

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
«ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕРОБСТВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ
АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ»**

**НАУКОВІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ
ЕКОЛОГО-ЗБАЛАНСОВАНИХ РІЗНОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІН
В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ
НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

Вінниця
ТВОРИ
2025

УДК 631.582:631.1:631.4:631.165

Н 34

*Рекомендовано до друку Вченою радою ННЦ «ІЗ НААН»
(протокол № 10 від 06 жовтня 2025 р.)*

Рецензенти:

С. Е. Дегодюк – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, член-кореспондент НААН, завідувач відділу агрохімії ННЦ «ІЗ НААН»;

І. Д. Примак – доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри землеробства, агрохімії та ґрунтознавства Білоцерківського Національного аграрного університету МОН України

Н 34 Наукові основи побудови високопродуктивних еколого-збалансованих різноротаційних сівозмін в умовах зміни клімату Лісостепу України: наук.-метод. реком. / Я. С. Цимбал, І. В. Мартинюк, В. І. Борисенко, Л. П. Якименко, М. В. Бакумова, І. І. Литвиненко. – Вінниця : ТВОРИ, 2025. – 52 с.

ISBN 978-617-8835-85-9

Науково-методичні рекомендації розроблені на основі узагальнення результатів досліджень, проведених у багаторічному стаціонарному досліді Панфільської ДС ННЦ «ІЗ НААН» на чорноземі типовому малогумусному у підзоні нестійкого зволоження Лісостепу.

Наукові основи побудови високопродуктивних еколого-збалансованих різноротаційних сівозмін базуються на «законах» плодозміни та містять в основі багаторічні наукові дослідження і виробничий досвід з врахуванням сучасних вимог принципи щодо наукового обґрунтованого розміщення сільськогосподарських культур, нормативи їх чергування у системах сівозмін різної ротації та за насичення їх зерновими від 57 до 100 % (зокрема озимими колосовими від 16,7 до 28,4 %), технічними від 16,7 до 42,6 % та кормовими культурами від 12,5 до 25 %, адаптованих до природно-кліматичних умов вирощування.

Науково-методичні рекомендації призначені для керівників і фахівців господарств різних форм власності та господарювання, науковців, викладачів вузів, аспірантів та студентів.

УДК 631.582:631.1:631.4:631.165

ISBN 978-617-8835-85-9

© ННЦ «ІЗ НААН», 2025

© ТОВ «ТВОРИ», 2025

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Основні терміни та визначення.....	5
2. Основні принципи побудови науково обґрунтованих сівозмін....	8
2.1. Особливості побудови довгоротаційних сівозмін.....	12
2.2. Особливості побудови короткоротаційних сівозмін.....	14
3. Зональність і спеціалізація польових сівозмін.....	19
4. Методичні основи польових дослідів з вивчення сівозмін.....	25
4.1. Ґрунтово-кліматичні умови зони проведення досліджень.....	26
5. Наукові основи побудови високопродуктивних еколого-збалансованих різноротаційних сівозмін.....	27
5.1. Закономірності формування водного режиму та впливу сівозмінного чинника на агрохімічні показники родючості ґрунту.....	30
5.2. Закономірності впливу сівозмінного чинника на формування продуктивності залежно від співвідношення культур у сівозмінах.....	33
5.3. Економічна ефективність функціонування сівозмін залежно від набору та співвідношення культур у сівозмінах.....	42
Висновки.....	45
Пропозиції виробництву.....	49
Список літератури	50

ВСТУП

За умов посилення конкурентного тиску на світових і національних ринках сільськогосподарської продукції ключовим чинником забезпечення рентабельності її виробництва є досягнення високого рівня культури землеробства. Визначальною передумовою ефективного впровадження сучасних агротехнологій на основі раціонального використання місцевих ґрунтово-кліматичних ресурсів і технологічних засобів інтенсифікації постають науково обґрунтовані системи сівозмін. Саме вони забезпечують не лише нарощування обсягів аграрного виробництва, а й відтворення та підвищення родючості ґрунтів.

Сучасні вимоги до функціонування сільськогосподарських підприємств передбачають удосконалення структури посівних площ, оптимізацію землекористування та впровадження таких сівозмін, що дають можливість збалансувати взаємодію культур із ґрунтовим середовищем і між собою. Науково доведено, що саме раціональна сівозмінна є базою для ефективної реалізації інших елементів технології вирощування – систем обробітку ґрунту, удобрення, заходів захисту рослин від шкідливих організмів тощо. Значення сівозміни визначається біологічними властивостями польових культур, тому її раціональне планування має ключове значення для підвищення культури землеробства, зростання врожайності та рентабельності виробництва, особливо в умовах воєнного стану.

Сільськогосподарською наукою і практикою доведено, що беззмінна культура різко знижує урожайність, родючість ґрунту, погіршує фітосанітарний стан його і посівів порівняно з сівозмінною. Уведення в сівозмінну культур, що відрізняються за строками сівби і збиранням, характером розвитку, різними способами догляду за ними, сприяє рівномірному розподілу й раціональному використанню протягом року технічних засобів і робочої сили.

Сільськогосподарські культури та технології їх вирощування по-різному впливають на фізичні, хімічні й біологічні параметри ґрунту не лише у період їх вегетації, а й у наступні роки. Саме тому за розміщення культур у сівозміні слід

дотримуватися певного порядку їх чергування, який ґрунтується на неоднаковому відношенні різних сільськогосподарських рослин до родючості ґрунту, тобто необхідно кожен культуру забезпечити добрим попередником.

Одним із напрямів вирішення проблеми оптимізації сівозмін є комплексне дослідження впливу попередників і рівнів інтенсифікації на продуктивність окремих культур та сівозміни загалом, якість отриманої продукції, особливості водного й поживного режимів ґрунту, а також на економічну та енергетичну ефективність виробництва. Отримані результати дають можливість розробити оптимальні сівозміни, зменшити собівартість продукції та збільшити валові обсяги виробництва.

Попри значний науковий доробок, досі бракує систематизованих даних і теоретичних пояснень щодо механізмів деградації ґрунтів та інших негативних наслідків порушення правил чергування культур, погіршення фітосанітарного стану та якості продукції. Це, своєю чергою, актуалізує необхідність продовження досліджень проблеми сівозмін у різних ґрунтово-кліматичних зонах, зокрема й в умовах воєнного стану. Практичне впровадження отриманих результатів таких досліджень сприятиме підвищенню продуктивності, збереженню родючості ґрунтів, розвитку екологічно збалансованого аграрного виробництва, забезпеченню екологічної безпеки довкілля, задоволення продовольчих потреб держави, особливо в період післявоєнного відновлення.

1. ОСНОВНІ ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

Терміни, що визначені ДСТУ 4691:2006 «Землеробство. Терміни і визначення понять»:

Землеробство – провідна галузь сільськогосподарського виробництва, основою якої є використання землі з метою вирощування сільськогосподарських культур; наука, що вивчає загальні прийоми вирощування сільськогосподарських культур і розробляє способи раціонального використання землі та підвищення родючості ґрунту;

Системи землеробства – сукупність агротехнічних, меліоративних та організаційно-господарських заходів для підтримання й підвищення родючості ґрунту з метою збільшення урожайності сільськогосподарських культур і зменшення собівартості продукції;

Сівозмінне землеробство – родючість ґрунту підтримується і поліпшується чергуванням культур (зернових, бобових та просапних), підвищеним добривом та ретельною обробкою ґрунту;

Сівозміна – чергування сільськогосподарських культур (і пару) у часі і на території або тільки в часі згідно з науково обґрунтованими нормативами періодичності повернення;

Система сівозмін – раціональне поєднання різних сівозмін, спрямоване на продуктивне використання земель відповідно до спеціалізації господарства;

Тип сівозміни – сівозміна певного виробничого призначення, яка відрізняється основним видом отримуваної рослинницької продукції;

Вид сівозміни – сівозміна, що відрізняється співвідношенням сільськогосподарських культур і парів;

Схема сівозміни – набір сільськогосподарських культур і пару в порядку їх науково обґрунтованого чергування в сівозміні;

Проект сівозміни - комплекс технічної документації з обґрунтуванням сівозміни, розрахунками, кресленнями для перенесення на територію землекористування господарства;

Введена сівозміна – сівозміна, проєкт якої перенесено на територію землекористування господарства;

Освоєна сівозміна – сівозміна, у якій витримано затверджені межі полів, а розміщення культур по полях і попередниках відповідає запланованій схемі чергування;

Ротація сівозміни – інтервал часу, протягом якого культури і пар проходять через кожне поле в послідовності, передбаченій схемою сівозміни;

Посівна площа – площа ріллі під посівами сільськогосподарських культур;

Структура посівних площ – співвідношення площі посівів різних сільськогосподарських культур на певній території, виражене у відсотках;

Монокультура – єдина сільськогосподарська культура, яку вирощують у господарстві;

Безмінна культура – сільськогосподарська культура, яку вирощують поза сівозмінною на одному й тому самому полі багато років підряд;

Основна культура – сільськогосподарська культура, яка займає поле сівозміни більшу частину вегетаційного періоду;

Повторна культура – культура сівозміни, яку за схемою розміщують після однойменної культури – попередника;

Проміжна культура – сільськогосподарська культура, яку вирощують на полі сівозміни, коли воно вільне від основної культури;

Післяжнивна культура – проміжна культура, яку вирощують і збирають на полі сівозміни після вирощування основної культури в тому самому році;

Післяукісна культура – проміжна культура, яку вирощують на полі сівозміни в тому самому році, після того, як основну культуру зібрано на зелений корм, силос чи сіно;

Підсівна культура – сільськогосподарська культура, яку висівають у полі сівозміни під покрив основної культури;

Попередник – сільськогосподарська культура або пар, що займали дане поле в минулому році.

Терміни, що визначені ДСТУ 7513:2014 «Посіви сільськогосподарських культур. Шкала для оцінювання попередників і періодів чергування у сівозмінах Полісся та Лісостепу України»:

Класифікація попередників – поділ попередників сільськогосподарської культури в сівозміні на класи за бальною оцінкою їх ефективності;

Попередник найкращий – попередник, який за будь-яких агротехнічних і кліматичних умов забезпечує найвищу урожайність наступної культури порівняно до інших її попередників;

Попередник добрий – попередник, який стабільно забезпечує врожайність наступної культури на рівні 90 % від найкращого;

Попередник допустимий – попередник, який не гарантує сталості врожайності наступної культури, а за екстремальних умов зумовлює різке зниження її продуктивності;

Попередник недопустимий – попередник, після якого створюються вкрай негативні умови водно-фізичного, поживного, фітосанітарного стану ґрунту для наступної культури, а також з агротехнічних причин, коли попередник дозріває значно пізніше строків сівби культури, або (в разі багаторічних трав) – попередник не може бути використаний як покривна культура.

2. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ НАУКОВО ОБҐРУНТОВАНИХ СІВОЗМІН

Наукові принципи побудови сівозмін спрямовані на оптимізацію позитивних чинників взаємодії рослин із ґрунтом і між собою. Наукове обґрунтоване чергування культур у сівозміні передбачає, з одного боку, правильний відбір сприятливих для вирощування культур попередників, а з другого, – оптимальне насичення сівозмін одновидовими культурами, яке враховує допустиму періодичність вирощування їх у полях сівозмін. За умов повного освоєння зональних науково обґрунтованих сівозмін у комплексі з іншими технологічними заходами можна підвищити продуктивність земель на 40–50 %, забезпечивши при цьому відтворення родючості ґрунтів і збереженість навколишнього середовища.

За результатами багаторічних досліджень сформовано нормативні умови розміщення і чергування культур, за яких можна побудувати будь-яку сівозміну, зокрема, *побудова сівозмін базується на таких принципах:*

а) оптимальний, науково визначений підбір кращих культур попередників або парів;

б) сівозмінне поєднання одновидових культур із дотриманням допустимої періодичності їх повернення на одне й те саме поле з урахуванням спеціалізації

господарства і ґрунтово-кліматичних умов, де система удобрення сільськогосподарських культур сівозміни і технології їх вирощування мають бути спрямовані на збереження родючості ґрунту і екологічного стану довкілля;

в) теоретичною основою побудови сівозмін має бути плодозміна, у структурі якої зернові культури рядкового способу сівби займають не більше половини площі ріллі і чергуються з просапними і бобовими культурами, які займають решту площі у сівозміні. В умовах плодозміни найповніше реалізується біологічний потенціал продуктивності сільськогосподарських культур та збереження родючості ґрунту. Плодозміна найбільшою мірою передбачає чергування культур, щорічну їхню зміну у полях сівозміни, що різняться між собою біологічними властивостями і технологією вирощування, особливо за впровадження короткоротаційних сівозмін. Впровадження таких сівозмін має складнощі з вирощування культур, що потребують тривалого нормативу у їх чергуванні (соняшник, льон, зернобобові, буряки цукрові, ріпак), або близьких за біологічними властивостями (пшениця озима, ячмінь озимий і ярий, овес) і потребує урахування несумісності культур, або ж окремих між собою.

