контроль)	38,91	21,80	7,36	4,55	6,98	6,66	1,11
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	39,35	21,69	7,44	4,42	6,64	6,70	1,20
N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀	38,85	21,73	7,38	4,44	7,09	6,39	1,19
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₅	39,60	20,44	7,58	5,09	7,66	5,17	1,16

Якісний уміст насіння сої відповідав сортовим характеристикам досліджуваного сорту і був в межах для сирого протеїну 40-41 % та сирого жиру 20,44-21,88 %. За сортовою характеристикою сорт сої Муза містить 41-42 % білка та 20-21 % жирів. Технологічні операції впливали на якісні показники насіння. Найменший вміст білка (протеїну) отримали за використання обробітку ґрунту оранки та внесення N₁₆P₁₆K₁₆ – 38,85 %. За системи no-till найменший вміст білка відмічена за внесення N₁₆P₁₆K₁₆ –

38,69 % та за дискування з внесенням $N_{30}P_{60}K_{60}$ отримано 38,65 %. Найбільший вміст білка 39,46 % було відмічено на варіанті за дискування та внесення $N_{30}P_{60}K_{65}$.

Вміст жиру в насінні сої коливався у межах 19,25-22,94 %. Встановлено кількісну зміну вмісту протеїну, що здебільшого відбувалося під впливом погодних умов періоду вегетації. Зміна систем обробітку ґрунту та системи удобрення мало впливали на зміну вмісту сирого протеїну та жиру в насінні сої, тому не спостерігалось чіткої динаміки у змінах якісного складу насіння.

Отже, найбільш ефективним технологічним заходом для отримання високого вмісту протеїну і жирів у насінні сої є варіант дискування + $N_{30}P_{60}K_{65}$, який забезпечив білок – 39,46 %, олії – 19,88 %.

6. ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО У КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОПЕРЕДНИКІВ, СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА УДОБРЕННЯ

За вирощування пшениці озимої після попередника сої на фоні різних системи обробітку ґрунту спостерігали різну інтенсивність забур'янення. Здебільшого серед проростаючих бур'янів зустрічалися зимуючі форми. Найбільш схильною до забур'янення була система no-till кількість бур'янів налічувала 324-430 шт./м². Переважна частина бур'янів належала до зимуючих форм родини тонконогових. Системи мінімального і класичного обробітку ґрунту були менш забур'янені, за мінімального обробітку кількість проростків бур'янів коливалася від 27 до 54 шт./м², а за класичної оранки 15-47 шт./м². Попередники пшениці озимої відіграють одну з найважливіших умов для забезпечення біологічних вимог культури пшениці озимої для формування оптимальних сталих врожаїв і, особливо, якісних показників зерна.

На період відновлення вегетації пшениці озимої за no-till технології встановлено кількість фізіологічно повноцінного насіння бур'янів, що

лишили після себе попередники культури в 0-10 см шарі ґрунту. У сівоzmіні з попередником соя засміченість насінням бур'янів становила 21540-28550 шт./м². Без унесення мінерального удобрення відмічалось збільшення кількості фізіологічно повноцінного насіння бур'янів порівняно з іншими варіантами, що безумовно пов'язано з формуванням слабших, не вирівняних посівів з меншою вегетативною масою рослин. У перерахунку на 1 гектар сівоzmінної площі їх кількість сягала 295,5 млн. шт./га за попередника сої.

На варіантах з оранкою на глибину 25-27 см відбувався перерозподіл насіння в прошарках ґрунту, що призводило до зниження умісту фізіологічно повноцінного насіння у верхньому 0-10 см шарі порівняно з no-till технологією на 75-85 % та переміщенням основної частини насіння в більш глибокі прошарки. Таким чином, засміченість верхнього 0-10 см шару ґрунту чорнозему типового за no-till технології коливалася в межах 158,7-285,5 млн. шт./га, а за оранки – 46,9-52,8 млн. шт./га.

Серед однодольних культур поширення набували: мітлиця тонка (*Agrostis capilaris*) та метлюг звичайний (*Apera spica venti* L). Серед дводольних культур основну частину сегетальної рослинності за технології no-till мали: злинка канадська (*Erigeron Canadensis* L), сокирки польові (*Condolida arvensis* L), морква дика (*Daucus carota* L), підмаренник чіпкий (*Galium aparine* L).

Активна поява бур'янів в посівах пшениці озимої відмічалася в третій декаді квітня, коли формувалися сприятливі умови. Як зазначалося раніше, на кількість сегетальної рослинності в посівах пшениці озимої за no-till технології мали вплив різні дози добрив, що передбачені схемою досліджень. Найбільшого забур'янення зазнавали контрольні ділянки (без добрив), що мали низьку фітоценотичну активність.

На основі проведення обліків бур'янової рослинності у фазі активного кущення пшениці озимої було проведено гербіцидну обробку посівів баковою сумішшю гербіцидів.

На удобрених площах, де найактивніше відбувався розвиток пшениці озимої, кількість і вага бур'янового компонента була меншою порівняно з неудобреними та відповідно знижувалася до 134 г/м² за попередника сої. У порівнянні з роздільним механічним обробітком ґрунту де у якості основного обробітку застосовувалася оранка на глибину 25-27см, показники кількості проростків та їх маси були на 83-89 % нижчими порівняно з no-till технологією.

Але, враховуючи перевищення економічного порогу шкодочинності бур'янів в посівах пшениці озимої, у фазу весняного кущення, необхідність гербіцидної обробки потребували посіви як за no-till технології, так і за традиційної оранки. Гербіцидна обробка посівів обумовлювала знищення сегетальної рослинності в посівах пшениці озимої та забезпечувала чистоту посівів на час активного розвитку рослин. На ділянках без застосування гербіцидів із збільшенням маси бур'янів відмічалось посилення пригнічення пшениці озимої, що у подальшому відображалось на продуктивності посівів.

Висота рослин формувалась залежно від фону удобрення і системи обробітку ґрунту. Найнижчі рослини сформовані за технології no-till 62,9-69,7 см. Оранка сприяла формуванню рослин на рівні 67,8-75,4 см. Попередники пшениці озимої відіграють одну з найважливіших умов для забезпечення біологічних вимог культури пшениці озимої для формування оптимальних сталих врожаїв і, особливо, якісних показників зерна. Інтервал коливання урожайності пшениці озимої становив в межах 2,4-7,1 т/га (табл. 6.1). Без удобрення урожайність зерна пшениці становив 2,4 т/га за системи no-till, 2,8 т/га за мінімального обробітку та 3,0 т/га за оранки. Підвищенню урожайності пшениці озимої у короткоротаційних сівозмінах сприяли внесені мінеральні добрива. Так, внесення мінімальної дози мінеральних добрив з розрахунку N₁₆P₁₆K₁₆ урожайність зерна зростала на 2,9 4,3 т/га.

За внесення розрахункової дози добрив на запланований урожай приріст урожайності зерна становив 4,3 т/га за системи no-till, 4,2 т/га за мінімального обробітку та 4,1 т/га за класичної оранки.

Якість зерна складається з багатьох ознак, які визначаються сортовими особливостями, умовами вирощування, збирання, зберігання і переробки зерна пшениці

Таблиця 6.1 – Урожайність зерна пшениці озимої у короткоротаційних сівозмінах залежно від системи обробітку ґрунту та удобрення, 2023 р.

