

## ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ ЗЕРНОВИХ СІВОЗМІН ТА СМУГОВОГО ОБРОБІТКУ В СУЧАСНИХ РЕАЛІЯХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

Шустік Л., канд. техн. наук,

e-mail: shustik@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-2413-935X>

Нілова Н.,

e-mail: nilova-n@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5514-2338>

Степченко С., <https://orcid.org/0000-0003-2808-9644>

Сидоренко С., <https://orsid.org/0000-0001-5046-117X>

Громадська В.,

<https://orsid.org/0000-0001-5586-4760>

ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

### Анотація

У статті викладена стратегія удосконалення та інновації структури посівних площ з урахуванням сучасних реалій кліматичних змін; встановлено, що високопродуктивними й екологічними є 3-пільні зернові сівозміни із насиченням зернобобовими та просапними культурами, узагальнені їхні техніко-економічні переваги.

**Метою досліджень** було обґрунтувати доцільність та методи реалізації технології смугового обробітку ґрунту в короткоротаційній зерновій сівозміні та визначити її ефективність.

**Методи досліджень:** аналітичний; лабораторно-польовий, статистичний, розрахунковий за методиками Б. А. Доспехова [1] і загальноприйнятими агрономічними та економічними методиками.

**Результати.** Обґрунтовані перспективи короткоротаційної сівозміни в умовах зміни клімату та доцільність її впровадження в ґрунтово-кліматичній зоні Лісостепу України на прикладі вирощування кукурудзи і сої. Акцентовано увагу на джерелах ефективності та викладені основні рекомендації щодо комплексів машин для ресурсощадних технологій вирощування зернових культур у фермерських господарствах малого і середнього рівнів.

### Висновки.

1. Аналіз ресурсощадних технологій вирощування кукурудзи та сої визначив смуговий обробіток ґрунту як перспективний.

2. Встановлено, що смуговий обробіток ґрунту має перевагу в накопиченні та збереженні вологи в порівнянні з традиційним обробітком, що є актуальним в умовах зміни клімату.

3. Урожайність зерна кукурудзи на смуговому обробітку з пунктирним і шаховим способом сівби переважає аналогічний показник на оранці на (22...27) % вище Контролю – без добрив; на (8...13) % – із внесенням добрив).

4. Використання смугового обробітку порівняно з традиційною оранкою знижує затрати праці майже на 40 %, витрати палива на 50 %, прямі експлуатаційні витрати на (24...29) % та загалом прогнозує зниження собівартості зерна.

5. Смуговий обробіток – енергоощадний агротехнічний прийом, ефективність якого досягається поєднанням таких чинників: зменшенням витрат на обробіток ґрунту; використанням ефективно дії локально розміщених добрив; волого- та теплоутримувальної дії поверхневого шару рослинних решток; демпферного ефекту вологозабезпечення кореневої системи сходів завдяки міграції води в смуговому та міжсмуговому просторі.

**Ключові слова:** короткоротаційна сівозміна, смуговий обробіток, оранка, пунктирна і шахова сівба, продуктивність, урожайність, джерела ефективності.

**Суть проблеми.** В аграрному секторі України на сучасному етапі відчутний вплив змін клімату, високої вартості ресурсів, що загалом вимагає впровадження енергоощадних техніко-технологічних рішень виробництва продукції рослинництва – зокрема, смугового обробітку ґрунту та сівби, які спроможні на мінімумі своїх можливостей стабілізувати урожайність, а на максимумі – привести до збільшення врожаю зерна. Таким ефективним напрямком вирощування культур є синтез смугового обробітку ґрунту (STRIP-TILL) та короткоротаційної 3-5-пільної сівозміни із насиченням зерновими, зернобобовими та просапними культурами. Це зумовлено допустимим періодом повернення культури на попереднє місце вирощування, який для більшості з них становить три-чотири роки. Короткоротаційні сівозміни базуються на основі плодозміни, їх насиченість має становити: 50 % – зернові колосові; 25 % – бобові й зернобобові; 25 % – просапні культури.

STRIP-TILL, як технологія, взяла найкращі переваги від кожної із систем обробітку ґрунту (як традиційної, так і No-Till). Цей спосіб є різновидом мінімального обробітку ґрунту і представляє собою обробіток смуги, в яку буде здійснюватись висів насіння культур, при цьому міжряддя залишаються необробленими і вкритими післяжнивними залишками. Оброблена смуга дає змогу мати в зоні росту й розвитку кореневої системи рослин якісно оброблений ґрунт з різно-рідним і прийнятним для вегетації культур фракційним складом, з розвиненою мережею тріщин у глибинних горизонтах смуги для аерації, вологонакопичення і вологозбереження, з локально розташованою в раціональних горизонтах дозою мінеральних добрив. Саме якістю обробітку смуги ґрунту визначається доцільність застосування технології STRIP-TILL [2].

Також однією з умов застосування смугового обробітку ґрунту є управління рослинними рештками. Залишена на полі нетоварна частина врожаю (стерня, листя, стебла, соломка тощо), рівномірно розпо-

ділена по поверхні, створює шар мульчі, який дає змогу оптимізувати біологічну активність ґрунту. Збільшення агрономічно-цінних мікроорганізмів – це шлях до гумусоутворення та підвищення продуктивності агроценозу.

Передбачуваний ефект – частковий обробіток і якість ґрунту, поліпшення екології, економія палива і матеріальних ресурсів, оптимізація режиму зволоження ґрунту, захист від водної та вітрової ерозії завдяки покращенню структури ґрунту та пожнивним решткам у міжряддях, раціональне використання мінеральних добрив, мінімізація парку машин і зносу їхніх робочих органів, підвищена стійкість культур сівозміни до змін клімату.