Вчені-землероби переконливо довели, що науково обґрунтована сівозміна є основою землеробства, запорукою його стабільності, оскільки істотно впливає на водний, поживний, біологічний режими ґрунту, на швидкість детоксикації шкідливих речовин, які надходять у ґрунт за його сільськогосподарського використання. Розроблено і рекомендовано системи різноротаційних (короткоротаційних 3-4-5-пільних і довгоротаційних 6-10-пільних) сівозмін, що ґрунтуються на зональному принципі розвитку землеробства в Україні, у тому числі й органічного (табл. 1).

Ці системи пройшли тривалий термін випробування і розраховані на різноманітну спеціалізацію господарств. Наведені дані необхідні для всіх землевласників і землекористувачів – від присадибних, малоземельних до потужних господарств (агрохолдингів).

Таблиця 1. Нормативна класифікація попередників у сівозміні

Культура	Попередник															
	багаторічні трави (бобові)	однорічні	горох-вика	люпин		кукурудза		озима пшениця	озиме жито	ячмінь	овес	картопля		льон	цукрові буряки	соняшник
				зелену масу	зерно	силос	зерно					рання	пізня			
Озима пшениця	Х	Х	Х	Х	УД	Д	Н	Н	Н	Н	УД	Х	УД	Х	Н	Н
Озиме жито	Х	Х	Х	Х	УД	Д	Н	Н	Н	УД	Н	Х	УД	Х	Н	Н
Ячмінь	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Д	Д	Н	УД	Х	Х	Х	Х	УД
Овес	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Д	Д	УД	Н	Х	Х	Х	Х	УД
Кукурудза	Х	Х	Х	Х	Х	УД	УД	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	УД	УД
Горох, вика	Н	УД	Н	Н	Н	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Д
Люпин	Н	УД	Н	Н	Н	Д	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Д
Льон	Х	Х	Д	Н	Х	Х	Х	Д	УД	УД	Х	Х	Х	Н	Д	Н
Цукрові буряки	УД	Д	Х	УД	Д	УД	УД	Х	Х	Х	Д	Д	Д	УД	Н	Н
Картопля	Х	Х	Х	УД	Х	Д	Д	Х	Х	Д	Д	Н	Н	Х	Х	Н
Соняшник	Н	Х	Х	УД	Х	УД	УД	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	УД	Н

Примітка. Х – хороший, Д – допустимий, УД – умовно допустимий, Н –недопустимий.

Довжину ротації сівозміни при тому чи іншому наборі культур визначає культура з найбільш тривалим періодом повернення на попереднє місце вирощування.

Допустимі нормативи періодичності вирощування культури на одному і тому самому полі становлять:

- для озимих жита і ячменю, ячменю ярого, вівса, гречки – не менше ніж через один рік;
- для пшениці озимої, так як і для жита – не менше ніж через один рік, проса – не менше ніж через два роки;
- для кукурудзи, сорго і риса та картоплі в сівозміні або на тимчасово виведеному із сівозміни полі – протягом двох-трьох років поспіль;
- для багаторічних бобових трав, зернобобових культур (крім люпину), цукрових і кормових буряків, ріпаку озимого і ярого – не менше ніж через три роки;
- для льону олійного – не менше ніж через один рік, а для льону-довгунця – не менше ніж через чотири років;
- для соняшника – не менше ніж через чотири роки;
- для люпину – не менше ніж через шість років;

– для томатів, капусти, перцю, картоплі, баклажанів та огірків – не менше ніж через три роки;

– для цибулі, часнику, моркви, буряків столових – не менше ніж через 2 роки;

– для лікарських рослин (залежно від біологічних властивостей) – один-десять років.

За науково обґрунтованої побудови сівозміна максимально виконує основну біологічну функцію – фітосанітарну і позбавляє посіви сільськогосподарських культур від зайвого застосування хімічних засобів захисту врожаю. У ній порівняно з беззмінними посівами культур ураженість рослин хворобами і шкідниками зменшується у 2–4 рази.

Правильний підбір культур у сівозміні є ефективним способом боротьби з кореневими гнилями зернових, фітофторою картоплі, фузаріозом та іншими хворобами. Зменшується ураження посівів одновидовими шкідниками.

Завдяки чергуванню культур підвищується ефективність мінеральних добрив. Різні групи рослин виносять із ґрунту неоднакову кількість азоту, фосфору і калію та в різному співвідношенні. Зернові використовують більше азоту і фосфору, коренеплоди і бульбоплоди – калію.

Пшениця, буряк цукровий засвоюють фосфор тільки з легкорозчинних сполук, а овес, гірчиця і, особливо, гречка засвоюють його з важкорозчинних, створюючи сприятливі умови для забезпечення вирощуваних у сівозміні культур фосфором.

За рахунок чергування бобових і небобових рослин покращується азотне живлення у сівозміні. Зменшення частки просапних культур у сівозміні поліпшує структуру ґрунту, сприяє підвищенню вмісту гумусу внаслідок природних процесів оздоровлення агробіогеоценозу. Особливо покращує структуру ґрунту вирощування бобових і злакових багаторічних трав. За використання соломи зернових і зернобобових культур в якості добрива, ґрунт також збагачується органічною речовиною.

2.1. Особливості побудови довгоротаційних сівозмін

Сівозміна – інтенсивна система землеробства, науково обґрунтоване чергування сільськогосподарських культур і парів у часі і на території або тільки в часі (ротація) за заздалегідь визначеним планом. Завдання сівозмінної системи – систематичне підвищення врожайності, забезпечення найбільшого виходу продукції з одиниці площі при найменших затратах праці і коштів.

Чергування в часі означає, що відбувається щорічна або періодична зміна культур і чистого пару на конкретно взятому полі. За чергування на території щороку (почергово) вирощуються культури на різних частинах поля, на яких вони чергуються в часі.

Сівозміни довгої ротації виправдали себе, і вони були необхідні у великих господарствах, оскільки забезпечували повну маневреність щодо розміщення культур, залежно від ґрунтово-ландшафтних чинників, повніше використовували біокліматичний потенціал місцевості, а також сприяли поліпшенню й охороні родючості ґрунтів за невисоких витрат ресурсів. Ефективними є довгоротаційні 6–7–10-пільні сівозміни, особливо в зоні Лісостепу й Степу України.

Найтипівіший напрям спеціалізації більшості господарств:

- зерно-буряківничо-тваринницький – для цього напрямку рекомендовано сівозміни, які включають 55–60 % зернових, 15–20 % буряків цукрових, 23–25 % кормових культур;

- зернофуражний для свинини та птиці – 65–70 % зернових, 15–20 % буряків цукрових або технічних культур, 10–20 % кормових культур;

- за поглибленої спеціалізації на виробництві молока, м'яса, вирощування нетелей – 45–50 % зернові культури, 15–20 % буряки цукрові або технічні культури, 30–40 % кормові культури.

При цьому основними чинниками, які визначають спеціалізацію сільського господарства, є кон'юнктура ринку (внутрішнього та зовнішнього) і соціально-економічна ситуація. У зв'язку з цим вже на сьогодні в складі

сільськогосподарських культур відбулися різкі зміни порівняно з 1990 р. Зменшилась загальна посівна площа, значно скоротилися площі бобових і особливо кормових культур. Необґрунтовано збільшилась площа посівів під соняшником, що призвело до погіршення підбору попередників під основні культури, недотримання науково-обґрунтованих сівозмін.

Тоді як оптимальні умови вирощування сільськогосподарських культур у сівозміні забезпечуються розміщенням після кращого попередника і дотримання оптимального періоду повернення на попереднє місце вирощування.

Попередники виконують такі функції:

- своєчасно звільняють поля;
- очищають поля від бур'янів;
- покращують фітосанітарний стан ґрунту;
- поліпшують поживний режим ґрунту за рахунок удобрення органічною масою кореневої системи і вегетативної частини рослин;
- поліпшують структуру ґрунту, повітряний і водний режими;
- забезпечують відсутність алелопатичної дії на сходи наступної культури.

Оскільки в результаті проведення земельної реформи із створенням нових агроформувань були порушені раніше введені та освоєні сівозміни, то першочерговим завданням нині є оптимізація структури сільськогосподарських угідь та запровадження науково обґрунтованих сівозмін із диференційованим підходом використання з поділом земель на еколого-технологічні групи:

I – землі з ухилом до 3⁰ технологічно придатні для впровадження зерно-просапних сівозмін та застосування інтенсивних технологій;

II – землі з ухилом більше 3⁰ зі слабо-, середньозмитими ґрунтами, з виключенням просапних культур та контурно-меліоративною організацією території;

III – землі заплав та широких днищ балок, знижень, придатні під кормові та овочеві культури;

IV – землі сінокосо-пасовищного призначення;

V – землі, що підлягають консервації.

Консервація земель – це виведення їх із сільськогосподарського використання на певний період із метою відновлення їх родючості та покращання екологічного стану природним шляхом. Це може бути:

- постійна консервація – виведення із сільськогосподарського використання під заліснення або створення трав'яного покриву природним шляхом зі зміною цільового призначення (переважно природоохоронного або рекреаційного);

- тимчасова консервація – виведення (переважно ріллі) із сільськогосподарського використання для створення трав'яного покриву із злаково-бобових травосумішок, або природним шляхом на певний період (10–15 років), після якого вони можуть бути повернуті до складу сільськогосподарських угідь.

Кормові угіддя (сіножаті, пасовища) необхідно використовувати в системі сінокосо- і пасовищезмін.

2.2. Особливості побудови короткоротаційних сівозмін

Для нових організаційних структур, зокрема для селянських фермерських господарств, скорочення асортименту вирощуваних культур за рахунок звуження спеціалізації господарств не дозволяє мати багатопільні сівозміни, тому рекомендовано 4-5-пільні сівозміни, спрощені до 3-пільних.

Побудова таких сівозмін має здійснюватися також за науковими принципами, головний з яких – науково обґрунтоване розміщення і чергування культур за законами плодозміни. Жодна колосова культура не висівається після стерньового попередника. На добриво використовують усі післязбиральні рештки, зокрема солому та гичку буряків цукрових.

Набір культур у короткоротаційних сівозмінах визначається спеціалізацією господарства, а остання, своєю чергою, зональними ґрунтово-кліматичними умовами та кон'юнктурою ринку. Однак є культури (люпин,

соняшник, капуста, баштанні), які можуть повертатися в сівозміні на попереднє місце вирощування не раніше, ніж через 5–8 років. Тому в короткоротаційних сівозмінах поле, на якому такі культури вирощуватимуться, слід ділити на дві частини і поперемінно на кожній з них висівати ці культури.

Тут може бути й інший варіант, особливо це стосується соняшнику. Якщо у господарстві є кілька сівозмін з короткою ротацією, то цю культуру слід вирощувати поперемінно в одній сівозміні протягом однієї ротації, а потім в іншій.

Сівозміна має бути динамічною, мобільною та насиченою на 50 % зерновими колосовими, на 25 % бобовими (кормовими) і зернобобовими, на 25 % просапними культурами. Це означає, що на окремих полях короткоротаційних сівозмін можна вирощувати декілька культур, близьких між собою за біологічними властивостями, наприклад, буряки цукрові і кормові, кукурудза на зерно і силос, картопля та ін.

Якщо сівозміна надто спрощена (до 2–3 полів), до неї доцільно максимально запроваджувати культури проміжного вирощування для послаблення явища алелопатичної ґрунтової, періодично відводити поля під пар, або поля під залуження, застосовувати підвищені дози органічних добрив, а в разі потреби і пестицидів.

Набір культур у короткоротаційних сівозмінах визначається спеціалізацією господарства, а остання, своєю чергою, – зональними ґрунтово-кліматичними умовами та кон'юнктурою ринку.

У господарствах, що спеціалізуватимуться на вирощуванні свиней і птиці, слід запроваджувати зернові сівозміни з великою часткою зернових, у тому числі зернофуражних культур (65–75 %). Наприклад: 1 – люцерна (вивідне поле); 2 – пшениця озима; 3 – кукурудза на зерно, просо, ячмінь або 0,5 поля ячмінь + люцерна; 4 – кукурудза на зерно або 0,5 поля кукурудза на зерно + 0,5 поля люцерна.

У господарствах, які утримують молочну і м'ясну велику рогату худобу, типовими мають бути 4-5-пільні сівозміни: 1, 2 – багаторічні трави; 3 – озима

пшениця; 4 – кукурудза на зерно і силос, коренеплоди, картопля; 5 – ячмінь, овес.