Модель технології (доза добрив)	No-till		Дискування на 10-12 см		Оранка на 25-27 см		+/- т/га відносно системи no-till	
	т/га	+/- т/га до контролю	т/га	+/- т/га до контролю	т/га	+/- т/га до контролю	Дискув ання	Оранка
<i>Сівозміна № 1, попередник – соя</i>								
без добрив	2,4	0,0	2,8	0,0	3,0	0,0	+0,4	+0,6
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	5,3	+2,9	5,6	+2,8	5,9	+2,9	+0,3	+0,6
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	6,1	+3,7	6,8	+4,0	6,8	+3,8	+0,7	+0,7
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	6,7	+4,3	7,0	+4,2	7,1	+4,1	+0,3	+0,4
НІР ₀₅ середнє – 0,42; НІР ₀₅ для обробітку і сівозміни – 0,16; НІР ₀₅ для удобрення – 0,17								

Досліджуючи вплив доз у співвідношенні азотних, фосфорних та калійних добрив на якість зерна пшениці озимої, було встановлено, що мінеральні добрива є ефективним засобом підвищення хлібопекарських властивостей борошна, крім того поліпшують його якість. Суттєве значення мають азотні добрива. На початку вегетації вони підвищують інтенсивність росту рослин, сприяють накопиченню азотних сполук у вегетативних органах. В наступних періодах вони відіграють важливу роль у формуванні зерна. Білок формується за рахунок мобілізації азоту, стебел та листків.

Товарні якості насіння визначаються біологічними особливостями сорту, ґрунтово-кліматичними умовами і агрозаходами вирощування. Підвищені дози мінеральних добрив сприяли не лише отриманню високих показників врожайності пшениці озимої, а й підвищенню її якості у порівнянні із спрощеною та альтернативною моделями технологій (табл. 4). Якість зерна пшениці поділяється за фізичними, біохімічними, фізіологічними властивостями. Оцінюють зерно за відповідними

показниками в залежності від напрямку його використання. Слід підкреслити, що параметри клейковини в оцінці якості зерна пшениці з метою використання в хлібопекарському виробництві займають важливе місце. За умови вирощування пшениці озимої після ріпаку ярого якість зерна за вмістом клейковини дещо поступається вирощеної після сої. Максимальні показники вмісту клейковини в зерні – 19,5 % отримані за умови вирощування пшениці озимої після попередника сої за інтенсивної технології (табл. 6.2).

Таблиця 6.2 – Агрохімічний склад зерна пшениці озимої за різних систем обробітку ґрунту у короткоротаційній сівозміні, 2021 - 2023 р.

Обробіток ґрунту	Модель технології	Вміст білка, %	Вміст крохмалю, %	Вміст клейковини, %	Седиментація, мл
No-till	без добрив	10,1	68,1	13,1	24,0
	N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	11,4	69,7	16,8	28,7
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	11,5	69,2	16,1	33,7
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	11,5	68,7	16,8	35,9
Дискування на 10-12 см	без добрив	10,6	68,9	14,2	29,2
	N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	10,2	68,6	13,6	30,3
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	11,1	69,6	15,0	33,2
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	10,7	70,7	14,3	31,4
Оран ка на 25-27 см	без добрив	10,1	70,1	12,7	28,0
	N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	10,7	69,2	15,0	31,1
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	12,6	68,0	18,6	39,3
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	12,8	67,1	19,5	41,0

Відомо, що збільшення дози добрив додатково збільшує вміст білка. Найбільше значення вмісту білку відмічено за внесення N₁₂₀P₆₀K₉₀ на рівні 10,7-12 %. Вміст клейковини залежав від мінерального живлення і погодних умов вирощування пшениці. Науковими дослідженнями встановлено, що внесення повного мінерального добрива N₉₀P₉₀K₉₀ та N₁₂₀P₆₀K₉₀ суттєво сприяє збільшенню вмісту клейковини. При підвищенні вмісту білка відмічалось обернено-пропорційне зниження вмісту крохмалю в зерні пшениці. Таким чином за спрощеної моделі технології на фоні системи обробітку ґрунту no-till при вмісту протеїну 10,1 %, отримано зерно із

вмістом 68,1% крохмалю з вмістом клейковини 13,1 % із найнижчою седиментацією 24,0 %. Найвищі показники седиментації та вміст клейковини отримували за інтенсивних моделей технологій з підвищеними дозами добрив. Можна стверджувати, що на зростання частки якості зерна в вплинули технології вирощування пшениці. Мова передусім про більш ефективний підбір сортів озимої зернової з ширшим використанням насіння високоінтенсивних сортів із здатністю до накопичення білків та клейковини. Також оптимізація мінерального живлення посівів та підвищення ефективності їх хімічного захисту.

7. ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО У КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОПЕРЕДНИКІВ, СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА УДОБРЕННЯ

Формування врожаю культурних рослин, проблема їх росту і розвитку є головною в агрономічній науці. Ріст і розвиток рослин відображають всю сукупність процесів взаємодії організмів з факторами зовнішнього середовища, тому застосовуючи ті чи інші технологічні прийоми, ми змінюємо умови життя та процеси росту і розвитку рослин в агробіоценозах. Тривалість вегетаційного періоду має важливе значення для формування високого врожаю. Науковцями встановлено, що тривалість вегетаційного періоду залежить від генетичних особливостей сортів, конкретних ґрунтово-кліматичних особливостей району вирощування і умов мінерального живлення.

В результаті проведення польових досліджень було виявлено суттєву різницю в проростанні насіння соняшника за різних способів обробітку ґрунту. За традиційно підготовленого ґрунту шляхом оранки та передпосівної культивуації час проростання насіння тривав 15 діб. Такий самий період проростання відмічався і за мінімального обробітку ґрунту з дискуванням на глибину 10-12 см. Тоді як за нульового обробітку ґрунту тривалість

проростання насіння була довшою на 4 доби, що перш за все пов'язано з нижчою температурою ґрунту в зоні загортання насіння на 2 °С проти механічно оброблених ділянок, та нещільним контактом насіння з ґрунтом. За нульового обробітку ґрунту відмічали протягом всього періоду вегетації подовження етапів органогенезу проти варіантів з оранкою та дискуванням. Варіація в тривалості міжфазних періодів відслідковувалася не лише між обробітками ґрунту.

В результаті спостережень встановлено суттєвий вплив обробітку ґрунту, мінерального удобрення та обробки рослин по листю мікродобривом на інтенсивність наростання центрального стебла та формування висоти стеблостою. З перших етапів росту та розвитку рослин помітною була різниця у висоті стеблостою між обробітками ґрунту. За нульового обробітку ґрунту в період появи першого листка рослини були нижчими на 2-3 см проти варіантів з дискуванням та оранкою. При збільшені інтенсивності росту рослин збільшувалася і різниця у висоті стеблостою на 5–17 см.

Бур'яни значно впливають на продуктивність праці в сільському господарстві, погіршують родючість ґрунту, зменшують врожайність вирощуваних культур. За вирощування соняшника «Феномен» за різних систем обробітку на початку вегетації найвищу забур'яненість посівів спостерігали на варіанті no-till із застосуванням добрив до 54 шт/м². На варіантах із обробітком у вигляді оранки і дискування кількість бур'янів значно зменшилась до 30 шт. на м². (табл. 7.1). Застосування гербіцидів сприяло утримання посіву соняшника у чистому виді на усіх варіантах.