Не менш важливим у сучасному землеробстві України завданням є розроблення і впровадження найбільш продуктивних короткоротаційних сівозмін з вузьким набором культур, які користуються підвищеним попитом на ринку, та оптимальною структурою їхніх посівних площ. У ринкових умовах господарювання гостро постає проблема агроекологічного обґрунтування набору культур у короткоротаційних сівозмінах з урахуванням спеціалізації господарств та потреб внутрішнього і зовнішнього ринків [2]. У США широкомасштабне виробниче використання STRIP-TILL пов'язане з технологіями обробітку кукурудзи [3]. Крім кукурудзи, ця технологія є не менш актуальною для вирощування інших просапних культур: сої, соняшнику, сорго, цукрових буряків, а також ріпаку.

У нашій державі цей технологічний напрямок практично не освоєний у господарствах малого і середнього рівнів [4]. Тому дослідження інноваційних технологій, які б забезпечили підвищення ефективності виробництва рослинницької продукції в короткоротаційних сівозмінах, є надзвичайно актуальним завданням сучасної аграрної науки, що включає: розроблення відповідних ґрунтообробних знарядь, визначення їхнього впливу на навколишнє середовище та обґрунтування оптимальних параметрів процесу об-

робітку ґрунту і способів сівби. Це дасть змогу забезпечити фермерів ефективною технікою та підвищить інтенсивність виробництва.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

В умовах кліматичних змін найдієвішими агротехнічними заходами, які можуть повністю запобігти ерозії ґрунту або знизити її та нестачу вологи до безпечно-го рівня є застосування мінімального обробітку ґрунту та мульчування. Корисний вплив мінімізації обробітку проявляється у покращенні водно-фізичних властивостей ґрунту, збільшенні шпаруватості та водопроникності, в збереженні біомаси рослин, стерні та рослинних решток, кращому накопиченні гумусу, а, отже, у відтворенні родючості ґрунту [4].

Результати досліджень [4-6] вказують, що соя і кукурудза добре поєднуються в короткоротаційній сівозміні, перша є одним із кращих попередників для другої. У кукурудзяному поясі США сою зазвичай розміщують після кукурудзи. Кукурудза і соя в основному не мають загальних захворювань шкідників і в сівозміні відіграють роль санітарів одне для іншого.

Соя в короткоротаційній сівозміні відіграє найважливішу роль: як бобова культура вона за допомогою бульбочкових бактерій фіксує азот атмосфери, завдяки цьому на 70-80 % забезпечує власну потребу в ньому. Соя збагачує ґрунт, залишаючи після себе в ґрунті 60-80 кг/га і більше біологічного азоту. Введення її в сівозміну забезпечить збільшення врожаю подальших культур: кукурудзи – на 3-8 ц/га, озимої пшениці – на 2,5-4, ячменю – на 4-6 ц/га.

Ефективність трипільної сівозміни “кукурудза – кукурудза – соя” відображена в дослідженнях [5, 6]. Високі врожаї одержують за розміщення її після озимої пшениці, ячменю, кукурудзи. Включення сої в сівозміну дає можливість зберігати і підвищувати родючість землі, одержувати щедри врожаї культур, які висіваються після неї. Добрих результатів досягають в ланках з короткою ротацією “соя – кукурудза”, одержуючи по 80-100 центнерів

зерна кукурудзи та 25-30 центнерів сої. Це найпродуктивніша ланка сівозміни у виробництві кормового зерна та білка для тварин. Можна застосовувати також ланки “соя – пшениця”, “соя – ячмінь”.

Отже, в короткоротаційних сівозмінах Лісостепу України найбільш обґрунтованим співвідношенням посівних площ кукурудзи та сої є 2:1, що забезпечує збір кормових одиниць з 1 га сівозмінної площі на рівні 58,2 ц, з вмістом в кожній з них 121 г сирого протеїну.

**Мета статті** полягає в просуванні на ринок перспективних вітчизняних техніко-технологічних рішень смугового обробітку ґрунту та сівби для малих і середніх господарств, які сприятимуть підвищенню врожаю, з перспективою їх адаптації до посушливих умов.

#### **Виклад основного матеріалу дослідження.**

Для виявлення позитивних та негативних сторін упровадження інноваційних техніко-технологічних рішень, особливо їх адаптації до сучасного рівня виробництва, проводилися наукові дослідження, які включали пошук ресурсоощадних напрямків вирощування продукції рослинництва, вибір технічних засобів, їх практичну перевірку, удосконалення, обґрунтування короткоротаційної сівозміни, забезпечення функціонування багаторічного стаціонарного полігона технології.

Схематичне відображення доцільності короткоротаційної сівозміни в технології смугового обробітку ґрунту представлено на рисунку 1.

Досліджувана короткоротаційна сівозміна на базі смугового обробітку ґрунту запроваджена на експериментальному полігоні УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого загальною площею близько 21 га. Одночасно з перевіркою ефективності смугового обробітку досліджувались і різні способи сівби, для чого була виділена дослідна ділянка, кукурудзу на якій сіяли шаховим способом (рис. 2).