У зернові сівозміни з високим насиченням озимою пшеницею слід обов'язково вводити резистентні культури (овес) як єдиний агротехнічний засіб боротьби з кореневою гниллю.

У Лісостепу для господарств з виробництва зерна і буряків цукрових рекомендовано чотирипільні сівозміни: 1 – конюшина або еспарцет, горох; 2 – пшениця озима; 3 – буряки цукрові; 4 – ячмінь, овес, кукурудза на зерно; 1 – горох, 2 – пшениця озима, 3 – кукурудза, 4 – кукурудза; 1 – еспарцет, 2 – пшениця озима, 3 – кукурудза, 4 – ячмінь із підсівом еспарцету.

За введення короткоротаційних сівозмін значення сівозмінного чинника настільки зростає, що за агротехнічною ефективністю він не поступається, а за економічною – навіть перебільшує такі заходи, як оновлення сортів, зміна технологій обробітку ґрунту.

Слід зауважити, що питання переходу від довгоротаційних сівозмін до сівозмін із короткою ротацією в кожному випадку необхідно вирішувати відповідно до конкретних соціально-економічних і ґрунтово-екологічних чинників. Як правило, 8-10-пільні сівозміни складаються з 2–3 подібних ланок. Наприклад, у 10-пільній сівозміні можуть бути виділені дві п'ятипільні; у 9-пільній – одна п'ятипільна і одна чотирипільна; у 8-пільній – дві чотирипільні сівозміни з відповідним скороченням кількості культур і коригуванням їхнього чергування. У більшості випадків при переході до сівозмін із короткою ротацією немає потреби проводити нове землевпорядкування.

В умовах економічної кризи і звуження попиту на сільськогосподарську продукцію (зерно, цукор, олія), прикладом оптимальної сівозміни може бути чотирипільна з таким чергуванням культур:

Перше поле – *багаторічні бобові трави, зернобобові.*

Друге поле – *озима пшениця.*

Третє поле – *буряк, ріпак, соняшник, картопля, зернобобові, кукурудза та ін., крім зернових культур.*

Четверте поле – *ярий ячмінь, яра пшениця, однорічні трави з підсівом багаторічних трав або в одновидовому посіві.*

Культури першого поля нагромаджують азот у ґрунті, покращують структуру за рахунок розвиненої кореневої системи і повернення в ґрунт значної кількості органіки. Це найкращі попередники для пшениці озимої.

Пшениця озима не забур'янює полів. Солому за збирання зерна подрібнюють, розстеляють на полі і придисковують. На сидерат висівають гірчицю, зелену масу якої разом з соломою приорюють пізно восени. Тому, на другому полі також повертається у ґрунт органіка.

На третьому полі висівається одна з перерахованих культур. Причому, гичка буряків, стебла ріпаку, соняшника, кукурудзи, солома зернобобових повертаються в ґрунт і допомагають вирішити проблему бездефіцитного балансу гумусу.

Четверте поле зайняте зерновими культурами з підсівом трав або в одновидовому посіві. Солому з цього поля можна використати на корм худобі, або ж заробити в ґрунт.

Така універсальна динамічна сівозміна в умовах економічної кризи дозволяє підтримувати баланс гумусу без внесення гною, боротися з шкідливими організмами без пестицидів, наполовину зменшити норму мінеральних добрив і одержувати екологічно чисту високоякісну продукцію при менших затратах матеріальних ресурсів. Нижче в тексті наведено варіанти короткоротаційних сівозмін, що рекомендовані для господарств зони Лісостепу залежно від їх виробничого напрямку:

а) для вирощування продовольчого, фуражного зерна і коренеплодів цукрових буряків: I. 1 – багаторічні трави, 2 – пшениця озима, 3 – буряки цукрові, 4 – кукурудза на зерно, 5 – ячмінь з підсівом багаторічних трав. II. 1 – горох, соя 2 – пшениця озима, 3 – буряки цукрові, 4 – кукурудза, 5 – кукурудза. III. 1 – горох, соя, 2 – пшениця озима, 3 – кукурудза на зерно, 4 – ячмінь. IV. 1 – кукурудза на силос, 2 – пшениця озима, 3 – кукурудза, 4 – кукурудза. V. 1 – горох, соя, 2 – кукурудза, 3 – кукурудза, 4 – ячмінь.

б) для вирощування продукції круп'яних культур та зерна: І. 1 – горох, соя, 2 – пшениця озима, 3 – гречка, 4 – ячмінь. ІІ. 1 – горох, соя, 2 – пшениця озима, 3 – просо, 4 – ячмінь.

в) для виробництва зерна та олій: І. 1 – ріпак озимий, 2 – пшениця озима, 3 – кукурудза на зерно, 4 – соя, 5 – ячмінь; ІІ. 1 – горох, соя, 2 – пшениця озима, 3 – соняшник, 4 – ячмінь, 5 – кукурудза на зерно;

г) для господарств по виробництву свинини: І. 1 – соя, горох, 2 – кукурудза, 3 – кукурудза, 4 – ячмінь; ІІ. 1 – горох, 2 – пшениця озима, 3 – буряки цукрові, кукурудза на зерно, 4 – соя, 5 – кукурудза на зерно.

д) для господарств, які утримують молочну і м'ясну велику рогату худобу: І.1,2 – багаторічні трави; 3 – пшениця озима; 4 – кукурудза на зерно і силос, коренеплоди, картопля; 5 – ячмінь, овес.

Для невеликих за площею господарств виникає необхідність розроблення оптимальної форми організації території землекористування на основі запровадження вузькоспеціалізованих сівозмін короткої ротації. Побудову таких сівозмін необхідно здійснювати за науково обґрунтованими принципами, головний з яких – розміщення і чергування культур за законами плодозміни.

Закон плодозміни

Саме цей чинник є основою забезпечення високої й сталої продуктивності культур, збалансованих показників родючості ґрунту і фітосанітарного стану посівів. Оптимальна тривалість ротації таких сівозмін повинна бути 4-пільна (при варіюванні від 3-х до 5-пільної). Це зумовлено вимогами розміщення культур після відповідних попередників і дотримання періоду повернення їх на попереднє місце вирощування, який для більшості з них становить 3–4 роки. Втім є культури (льон, люпин, соняшник, капуста, баштанні), які можна вирощувати у схемі сівозміни не раніше, ніж через 5–8 років. Недотримання цих нормативів у побудові сівозмін призводить до нагромадження інфекції в ґрунті і посівах, розповсюдження шкідників та хвороб. Високу продуктивність такі культури забезпечують тільки за умови їх правильного розміщення в сівозміні з урахуванням допустимої періодичності їх посівів на одному й тому самому полі.

3. ЗОНАЛЬНІСТЬ І СПЕЦІАЛІЗАЦІЯ ПОЛЬОВИХ СІВОЗМІН

Від якості орних земель (родючості) залежить ефективність майбутньої господарської діяльності. Основні ґрунтово-кліматичні зони України мають свої особливості, характерні для кожної з них.

Сівозміни зони Степу.

Степова зона України займає велику частину країни і складає 46,5 % площі її сільськогосподарських угідь.

Спеціалізація землеробства в зоні Степу – вирощування зерна. Основними зерновими культурами є пшениця озима, кукурудза, ячмінь озимий, технічними олійними – соняшник, ріпак, соя.

Враховуючи біологічні особливості провідних культур, доцільно використовувати таку їх частку в сівозміні за умов забезпечення кращими попередниками: пшеницю озиму – 30–50 %, ячмінь – 10–15 %, кукурудза – 40–50 %, чорний пар – 5–10 %, сорго – до 10 %, технічні культури – не більше 20 %.

Залежно від спеціалізації господарства та особливо за зрошення структура посівних площ передбачає обґрунтоване поєднання вологолюбних культур з культурами, які належать до так званої групи буферності щодо режиму зрошення. Такими культурами є озимі та ярі зернові, ріпак, гірчиця, ранні кормові сумішки, люцерна та ін.

Овочеві культури вирощуються в спеціалізованих господарствах, де їх частка сягає 70–90 % посівної площі.

Сівозміни зони Лісостепу

Зона Лісостепу займає площу понад 1 тис. км, що становить більше третини (33,6 %) її території, відзначається неоднорідністю ґрунтово-кліматичних і погодних умов.

Ця неоднорідність зумовлює особливості складу і чергування культур у сівозмінах різних районів зони. Важливо під час побудови сівозмін враховувати умови зволоження, від яких залежить вибір попередників, їхній вплив на водний режим ґрунту. Тому до побудови сівозмін у Лісостепу слід підходити

диференційовано, залежно від його підзон із достатнім, нестійким і недостатнім зволоженням.

Оптимум насичення польових сівозмін основною зерновою культурою – пшеницею озимою знаходиться в межах 20–30 %. Істотний вплив на врожайність пшениці озимої має період повернення, за якого не знижується врожайність пшениці, становить 2 роки. Озимі жито і ячмінь менш вибагливі до попередників і займають порівняно невеликі площі. Збільшення частки ячменю ярого від 10 до 20 % на його врожайність не впливає. Оптимальний показник насичення сівозмін зерновими колосовими – 40 %.

Оптимальне насичення сівозмін цукровими буряками становить 20 %.

Кукурудзу на родючих ґрунтах і за внесення оптимальних доз добрив та хімічних засобів боротьби з бур'янами можна вирощувати повторно протягом двох і більше років підряд. Під кукурудзу на силос за потреби відводиться до 20 % сівозмінної площі.

Найпоширенішою зернобобовою культурою в регіоні є горох – один із кращих попередників для озимих культур. У зв'язку з цим зернобобові можуть становити не більше 20 % сівозмінної площі.

Водночас, соя є хорошим попередником для ярих культур, а її ранньостиглі сорти, особливо в південній частині Лісостепу, – і для пшениці озимої. Отже, на частині площ у традиційній ланці горох – пшениця озима – буряки цукрові, горох можна замінити соєю.

Підвищення попиту на зерно круп'яних культур викликало збільшення їх площі посіву, особливо гречки. Повертати гречку на попереднє місце вирощування доцільно не раніше як через рік, просо – через 3 роки.

Картоплю в сівозміні доцільно вирощувати після озимих зернових, буряків цукрових, післяукісних та післяжнивних посівів. На попереднє місце цю культуру можна повертати через 1–2 роки.

Найпоширенішими серед багаторічних трав є конюшина, люцерна та їхні сумішки із злаковими травами.

У багатогалузевих господарствах різних форм власності найвищу загальну продуктивність забезпечують сівозміни з багаторічними травами. При цьому їх можна наситити зерновими до 50–60 % (у т. ч. пшеницею озимою – на 20–30 %, ячменем, горохом – на 10 %) і просапними до 40 % (з них 20 % буряків цукрових і 20 % кукурудзи).

У господарствах, що займаються виробництвом свинини, доцільно вводити плодозмінні польові сівозміни та насичувати їх зерновими до 60–75 %, у т. ч. пшеницею озимою до 20–30 %, ячменем, горохом, кукурудзою на зерно – 10–20, вівсом – до 10 %, цукровими буряками – до 15–20 %, конюшиною (5–10 %). У господарствах, які спеціалізуються на виробництві молока і яловичини, доцільно вводити плодозмінні польові сівозміни з люцерною (20–35 %), насичені зерновими до 30–45 %, зокрема пшеницею озимою – 10–20 %, горохом, ячменем, кукурудзою до 10 %.

Удосконалення структури посівів кормових культур здійснюється шляхом збільшення площ багаторічних бобових трав до 50–60 % у кормовій групі, передусім за рахунок скорочення посівів трудомістких однорічних трав.

Орієнтовні схеми сівозмін для підзони достатнього зволоження:

I. Конюшина на два укоси – пшениця озима – буряки цукрові – горох – пшениця озима – кукурудза на силос – пшениця озима – буряки цукрові, картопля, гречка – кукурудза на зерно – ячмінь з підсівом конюшини;

II. Конюшина на один укіс – пшениця озима – буряки цукрові – кукурудза на зерно – горох – пшениця озима – буряки цукрові, соняшник – кукурудза на зелений корм, силос – пшениця озима, жито озиме + післяжнивні культури – ячмінь, овес, просо з підсівом трав;

III. Багаторічні трави (еспарцет) на два укоси – пшениця озима – буряки цукрові – горох – пшениця озима + післяжнивні – кукурудза на силос – пшениця озима – буряки цукрові, картопля, гречка – кукурудза на зерно – ячмінь з підсівом еспарцету;

IV. Багаторічні трави (еспарцет) – пшениця озима – буряки цукрові –

кукурудза на силос – пшениця озима – кукурудза на зерно, буряки цукрові – горох – пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь + багаторічні трави (еспарцет).