Динамічно зростаючий рівень аграрного виробництва одночасно ставить завдання підвищення якості продуктів харчування, технологічних якостей сільськогосподарської сировини для промислової переробки, запобігання втратам продукції та зниження її якості на всіх стадіях виробництва. Завданням рослинницької галузі агропромислового комплексу під час вирощування соняшнику є не тільки підвищення врожаю, а й якості продукції: вмісту олії, білка та окремих жирних кислот [7].

Таблиця 7.1 – Забур'яненість посівів соняшника за різного обробітку ґрунту та варіантів удобрення, 2021 - 2023 рік

Варіант удобрення	Кількість бур'янів шт./м ²	Однорічні	Багаторічні
No-till			
без добрив	54	50	4
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	48	47	1
N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀	30	30	0
N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₈₀	21	12	9
Дискування			
без добрив	20	20	0
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	15	15	0
N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀	30	30	0
N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₈₀	13	13	0
Оранка			
без добрив	9	9	0
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	11	10	1
N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀	5	5	0
N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₈₀	17	15	2

Олія – це складні ефіри гліцерину та жирних кислот, містяться як запасні речовини у 1/3 насіннєвих рослин. Вважають, що жир утворюється безпосередньо в клітинах запасних органів. Гліцериди жирних кислот утворюються в рослині з вуглеводів – цукрів. Отже, олія є вторинною органічною речовиною, яка походить з вуглеводів. Вуглеводи утворюються в зелених частинах рослин, переважно в листках. Потім по флоемі вони рухаються до органів, де відкладаються запасні речовини, у нашому випадку – до насіння. Під впливом ферментів у насінні утворюються високомолекулярні жирні кислоти як безпосередньо з вуглеводів, так і з низькомолекулярних кислот.

Накопичення олії в насінні соняшнику здійснюється в три етапи. На початку наливу насіння, за високої вологи та інтенсивного поділу, накопичуються в основному вуглеводи, а фосфоліпіди використовуються для побудови клітинних мембран. Для другого періоду характерне зниження

вологості насіння, активне накопичення жирів та білків. Вміст вуглеводів знижується, в олії повільно зникають вільні кислоти та гліцериди. На останньому етапі відбуваються подальше зниження вологості, припинення анаболічних процесів, насіння здатне давати сходи.

Утворення жирів у рослині є складовою частиною загального процесу обміну речовин усього організму і має складний фізіолого-біологічний характер. Вони накопичуються в процесі життєдіяльності організму загалом; цей процес залежить як від спадкових особливостей, так і від умов середовища. Процес жирутворення активно відбувається у період з 15-го по 30-й день після цвітіння, уповільнюється в міру зменшення вологості ядра і припиняється у той час, коли в ядрі залишається менше 20 % вологи [8].

Результати проведеного біохімічного аналізу насіння наведені в таблиці 7.2. Максимальний вміст олії було сформовано в насінні досліджуваного гібриду за основного обробітку ґрунту на рівні 47,12 - 47,18 %. Найменша кількість олії в насінні – 46,24 % була виявлена на варіанті $N_{150}P_{110}K_{180}$ за системи обробітку ґрунту no-till. На варіантах досліджу за способів обробітку ґрунту вміст білка в насінні варіювався від 19,68 до 20,30 %. Максимальна білковість насіння була відмічена на варіанті $N_{150}P_{110}K_{180}$ системи no-till 20,30 %. Дещо менший вміст білка сформувало насіння соняшнику на дискуванні $N_{16}P_{16}K_{16}$ - 19,76 %. У середньому на варіантах досліджу спостерігався незначний вплив внесення добрив на олійність насіння. Слід відзначити, що за системи no-till підвищений вміст олії в насінні становив 47,06 % за внесення добрив дозою $N_{16}P_{16}K_{16}$ порівняно з контролем. При збільшенні дози добрив до $N_{150}P_{110}K_{180}$ істотного впливу на олійність не спостерігалось, а навпаки відмічено зниження рівня вмісту олії до 46,56 %. Поряд з цим слід відзначити тенденцію до зниження олійності та підвищення вмісту білка на системі no-till за внесення добрив. Так на контрольному варіанті було отримано насіння з вмістом білка на рівні 19,87 %, внесення добрив дозою $N_{16}P_{16}K_{16}$ обумовило зниження на 18 %, а внесення $N_{150}P_{110}K_{180}$ підвищило на 0,43 % порівняно з контролем.

Таблиця 7.2 – Біохімічний аналіз насіння соняшника, 2021-2023 рік

Варіант удобрення	Протеїн, %	Жир, %	P ₂ O ₅ , %	K ₂ O, %	Гідроскопічна волога
No-till					
без добрив	19,87	46,99	1,38	0,90	8,00
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	19,69	47,06	1,38	0,92	8,87
N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀	19,87	46,92	1,37	0,99	8,57
N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₈₀	20,30	46,24	1,35	0,94	7,74
Дискування					
без добрив	19,93	47,16	1,38	0,96	8,30
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	19,76	47,01	1,37	0,94	8,42
N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀	19,80	46,66	1,35	0,94	8,20
N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₈₀	19,96	47,14	1,38	0,89	8,26
Оранка					
без добрив	19,99	47,12	1,39	0,98	8,21
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	19,68	47,18	1,40	0,98	8,25
N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀	19,74	47,12	1,35	0,95	8,59
N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₈₀	20,10	46,56	1,36	0,93	8,10

Погодні умови мали вплив на процес накопичення олії. Дефіцит опадів та високий температурний режим у кінці липня на початку серпня обумовили низький рівень олієутворення.

Основним показником вирощування сільськогосподарських культур є їх урожайність – інтегруючий показник, який в значній мірі залежить від багатьох елементів структури врожаю, погодних умов, що складаються за період вегетації, та інших факторів зовнішнього середовища.

Проведені дослідження підтверджують тісну залежність ефективності дії добрив від погодних умов, які склались у роки досліджень, про що свідчать приведені результати.

За роки досліджень відмічено, що вплив добрив на здебільшого залежав від погодних умов, що склалися за період росту та розвитку культури, особливо при забезпеченні рослин вологою в критичні періоди та температурного режиму за період вегетації.

Рівень урожайності соняшника становив у межах 1,35-2,73 т/га (табл. 7.3). Найнижча урожайність формувалася на ділянках без внесення добрив

1,35-1,47 т/га. За внесення мінімальної дози мінеральних добрив $N_{16}P_{16}K_{16}$ урожайність насіння соняшника становила 1,65-1,76 т/га. Приріст урожайності насіння соняшника «Феномен» від зміни системи обробітку ґрунту спостерігався відносно системи no-till і становив 0,06-0,26 т/га за мінімального обробітку і 0,06-0,69 т/га за оранки. За no-till технології урожайність соняшника була найнижчою серед досліджуваних способів обробітку ґрунту і становила 1,35 – 2,17 т/га.

Результати обліку врожаю свідчать, що найнижчі показники урожайності соняшника отримано на контролі (без удобрення), за посіву соняшника в необроблений ґрунт за технологією no-till 1,35 т/га.