Закладку польових дослідів, а також статистичний аналіз одержаних показників проводили за методиками Доспехова Б.А. [1] та Єщенко В.О. [7]. Матема-



Рисунок 1 – Обґрунтування доцільності короткоротаційної сівозміни

Одн.	Кукурудза по сої		Кукурудза по сої		Кукурудза по кукурудзі		Соя по кукурудзі		780 м					
	8,4 м		84 м		84 м		86,4 м							
Куб.	Оранка - Контроль S = 0,65 га		67,2 м S = 5,24 га		16,8 м S = 1,31 га		67,2 м S = 5,24 га		7,2 м S = 0,56 га		79,2 м S = 6,18 га			
	Пунктирний, NPK 200 кг/га		Шпава-пш. NPK 200 кг/га		Шпава-пш. без добрив		Шпава-пш. NPK 200 кг/га		Нарізання щільні (міжряддя 70 см), мінеральні добрива NPK 200 кг/га		Нарізання щільні (міжряддя 70 см), мінеральні добрива NPK 200 кг/га			
	Пунктирний, без щільні, без добрив		24 проходи СТА-4		6 проходів СТА-4		6 проходів СТА-4		24 проходи СТА-4		2 проходи СТА-4		22 проходи СТА-4	
	2 проходи сівалки Вега-8 (міжряддя 70 см)		24 проходи сівалки Вега-8 (міжряддя 70 см)		6 проходів сівалки Вега-8 (міжряддя 70 см)		6 проходів сівалки Вега-8 (міжряддя 70 см)		24 проходи сівалки Вега-8 (міжряддя 70 см)		2 проходи сівалки Вега-8 (міжряддя 45 см)		16 проходів сівалки Вега-8 (міжряддя 45 см)	
262,8 м														

Рисунок 2 – Схема короткоротаційної сівозміни

тичний аналіз експериментальних даних проводили стандартними комп'ютерними програмами Excel. Польові дослідження проводилися в умовах загальноприйнятої для зони правобережного Лісостепу агро-

техніки. Попередники – згідно з почерговістю сівозміни. Сівозміна – трипільна: кукурудза (по сої) – кукурудза (по кукурудзі) – соя (по кукурудзі). Контроль (оранка) – кукурудза (по сої). Ширина

досліджуваних ділянок вибиралась з можливістю використання проходів обприскувача кратним числом.

Схема стаціонарного дослідження – трифакторна: **фактор А** – обробіток ґрунту; **фактор В** – спосіб сівби; **фактор С** – мінеральні добрива.

Показники та методи оцінювання:

- динаміка росту й розвитку рослин, біологічна урожайність зерна – за «Методикою державного сорто випробування сільськогосподарських культур» [8];

- польова схожість і густина стояння рослин – кількісним методом у фазі повних сходів та повної стиглості;

- механічний склад і щільність ґрунту – за загальноприйнятою методикою «різального кільця» Н. А. Качинського [9] з об'ємом циліндра 100 см<sup>3</sup>;

- біометричні показники (вагові, розмірні, кількісні) та облік структури урожаю – за методикою [7] шляхом замірів і кількісно-ваговим методом;

- вологість зерна перед збиранням – методом висушування;

- економічне оцінювання ефективності технології – математично-розрахунковим та розрахунково-порівняльним методами.

За результатами аналітичних досліджень, система смугового обробітку ґрунту технічно забезпечується базовим комплексом машин у складі машини для нарізання смуг, сівалки, обприскувача і комбайна. У світовій практиці існують різні принципи реалізації технологічного процесу смугового обробітку ґрунту: розрізнений, коли окремо використовують машини для формування смуг і сівби, та суміщений, за якого ці машини об'єднуються в агрегати або притаманні їм процеси реалізуються однією машиною. Однак в обох випадках поверхня смуг вкрита рослинними рештками, що вимагає сівалок, дообладнаних блоком очищення смуги зазвичай у вигляді зірчастих дисків. Тому базовими машинами комплексу техніки цієї технології є агрегати для формування смуг та сівалки [2, 4].

Важливим нюансом застосування смугового обробітку та відповідних агрегатів

є те, що необроблена смуга виступає своєрідним буфером, з якого вода мігрує в оброблену зону, чим забезпечується вологообмін, відновлення та нормалізація життєдіяльності ґрунтової біоти.

Агрегат СТА-4 для формування смуг (рис. 3) одночасно вносить добрива на один рівень глибини, на яку встановлена глибокорозпушувальна лапа (22–25 см).



**Рисунок 3** – Загальний вигляд 4-рядного агрегата СТА-4 для смугового обробітку ґрунту з одночасним внесенням мінеральних добрив

Агрегат допускає розстановку секцій, їх переміщення по брусу рами для нарізання смуг з кроком 70 та 90 см з внесенням при цьому кукурудза з міжряддям 70 см буде висіватись по сліду проходу чизеля, а сої – з боків ліній проходу (сліду) глибокорозпушувача з кроком 90 см з шириною міжрядь на сівалці 45 см.

Параметри налаштувань складових секцій та їх функційні особливості наведено на рисунку 4.

За результатами польових досліджень, сівалка ВЕГА-8 з висівними секціями, дообладнаними блоком зірочок для роботи в умовах високого вмісту рослинних решток на поверхні, задовільно забезпечувала технологічний процес сівби в попередньо нарізаних смугах (рис. 5) [10].

Технологічний супровід вирощування культур короткоротаційної сівозміни на смуговому обробітку ґрунту реалізовано в 2-х виробничих циклах.