Орієнтовні схеми сівозмін для підзони недостатнього зволоження:

I. Чорний і ранній зайнятий пари – пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь, овес, просо з підсівом багаторічних трав – багаторічні трави – пшениця озима – буряки цукрові, кормові коренеплоди – горох, кукурудза на силос – пшениця озима – кукурудза на зерно, соняшник;

II. Чорний і зайнятий пари – пшениця озима – буряки цукрові – однорічні культури на зелений корм і силос – пшениця і жито озимі – кукурудза на зерно – ярі культури з підсівом багаторічних трав – багаторічні трави – пшениця озима – буряки цукрові, соняшник, кукурудза на зерно;

III. Багаторічні трави – пшениця озима – буряки цукрові – кукурудза на зерно – горох (чина) – пшениця озима – буряки цукрові, кукурудза на зерно, кормові коренеплоди, просо, картопля – однорічні трави на корм і силос – пшениця озима + післяжнивні на корм – ячмінь з підсівом багаторічних трав;

IV. Багаторічні трави (0,5 поля) – озимі на зерно + післяжнивні (0,5 поля) – багаторічні трави, зернобобові – пшениця озима – буряки цукрові, коренеплідні кормові культури, картопля – кукурудза на зерно і силос – горох (чина) – пшениця озима – буряки цукрові – кукурудза, просо, овес – ячмінь з підсівом багаторічних трав, гречка, однорічні трави на корм + післяжнивні.

Орієнтовні схеми сівозмін для підзони нестійкого зволоження:

I. Багаторічні трави – багаторічні трави – пшениця озима + післяжнивні посіви на корм – буряки цукрові, соняшник – зернобобові, сумішка зернобобових із вівсом на зелений корм і силос – пшениця озима – буряки цукрові, кукурудза на зерно і силос, гречка – кукурудза на силос і зелений корм, озимі на зелений корм + післяжнивні посіви, однорічні трави на зелений корм – ячмінь, овес, просо з підсівом люцерни або конюшини, чистий посів люцерни;

II. Люцерна – пшениця озима – буряки цукрові – кукурудза на зерно – кукурудза на зелений корм, силос – зернобобові – пшениця озима – буряки

цукрові, соняшник – ячмінь, овес, просо з підсівом багаторічних трав;

III. Багаторічні трави на один укіс – пшениця озима – буряки цукрові – кукурудза на зерно – горох – пшениця озима – буряки цукрові – кукурудза на силос – пшениця і жито озимі + післяжнивні – ячмінь, овес, просо з підсівом багаторічних трав;

IV. Багаторічні і однорічні трави – пшениця озима – буряки цукрові – кукурудза на зерно, просо – горох – пшениця озима – буряки цукрові, коренеплідні кормові культури, картопля, соняшник – кукурудза на силос, гречка – пшениця озима, ячмінь з підсівом багаторічних трав.

Сівозміни для фермерських господарств:

У підзоні достатнього зволоження:

I. Багаторічні трави – пшениця озима – буряки цукрові – кукурудза на зерно, гречка – ячмінь з підсівом багаторічних трав;

II. Горох, гречка – пшениця озима – буряки цукрові, ячмінь, кукурудза;

III. Багаторічні трави – пшениця озима + післяжнивні – кукурудза на зерно – картопля – ячмінь + багаторічні трави;

IV. Горох, кукурудза на зелений корм або силос – ріпак озимий – пшениця озима + післяжнивні – кукурудза на зерно – гречка.

У підзоні нестійкого зволоження:

I. Багаторічні трави – пшениця озима – буряки цукрові – кукурудза на зерно – ячмінь з підсівом багаторічних трав;

II. Соя, горох – кукурудза – кукурудза – ячмінь;

III. Горох – пшениця озима – просо, гречка – ячмінь;

IV. Кукурудза на зелений корм, горох – пшениця озима – $\frac{1}{2}$ буряки цукрові, $\frac{1}{2}$ соняшник – ячмінь.

Застосовуються й інші схеми чергування культур у сівозмінах. Вони мають бути динамічними, щоб у разі потреби була можливість змінювати площі окремих культур без істотного порушення прийнятого чергування і строків повернення на попереднє місце вирощування.

Сівозміни зони Полісся

Полісся – окрема ґрунтово-кліматична зона, яка займає близько 24,5 % земельного фонду України. Ґрунотворний процес тут пов'язаний з особливостями географічного положення, а саме: м'який і вологий клімат, легкі материнські породи, близькість до поверхні ґрунтових вод.

За рівнем родючості ґрунти Полісся поступаються в 2,5–3,4 раза порівняно з Лісостепом. Незважаючи на це на Поліссі є всі умови для успішного вирощування традиційних сільськогосподарських культур: льону-довгунця, картоплі, хмелю, багаторічних трав, плодів, овочів та зернових культур.

Структура посівних площ на Поліссі, залежно від напрямку спеціалізації суб'єктів господарювання, має включати культури, які найкраще реалізують свій біологічний потенціал. Це насамперед жито озиме (15–20 %), тритикале (1,5 %), пшениця озима (3–5 %), зернобобові (15–20 %), картопля (10–25 %), льон-довгунець (5–12 %), хміль (1,5–3 %) ріпак (до 3 %), кормові культури (35–60 %) в тому числі 15–24 % багаторічні бобові трави.

Орієнтовні схеми сівозмін для зони Полісся:

I. Конюшина на два укоси – пшениця озима – льон – озимі, післяжнивні посіви – картопля – ячмінь – кукурудза на силос, коренеплідні культури – ячмінь, овес з підсівом конюшини;

II. Багаторічні трави – льон – пшениця озима – картопля – ячмінь – кукурудза на силос і зелений корм – жито озиме – люпин, коренеплідні культури, однорічні трави + післяукісні посіви – овес, жито озиме з підсівом сумішки багаторічних трав;

III. Конюшина, гречка – льон, горох – пшениця озима – картопля – ячмінь з підсівом конюшини;

IV. Конюшина, кукурудза на зерно – льон, люпин – пшениця озима, жито озиме – картопля – ячмінь, овес з підсівом конюшини.

4. МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДІВ З ВИВЧЕННЯ СІВОЗМІН

Основним методом вивчення сівозмін є польові тривалі стаціонарні досліді з повними ротаціями. Окремі питання, які доповнюють стаціонарні дослідження можна вивчати у тимчасових дослідях (наприклад, вивчення окремих попередників, ланок сівозмін, ролі окремих видів добрив, строків збирання парозаймаючих культур, сортових посівів, способів обробітку ґрунту тощо).

Після складання програми досліді, зрівняльного посіву, знімання рельєфу і складання карти ґрунтів дослідної ділянки розміщення варіантів проводять систематичним або рендомізованим методами залежно від цілей досліді та умов його проведення. Сівозміна має бути розгорнута в часі і на території всіма полями одночасно з тим, щоб кожен рік для всіх культур одержувати врожайні дані і проводити відповідні спостереження. Небажаним (допускається лише в окремих випадках) є освоєння стаціонарного досліді одним або двома полями, що значно подовжує період освоєння сівозмини і в подальшому веденні досліді створює серйозні труднощі порівняно до дослідних даних з кожної культури, одержаних у різних полях сівозмини.

Повторення у дослідіх 3-4-разова, розмір облікової ділянки встановлюється залежно від мікрорельєфу і ґрунтових умов, застосування механізації, але він має бути не менше 100 м² і не більше 240 м² (в окремих випадках допускається 40–50 м²). Збільшення розмірів дослідних ділянок понад указані вище призводить до зниження точності досліді, ускладнює вибір дослідної площі в цілому, проведення супутніх спостережень. Для досягнення більшої точності досліді краще збільшити число повторень. Сівбу проводять сортами і гібридами сільськогосподарських культур, занесеними до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні за своєчасного введення у дослід нових високоврожайних сортів.

Облік урожаю здійснюється методом суцільного зважування продукції

(основної і побічної) з усієї облікової площі ділянки з доведенням продукції до встановлених кондицій і переведенням на суху речовину.

Результати дослідів підлягають математичному аналізу. За складання програми досліджень для вивчення впливу окремих чинників, які передбачається вивчати в групах варіантів, слід дотримуватися принципу «єдиної різниці». При цьому враховують технологічні вимоги вирощування культур.

Стаціонарні польові дослідів з розробки сівозмін найскладніші і найвитратніші у землеробстві від самого початку складання програми досліджень і до перенесення на поле схеми дослідів. Його ведення й отримання багаторічних результатів передбачених супутніх спостережень за ростом і розвитком кожної культури, проведення аналізів, щодо родючості ґрунту, його фітосанітарного стану і посівів, отримання кінцевого результату продуктивності, економічної ефективності, енергетичної оцінки тощо. І вся ця клопітка і скрупульозна виконана робота вченими здійснюється відповідно до вимог методик польових, технологічних, лабораторних, економічних, біоенергетичних досліджень. Їх результати, наведені у цих рекомендаціях, мають високо цінитися виробниками сільськогосподарської продукції і ретельно запроваджуватись у кожному господарстві.

4.1. Ґрунтово-кліматичні умови зони проведення досліджень

Дослідження проведено в підзоні нестійкого зволоження Лісостепу на чорноземі типовому малогумусному Панфільської дослідної станції ННЦ «ІЗ НААН».

За морфологічними ознаками ґрунт дослідного поля відноситься до типу чорноземів типових неглибоких грубопилувато-легкосуглинкових, які залягають на карбонатному легкосуглинковому лесі.

За даними хімічного аналізу досліджений чорноземний ґрунт малогумусний, уміст гумусу в орному шарі варіює у дуже вузькому проміжку значень – від 3,08 до 3,15 %, підорному – від 2,72 до 2,90 %. З глибиною кількість гумусу знижується до 1,33 % у шарі 70–110 см і до 0,97 % на глибині 110–115 см.

Ґрунт має високий уміст сполук рухомого фосфору – 233–270 мг/кг ґрунту в орному і 227–270 мг/кг – у підорному шарах, високий і середній уміст сполук рухомого калію (80–100 мг/кг ґрунту). Реакція ґрунтового розчину слабокисла, ступінь насичення вбирного комплексу основами високий – 85–99 %.

Клімат місцевості – помірно континентальний. За даними спостережень Яготинської метеостанції, середня річна температура повітря становить 7,1⁰С, середня багаторічна кількість опадів – 468 мм (варіює від 250 до 670 мм), відносна вологість повітря – 78 %, середня тривалість вегетаційного періоду – 202 дні. Мінімальна температура повітря сягає – 37⁰С, максимальна – +39⁰С. Трапляються зими нестійкі: холодні періоди чергуються з відлигами, що спричиняє утворенням притертої льодової кірки і загибель посівів озимих культур.

Тривалість залягання снігового покриву – 109 днів, початок його стійкого утворення припадає на першу декаду грудня, а середня дата танення – 10 березня. У березні і квітні середня добова температура повітря стрімко змінюється від 1,1⁰С до 7,8⁰С, що також не зовсім сприятливо позначається на посівах озимих культур. Таке підвищення температури у весняний період часто супроводжується суховіями, які спричиняють погіршення умов для сівби і початку росту ярих культур. Різке підвищення температури повітря протягом червня-липня в окремі роки призводить до зниження урожайності зернових колосових культур. Польовий дослід, як і вся територія дослідної станції, знаходиться в зоні нестійкого зволоження, гідротермічний коефіцієнт за багаторічними даними становить 0,65.

5. НАУКОВІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ЕКОЛОГО-ЗБАЛАНСОВАНИХ РІЗНОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІН

За зростаючої конкуренції на світовому і внутрішньому ринках сільськогосподарської продукції однією з основних умов прибутковості її виробництва є досягнення необхідного рівня культури землеробства.

Незаперечною складовою успішного запровадження передових агротехнологій за раціонального використання місцевих ґрунтово-кліматичних ресурсів і техногенних засобів інтенсифікації є системи сівозмін, які поряд із розширенням обсягів аграрного виробництва передбачають підвищення родючості ґрунтів.

Значення сівозмін у сучасному землеробстві обумовлено біологічними особливостями польових культур. Правильно складена і запроваджена сівозмінна має велике значення для підвищення культури землеробства, відтворення й підвищення родючості ґрунту, росту урожайності сільськогосподарських культур і рентабельності землеробства [1; 6].

Сільськогосподарською наукою і практикою доведено, що беззмінна культура різко знижує урожайність, родючість ґрунту, погіршує фітосанітарний стан його і посівів порівняно з сівозмінною. Уведення в сівозмінну культур, що відрізняються за строками сівби і збиранням, характером розвитку, різними способами догляду за ними, сприяє рівномірному розподілу і раціональному використанню протягом року технічних засобів і робочої сили [2].

Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є правильно розроблений комплекс досліджень щодо розміщення культур після попередників та рівнів їх інтенсифікації на формування продуктивності окремих культур та загалом сівозмін, якості отриманої продукції, визначення водного та поживного режимів ґрунту, встановлення економічної та енергетичної ефективності отриманих результатів. Це дасть змогу розробити правильно обґрунтовані сівозмінні, скоротити собівартість, збільшити валові обсяги виробництва [3–6].

До останнього часу залишається недостатня кількість інформації та науково обґрунтованого тлумачення причин негативних наслідків порушення правил чергування культур, зниження родючості ґрунтів, погіршення фітосанітарного стану посівів та якості отриманої продукції, що, своєю чергою, й спричинили необхідність продовження дослідження проблеми сівозмін у різних ґрунтово-кліматичних умовах. Впровадження результатів досліджень гарантуватиме збереження родючості ґрунтів, зростання ефективності

екологічно збалансованого аграрного виробництва, екологічну безпеку довкілля тощо [7–10].

На основі встановлених закономірностей теоретично обґрунтовано наукові основи побудови різноротаційних сівозмін, які базуються на «законах» плодозміни та розроблено високопродуктивні екологічно збалансовані 4-8-пільні сівозміни за насичення зерновими від 62 до 100 %, буряками цукровими – від 25 до 33 %, соняшником – від 12,5 до 20 %, ріпаком – 14 %, кормовими культурами – 12,5 % для виробництва конкурентоспроможної рослинницької продукції (зернові, круп'яні, олійні, культури, цукросировина, корми).

Зокрема, науковцями ННЦ «ІЗ НААН» на основі багаторічних досліджень розроблено системи різноротаційних (короткоротаційних 4-5-пільних і довгоротаційних 6-8-пільних) сівозмін за їх оптимального набору, співвідношення та розміщення сільськогосподарських культур, що ґрунтуються на зональному принципі розвитку землеробства в Україні.

В умовах нестійкого зволоження на чорноземах типових були розроблені такі різноротаційні сівозміни:

- 4-пільна: горох – пшениця озима – кукурудза на зерно – ячмінь ярий;
- 5-пільна: горох – пшениця озима – соняшник – ячмінь ярий – кукурудза на зерно;
- 6-пільні: 1) соя – пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь ярий – кукурудза на зерно – гречка; 2) гречка – пшениця озима – соя – пшениця яра – жито озиме – ячмінь ярий;
- 7-пільна: ріпак озимий – пшениця озима – соняшник – пшениця яра – соя – пшениця озима – ячмінь ярий;
- 8-пільні: 1) кукурудза на зелений корм – пшениця озима – соняшник – пшениця яра – соя – жито озиме – овес – ячмінь ярий; 2) багаторічні трави (люцерна посівна) – пшениця озима – буряки цукрові – кукурудза на зерно – кукурудза на зелений корм – тритикале озиме – пшениця яра – ячмінь ярий із підсівом багаторічних трав.

5.1. Закономірності формування водного режиму та впливу сівозмінного чинника на агрохімічні показники родючості ґрунту

Процеси мінерального живлення і фотосинтезу, нагромадження сухої речовини у врожайній масі культур, що вирощуються, найактивніше відбуваються за достатньої кількості вологи в ґрунті під час вегетації. Зменшення кількості води в рослинах нижче певного рівня призводить до порушення їх життєдіяльності, гальмування розвитку, виникнення патологічного стану рослинних клітин.

Як відмічено, середньорічна кількість опадів на території Панфільської ДС, за даними Яготинського метеопункту спостережень, знаходиться в інтервалі 250–670 мм за середнього значення 442 мм, що підтверджує висновок – у кліматичному відношенні це підзона нестійкого зволоження Лісостепу. За результатами багаторічних спостережень встановлено, що гранична польова вологоємність 1,6-метрового шару дослідженого чорноземного ґрунту в середньому становить 24–25 % або 430–450 мм за щільності складення ґрунту – 1,19–1,25 г/см³, максимальна гігроскопічна вологість – 5,6 %, недоступної вологи міститься 8 %, або 150 мм. Отже, можливий запас доступної вологи в шарі ґрунту 0–160 см за граничної польової вологоємності становить 280–300 мм.

Регулювання кількості і співвідношення елементів живлення в ґрунті шляхом внесення добрив з урахуванням як потреби рослин, так і ґрунтово-кліматичних умов є однією з передумов формування високої продуктивності посівів. Отже, плануючи систему удобрення культур, насамперед, потрібно враховувати особливості використання польовими культурами елементів живлення, особливо у чорноземах та оптимальні для продуктивності культур дози добрив.

Тому, з'ясовано закономірності формування водного режиму ґрунту, який обумовлений біологічними особливостями культур щодо вологоспоживання та закономірності впливу сівозмінного чинника на агрохімічні показники родючості чорнозему типового, що має покладатися в основу їх чергування в сівозміні за умов змін клімату.

Встановлено, що у підзоні нестійкого зволоження Лісостепу України (Панфільська ДС ННЦ «ІЗ НААН») найкращими попередниками щодо вологозабезпечення та вмісту макроелементів у ґрунті для пшениці озимої виявилися люцерна посівна, горох, гречка та соя, зокрема ці попередники забезпечили більші запаси вологи на 14–17 % порівняно до попередників – ріпак озимий і кукурудза на зелений корм. Так, на час відновлення вегетації пшениці озимої запаси продуктивної вологи у 0–20 см шарі ґрунту становили: у полі, де попередником пшениці була люцерна – 34,6 мм, соя – 33,7, кукурудза на з/к – 28,9, горох – 32,3, гречка – 34,4, ріпак озимий – 29,2 мм.

Визначено, що ці самі попередники забезпечили й більший вміст нітратного азоту та рухомих сполук фосфору і калію у шарі ґрунту 0–20 см, зокрема в посівах пшениці озимої вищий вміст NO_3 був після багаторічних бобових трав – 145,6 мг/кг ґрунту, гороху – 138,9 та сої – 134,1 мг/кг ґрунту, що на 21–22 % більше порівняно до інших попередників за найнижчого вмісту після ріпаку озимого – 106,4 та кукурудзи на зелений корм – 114,3 мг/кг ґрунту. Найвищий вміст сполук рухомого фосфору і калію був також у посівах пшениці озимої після люцерни – 445,0 і 462,5 мг/кг, гороху – 422,3 і 438,8 та сої – 408,2 і 418,1 мг/кг ґрунту, що на 20–27 % P_2O_5 і на 31–38 % K_2O більше, ніж за попередників ріпак (325,0 і 287,5 мг/кг) та кукурудза на з/к (344,2 і 302,6 мг/кг ґрунту) відповідно.

Кращим попередником для жита озимого виявилася соя, де вміст вологи був на рівні 32,2 мм, тоді як після пшениці ярої запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–20 см становили 30,6 мм. Соя як попередник для жита забезпечила більший вміст макроелементів, зокрема NO_3 – 132,2 мг/кг, P_2O_5 – 390,0 та K_2O – 235,0 мг/кг ґрунту, що на 6–8 % більше, ніж за попередника пшениця яра.

Тритикале озиме вирощували після кукурудзи на зелений корм, яка забезпечила 52,1 мм продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–20 см, що є найкращим показником з-поміж озимих зернових культур у структурі сівозмін.

Встановлено, що кращим попередником для кукурудзи щодо вмісту продуктивної вологи та макроелементів у ґрунті виявилася пшениця озима,

зокрема вміст води після якої становив 33,8 мм, що переважає ячмінь ярий як попередник на 16 % (28,4 мм) та буряки цукрові на 8 %, де вміст води був на рівні 31,2 мм у 0–20 см шарі ґрунту. За розміщення кукурудзи після пшениці озимої вміст нітратного азоту та рухомих сполук фосфору й калію в орному шарі також був найвищим – 229,6 мг/кг NO_3 , 410,0 мг/кг P_2O_5 та 412,5 мг/кг ґрунту K_2O за найменшого вмісту після ячменю ярого – 117,6 мг/кг, 297,5 та 257,5 мг/кг ґрунту, що на 49 %, 27 та 38 % менше відповідно.

Визначено, що кращими попередниками для ячменю ярого виявилися пшениця озима й яра, гіршими – овес і кукурудза на зерно. Так, вміст продуктивної води в 0–20 см шарі ґрунту за кращих попередників становив 43,5 і 42,4 мм, вміст нітратного азоту – 110,6 і 121,1 мг/кг, сполук рухомого фосфору – 234,0 і 241,9 та калію – 187,5 і 194,4 мг/кг ґрунту відповідно, що на 15–19 % нітратного азоту, на 21 % рухомого фосфору та на 12–22 % рухомого калію більше, ніж за попередників овес і кукурудза. За гірших попередників вміст води був на рівні 42,2 і 41,1 мм, вміст NO_3 – 93,8 і 98,2 мг/кг, P_2O_5 – 185,0 і 192,2 та K_2O – 165,0 і 171,2 мг/кг ґрунту відповідно.

За результатами досліджень визначено, що на час відновлення вегетації озимих та сівби ярих культур різноротаційних сівозмін найбільшими запасами продуктивної води в 0–100 см шарі ґрунту відзначилися посіви пшениці озимої – 153–167 мм, тритикале озимого – 161 мм, кукурудзи – 148–172, соняшнику – 152–171 і буряків цукрових – 173–185 мм. Тоді як найменші запаси води зафіксовано в посівах ячменю ярого – 126–141 мм і багаторічних бобових трав – 132 мм. На час збирання урожаю, найменші запаси продуктивної води у ґрунті відмічено після пшениці ярої – від 21,2 до 22,8 мм, пшениці озимої – 21,9–25,4 мм, вівса – 20,9 мм, ячменю ярого – 21,3–22,4 мм і жита озимого – 23,1 мм. Це свідчить про певний дефіцит продуктивної води на полях із озимими та ярими зерновими на період збирання врожаю, що напряму залежало від агрометеорологічних умов.

Визначення загальних витрат води показало, що найвищі показники отримано за вирощування сої – 398–417 мм, буряків цукрових – 426–438 мм та

кукурудзи на зерно – 358–372 мм. Найменше витрачали продуктивну вологу такі культури сівозмін: багаторічні бобові трави – 217 мм, кукурудза на зелений корм – 248–271 мм, овес – 291, горох – 302–312 та ріпак озимий – 314 мм.

За врожайними даними зроблено розрахунки сумарних витрат води на одиницю сухої речовини врожаю основної та побічної продукції, зокрема, з-поміж досліджуваних культур різноротаційних сівозмін сумарні витрати води на формування одиниці врожаю сухої речовини становили: для сої – 571–637 м³/т, соняшнику – 382–423, ячменю ярого – 395–551, гречки – 899, гороху – 300 м³/т, пшениці озимої – 247–334 м³/т, пшениці ярої – 427–534, кукурудзи на зерно – 212, буряків цукрових – 153 м³/т.

Отже, біологічні особливості культур щодо вологоспоживання мають бути основними за формування чергування в сівозміні. Для сприятливого регулювання водного режиму у системі «грунт-рослина» необхідне таке чергування культур у сівозміні, за якого використання рослинами ґрунтової води під час вегетації супроводжується наступним відновленням її запасів у відповідних шарах ґрунту.

Наявність рухомих форм поживних речовин у ґрунті упродовж вегетаційного періоду сільськогосподарських рослин зумовлюється багатьма факторами, найголовнішими з яких є система удобрення, характер та інтенсивність обмінних реакцій в системі вбирний комплекс ґрунту-ґрунтовий розчин, достатня кількість води в ґрунті.

5.2. Закономірності впливу сівозмінного чинника на формування продуктивності залежно від співвідношення культур у сівозмінах

Оцінка ефективності сівозмін – це комплексний захід з урахуванням цілої низки показників. Для порівняння продуктивності сівозмін враховують показники виробництва зерна та насіння культур, виходу зернових, кормових одиниць та перетравного протеїну [11].

Існують різні підходи до оцінки ефективності сівозмін. Зокрема, пропонується використовувати так звані зернові коефіцієнти – відношення

середньої урожайності зерна пшениці озимої за декілька років до середньої урожайності культури, яку оцінюють за ці самі роки. Пропонується оцінка продуктивності в грошовому виразі. Світовій практиці відомий спосіб оцінки продуктивності сівозмін, який базується на перерахунку в зернові еквіваленти [12].

Порівняльну оцінку продуктивності різноротаційних сівозмін у своїх дослідженнях розраховували за обсягом продукції з 1 га сівозмінної площі, яку перераховували на зернові одиниці за коефіцієнтами, кормові одиниці та перетравний протеїн розрахунковим методом.