Табл. 7.3. – Урожайність соняшника за різних обробітків ґрунту та варіантів удобрення 2021 - 2023 р., т/га

Варіант удобрення	Обробіток ґрунту		
	no-till	дискування	оранка
без добрив	1,35	1,41	1,47
$N_{16}P_{16}K_{16}$	1,65	1,72	1,76
$N_{150}P_{100}K_{120}$	2,37	2,52	2,66
$N_{150}P_{100}K_{180}$	2,17	2,25	2,73
НІР ₀₅ середнє – 0,46; НІР ₀₅ для обробітку і сівозміни – 0,18; НІР ₀₅ для удобрення – 0,19			

Внесення мінеральних добрив під посіви соняшника у дозі $N_{16}P_{16}K_{16}$ і $N_{150}P_{110}K_{120}$ сприяло приросту насіння відносно контролю та забезпечувало отримання урожайності на рівні 1,65 – 2,73 т/га залежно від системи обробітку ґрунту.

Проведення в якості основного обробітку ґрунту – оранки сприяло зростанню продуктивності рослин і формуванню максимальної врожайності насіння соняшника на варіанті з внесенням $N_{150}P_{110}K_{180}$ – 2,73 т/га. Аналізуючи результати досліджень, можна констатувати, що за вирощування соняшника гібриду «Феномен» на чорноземах типових кращим агрозаходом є оранка ґрунту та внесення мінеральних добрив у дозі $N_{150}P_{110}K_{180}$.

8. ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СІВОЗМІНИ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Важливим показником продуктивності сівозміни є вихід з одного гектара кормових і зернових одиниць, перетравного протеїну, зерна та іншої продукції, оскільки за цими показниками можна дати правильну оцінку спроможності одиниці площі через продукцію реалізувати можливості як потенційної, так і ефективної родючості. Залежно від структури сівозміни, підбору культур, системи удобрення, системи основного обробітку ґрунту показники продуктивності збільшувались залежно від антропогенного навантаження. Продуктивність культур залежно від систем удобрення і обробітку ґрунту наведено у (табл. 8.1). Найбільший збір кормових одиниць з гектара на рівні 5,2 т/га отримано за застосування мінеральної системи удобрення та оранки. На підставі результатів встановлено, що продуктивність ріллі польової сівозміни істотно залежить від систем удобрення та основного обробітку ґрунту. Найвищої продуктивності ріллі досягли за мінеральної системи удобрення, а істотне зниження її спостерігається на фоні без застосування добрив.

За нинішніх умов ефективне сільськогосподарське виробництво можна забезпечити насамперед за рахунок використання збалансованого, добре організованого та економічно обґрунтованого методу його ведення із обов'язковим застосуванням прогресивних технологій.

Таблиця 8.1 – Продуктивність зернової сівозміни залежно від різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення, (2021–2023 рр.)

Обробіток ґрунту	Варіант удобрення	Ячмінь ярий	Соя	Пшениця озима	Соняшник	Збір зерна	Кормових одиниць	Зернових одиниць	Збір протеїну
		2021	2022	2023	2020				
No-till	1	2,36	1,45	2,4	1,25	1,87	2,29	2,23	0,33
	2	2,64	1,73	5,3	1,37	2,76	3,38	3,05	0,45
	3	3,54	1,9	6,1	1,4	3,24	3,96	3,48	0,51
	4	4,72	1,98	6,7	1,82	3,81	4,65	4,09	0,59
Дискування на 10-12 см	1	2,4	1,71	2,8	1,31	2,06	2,53	2,46	0,37
	2	2,8	1,94	5,6	1,41	2,94	3,60	3,26	0,48
	3	3,96	2,07	6,8	1,52	3,59	4,39	3,84	0,56
	4	4,86	2,31	7	1,87	4,01	4,91	4,35	0,63
Оранка на 25-27 см	1	2,68	2,15	3	1,32	2,29	2,83	2,76	0,41
	2	2,9	2,4	5,9	1,4	3,15	3,88	3,54	0,52
	3	3,98	2,77	6,8	1,55	3,78	4,65	4,18	0,61
	4	5,06	2,84	7,1	1,92	4,23	5,20	4,67	0,68

Рациональним обробітком ґрунту під сільськогосподарські культури створюються сприятливі фізичні умови в орному шарі, стабілізується фітосанітарний стан посівів, забезпечуються необхідні умови для ефективної дії добрив, регуляторів росту, засобів захисту рослин та інших чинників інтенсифікації землеробства. Обробітком підвищують стійкість ґрунту проти ерозії. Вирощування польових культур на удобрених фонах сприяє економній витраті вологи на одиницю продукції, зменшенню забур'яненості посівів, поліпшенню родючості ґрунту та підвищенню продуктивності сівозмін.

9. ЕКОНОМІЧНА І ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУР В ЧОТИРИПІЛЬНИХ КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ

У виробництві продукції землеробства сучасні економічні і екологічні умови обумовлюють пошук як нових технологій вирощування сільськогосподарських культур, так і формування перспективних технологічних комплексів машин, що мають сприяти збереженню й підвищенню родючості ґрунту, зниженню енергетичних і трудових затрат, виконанню технологічних процесів на високому рівні. У зв'язку з цим в останні роки ведуться дослідження з вивчення різних способів, глибини і систем обробітку ґрунту з використанням сучасних машин і знарядь. У практичній діяльності господарств ширше почали застосовувати чизельні знаряддя, фрези і комбіновані агрегати, які по-різному діють на ґрунт і дають можливість поєднувати ряд технологічних операцій або проводити пряму сівбу культур. Розвиток агропромислового комплексу на інтенсивній основі передбачає збільшення виробництва продукції землеробства з кожного гектара ріллі. Встановлено, що кожна додатково отримана одиниця врожаю супроводжується зростанням енерговитрат у землеробській галузі. Найбільш енергоємним агротехнічним заходом є обробіток ґрунту і, зокрема, полицева оранка. Мілкий, поверхневий і безполицевий обробіток ґрунту за умови науково обґрунтованого їх застосування знижують енерговитрати, затрати на

паливо та інші ресурси в розрахунку на 1 га ріллі. Оранка є більш енергоємний захід, ніж дискування, але отримана урожайність основної продукції культур забезпечує додаткові затрати у технології вирощування. Окрім зростання продуктивності відбувається зміна агрохімічних показників, які прослідковуються впродовж ротації сівозміни.

За розрахунками економічної ефективності вирощування ячменю ярого в короткоротаційних сівозмінах, найнижчі виробничі витрати були в системі обробітку по-till за спрощеної моделі технології 17940-18408 грн./га. Із збільшенням енергетичного навантаження у технологіях вирощування ячменю ярого мали і вищі матеріальні затрати (рис. 9.1).

Найвищі виробничі витрати були понесені за високоінтенсивної моделі технології, де вносили розрахункову дозу добрив на запланований урожай. Собівартість вирощеної продукції варіювала в межах від 2542 до 3775 грн/т залежно від інтенсивності технології.

Найвища економічна ефективність вирощування ячменю ярого отримана за оранки на фоні інтенсивної моделі технології в сівозміні 1. Умовно чистий прибуток становив 24592 грн./га із собівартістю продукції 2940 грн./т. Несприятливі погодні умови звітнього року не дали можливості отримати очікуваний приріст урожайності від проведених агрозаходів, що істотно знижувало рівень рентабельності інтенсивних технологій проти спрощеної та ресурсоощадної моделей технологій.

Доцільність застосування того чи іншого варіанту удобрення, крім його впливу на підвищення урожайності та якості врожаю, визначається економічною оцінкою. Економічна ефективність суттєво залежала від рівня врожаю, вартості продукції, витрат на добрива та їх внесення (рис. 9.1). Економічні розрахунки показали, що найменші виробничі витрати були понесені без внесення мінеральних добрив за нульового обробітку ґрунту, що становило 11057 грн/га.