Спостереження за розвитком культур сівозміни (зміною розмірних характерис-

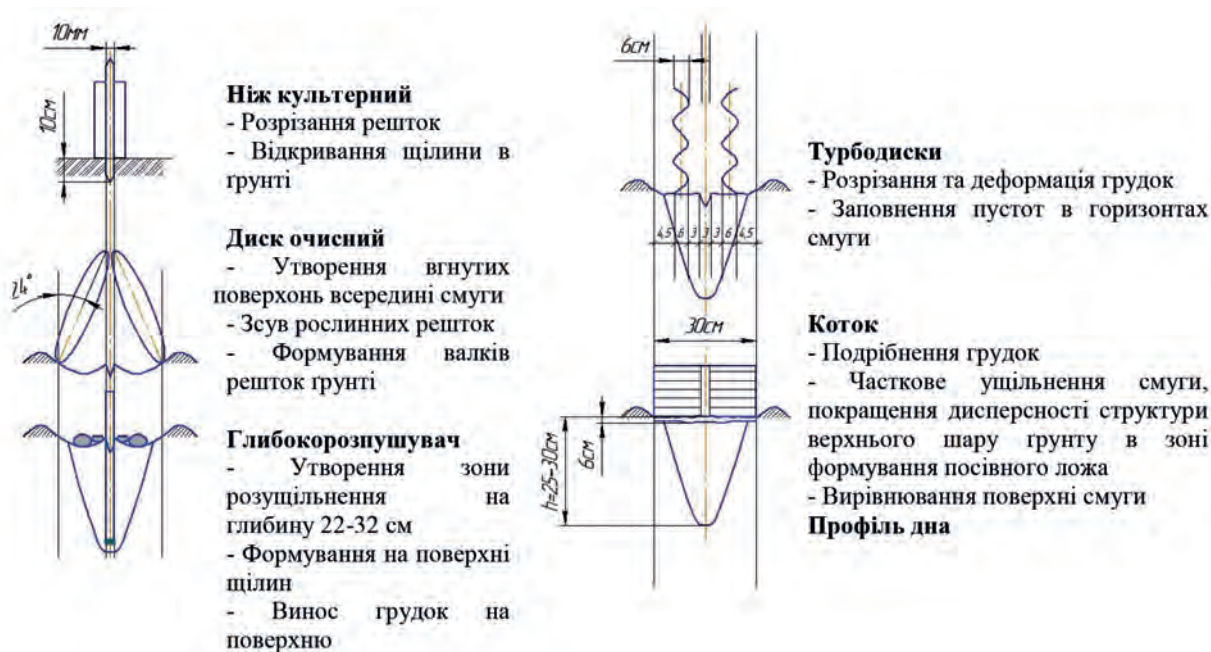


Рисунок 4 – Параметри налаштувань складових секцій та їхні функційні особливості



Рисунок 5 – Просапна сівалка ВЕГА-8 на сівбі кукурудзи:  
 а) загальний вигляд; б) розкладене в рядку насіння

Таблиця 1 – Вплив мінеральних добрив на структуру біологічної урожайності кукурудзи

Варіант технології: спосіб обробітку ґрунту/сівби	Біометричні показники та зернова продуктивність			
	Діаметр качана, см	Довжина качана, см	Озерненість, шт./в ряду	Маса зерна з качана, г
Оранка /пунктирний - без добрив (Контроль)	43	18,5	34	164,47
Оранка /пунктирний - 200 кг/га	44,7	19,0	39	172,14
Оранка /шаховий - 200 кг/га	45,4	19,0	38	180,03
Оранка /шаховий - без добрив	45,5	19,0	36	168,76
Strip-till /пунктирний - 200 кг/га	45,3	19,5	39	180,84
Strip-till /шаховий - 200 кг/га	47,0	20,5	39	183,88
Strip-till /пунктирний - без добрив	43,3	20,2	44	166,7

тик та озерненістю) показали, що існує пряма залежність зміни продуктивності рослин в агроценозі від кореневого підживлення добривами. Мінеральні добрива (Нітроамофоска NPK 16:16:16) вносились восени під час нарізання смуг. Як свідчать показники продуктивності (табл. 1, 2; рис. 6), кращі вагові та розмірні характеристики відмічено на смуговому обробітку порівняно з контрольним варіантом.

За результатами наукових досліджень 2018-2019 рр., приріст біологічної врожайності зерна кукурудзи та сої, вирощених в короткоротаційній сівозміні за системою смугового обробітку, порівняно

Таблиця 2 – Показники структури врожаю сої залежно від удобрення

Варіант технології	Кількість рослин на 1 м <sup>2</sup> , шт.	Кількість бобів на рослині, шт.	Кількість насінин у бобі, шт.	Кількість насінин з рослини, шт.	Маса зерна з однієї рослини, г	Маса 1000 насінин, г	Висота, см	
							рослини	прикріпленя нижнього бобу
Смуговий – без добрив/ Контроль	43	20	1,9	38	6,44	168,76	72,5	10,6
Смуговий – NPK 200 кг/га	48	22	2	44	7,47	170,00	81,9	11