Встановлено закономірності впливу сівозмінного чинника на формування продуктивності залежно від співвідношення культур у сівозмінах. Зокрема, визначено, що урожайність культур залежала від системи удобрення, частки культури та розміщення після попередника у сівозміні. У експериментальних сівозмінах *пшеницю озиму* вирощували після гороху, гречки, сої, ріпаку озимого, кукурудзи на з/к та багаторічних бобових трав на фоні внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$. Найкращими попередниками для формування урожайності пшениці озимої виявилися соя, горох, багаторічні трави (люцерна) та гречка (табл. 2).

Вищою врожайність пшениці озимої в шестипільних сівозмінах за органо-мінеральної системи удобрення була за розміщення культури після сої 6,83 т/га, що на 0,18 т/га більше, ніж після гречки (6,65 т/га). Тоді як у семипільній сівозміні за органо-мінеральної системи удобрення вищою врожайність пшениці озимої була за розміщення культури після сої 6,98 т/га, що на 1,41 т/га, або на 20 % більше, ніж за попередника ріпак озимий (5,57 т/га).

Більшою врожайність пшениці озимої у восьмипільних сівозмінах за органо-мінеральної системи інтенсифікації була за розміщення культури після багаторічних трав на І укіс – 6,40 т/га, що на 0,29 т/га більше, ніж за попередника кукурудза на зелений корм – 6,11 т/га. Загалом найвищою врожайність пшениці озимої, з-поміж досліджуваних сівозмін довгої ротації, була в 7-пільній сівозміні (6,98 т/га) після сої як попередника, що на 3 % більше, ніж за гречки та на 21 %, ніж за ріпаку озимого.

Найвищу врожайність пшениці озимої в чотирипільних сівозмінах за розміщення культури після гороху забезпечила органо-мінеральна система удобрення 6,26 т/га, що на 0,46 т/га більше, ніж за мінеральною та на 1,06 т/га, ніж за органічної системи удобрення відповідно в аналогічній сівозміні.

Таблиця 2. Урожайність пшениці озимої у тривалому досліді з вивчення сівозмін

Попередник	Середньосівозмінна доза добрив	Доза добрив під культуру	Урожайність, т/га
4-пільні сівозміни			
Горох	без добрив (контроль)	без добрив	5,17
	N ₄₅ P ₅₅ K ₅₅	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,80
	N ₅₄ P ₅₂ K ₆₂ + побічна продукція попередника	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + побічна продукція попередника	6,26
	побічна продукція попередника	побічна продукція попередника	5,20
5-пільна сівозміна			
Горох	N ₅₄ P ₅₂ K ₆₂ + побічна продукція попередника	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + побічна продукція попередника	5,83
6-пільні сівозміни			
Соя	N ₅₃ P ₆₀ K ₆₀ + побічна продукція попередника	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + побічна продукція попередника	6,83
Гречка	N ₄₇ P ₅₃ K ₅₃ + побічна продукція попередника	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + побічна продукція попередника	6,65
7-пільна сівозміна			
Ріпак	N ₅₇ P ₅₇ K ₆₄ + побічна продукція попередника	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + побічна продукція попередника	5,57
Соя			6,98
8-пільні сівозміни			
Кукурудза на з/к	N ₅₆ P ₅₈ K ₆₁ + побічна продукція попередника	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + побічна продукція попередника	6,11
Багаторічні бобові трави	N ₅₈ P ₆₂ K ₆₂ + побічна продукція попередника	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + побічна продукція попередника	6,40
НІР ₀₅			0,09

Аналізуючи урожайність пшениці озимої залежно від досліджуваних факторів (попередник, частка у сівозміні, система удобрення), слід зазначити що найвищу врожайність культури в середньому за 2021–2025 рр. отримано в шестипільній за 16,7 % насичення та семипільній (14,3 %) сівозмінах після сої як попередника за органо-мінерального удобрення ($N_{60}P_{60}K_{60}$ + побічна продукція попередника), де врожайність пшениці становила 6,83 і 6,98 т/га відповідно.

Ячмінь ярий в експериментальних сівозмінах вирощували після кукурудзи, буряків цукрових, вівса, пшениці озимої та ярої, жита озимого і соняшнику. Кращими попередниками для формування врожайності ячменю ярого виявилися буряки цукрові, пшениця озима та соняшник (табл. 3).

Таблиця 3. Урожайність ячменю ярого у тривалому досліді з вивчення сівозмін

Попередник	Середньосівозмінна доза добрив	Доза добрив під культуру	Урожайність, т/га
4-пільні сівозміни			
Кукурудза на зерно	без добрив (контроль)	без добрив	3,35
	N ₄₅ P ₅₅ K ₅₅	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,58
	N ₅₄ P ₅₂ K ₆₂ + побічна продукція попередника	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + побічна продукція попередника	4,74
	побічна продукція попередника	побічна продукція попередника	3,82
5-пільна сівозміна			
Соняшник	N ₅₄ P ₅₂ K ₆₂ + побічна продукція попередника	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + побічна продукція попередника	4,99
6-пільні сівозміни			
Буряки цукрові	N ₅₃ P ₆₀ K ₆₀ + побічна продукція попередника	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + побічна продукція попередника	5,25
Жито озиме	N ₄₇ P ₅₃ K ₅₃ + побічна продукція попередника		4,87
7-пільна сівозміна			
Пшениця озима	N ₅₇ P ₅₇ K ₆₄ + побічна продукція попередника	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + побічна продукція попередника	5,02
8-пільні сівозміна			
Овес	N ₅₆ P ₅₈ K ₆₁ + побічна продукція попередника	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + побічна продукція попередника	4,81
Пшениця яра	N ₅₈ P ₆₂ K ₆₂ + побічна продукція попередника		4,74
НІР ₀₅			0,10

Найвищу врожайність ячменю ярого отримано в 6-пільній сівозміні за вирощування культури після буряків цукрових (5,25 т/га) за органо-мінеральної системи удобрення ($N_{60}P_{60}K_{60}$ + побічна продукція попередника), ступінь насичення – 16,7 %, що на 0,51 т/га, або на 10 % більше, ніж за попередника кукурудза на зерно у чотирипільній сівозміні, на 0,44 т/га (або 8 %), ніж за вівса та на 0,51 т/га (або 10 %), ніж за пшениці ярої в 8-пільних сівозмінах за аналогічної системи удобрення. Пшениця озима як попередник ячменю ярого в 7-пільній сівозміні забезпечила врожайність культури на рівні 5,02 т/га за насичення культурою на 14,3 %.

Кукурудзу на зерно в експериментальних сівозмінах вирощували після пшениці озимої, ячменю ярого і буряків цукрових на фоні мінеральної, органо-мінеральної та органічної систем удобрення. Кращим попередником для формування врожайності кукурудзи були буряки цукрові (табл. 4).

Таблиця 4. Урожайність кукурудзи у тривалому досліді з вивчення сівозмін

Попередник	Середньосівозмінна доза добрив	Доза добрив під культуру	Урожайність, т/га
4-пільні сівозміни			
Пшениця озима	без добрив	без добрив	6,93
	$N_{45}P_{55}K_{55}$	$N_{60}P_{60}K_{60}$	8,11
	$N_{54}P_{52}K_{62}$ + побічна продукція попередника	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + побічна продукція попередника	8,37
	побічна продукція попередника	побічна продукція попередника	7,40
5-пільна сівозміна			
Ячмінь ярий	$N_{54}P_{52}K_{62}$ + побічна продукція попередника	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + побічна продукція попередника	8,46
6-пільна сівозміна			
Ячмінь ярий	$N_{53}P_{60}K_{60}$ + побічна продукція попередника	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + побічна продукція попередника	8,84
8-пільна сівозміна			
Буряки цукрові	$N_{58}P_{62}K_{62}$ + побічна продукція попередника	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + побічна продукція попередника	9,39
НІР ₀₅			0,09

Зокрема, врожайність за цього ж попередника була на рівні 9,39 т/га в 8-пільній сівозміні за органо-мінеральної системи удобрення, що на 1,02 т/га та на

0,93 т/га, або на 10–11 % більше, ніж за попередників пшениця озима та ячмінь ярий у 4- і 5-пільних сівозмiнах вiдповiдно.

З-помiж дослiджуваних систем удобрення в 4-пiльнiй сiвозмiнi (попередник пшениця озима) найпродуктивнiшою виявилася органо-мiнеральна система, яка забезпечила врожайнiсть кукурудзи на рiвнi 8,37 т/га, що на 3 % бiльше, нiж за мiнеральної та на 12 %, нiж за органiчної системи вiдповiдно.

Пшеницю яру вирощували у 6-8-пiльних сiвозмiнах пiсля сої, соняшника i тритикале озимого. Найвищою врожайнiсть культури була в 7-пiльнiй сiвозмiнi пiсля соняшнику – 4,56 т/га, що на 0,41 т/га бiльше, нiж у 6-пiльнiй та на 0,89 т/га, нiж у 8-пiльнiй сiвозмiнi за попередникiв соя та соняшник. Тритикале як попередник забезпечило врожайнiсть пшеницi ярої на рiвнi 3,96 т/га.

Соя, яку вирощували в 6-, 7- i 8-пiльних сiвозмiнах пiсля гречки, пшеницi озимої та ярої. Кращим попередником для формування врожайностi культури виявилася пшениця яра. Найвищу врожайнiсть сої отримали в семипiльнiй сiвозмiнi пiсля пшеницi ярої – 3,57 т/га, що на 0,10 та 0,17 т/га бiльше, нiж за попередникiв гречка та пшениця озима в 6-7-пiльних сiвозмiнах (табл. 5).

Таблиця 5. Урожайнiсть сої у тривалому дослiдi з вивчення сiвозмiн

Попередник	Середньосiвозмiнна доза добрив	Доза добрив пiд культуру	Урожайнiсть, т/га
6-пiльнi сiвозмiни			
Гречка	N ₅₃ P ₆₀ K ₆₀ + побiчна продукцiя попередника	N ₀ P ₄₀ K ₄₀ + побiчна продукцiя попередника	3,47
Пшениця озима	N ₄₇ P ₅₃ K ₅₃ + побiчна продукцiя попередника	N ₀ P ₄₀ K ₄₀ + побiчна продукцiя попередника	3,40
7-пiльня сiвозмiна			
Пшениця яра	N ₅₇ P ₅₇ K ₆₄ + побiчна продукцiя попередника	N ₀ P ₄₀ K ₄₀ + побiчна продукцiя попередника	3,57
8-пiльня сiвозмiна			
Пшениця яра	N ₅₆ P ₅₈ K ₆₁ + побiчна продукцiя попередника	N ₀ P ₄₀ K ₄₀ + побiчна продукцiя попередника	3,48
НІР ₀₅			0,05

Соняшник вирощували за органо-мiнеральної системи удобрення у 5-7 i 8-пiльних сiвозмiнах пiсля пшеницi озимої. Найвищою врожайнiсть соняшника

була за вирощування культури в 5-пільній сівоzmіні (3,61 т/га) за попередника пшениця озима, що на 0,47 та на 0,22 т/га більше, ніж у 7- і 8-пільних сівоzmінах за того самого попередника (табл. 6).

Таблиця 6. Урожайність соняшника у тривалому досліді з вивчення сівоzmінів

Попередник	Середньо сівоzmінна доза добрив	Доза добрив під культуру	Урожайність, т/га
5-пільна сівоzmіна			
Пшениця озима	N ₅₄ P ₄₆ K ₆₂ + побічна продукція попередника	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + побічна продукція попередника	3,61
7-пільна сівоzmіна			
Пшениця озима	N ₅₇ P ₅₇ K ₆₄ + побічна продукція попередника	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + побічна продукція попередника	3,14
8-пільна сівоzmіна			
Пшениця озима	N ₅₆ P ₅₈ K ₆₁ + побічна продукція попередника	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + побічна продукція попередника	3,39
НІР ₀₅			0,10

Буряки цукрові вирощували у 6 і 8-пільних сівоzmінах після пшениці озимої. Рівень урожайності культури становив: 50,30 т/га у 6-пільній і 52,59 т/га у 8-пільній сівоzmіні. Збір цукру знаходився в межах 12,3–12,9 т/га за цукристості 17,24–17,92 % (табл. 7).