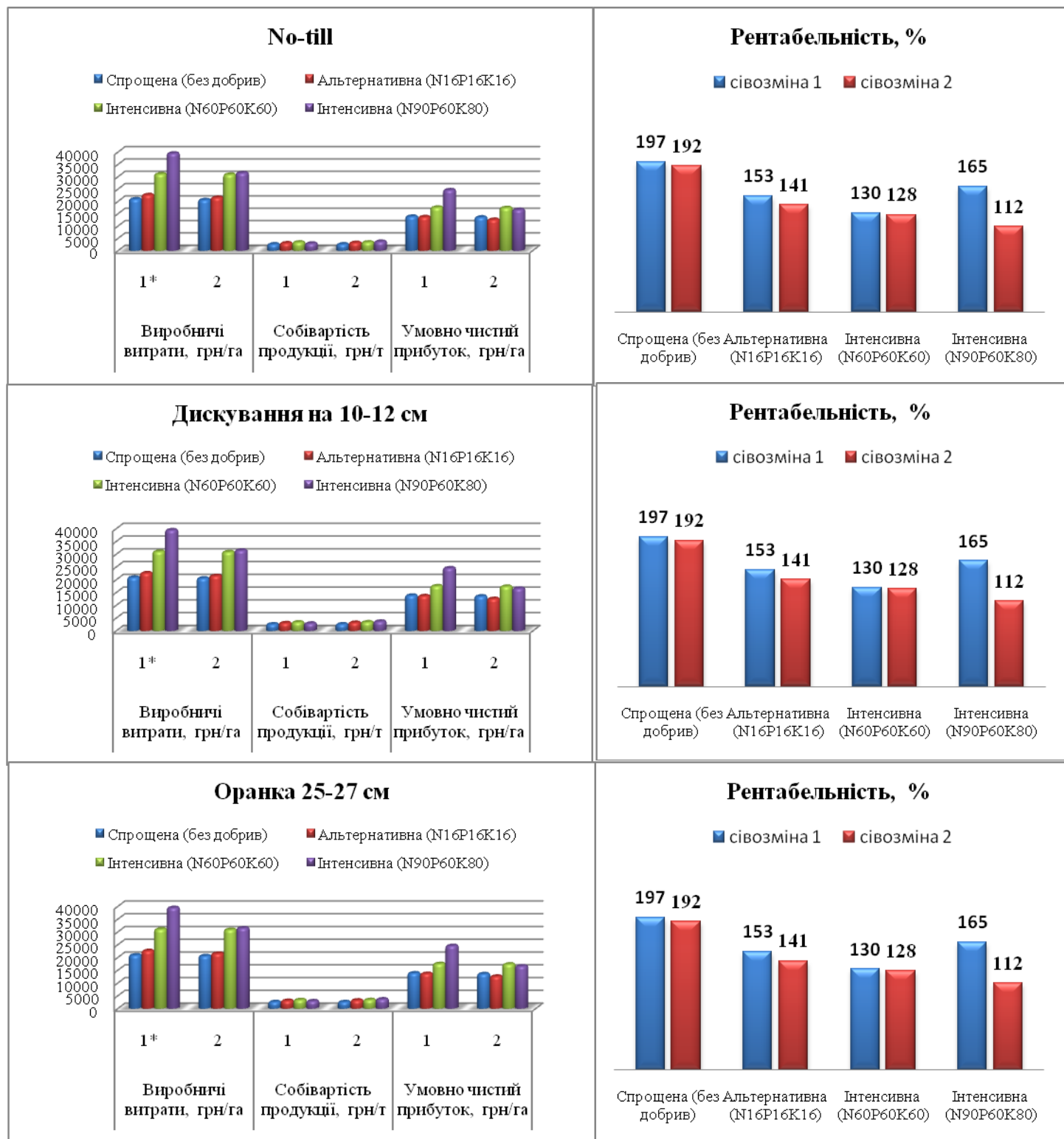


Рис. 9.1. – Економічна ефективність вирощування ячменю ярого за різних технологій вирощування у короткоротаційних сівозмінах, 2021-2023 р.

Системи обробітку ґрунту з дискуванням затрати на виробництво зростали до 13322 грн, а за традиційної оранки 14208 грн/га. Внесення

мінімальної дози добрив $N_{16}P_{16}K_{16}$ підвищувало виробничі витрати в системі нульового обробітку на 14547 грн/га, в системі дискування та оранки на 16747–18288 грн/га. Найвищі затрати понесені на фоні високих доз добрив за традиційної оранки, де значні затрати йдуть на паливно-мастильні матеріали і добрива. Отже, найбільша урожайність сої за досліджувані роки отримали 2,84 т/га на варіанті оранка + $N_{30}P_{60}K_{65}$. За даної технології прибуток становив 6404 грн/га і повна собівартість продукції 33316 грн/га (табл. 9.1)

Таблиця 9.1 – Економічна і енергетична ефективність технологій вирощування сої, 2021-2023 р.

Модель технології	Без добрив	$N_{16}P_{16}K_{16}$	$N_{30}P_{30}K_{60}$	$N_{30}P_{60}K_{65}$
No-till				
Всього витрат, тис. грн/га	11057	14547	28403	30774
Собівартість, тис. грн/т	7626	8409	14949	15543
Прибуток, тис. грн/га	7793	7943	-3703	-5034
Рівень рентабельності, %	70	55	-13	-16
Витрати енергії, ГДж/га	9,33	11,5	13,7	14,1
Енергоємність урожаю ГДж/га	21,6	25,7	28,3	29,5
Кее	2,31	2,24	2,06	2,08
Дискування на 10 -12 см				
Всього витрат, тис. грн/га	13322	16747	26444	32675
Собівартість, тис. грн/т	7791	8632	12775	14145
Прибуток, тис. грн/га	8908	8473	466	-2645
Рівень рентабельності, %	67	51	2	-8
Витрати енергії, ГДж/га	9,4	11,6	13,9	14,3
Енергоємність урожаю ГДж/га	25,4	28,9	30,8	34,4
Кее	2,70	2,49	2,22	2,41
Оранка на 25 -27 см				
Всього витрат, тис. грн/га	14208	18288	31194	33516
Собівартість, тис. грн/т	6608	7620	11261	11801
Прибуток, тис. грн/га	13742	12912	4816	3404
Рівень рентабельності, %	97	71	15	10
Витрати енергії, ГДж/га	10,9	12,2	14,5	14,9
Енергоємність урожаю ГДж/га	32,0	35,7	41,2	42,3
Кее	3,17	2,91	2,84	2,83

Енергетичний аналіз ефективності вирощування культур за різних систем основного обробітку дає уявлення про витрати енергії як однієї з фізичних категорій, необхідної для певного виробництва. Поняття

ефективності використання енергії встановлює її співвідношення на вході й виході сільськогосподарської системи і визначається коефіцієнтом енергетичної ефективності. Ефективність технології визначається відношенням кількості енергії, що отримана з врожаєм, до кількості витраченої не поновлювальної.

Сучасні ресурсозберігаючі технології направлені на здешевлення сільськогосподарської продукції, а також складових енерговитрат як по видах, так і по операціях. Із загальних затрат на обробіток ґрунту 75-85 % енергії витрачається на основний обробіток. На його виконання нині витрачається чималий відсоток енерговитрат, передбачених технологіями вирощування культур.