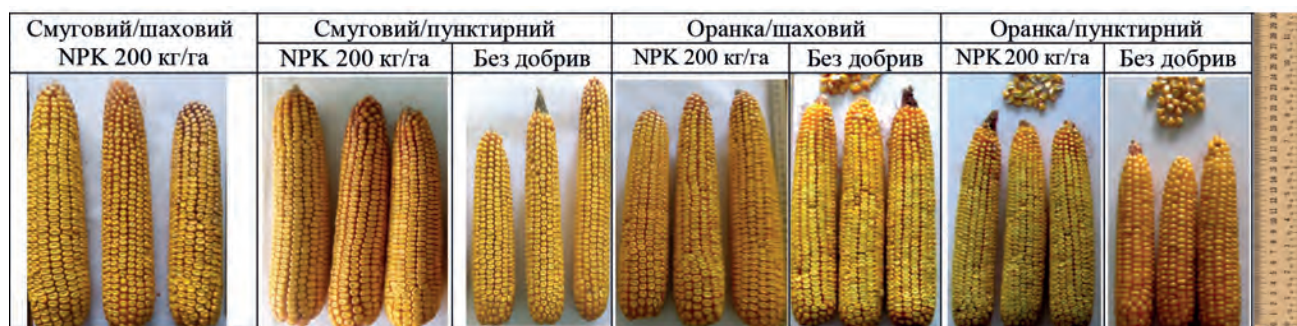


Рисунок 6 – Зернова продуктивність кукурудзи

Таблиця 3 – Приріст урожайності зерна кукурудзи та сої

Культура (попередник)	Біологічна врожайність та її відсоткові значення за різних способів обробітку ґрунту/сівби, ц/га					
	Смуговий обробіток		Традиційний обробіток (оранка) – Контроль			
	Пунктирний	Шаховий	Пунктирний		Шаховий	
	200 кг/га	200 кг/га	200 кг/га	Без добрив	200 кг/га	Без добрив
<b>2018</b>						
Кукурудза (кукурудза, соя)	116,2 (117,1%)	118,1 (119,1%)	-	99,2 (100%)	-	-
<b>2019 рік</b>						
Кукурудза (кукурудза, соя)	118,2 (121,5%)	123,3 (126,7%)	110,5 (113,6%)	97,3 (100%)	112,3 (115,4%)	104,9 (107,8%)
Соя (кукурудза)	35,9 (30%)	-	-	27,6 (100%)	-	-

з традиційним обробітком (табл. 3), свідчить про економічну ефективність цієї технології.

Збирання врожаю кукурудзи, вирощеної за системою STRIP-TILL, виконується аналогічно традиційним техніко-технологічним рішенням.

У 2019 році був використаний орендований високопродуктивний комплекс машин у складі комбайна Lexion 770, перевантажувача HAWE і зерновоза з автомобілем MAN (рис. 7).

Залежно від якості роботи зернозби-

рального комбайна (висоти зрізу стебел, величини подрібнення фракцій), може бути використано подрібнювач пожнивних решток (рис. 8).

За останні три роки в Україні відмічено появу вітчизняних агрегатів для формування смуг, зокрема фірма «Велес-Агро» пропонує на ринок власну розробку, яка супроводжувалась спеціалістами інституту в 2019 році і характеризувалась як доведений до технологічних кондицій продукт з високою надійністю. За прогнозом розрахунком, використання агрегата з такою



а) комбайн Lexion 770

б) комбайн у взаємодії з перевантажувачем HAWE

в) перевантажувач HAWE у взаємодії з зерновозом

**Рисунок 7** – Приклад комплексу машин для збирання кукурудзи за системою STRIP-TILL



**Рисунок 8** – Подрібнювач ПН-2 в агрегаті з трактором МТЗ-80 у роботі

продуктивністю в модельному господарстві площею 500 гектарів дає фермеру змогу підготувати з осені смуги на площі 300 га під весняну сівбу сої та кукурудзи (рис. 9).

У процесі дослідження ефективнос-

ті технології вирощування кукурудзи на базі смугового обробітку ґрунту з різними способами сівби були обґрунтовані енергетичні та швидкісні режими роботи агрегату для формування смуг. У таблиці 4 наведено техніко-економічні показники витрат на вирощування кукурудзи, отримані на експериментальному полігоні в 2019 році. Оцінювання економічних показників проводили в розрахунку на 1 гектар.

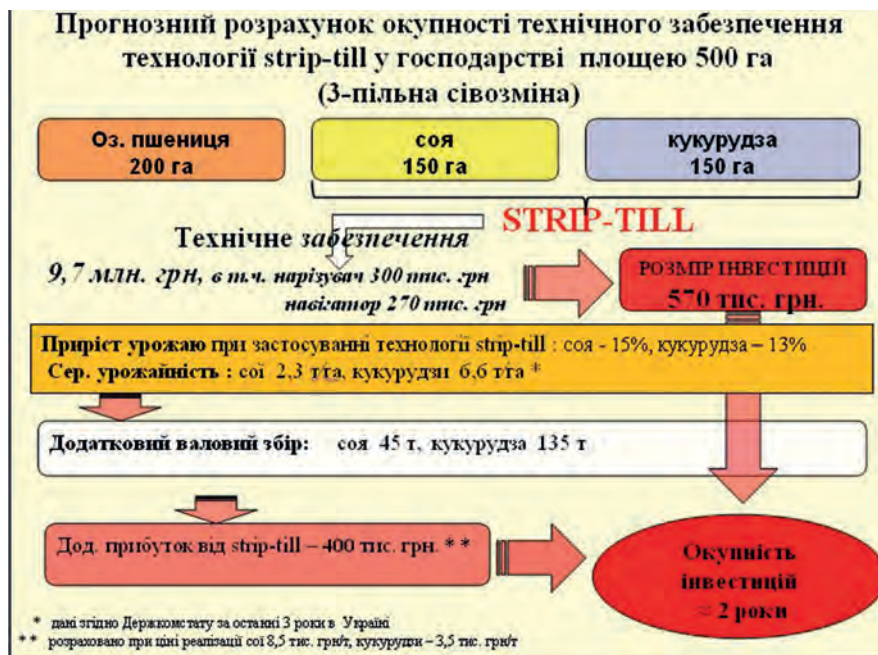
Як видно з таблиці 4, найменші експлуатаційні витрати, затрати праці та витрати пального отримані на технології STRIP-TILL з пунктирною сівбою. Використання смугового обробітку у вирощуванні кукурудзи дало можливість знизити на 40 % затрати праці на обробітку ґрунту та сівбі; економія паливно-мастильних ма-

теріалів склала 49-51 % порівняно з традиційною системою (оранкою); скоротити на 24-29 % прями експлуатаційні витрати, що загалом прогнозує суттєве зниження собівартості зерна.