Таблиця 7. Урожайність буряків цукрових та якості коренеплодів у тривалому досліді з вивчення сівоzmінів

Попередник	Середньо сівоzmінна доза добрив	Доза добрив під культуру	Урожайність, т/га	Цукристість, %	Збір цукру, т/га
6-пільна сівоzmіна					
Пшениця озима	N ₅₃ P ₆₀ K ₆₀ + побічна продукція попередника	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀ + побічна продукція попередника	50,30	17,92	12,9
8-пільна сівоzmіна					
Пшениця озима	N ₅₆ P ₅₈ K ₆₁ + побічна продукція попередника	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀ + побічна продукція попередника	52,59	17,24	12,3
НІР ₀₅			0,12		

Гречку вирощували у 6-пільних сівозмінках після кукурудзи на зерно і ячменю ярого. Кращим попередником для формування врожайності гречки виявився ячмінь ярий. Так, урожайність культури становила 1,93–2,28 т/га за найвищого показника після ячменю як попередника.

Багаторічні трави, які вирощували на сіно (І-укіс) в 8-пільній сівозміні після ячменю ярого забезпечили урожайність на рівні 10,98 т/га сухої маси.

Оцінка ефективності сівозмін – це комплексний захід з урахуванням цілого ряду показників. Для порівняння продуктивності сівозмін враховують показники виробництва зерна та насіння культур, виходу зернових, кормових одиниць та перетравного протеїну.

Встановлено, що дослідні 4-пільні сівозміни за 100 % насичення зерновими культурами та різних систем їх удобрення забезпечили врожайність зернових на рівні 4,70–5,98 т/га, збір з 1 га ріллі 4,70–5,98 т зерна, зокрема 1,29–1,57 продовольчого, 8,38–10,20 т кормових і 6,00–7,37 т зернових одиниць та 0,66–0,81 т перетравного протеїну. Найвищих показників продуктивності отримали за застосування мінеральної системи удобрення, яка забезпечила збір з 1 га зерна – 5,71 т, кормових – 10,20 т, зернових одиниць – 7,37 т (табл. 8).

У 5-пільній сівозміні із соняшником і 80 % насичення зерновими культурами, показники середньої урожайності зернових у середньому за п'ять років були на рівні 5,93 т/га, збір з 1 га ріллі кормових одиниць – 9,59, зернових одиниць – 7,88, перетравного протеїну – 0,80 т.

Установлено, що шестипільні сівозміни, насичені на 83,5 і 66,8 % зерновими культурами, 33,2 і 16,5 % технічними забезпечили: збір з 1 га ріллі зерна – 3,81 і 4,13 т, кормових одиниць – 9,72 і 7,55 т, зернових одиниць – 8,07 і 6,06, перетравного протеїну – 0,92 і 0,69 т відповідно. Семипільна сівозміна на 57,2 % насичена зерновими і 42,8 % технічними культурами забезпечила збір з 1 га сівозмінної площі 3,16 т зерна, 7,29 т кормових і 6,39 т зернових одиниць та 0,73 т перетравного протеїну.

Таблиця 8. Продуктивність різноротаційних сівозмін

Сівозміна	Середньосівозмінна доза добрив				Урожайність зернових, т/га	Збір з 1 га ріллі, т					
	органічні	N	P	K		всього	зерна		кормових одичиць	зернових одичиць	перетравного протеїну
		к/га д. р.	в т. ч.								
			продовольчого	фуражного							
4-пільні сівозміни											
Горох – пшениця озима – кукурудза на зерно – ячмінь ярий	-	-	-	-	4,70	4,70	1,29	3,4 1	8,38	6,00	0,66
	-	45	55	55	5,71	5,71	1,45	4,2 6	10,20	7,37	0,81
	побічна* продукція попередника	45	55	55	5,98	5,98	1,57	4,4 2	9,93	7,36	0,80
	побічна продукція попередника					5,06	5,06	1,30	3,7 6	9,05	6,56
5-пільна сівозміни											
Горох – пшениця озима – соняшник – ячмінь ярий – кукурудза на зерно	-/-	54	56	62	5,93	4,74	1,17	3,5 8	9,59	7,88	0,80
6-пільні сівозміни											
Соя – пшениця озима – буяки цукрові – ячмінь ярий – кукурудза на зерно – гречка	-/-	53	60	60	5,71	3,81	1,46	2,3 5	9,72	8,07	0,92
Гречка – пшениця озима – соя – пшениця яра – жито озиме – ячмінь ярий	-/-	47	53	53	4,96	4,13	3,32	0,8 1	7,55	6,06	0,69
7-пільна сівозміна											
Ріпак озимий – пшениця озима – соняшник – пшениця яра – соя – пшениця озима – ячмінь ярий	-/-	57	57	64	5,53	3,16	2,44	0,7 2	7,29	6,39	0,73
8-пільні сівозміна											
Кукурудза на з/к – пшениця озима – соняшник – пшениця яра – соя – жито озиме – овес – ячмінь ярий	-/-	56	58	61	5,34	3,34	2,09	1,2 5	7,38	6,19	0,67
Багаторічні бобові трави – пшениця озима – буяки цукрові – кукурудза на зерно – кукурудза на з/к – тритикале озиме – пшениця яра – ячмінь ярий + трави	-/-	58	62	62	6,69	4,20	1,30	2,8 9	10,69	7,97	1,61

Восьмипільні сівозміни, насичені на 62,5 % зерновими культурами, забезпечили збір з 1 га ріллі 3,34–4,20 т зерна, кормових одиниць – 7,38–10,69 т, зернових одиниць – 6,19–7,97, перетравного протеїну – 0,67–1,61 т за найвищого збору кормових одиниць (10,69 т) та перетравного протеїну (1,61 т) у 8-пільній сівозміні з 25 % насиченням кормовими культурами: *багаторічні бобові трави – пшениця озима – буряки цукрові – кукурудза на зерно – кукурудза на з/к – тритикале озиме – пшениця яра – ячмінь ярий*.

Важливим принципом у науковій побудові сівозмін є не лише набір польових культур, а й їх співвідношення, розміщення після попередників та рівень інтенсифікації.

5.3. Економічна ефективність функціонування сівозмін залежно від набору та співвідношення культур у сівозмінах

Економічна ефективність різноротаційних сівозмін залежить від набору в них сільськогосподарських культур, їх насичення і чергування, систем удобрення, обробітку ґрунту, рівня механізації та ін. Повна оцінка різноротаційних сівозмін можлива лише за умови порівняння складу та виходу продукції сільськогосподарських культур з одиниці земельної площі. Слід враховувати, що підвищення загальної ефективності сівозмін насамперед досягається за рахунок їх насичення найпродуктивнішими і високоліквідними культурами за оптимальних, науково обґрунтованих параметрів [13].

Як зазначає П. І. Бойко [13], для визначення економічної ефективності сівозмін їх потрібно аналізувати з урахуванням напрямів спеціалізації та різної структури посівних площ для того, щоб вибрати найбільш ефективне співвідношення і набір культур у сівозміні. Для господарств різної спеціалізації виробництва сільськогосподарської продукції важливо визначити найкраще співвідношення між зерновими, технічними і кормовими культурами.

На основі цього встановлюють оптимальний варіант сівозміни, яка гарантує найбільший вихід продукції за найменших затрат праці та коштів,

підвищення рівня родючості ґрунту, одержання екологічно безпечної продукції та охорону навколишнього середовища [14].

Визначення економічної ефективності функціонування сівозмін проведено на основі складання агротехнічних карт для усіх вирощуваних культур з урахуванням витрат на обробіток ґрунту, оплату праці, вартості добрив, насіння, засобів захисту і одержаної продукції.

Аналіз експериментальних даних із вивчення впливу досліджуваних факторів на економічну ефективність сівозмін засвідчив, що найвитратнішими в них є такі культури, як буряки цукрові, соняшник, ріпак озимий і кукурудза на зерно, найменш витратними – гречка, пшениця яра та ячмінь ярий. Згідно розрахунків економічної ефективності кукурудза на зерно, соя, соняшник, буряки цукрові, ріпак озимий та багаторічні бобові трави є найприбутковішими і найрентабельнішими культурами.

Установлено, що серед досліджуваних різноротаційних сівозмін найвищий прибуток забезпечила 6-пільна сівозміна: *соя – пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь ярий – кукурудза на зерно – гречка* за органо-мінеральної системи удобрення, де прибуток становив 40,33 тис. грн/га за рівня рентабельності 208 % та восьмипільна сівозміна на 62,5 % насичена зерновими, 25 кормовими і 12,5 % технічними: *багаторічні бобові трави – пшениця озима – буряки цукрові – кукурудза на зерно – кукурудза на з/к – тритикале озиме – пшениця яра – ячмінь ярий* за органо-мінеральної системи удобрення, яка забезпечила 36,05 тис. грн/га умовно чистого прибутку за рентабельності 194 %.

Чотирипільні сівозміни на 100 % насичені зерновими культурами: *горох – пшениця озима – кукурудза на зерно – ячмінь ярий* за різних рівнів інтенсифікації забезпечили умовно чистий прибуток на рівні 29,07–32,23 тис. грн/га. Найвищим прибуток був на контролі, який становив 32,23 тис. грн/га при рентабельності 274 %. Органо-мінеральна система удобрення у цій самій сівозміні забезпечила умовно чистого прибутку на рівні 29,07 тис. грн/га за рівня рентабельності 128 %. Органічна система удобрення в аналогічній сівозміні забезпечила

прибуток на рівні 31,48 тис. грн/га за рентабельності 204 %, мінеральна – 29,98 тис. грн/га за рентабельності 149 % відповідно.

Найприбутковішим серед технічних культур було вирощування буряків цукрових – 75,46 тис. грн/га з рівнем рентабельності 272 % та соняшнику – 67,70–71,55 тис. грн/га за рентабельності 355–378 %. Серед кормових культур найвищим прибутком відзначилися багаторічні бобові трави (люцерна посівна), який був на рівні 48,25 тис. грн/га з рівнем рентабельності 277 %. Кукурудза на зелений корм мала умовно чистий прибуток в межах 18,39–21,23 тис. грн з 1 га сівозмінної площі, рентабельність при цьому становила 87–109 %.

ВИСНОВКИ

Перехід до ринкових відносин і вступом України до СОТ зумовив необхідність орієнтуватись у ринкових умовах виробництва сільськогосподарської продукції, ефективно розпоряджатися виробничими, кадровими та фінансовими ресурсами сільгосп підприємств, кваліфіковано оцінювати кон'юнктуру ринку та запобігати можливим негативним чинникам навколишнього середовища. Розуміння цих проблем, правильна маркетингова стратегія, ефективне використання всього ресурсного і технологічного потенціалу аграрних підприємств можуть принести позитивні результати.

Науково обґрунтована сівозміна є основою землеробства, запорукою його стабільності, оскільки істотно впливає на водний, поживний, біологічний режими ґрунту, швидкість детоксикації шкідливих речовин, які надходять у ґрунт в процесі сільськогосподарського виробництва. Розроблено і рекомендовано системи сівозмін, що ґрунтуються на зональному принципі розвитку землеробства в Україні. Ці системи, які пройшли тривале випробування, можуть бути використані в господарствах різної спеціалізації.

Зокрема, теоретично обґрунтовано наукові основи побудови різноротаційних сівозмін, які базуються на «законах» плодозміни та розроблено екологічно збалансовані 4-8-пільні сівозміни за насичення зерновими від 62 до 100 %, буряками цукровими – від 25 до 33 %, соняшником – від 12,5 до 20 %, ріпаком – 14 %, кормовими культурами – 12,5 % для виробництва конкурентоспроможної рослинницької продукції (зернові, круп'яні, олійні, культури, цукросировина, корми).

1. З'ясовано закономірності формування водного режиму ґрунту, який обумовлений біологічними особливостями культур щодо вологоспоживання та закономірності впливу сівозмінного чинника на агрохімічні показники родючості чорнозему типового, що має покладатися в основу їх чергування в сівозміні за умов змін клімату:

– встановлено, що в 2021–2025 рр. у підзоні нестійкого зволоження Лісостепу України (Панфільська ДС ННЦ «ІЗ НААН») найкращими

попередниками щодо вологозабезпечення та вмісту макроелементів у ґрунті для пшениці озимої виявилися люцерна посівна, горох, гречка та соя, зокрема ці попередники забезпечили більші запаси вологи на 14–17 % порівняно до попередників – ріпак озимий і кукурудза на зелений корм;

– визначено, що ці ж попередники забезпечили й більший вміст нітратного азоту та рухомих сполук фосфору і калію у шарі ґрунту 0–20 см, зокрема в посівах пшениці озимої вищий вміст NO_3 був після багаторічних бобових трав – 145,6 мг/кг ґрунту, гороху – 138,9 та сої – 134,1 мг/кг ґрунту, що на 21–22 % більше порівняно до інших попередників за найнижчого вмісту після ріпаку озимого – 106,4 та кукурудзи на зелений корм – 114,3 мг/кг ґрунту. Найвищий вміст сполук рухомого фосфору і калію був також у посівах пшениці озимої після люцерни – 445,0 і 462,5 мг/кг, гороху – 422,3 і 438,8 та сої – 408,2 і 418,1 мг/кг ґрунту, що на 20–27 % P_2O_5 і на 31–38 % K_2O більше, ніж за попередників ріпак та кукурудза на з/к відповідно;

2. Визначено, що найвищу кількість вологи на формування основної та побічної продукції у 4-8-пільних сівозмінах витрачає соя – 398–417 мм, буряки цукрові – 426–438 мм та кукурудза на зерно – 358–372 мм. Найменше витрачали продуктивну вологу багаторічні бобові трави – 217 мм, кукурудза на зелений корм – 248–271 мм, овес – 291 та ріпак озимий – 314 мм у 7-8-пільних сівозмінах;

3. Встановлено, що урожайність культур залежала від системи удобрення, частки культури та розміщення після попередника у сівозмінах. Найкращими попередниками для формування урожайності пшениці озимої виявилися соя, горох, багаторічні трави (люцерна) та гречка. Найвищу врожайність пшениці озимої поміж досліджуваних сівозмін забезпечила 7-пільна сівозміна – 6,98 т/га після сої як попередника за органо-мінеральної системи удобрення, що на 16 % більше порівняно до 5-пільної, попередник горох і на 8 % порівняно до 8-пільної сівозміни, попередник багаторічні бобові трави. Попередники гречка та кукурудза на зелений корм мали менші значення урожайності на 0,15 і 0,87 т/га відповідно в аналогічних сівозмінах.