Енергозберігаюча функція мінімального обробітку є загальновизнаною. Головна її перевага – це економія пального порівняно з оранкою. Так, витрати пального за мінімального обробітку ґрунту скорочуються на 50–54 %. Енергетична ефективність вирощування сої залежно від основного обробітку ґрунту та удобрення становили 10,9–14,9 ГДж за оранки на 25-27 см, за дискування цей показник знижувався до 9,45 ГДж, а за застосування в системі no-till енерговитрати скорочувались на 0,75-5,6 ГДж порівняно з оранкою на 25-27 см. Істотний вплив на енерговитрати мало внесення мінеральних добрив. Тому, найкращі економічні і енергетичні показники отримано за класичного обробітку ґрунту – оранки на 25-27 см та альтернативної системи удобрення $N_{16}P_{16}K_{16}$ з рівнем рентабельності виробництва 71 %, K_{ee} – 2,91. За результатами порівняльної економічної ефективності технологій встановлено раціональне вирощування сої на зерно у короткоротаційних сівозмінах за альтернативної дози удобрення яка передбачала внесення $N_{16}P_{16}K_{16}$. Застосування добрив, як один з елементів технології спричинили зростання собівартості продукції. Здороощання мінеральних добрив спричинило зниження прибутковості технологій з інтенсивним рівнем удобрення культур.

Під час визначення економічної ефективності потрібно враховувати всі вартісні та кількісні показники, які надалі дозволять зробити висновки про доцільність або, навпаки, недоречність застосування кожного елементу технології вирощування культури.

За результатами порівняльної економічної ефективності технологій встановлено раціональне вирощування пшениці озимої у короткоротаційних сівозмінах за ресурсощадної технології, яка передбачала внесення $N_{16}P_{16}K_{16}$. Найнижча собівартість вирощеної продукції 1,86 тис. грн/га була отримана в сівозміні з попередником соя за спрощеної системи удобрення (побічна продукція попередника) на фоні традиційної оранки (табл. 9.2). Застосування добрив, як одного з елементів технології спричинили зростання собівартості продукції. За no-till технології кращі результати економічної ефективності отримали на фоні внесення $N_{16}P_{16}K_{16}$ з продуктивністю 5,3 т/га.

Таблиця 9.2 – Економічна ефективність вирощування пшениці озимої за різних технологій вирощування, 2021 - 2023 р.

Модель технології (доза добрив)	Виробничі витрати, грн/га		Собівартість продукції, грн/т		Умовно чистий прибуток, грн/га		Рентабельність, %	
	1*	2	1	2	1	2	1	2
No-till								
без добрив	8067	8187	3361	3149	5133	6113	64	75
$N_{16}P_{16}K_{16}$	10067	10067	1899	2097	19083	16333	190	162
$N_{90}P_{90}K_{90}$	17629	17629	2890	2988	15921	14821	90	84
$N_{120}P_{60}K_{90}$	18069	17832	2697	2923	18781	15718	104	88
Дискування на 10-12 см								
без добрив	8910	8910	3182	2784	6490	8690	73	98
$N_{16}P_{16}K_{16}$	10800	10821	1929	1898	20000	20529	185	190
$N_{90}P_{90}K_{90}$	18386	18386	2704	3014	19014	15164	103	82
$N_{120}P_{60}K_{90}$	18249	18049	2607	2616	20251	19901	111	110
Оранка на 25-27 см								
без добрив	9125	9125	3042	2765	7375	9025	81	99
$N_{16}P_{16}K_{16}$	11001	11027	1865	1646	21449	25823	195	234
$N_{90}P_{90}K_{90}$	18595	18595	2735	2547	18805	21555	101	116
$N_{120}P_{60}K_{90}$	18864	18624	2657	2517	20186	22076	107	119

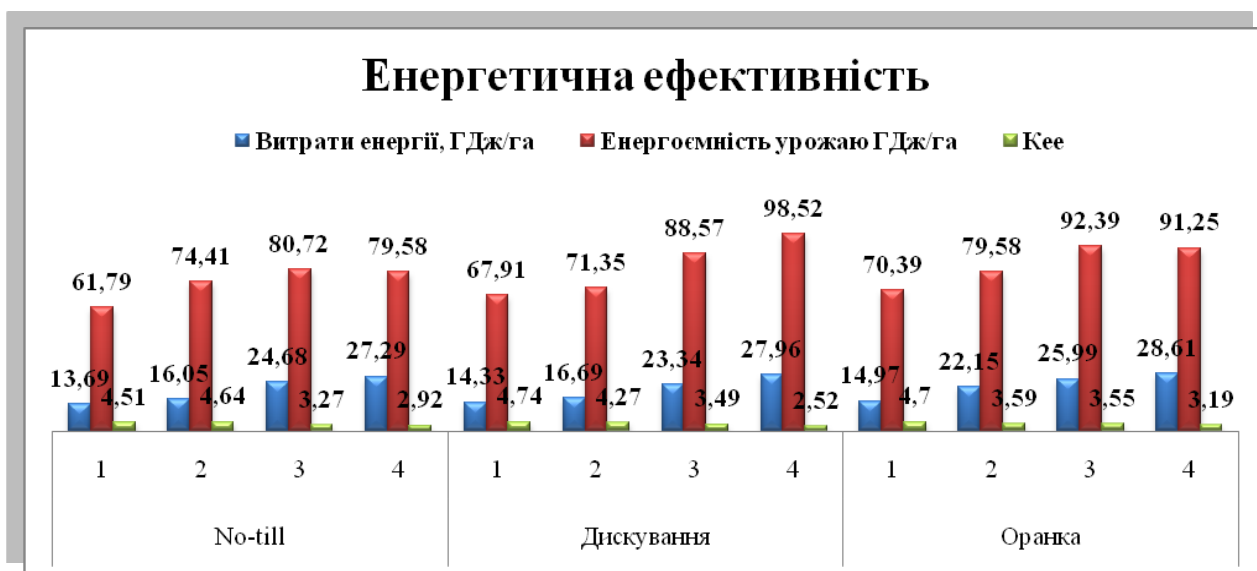
Примітка. 1 – Попередник соя; 2 – попередник ріпак ярий

При здоров'язанні енергоресурсів собівартість вирощеного урожаю сягала 1,89 тис. грн/га. За основного обробітку дискування кращі економічні

показники з умовно чистим прибутком 20,05 тис. грн/га та собівартістю продукції 1,89 тис. грн/т отримано за технології з внесенням $N_{16}P_{16}K_{16}$.

Застосування добрив, як одного з елементів технології спричинили зростання енерговитрат. За no-till технології кращі результати ефективності отримали на фоні внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$, енергоємність урожаю становила 80,72 ГДж/га, K_{ee} – 3,27. Найвища енергоємність урожаю відмічена за інтенсивної системи удобрення і становила за no-till – 69,05-79,58 ГДж/га, за дискування 81,11-98,52 ГДж/га та оранки 85,32-91,25 ГДж/га. За результатами порівняльної енергетичної ефективності технологій встановлено раціональне вирощування озимої пшениці у короткоротаційних сівозмінах за ресурсоощадної технології, яка передбачала внесення $N_{16}P_{16}K_{16}$.

Енергетична оцінка вирощування пшениці озимої є стабільним показником і передбачає визначення співвідношення певної кількості енергії, яка виражена рівнем їх урожайності та сукупних витрат енергії на виробництво цього врожаю. Найнижчий коефіцієнт K_{ee} за інтенсивної системи удобрення на фоні традиційної оранки – 2,54-2,59 (рис. 9.2).