### Висновки

1. Короткоротаційна 3-пільна сівозмінна забезпечує найбільшу продуктивність з вузьким набором культур за широкорядного способу сівби, які поєднуються в сівозміні, як добрі попередники і відносяться до різних таксономічних груп.

2. Встановлені базові технологічні операції технології смугового обробітку –



**Рисунок 9** – Прогнозний розрахунок окупності технології STRIP-TILL у короткоротаційній сівозміні



**Таблиця 4 – Техніко-економічні показники смугового обробітку ґрунту з пунктирною та шаховою сівбою кукурудзи**

Показник	Одиниця вимірювання	Нова технологія		Контроль
		Strip-till/ пунктирна МТЗ-1025+ СТА-4; МТЗ-892+ ВЕГА-8	Strip-till /шахова МТЗ-1025+СТА-4; МТЗ-892+ВЕГА-8 з блоком для шахової сівби TWIN ROW	Оранка/пунктирна МТЗ-82+АХІС-30; МТЗ-1025+ ПОН-3; МТЗ-80+ДЛ-2,5; МТЗ-892+ВЕГА-8
Затрати праці	люд.-год (%)	1,03 (39 %)	1,05 (38 %)	1,70 (100 %)
Витрати пального	л/га (%)	16,5 (51 %)	17,0 (49 %)	33,6 (100 %)
Прямі експлуатаційні витрати	грн/га	1023	1098	1446
Економічний ефект експлуатаційних витрат порівняно з традиційним обробітком	грн/га (%)	423 (29 %)	348 (24 %)	1448 (100 %)
Економія паливно-мастильних матеріалів	л/га (%)	17,1 (51 %)	16,6 ( 49 %)	33,6 (100 %)

формування смуг і сівба в умовах вмісту значної кількості рослинних решток на поверхні ґрунту.

3. Проведені багаторічні дослідження підтверджують актуальність та перспективи цієї технології і є підґрунтям для вивчення нових прогресивних напрямків вирощування культур короткоротаційної сівозміни.

4. Перспективні техніко-технологічні рішення сівби просапних культур базуються на принципах високоточної якості сівби, високої продуктивності та використання раціональних схем укладання насіння, які сприяють приросту врожаю.

5. Джерелами ефективності запропонованої стратегії порівняно з традиційною технологією визначено скорочення ресурсів завдяки меншій кількості технологічних операцій і витрат палива, підвищення урожайності завдяки кращому вологозабезпеченню та раціональному використанню добрив; при цьому прогнозований сумарний економічний ефект з розрахунку на середньорозмірне господарство площею 500 га складає 400 тис. грн/га.

6. Показники структури біологічної урожайності кукурудзи свідчать про значну перевагу смугового обробітку, зокрема

шаховий спосіб сівби, над оранкою: урожайність зерна вища на 17-19 % (2018 р.) та 21,5-26,7 % (2019 р.).

7. Дослідження підтвердили стимулювальну дію мінеральних добрив на підвищення урожайності сої порівняно з варіантом без добрив: у 2019 році отримано приріст зерна 8,3 ц/га, або 30,1 %.

8. Технологія смугового обробітку ґрунту є ресурсоощадною, що є важливим чинником з точки зору економії в сучасних умовах господарювання.

9. Екстремальні кліматичні умови, які посилюються за останні роки, будуть спонукати фермерів до впровадження саме технології STRIP-TILL, оскільки в ній поєднуються найкращі елементи мінімального обробітку та технології «Now-till» і урожайність агроценозу водночас не знижується. Тому наукові дослідження цієї технології заплановано продовжити.

### Література

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

2. Звіт про науково-дослідну роботу № д.р. 0114U005382/2016 «Дослідження но-

## Literature

вітніх техніко-технологічних рішень смугового обробітку ґрунту»/ Тема 02.1.1. – Дослідницьке, 2016.

3. Corn Response as Affected by Planting Distance from the Center of Strip-Till Fertilized Rows //Автори: Adee, Eric; Hansel, Fernando D.; Diaz, Dorivar A. Ruiz; із співавторами /FRONTIERS IN PLANT SCIENCE. – Том: 7. – Номер статті: 1232. – Опубліковано: серпень, 18. 2016.

4. Шляхи реалізації смугового обробітку в малих і середніх господарствах / Шустік Л., Громадська В., Мариніна Л., Негуляєва Н., Супрун В.// 36. наук. пр./ УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – Випуск №21(35), 2017.

5. Агроекологічні підходи до підвищення продуктивності короткоротаційних соєво-кукурудзяних сівозмін залежно від ступеня насичення культурами та їх системи удобрення в Лісостепу України / [В.Петриченко, С. Колісник, О. Панасюк, Л. Броннікова]. – Корми і кормовиробництво, 2007. – Вип. 59. – С. 3-9.

6. Soybean Spatiotemporal Yield and Economic Variability as Affected by Tillage and Crop Rotation //Автори: Al-Kaisi, Mahdi M.; Archontoulis, Sotirios; Kwaw-Mensah, David / AGRONOMY JOURNAL. – Том 108. – Вип. 3. – С. 1267-1280. – Опубліковано: травень-червень 2016.

7. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник /Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. [за ред. В.О. Єщенка]. – К.: Дія, 2005. – 288 с.

8. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури) / За ред. В.В. Волкодава. – К., 2001. – 69 с.

9. Качинский Н.А. О структуре почвы, некоторых ее свойствах и дифференциальной порозности. /Почвоведение. – № 6, 1947.

10. Протокол державних типових випробувань № 01-25-2018. Сівалка універсальна просапна пневматична VEGA-8, модернізована зі схемою висіву «Twin-Row». – Дослідницьке, 2018.