За дослідження впливу різних систем інтенсифікації в 4-пільних сівозмiнах вищу врожайність пшениці озимої забезпечила органо-мiнеральна система удобрення, де цей показник становив 6,26 т/га, що на 7 % більше, ніж за мiнеральної та на 17 % – ніж за органічної системи;

4. В умовах змін клімату кращими попередниками для формування врожайності ячменю ярого виявилися буряки цукрові, пшениця озима та соняшник. Найбільшою врожайність ячменю ярого залежно від досліджуваних чинників була у 6-пільній сівозміні після буряків цукрових як попередника за застосування органо-мiнеральної системи удобрення, що на 5 % більше порівняно з 5-пільною сівозміною за попередника соняшник, на 7 % – 6-пільною, попередник жито озиме та на 10 % – 8-пільною сівозміною, попередник пшениця яра, де цей показник становив 4,74 т/га;

5. Кращим попередником для формування врожайності кукурудзи були буряки цукрові. Найвищу врожайність кукурудзи (9,39 т/га), залежно від розміщення та набору культур у сівозмiнах, отримано в 8-пільній сівозміні за попередника буряки цукрові за застосування органо-мiнеральної системи удобрення, що на 0,93 т/га або 10 % більше ніж у 5-пільній після ячменю ярого та на 11 % більше порівняно до 4-пільної сівозміні після пшениці озимої, де урожайність була на рівні 8,37 т/га;

6. Соняшник вирощували за органо-мiнеральної системи удобрення у 5-7 і 8-пільних сівозмiнах після пшениці озимої. Найвищою врожайність залежно від ступеня насичення культурою була у п'ятипільній сівозміні 3,61 т/га за насичення сівозміні культурою на 20 %, що на 13 % більше, ніж у 7-пільній (3,14 т/га), насичення на 14,3 % та на 6 % – ніж у 8-пільній (3,39 т/га), насичення сівозміні на 12,5 % відповідно.

Кращим попередником для формування врожайності сої виявилася пшениця яра. Найвищу врожайність сої отримали в семипільній сівозміні після пшениці ярої – 3,57 т/га, що на 0,10 та 0,17 т/га більше, ніж за попередників гречка та пшениця озима в 6-7-пільних сівозмiнах;

7. На чорноземах типових малогумусних у підзоні нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу встановлено, що різноротаційні (4-8-пільні) сівозміни за насичення зерновими від 57,2 до 100 % і застосування засобів інтенсифікації забезпечили: чотирипільні зернові сівозміни: горох – пшениця озима – кукурудза на зерно – ячмінь ярий за мінеральної, органо-мінеральної і органічної систем удобрення – збір з 1 га ріллі: зерна – 5,06–5,98 т, кормових одиниць – 9,05–10,20, зернових одиниць – 6,56–7,37 і перетравного протеїну – 0,73–0,81 т. Високу врожайність зернових культур 5,93 т/га забезпечила п'ятипільна сівозміна: горох – пшениця озима – соняшник – ячмінь ярий – кукурудза на зерно, збір з 1 га ріллі: зерна становить 4,74, кормових одиниць – 9,59, зернових одиниць – 7,88 і перетравного протеїну – 0,80 т. Найвищий вихід продовольчого зерна (3,32 т/га) забезпечила шестипільна сівозміна: гречка – пшениця озима – соя – пшениця яра – жито озиме – ячмінь ярий. Найбільший збір з 1 га ріллі перетравного протеїну (1,61 т) сформувала 8-пільна сівозміна: багаторічні бобові трави – пшениця озима – буряки цукрові – кукурудза на зерно – кукурудза на з/к – тритикале озиме – пшениця яра – ячмінь ярий + трави. Поміж досліджуваних сівозмін найбільш продуктивною виявилася 8-пільна сівозміна на 62,5 % насичена зерновими, 25 кормовими і 12,5 % технічними культурами, що на 12–38 % вище ніж у інших;

8. Установлено, що серед досліджуваних різноротаційних сівозмін найвищий прибуток забезпечила 6-пільна сівозміна: соя – пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь ярий – кукурудза на зерно – гречка за органо-мінеральної системи удобрення, де прибуток становив 40,33 тис. грн/га за рівня рентабельності 208 % та восьмипільна сівозміна на 62,5 % насичена зерновими, 25 кормовими і 12,5 % технічними: багаторічні бобові трави – пшениця озима – буряки цукрові – кукурудза на зерно – кукурудза на з/к – тритикале озиме – пшениця яра – ячмінь ярий за органо-мінеральної системи удобрення, яка забезпечила 36,05 тис. грн/га умовно чистого прибутку за рентабельності 194 %. Економічний ефект з-поміж розроблених різноротаційних сівозмін залежно від сівозмінних чинників становив 21–34 %.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для підвищення рівня виробництва сільськогосподарських культур у різноротаційних сівозмінах за забезпечення відтворення та збереження родючості й продуктивних функцій ґрунтів Лісостепу України, рекомендовано впровадити чотири-, п'яти-, шести-, семи- та восьмипільні сівозміни з насиченням зерновими від 62,5 до 100 %.

1. Господарствам, які спеціалізуються на сівозмінах короткої ротації доцільно впроваджувати чотирипільні сівозміни на 100 % насичених зерновими культурами: *горох-пшениця озима-кукурудза на зерно-ячмінь ярий* за органо-мінеральної системи удобрення ($N_{45}P_{55}K_{55}$ +побічна продукція попередника). Впровадження цих сівозмін забезпечить збір з 1 га ріллі: зерна – 5,98 т, кормових одиниць – 9,93 т, зернових одиниць – 7,36 т і перетравного протеїну – 0,80 т за достатньо високих економічних показників: умовно чистий прибуток становить 29,08 тис. грн/га за рентабельності 135 %.

2. Ефективно впроваджувати шестипільні сівозміни, насичені на 66,8 % зерновими культурами, 33,2 % технічними: *соя-пшениця озима-буряки цукрові-ячмінь ярий-кукурудза на зерно-гречка* за органо-мінеральної системи удобрення ($N_{53}P_{60}K_{60}$ +побічна продукція попередника), які забезпечать збір з 1 га ріллі зерна – 3,81 т, кормових одиниць – 9,72 т, зернових одиниць – 8,07 т, перетравного протеїну – 0,92 т за високих економічних показників: умовно чистий прибуток становить 40,33 тис грн/га з рентабельністю 207 %.

3. Доцільно впроваджувати восьмипільні сівозміни, які на 62,5 % насичені зерновими, 25 % кормовими і 12,5 % технічними: *багаторічні бобові трави-пшениця озима-буряки цукрові-кукурудза на зерно-кукурудза на з/к-тритикале озиме-пшениця яра-ячмінь ярий* за органо-мінеральної системи удобрення ($N_{58}P_{62}K_{62}$ +побічна продукція попередника), які забезпечать збір з 1 га ріллі зерна – 4,20 т, кормових одиниць – 10,69 т, зернових одиниць – 7,97 т, перетравного протеїну – 1,61 т за високих економічних показників: умовно чистий прибуток становить 39,05 тис. грн/га з рентабельністю 194 %.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Камінський В. Ф., Бойко П. І. Роль сівозмін у сучасному землеробстві. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 6. С. 5–9.
2. Цимбал Я. С., Бойко П. І., Мартинюк І. В., Якименко Л. П., Бакумова М. В. Продуктивність пшениці озимої в 6-7-пільних сівозмінах за органо-мінерального удобрення в умовах Лівобережного Лісостепу. Журнал «*Землеробство та рослинництво: теорія і практика*». Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2024. Вип. 4 (14) – С. 25–32.
3. Демиденко О. В., Шаповал І. С., Тонха О. Л., Величко В. А., Бойко П. І. Гумусний стан чорнозему типового за різних способів обробітку в агроценозах Лівобережного Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 4. С. 58–62.
4. Літвінов Д. В. Агробіологічні основи підвищення ефективності короткоротаційних сівозмін Лівобережного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктор. с.-г наук: спец. 06.01.01 «Загальне землеробство». Київ. 2015. 42 с.
5. Цвей Я. П. Формування родючості ґрунту в короткоротаційних сівозмінах Лісостепу. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Землеробство»*. Київ: ВП «Едельвейс», 2015. Вип. 1. С. 56–59.
6. Kaminsky V. F., Boyko P. I. Strategy of development and implementation of crop rotations in Ukraine. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. Київ: «Едельвейс», 2014. Вип. 3. С. 3–11.
7. Бойко П. І., Літвінов Д. В., Цимбал Я. С., Кудря С. О. Принципи розроблення систем різноротаційних сівозмін в Україні. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. Київ: ВП «Едельвейс», 2018. Вип. 1. С. 3–14.
8. Літвінов Д. В., Бойко П. І., Цимбал Я. С., Кальчун Т. Р., Бакумова М. В., Кудря С. О. Продуктивність різноротаційних сівозмін на чорноземі типовому в Лівобережному Лісостепу. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Землеробство»*. Київ: ВП «Едельвейс», 2018. Вип. 1. С. 3–8.

9. Демиденко О. В., Шаповал І. С., Бойко П. І., Величко В. А. Параметри продуктивності та структури фітомаси різноротаційних сівозмін Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 5. С. 54–62.

10. Petro Boyko, Dmitry Litvinov, Olexander Demidenko, Mikhailo Blashchuk, Volodymyr Rasevich. PREDICTION HUMES LEVEL OF BLACK SOIL OF FOREST-STEPPE UKRAINE DEPENDIG ON THE APPLICATION OF CROP ROTATION FERTILIZATION AND TILLAGE. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*. 2019. Vol. 9/1. P. 155–162.

11. Шувар І. А. Наукові основи сівозмін інтенсивно-екологічного землеробства. Львів: Каменяр, 1998. 224 с.

12. Rinaldi M., Vonella A., Santamaria P., Ventrella D., Rizzo V. Growth analysis of sunflower (*Helianthus annus* L.) in two-year rotations. *Ann. Ist.sper.agron.* 1992. № 23. P. 58.

13. Бойко П. І., Коваленко Н. П. Проблеми екологічно врівноважених сівозмін. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 8. С. 9–13.

14. Бойко П. І., Мартинюк І. В., Цимбал Я. С. Становлення сівозмінних принципів у системах землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2021. С. 5–13.

Наукове видання

ЦИМБАЛ Ярослав Станіславович

МАРТИНЮК Іван Васильович

БОРИСЕНКО Володимир Іванович

ЯКИМЕНКО Любов Петрівна

БАКУМОВА Марина Валеріївна

ЛИТВИНЕНКО Ігор Іванович

**НАУКОВІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ
ЕКОЛОГО-ЗБАЛАНСОВАНИХ РІЗНОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІН В
УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ
НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

Підписано до друку 06.10.2025.

Формат 60х84/16. Папір офсетний.

Друк цифровий. Друк. арк. 3,25.

Умов. друк. арк. 3,02. Обл.-вид. арк. 2,27.

Наклад 100 прим. Зам. № 1293/6.

Видавець та виготовлювач ТОВ «ТВОРИ».

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК № 6188 від 18.05.2018 р.

21034, м. Вінниця, вул. Немирівське шосе, 62а.

Тел.: 0 (800) 33-00-90, (096) 97-30-934, (093) 89-13-852.

e-mail: info@tvoru.com.ua

<http://www.tvoru.com.ua>