Примітка. Варіант технології з удобренням: 1 без добрив; 2. $N_{16}P_{16}K_{16}$; 3 $N_{90}P_{90}K_{90}$; 4 $N_{120}P_{60}K_{90}$.

Рис. 9.2 Енергетична ефективність вирощування пшениці озимої, 2021-2023 рр.

В сучасних умовах ведення сільського господарства важливою вимогою до елементів технології, які розробляються та впроваджуються в виробництво, є зниження собівартості одиниці продукції, зменшення енергетичних витрат, а як результат – підвищення прибутку. На основі проведених досліджень встановлено, що досліджувані фактори безпосередньо впливали на зміну величини затрат на 1 га, прибуток та собівартість 1 ц продукції. Проведені розрахунки економічної ефективності вказують на кінцевий корисний ефект від застосування тих чи інших заходів.

За різного технологічного навантаження на технології вирощування сільськогосподарських культур мали неоднакову собівартість вирощеної продукції. Розрахунок економічної ефективності вирощування соняшника в короткоротаційній сівозміні на чорноземі типовому у Лівобережному Лісостепу показав, що основна стаття затрат на вирощування культури припадала на мінеральне удобрення та систему захисту.

Важливою характеристикою застосування добрив у виробничих умовах та наукових дослідженнях є їх економічна ефективність. За основу її визначення взято приріст врожаю, що отримано за рахунок внесення добрив, а також нормативи окупності добрив додатковою продукцією. На основі проведених досліджень встановлено, що досліджувані фактори безпосередньо впливали на зміну величини затрат на 1 га, прибуток, собівартість і рентабельність продукції. Так, розрахунки економічної ефективності використання мінеральних добрив при вирощуванні соняшника показали, що їх внесення призводило до зростання грошових витрат на 1 га.

В нашому випадку виробничі витрати були значними, залежали від факторів, що ставились на вивчення і змінювались в досить широкому діапазоні. Економічний аналіз показує, що високий умовно чистий прибуток та рівень рентабельності мали всі досліджувані варіанти за внесення мінерального добрива і застосування стимуляторів. За різного технологічного навантаження на технології вирощування сільськогосподарських культур мали неоднакову собівартість вирощеної продукції. Розрахунок економічної

ефективності вирощування соняшника в короткоротаційній сівоzmіні на чорноземі типовому у Лівобережному Лісостепу показав, що основна стаття затрат на вирощування культури припадала на мінеральне удобрення та систему захисту. Важливою характеристикою застосування добрив у виробничих умовах та наукових дослідженнях є їх економічна ефективність. За основу її визначення взято приріст врожаю, що отримано за рахунок внесення добрив, а також нормативи окупності добрив додатковою продукцією. На основі проведених досліджень встановлено, що досліджувані фактори безпосередньо впливали на зміну величини затрат на 1 га, прибуток, собівартість і рентабельність продукції. Так, розрахунки економічної ефективності використання мінеральних добрив при вирощуванні соняшника показали, що їх внесення призводило до зростання грошових витрат на 1 га

Таблиця 9.3 – Економічна ефективність вирощування соняшнику залежно від способів обробітку ґрунту та системи удобрення, 2021 - 2023 р.

Варіант удобрення	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість 1 т насіння, грн	Прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
1	2	3	4	5
No-till				
Без добрив	10717	8574	16783	157
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	12606	9201	17534	139
N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀	23421	13777	13979	60
N ₁₅₀ P ₁₁₀ K ₁₈₀	25241	13285	16559	66
Дискування				
Без добрив	11641	8435	18719	161
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	13611	8454	21809	160
N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀	24609	13374	15871	64
N ₁₅₀ P ₁₁₀ K ₁₈₀	26436	13218	17564	66
Оранка				
Без добрив	11870	7761	21359	183
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	13835	6360	33469	246
N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀	24835	9650	21491	128
N ₁₅₀ P ₁₁₀ K ₁₈₀	26663	9053	37804	143

Так, на варіантах без застосування добрив виробничі витрати були на рівні 10717-11870 грн/га (табл. 9.3). Застосування добрив збільшувало виробничі витрати до 27257 грн/га. Аналіз структури витрат показав, що при отриманні найвищого рівня продуктивності культури дольова частка із статей витрат на мінеральні добрива склала 70 %.

Таким чином, економічні розрахунки та їхній аналіз за досліджувані роки показує, що найвищої середньої врожайності за 2021-2023рр. досягнуто за класичного обробітку ґрунту на варіанті внесення $N_{150}P_{110}K_{180} - 2,73$ т/га. За даної технології чистий прибуток становив 37804 грн/га, собівартість урожаю 26663 грн, а рівень рентабельності – 143%.

ВИСНОВКИ

1. В умовах центральної частини Лівобережного Лісостепу, підзона нестійкого зволоження, на чорноземі типовому відмічено, що під дією одних і тих самих обробітків ґрунту протягом двох ротацій чотирипільних сівозмін у шарах ґранту відбулися зміни щільності будови. За системи обробітку по-till відмічено урівноваження щільності будови ґрунту в усіх горизонтах, без різкого переходу $1,31 \text{ г/см}^3$ в 0-10 см шарі та $1,34 \text{ г/см}^3$ в 20-30 см шарі ґрунту. За проведення дискування на глибину 10-12 см відмічено збільшення щільності будови в 10-20 см шарі до $1,30 \text{ г/см}^3$ проти верхнього оброблюваного горизонту де щільність будови становила $1,1 \text{ г/см}^3$. За диференційованого обробітку ґрунту із проведенням оранки, щільність будови ґрунту була найнижчою $1,14 \text{ г/см}^3$ в 0 – 10 см шарі $1,30 \text{ г/см}^3$ в 20-30 см шарі ґрунту.

2. За традиційного обробітку ґрунту з проведенням оранки на глибину 25-27 см структурно-агрегатний склад 0-30 см шару ґрунту мав менш виражену строкатість прошарків у порівнянні з дискуванням та системою по-till. В системі обробітку ґрунту із проведенням дискування відмічено підвищення фракції ґрунту діаметром менше 0,14 мм, 6,5 % у порівнянні до традиційного обробітку та по-till.

3. Отримана наукова інформація щодо впливу агротехнічних чинників та погодних умов на ріст, розвиток сільськогосподарських культур в короткоротаційних сівозмінах за кліматичних змін в умовах Лівобережного Лісостепу. Найкращі умови формування рослин пшениці озимої спостерігали у короткоротаційній сівозміні на фоні $N_{120}P_{60}K_{90}$, що забезпечувало за класичного обробітку оранки на глибину 25-27 см. Висота рослин зформувалась на рівні 79,5-85,6см. Спостерігали найменшу кількість забур'янення посівів 15 шт/м^2 . Найбільш схильною до забур'янення була система по-till кількість бур'янів налічувала 324-430 шт/м².

4. В умовах воєнного стану застосування мінімального обробітку ґрунту (дискування на 10-12 см) та внесення альтернативної дози добрив ($N_{16}P_{16}K_{16}$) з підживленням посівів мікродобривом створюють оптимальні умови вирощування культур в короткоротаційних сівозмінах за кліматичних змін в умовах Лівобережного Лісостепу. Застосована даної технологія забезпечила урожайність на рівні 5,6 т/га озимої пшениці, ячменю ярого 2,8 т/га, сої 1,94 т/га та соняшник 1,41 т/га.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Сучасні наукові дослідження стосуються розробки та впровадження у виробництво ресурсозберігаючі системи обробітку ґрунту, які окрім конкурентоспроможності повинні мати ґрунтозахисний характер та в умовах зміни клімату забезпечувати стабільну врожайність сільськогосподарських культур.