1. The armor of BA Field experience methodology (with basics of statistical processing of research results). - М.: Agropromizdat, 1985. - 351 p.

2. Report on research work № dr. 0114U005382 / 2016 “Investigation of the latest technical and technological solutions of strip tillage” / Theme 02.1.1. - Doslidnytske, 2016.

3. Corn Response as Affected by Planting Distance from the Center of Strip-Till Fertilized Rows // Authors: Adee, Eric; Hansel, Fernando D.; Diaz, Dorivar A. Ruiz; with co-authors. / FRONTIERS IN PLANT SCIENCE. - Volume: 7. - Article number: 1232. - Published: AUG 18 2016.

4. Ways of implementation of strip cultivation in small and medium-sized farms / Shustik L., Gromadskaya V., Marynina L., Negulyaeva N., Suprun V. // Coll. of sciences. Ave. / L. Pogorilyy UkrNDIPVT - Issue # 21 (35), 2017.

5. Agroecological approaches to increase productivity of short-rotated soybean-corn crop rotations depending on the degree of crop saturation and their fertilization system in the Forest-Steppe of Ukraine / [V.Petrychenko, S. Kolisnik, O. Panasyuk, L. Bronnikova]. - Feed and feed production, 2007. - Issue. 59. - P. 3-9.

6. Soybean Spatiotemporal Yield and Economic Variability as Affected by Tillage and Crop Rotation // Authors: Al-Kaisi, Mahdi M.; Archontoulis, Sotirios; Kwaw-Mensah, David / AGRONOMY JOURNAL. - Volume: 108. - Issue: 3. - Pages: 1267-1280. - Published: MAY-JUN 2016.

7. Fundamentals of scientific research in agronomy: Textbook / Yeshchenko VO, Kopytko PG, Opryshko VP, Kostogryz PV [for ed. V.O. Yeshchenko]. - К.: Action, 2005. - 288 p.

8. Methods of state varietal testing of agricultural crops (cereals, cereals and legumes) / Ed. VV Wolfhound. - К., 2001. - 69 p.

9. Kaczynski NA About soil structure, some of its properties and differential porosity. Soil Science. - № 6, 1947.

9. Shustik L. Strip tillage: domestic mechanical engineering at the start / L. Shustik,

S. Marinin, L. Marynina // Technical and technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for Ukrainian agriculture: Coll. of sciences. Ave. / L. Pogorilyy UkrNDIPVT - Issue 19 (33). - Doslidnytske, 2015. - P. 152-158.

10. State Model Test Report No. 01-25-2018. The universal versatile seeder pneumatic VEGA-8, modernized with the scheme of sowing «Twin-Row». -, Doslidnytske 2018.

### Literatura

1. Dospekhov B.A. Metodyka polevoho opyta (s osnovamy statystycheskoy obrabotky rezul'tatov yssledovanny). - M.: Ahropro-myzdat, 1985. - 351 s.

2. Zvit pro naukovo-doslidnu robotu № d.r. 0114U005382/2016 «Doslidzhennya novitnikh tekhniko-tekhnologichnykh rishen' smuhovoho obrobitku gruntu»/ Tema 02.1.1. - Doslidnyts'ke, 2016.

3. Vidpovid kukurudzy, shcho vplyvaye na posadku vidstani vid tsentru zaplidnenykh ryadkiv do smuhovykh ryadkiv // Avtor :: Adee, Eric; Henzel, Fernando D.; Dias, Dorivar A. Ruyiz; z spivavtoramy. / HRUNTY V RAS-TIVNIY NAUKI. - Tom: 7. - Nomer statti: 1232. - Opublikovano: 18 serpnya 2016 roku.

4. Shlyakhy realizatsiyi smuhovoho obrobitku v malykh i serednikh gospodarstvakh / Shustik L., Hromads'ka V., Marynina L., Nehulyayeva N., Suprun V.// Zb. nauk. pr./ UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho. - Vypusk №21(35), 2017.

5. Ahroekologichni pidkhody do pidvyshchennya produktyvnosti korotkorotatsiynykh soyevo-kukurudzyanykh sivozmin zalezho vid stupenya nasychennya kul'turamy ta yikh systemy udobrennya v Lisostepu Ukrayiny / [V.Petrychenko, S. Kolisnyk, O. Panasyuk, L. Bronnikova]. - Kormy i kormovyrobnytstvo, 2007. - Vyp. 59. - S. 3-9.

6. Prostorova urozhaynist soyi ta ekonomichna minlyvist, shcho vplyvaye na obrobitok gruntu ta sivozminy // Avtor: Al-Kayisi, Makh-di M.; Arkhontulis, Sotirios; Kwaw-Mensah, David / AGRONOMY JOURNAL. - Tom 108. - Vyp. 3. - S. 1267-1280. - Opublikovano: traven-cherven 2016 roku.

7. Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomiyi: Pidruchnyk /Yeshchenko V.O., Kopytko P.H., Opryshko V.P., Kostohryz P.V. [za red. V.O. Yeshchenka]. - K.: Diya, 2005. - 288 s.

8. Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannya silskohospodarskykh kultur (zernovi, krupyani ta zernobobovi kultury) / Za red. V.V. Volkodava. - K., 2001. - 69 s.

9. Kachynskyy N.A. O strukture pochvy, nekotorykh ee svoystvakh y dyfferentsyalnoy poroznosti. /Pochvovedenye. - № 6, 1947.

10. Protokol derzhavnykh typovykh vyprobuvan' № 01-25-2018. Sivalka universal'na prosapna pnevmatychna VEGA-8, modernizovana zi skhemoyu vysivu «Twin-Row». - Doslidnyts'ke, 2018.