За вирощування сої в сівозміні отримали найбільшу урожайність 2,84 т/га за оранки з внесенням мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{65}$. За даної технології прибуток становив 6404 грн/га і повна собівартість продукції 33316 грн/га.

В умовах змін клімату Лівобережного Лісостепу на чорноземі типовому в короткоротаційних сівозмінах розміщуючи пшеницю озиму після сої із залученням її побічної продукції економічно обґрунтованим є проведення дискування на 10-152 см з внесенням альтернативної дози удобрення ($N_{16}P_{16}K_{16}$), дворазове позакореневе підживлення препаратами макро- та мікроелементів з внесенням у період кушіння-трубкування та колосіння-цвітіння посівів забезпечує отримання 5,6 т/га зерна умовно чистий прибуток 17,1 тис. грн/га із собівартістю продукції 2,5 тис. грн./т, рентабельністю 120%.

Вирощування ячменю ярого за класичного обробітку ґрунту (оранка 25-27 см) та альтернативної системи удобрення $N_{16}P_{16}K_{16}$ з підживлення посівів мікродобривами та застосуванні побічної продукції попередників забезпечує врожайність 2,8 т/га, умовно чистий прибуток 937 грн/га із собівартістю продукції 3,91 тис. грн./т, рентабельність 117%.

За вирощування соняшника кращим агрозаходом є оранка ґрунту та внесення мінеральних добрив у дозі $N_{150}P_{110}K_{180}$. Отримано – 2,73 т/га насіння. За даної технології чистий прибуток становив 37804 грн/га, собівартість урожаю 26663 грн і рівень рентабельності 143%.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Булигін С.Ю., Величко В.А., Демиденко О.В. (2016). Агрогенез чорнозему. Київ: Аграрна наука. 356 с.
2. Медведєв В.В. Нульовий обробіток ґрунту в Європейських країнах. Харків: ТОВ Едена, 2010. 202 с.
3. Петриченко В.Ф. та ін. Продуктивність кукурудзи залежно від глибини оранки на різних системах удобрення в Лісостепу України. Зб. наук. пр. ВНАУ Землеробство. Вип. 4. № 63. 2012. С. 3–8.
4. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. – 2-е видання, виправлене. – Київ: Центр Навчальної літератури, 2004. – 808 с.
5. Мирошніченко М.С. Продуктивність короткоротаційних сівозмін за системи удобрення та обробітку ґрунту. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН» 2019; 3-4, с. 3-15.
6. Косолап М.П., Кротінов О.П. Система землеробства No-till: навчальний посібник. Київ: Логос, 2011. 252 с.
7. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., М.А. Білоножко М.А.. Рослинництво: Підручник За ред. О.І. Зінченка. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591с.
8. Гудзь В. П., Примак І. Д. та ін. Адаптивні системи землеробства: Підручник. - К.: Центр учбової л-ри, 2007. - 334 с.
9. Гудзь В.П., Примак І.Д., Будьонний Ю.В., Танчик С.П. Землеробство: [Підручник. 2-ге вид. перероб. та доп.]. К.: Центр учбової літератури, 2010. 464 с.
10. Медведєв В. В. Вплив структури ґрунту на фільтраційну здатність / В. В. Медведєв, Т. М. Лактіонова, Л. Г. Почепцова // Вісник аграрної науки. — 2003. — № 3. — С. 5–9.
11. Шикула М.К., Демиденко О.В. Післяжнивні рештки у ґрунтозахисному землеробстві. // У збірн. праць ІЗ УААН. —К., 2003. — С. 121–131.

12. Гаськевич В. Г., Папіш І. Я., О. Г. Телегуз О. Г. Фізика ґрунтів. Лабораторний практикум / навчальний посібник – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2021. – 170 с.

13. Бойко П.І., В.Ф. Камінський [та ін.]. Структура посівних площ і сівозміни для різних ґрунтово-кліматичних зон/ Сучасні системи землеробства і технології вирощування с.–г. культур. Київ: ННЦ «ІЗ НААН», 2012. № 8. С. 18–43.

14. Горобець А.Г., Циліорик О.І. Вологозабезпеченість та урожайність польових культур за різних систем обробітку ґрунту в сівозміні. Бюл. інституту зернового господарства степової зони НААН України. Дніпропетровськ, 2011. № 1. С. 20–25.

15. Назаренко І. І. Землеробство та меліорація: Підручник. - Чернівці, 2006. - 375 с.

16. ДСТУ 4744:2007. Якість ґрунту. Визначання структурно-агрегатного складу ситовим методом у модифікації Н.І. Саввінова. ДСТУ 4744:2007. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 8 с.

17. Медведєв В.В. Нульовий обробіток ґрунту в Європейських країнах. Харьков: ТОВ Едена, 2010. 202 с.

18. Шикула М. К., Демиденко О.В. Вплив ґрунтозахисної системи обробітку на агрохімічні властивості агрономічно цінної структури чорнозему типового Лівобережного Лісостепу України // Вісн. Черк. інст. АПВ: темат. збірник. — 2002. — С. 13–21.

19. Марущак А.М. Особливості обробітку ґрунту під кукурудзу в умовах зональної технології її вирощування. Збірник наук. праць. Кам'янець—Подільський, 2006. С. 163–166.

20. Демиденко О. В. Структурний стан чорнозему за довгострокової постагрогенної трансформації. Вісник аграрної науки. 2019. № 2. С. 13–21.
<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201912-02>

21. Драган М.І., Гамалей В.І., Любич О.Г. Агрегатний склад ґрунту за різних агротехнологічних заходів. Вісник аграрної науки. 2009. № 2. С. 11–17.

22. Малиенко А.М., Борис Н.Е. Влияние способов основной обработки и побочной продукции предшественника на плотность сложения почвы в севообороте // Вісник Уманського національного університету садівництва. 2016. Ч. 1. С. 113–125.

23. Ятчук В.Я. Вплив основної обробки сірого лісового ґрунту на його родючість та продуктивність культур сівозміни у Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.–г. наук: спец. 06.01.01. «Загальне землеробство» / ННЦ «Інститут землеробства НААН» Чабани, 2010. 21 с.

24. Borys N., Kuut A. The influence of basic soil tillage methods and weather conditions on the yield of spring barley in forest-steppe conditions // Agronomy Research. 2016. Vol. 12. Num. 2. P. 317–326.

25. Бабич А. О. Продуктивний потенціал сортів сої для регіонів України. / А. О. Бабич. Пропозиція. - 2000. - №11. - С. 33-35.

26. Гаврилюк М. М., Салатенко В. Н., Чехов А. В., Федорчук М. І. Олійні культури в Україні: навчальний посібник. К.: Основа, 2008. 420 с.

27. Каплін О.О. Вплив попередників та агротехнічних прийомів на врожайність та збір жиру з гектару поливного соняшника в умовах півдня України. Аграрний вісник Причорномор'я. Одеса. 2004. № 26. С. 26-32.

Наукове видання

ЗАДУБИННА Є.В.

КОНДРАТЮК І.М.

ТАРАСЕНКО О.А.

ЦАРИНОК Н.А.

**СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ТА УДОБРЕННЯ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО
В КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО
ЛІСОСТЕПУ**

НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