UDC 631.582:631.582

## THE PRODUCTIVITY OF SHORT CROP ROTATION AND STRIP-TILL IN MODERN REALITIES OF CLIMATE CHANGE

**Shustik L.**, Cand. tech. Sciences, Art. Sciences. Coll.,  
e-mail: shustik@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-2413-935X>

**Nilova N.**,  
e-mail: nilova-n@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5514-2338>

**Stepchenko S.**,  
<https://orcid.org/0000-0003-2808-9644>

**Sidorenko S.**,  
<https://orsid.org/0000-0001-5046-117X>

**Hromadska V.**,  
<https://orsid.org/0000-0001-5586-4760>  
SSO «L. Pogorilyy UkrNDIPVT»

### Summary

*The strategy of improvement and innovation of the structure of sown areas taking into account modern realities of climate change is stated; it is established that 3-field grain crop rotations with saturation of legumes and row crops are highly productive and ecological, their technical and economic advantages are generalized.*

**The purpose** research was to substantiate the feasibility and methods of implementing the technology of strip tillage in short grain crop rotation and determine its effectiveness.

**Research methods:** analytical; laboratory and field, statistical, calculated according to the methods of BA Dospekhov [1] and generally accepted agronomic and economic methods.

**Results.** Prospects of short crop rotation in the conditions of climate change and expediency of its introduction in the soil-climatic zone of the Forest-Steppe of Ukraine on the example of cultivation of corn and soybeans are substantiated. Emphasis is placed on the sources of efficiency and the main recommendations for complexes of machines for resource-saving technologies for growing grain crops in small and medium-sized farms.

### Conclusions.

1. Analysis of resource-saving technologies for growing corn and soybeans identified strip tillage as promising.

2. It is established that strip tillage has an advantage in the accumulation and preservation of moisture compared to traditional tillage, which is relevant in climate change.

3. Yield of corn grain on strip till with dotted and checkrow method of sowing exceeds the similar indicator on plowing by (22... 27)% above Control - without fertilizers; by (8... 13)% - with the application of fertilizers).

4. The use of strip tillage compared to traditional plowing reduces labor costs by almost 40 %, fuel costs by 50%, direct operating costs by (24... 29)% and generally predicts a reduction in grain costs.

5. Strip tillage - energy-saving agronomic technique, the effectiveness of which is achieved by a combination of the following factors: reducing the cost of tillage; using the effective action of locally applied fertilizers; moisture and heat retaining action of the surface layer of plant residues; damping effect of moisture supply of the root system of seedlings due to water migration in the strip and inter-strip space.

**Key words:** short-rotation crop rotation, strip tillage, plowing, dotted and checkerboard sowing, productivity, yield, sources of efficiency.

УДК 631.582:631.582

## ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ КОРОТКОРОТАЦИОННЫХ ЗЕРНОВЫХ СЕВООБОРОТОВ И ПОЛОСОВОГО ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ РЕАЛИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Шустик Л., канд. техн. наук, с

e-mail: shustik@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-2413-935X>

Нилова Н., e-mail: nilova-n@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5514-2338>

Степченко С., <https://orcid.org/0000-0003-2808-9644>

Сидоренко С., <https://orsid.org/0000-0001-5046-117X>

Громадская В., <https://orsid.org/0000-0001-5586-4760>

ГНУ «УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого»

### Аннотация

Изложена стратегия усовершенствования и инновации структуры посевных площадей с учетом современных реалий климатических изменений; установлено, что высокопроизводительными и экологическими являются 3-польные зерновые севообороты с насыщением зернобобовыми и пропашными культурами, обобщены их технико-экономические преимущества.

**Целью исследований** было обосновать целесообразность и методы реализации технологии полосовой обработки почвы в короткоротационном зерновом севообороте и определить ее эффективность.

**Методы исследований:** аналитический; лабораторно-полевой, статистический, расчетный по методикам Б.А. Доспехова [1] и общепринятым агрономическим и экономическим методикам.

**Результаты.** Обоснованы перспективы короткоротационного севооборота в условиях изменения климата и целесообразность его внедрения в почвенно-климатической зоне Лесостепи Украины на примере выращивания кукурузы и сои. Акцентировано внимание на источниках эффективности и изложены основные рекомендации по комплексам машин для ресурсосберегающих технологий выращивания зерновых культур в фермерских хозяйствах малого и среднего уровней.

### Выводы.

1. Анализ ресурсосберегающих технологий выращивания кукурузы и сои определил полосовое возделывание как перспективное.

2. Установлено, что полосовое возделывание почвы обладает преимуществом в накоплении и сохранении влаги по сравнению с традиционной обработкой, что является актуальным в условиях изменения климата.

3. Урожайность зерна кукурузы на полосовом возделывании при пунктирном и шахматном способах сева превышает аналогичный показатель на пахоте (на 22...27) % выше Контроля – без удобрений; на (8...13) % – с внесением удобрений.

4. Использование полосового возделывания по сравнению с традиционной пахотой существенно снижает затраты труда почти на 40 %, затраты топлива почти на 50 %, прямые эксплуатационные затраты на 24...29) % и в целом прогнозирует снижение себестоимости зерна.

5. Полосовое возделывание – энергосберегающий агротехнический прием, эффективность которого достигается сочетанием таких факторов: уменьшением затрат на обработку почвы; использованием эффективного действия локально распределенных удобрений; влаго- и теплоудерживающего действия верхнего шара растительных остатков; демпферного эффекта влагообеспечения корневой системы всходов за счет миграции воды в полосовом и межполосовом пространстве.

**Ключевые слова:** короткоротационный севооборот, полосовое возделывание, пахота, пунктирный и шахматный сев, производительность, урожайность, источники эффективности.