

АГРОБІОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ СІВАЛКИ ТОЧНОГО ВИСІВУ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Лихочвор В., д. с.-г. наук, професор,

e-mail: LYKHOCHVOR@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-0377-6157>

Мазурак О., к. техн. наук, доцент кафедри екології,

e-mail: oksana_mazurak@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-7846-2799>

Львівський національний університет природокористування,

Мазурак М.,

e-mail: am.mazurak@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2927-7586>

Сало Я.,

e-mail: yaroslavsalol3@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1542-0599>

Львівська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Анотація

Мета досліджень. Обґрунтувати агротехнічні вимоги до сівалки точного (рівномірного за глибиною і розміщенням на площі) висіву для зернових колосових культур суцільного рядкового способу сівби та встановити оптимальну площу живлення рослин і глибину загортання насіння озимої пшениці.

Методи досліджень. Польовий – для визначення взаємодії об'єкта досліджень із елементами технології: глибиною загортання насіння та площі живлення; розрахунково-ваговий – установлення врожайності озимої пшениці.

Результати дослідження показали, що найкращі умови для реалізації біологічної спроможності рослин (пшениця озима сорту «Тобак») формувати найвищу зернову продуктивність були при сівбі за схемою 7х7 см і площі живлення 49 см². Приріст урожаю порівняно з контролем (рядковий спосіб сівби з міжряддями 15 см) становив 1,05 т/га, або 13,1 %. На варіанті з площею живлення 36 см² при схемі сівби 6х6 см урожайність зерна знизилася на 0,15 т/га, порівняно зі схемою 7х7 см. На цих двох найпродуктивніших варіантах норма висіву становила 130 кг/га і 97 кг/га відповідно. Важливо зазначити, що навіть за максимальної площі живлення (10х10 см), де висівали всього 45 кг/га насіння (1,0 млн/га), урожайність залишалась високою і становила 7,40 т/га.

У досліді з вивчення глибини сівби найвища врожайність пшениці озимої сорту «РЖТ Реформ» формувалася на варіантах із глибиною загортання 2 см та 3 см, відповідно 8,22 т/га та 8,30 т/га. Заглиблення насіння на 4 см призводило до зменшення врожайності на 0,22 т/га. За сівби на глибину 5 см урожайність знизилась на 0,43 т/га. Збільшення глибини сівби до 6 см та 7 см значно зменшувало врожайність.

Висновки. Необхідність рівномірного розміщення насіння на площі і глибині потребує створення сівалки з точним висівом насіння для зернових культур суцільного рядкового способу сівби. Проте точний висів не має належного біологічного та технологічного обґрунтування. Авторами обґрунтовано оптимальні параметри площі живлення рослин пшениці озимої (6х6 см та 7х7 см і глибини сівби насіння (2-3 см), а також встановлено, що застосування відповідної технології вирощування зернових культур із використанням сівалок точного висіву дозволить зменшити норми висіву насіння удвічі та підвищити польову продуктивність зерна.

Ключові слова: озима пшениця, площа живлення, глибина сівби, сівалка точного висіву

Вступ. Оптимальні умови для формування високої врожайності зернових культур рядкового способу сівби створюються за рівномірного розміщення насіння на площі [Debruck, 1997; Sarauskis et al., 2022]. Наукові основи точного висіву розробляються уже давно [Степанюк, 1999], однак у зв'язку з рядом причин досі немає практичного вирішення цієї проблеми. Це найменш реалізований технологічний чинник, який (у випадку впровадження) сприяв би значному зменшенню затрат і підвищенню врожайності.

Дослідження точного висіву в сільськогосподарських розвинутих країнах можна простежити з середини минулого століття. Сівба як ключова ланка виробництва пшениці впливає на ріст і розвиток цієї культури, а в підсумку — на її загальну врожайність. У ході популяризації точного землеробства точний посів став головним компонентом сучасної системи технологій сівби, а впровадження технології точного посіву є важливим засобом великомасштабного виробництва, економії коштів і підвищення ефективності. Проте сучасна технологія посіву та посівна техніка ще не можуть задовольнити вимоги до точності висіву пшениці [Bing, Jiun, 2022].

Технології точної сівби розроблені для розміщення насіння на однаковій глибині та відстані між рослинами в рядку, щоб сприяти рівномірним сходам і мінімізувати конкуренцію між рослинами. Здатність точно визначити місцезнаходження окремої насінини в посівному ряду називається сингуляцією. Випробування точної сівби показали покращену рівномірність стояння рослин і призвели до збільшення врожайності зерна. У багатьох випадках густота рослин може бути зменшена за допомогою точного висіву без втрати врожайності, що дозволяє зменшити витрати на насіння. Інформація від основних виробників і постачальників (John Deere, Precision Planting Inc., Vaderstad, Horsch, Great Plains Australia, Monosem) містить окремі приклади поточних розробок і функцій [Mc Donald et al., 2021].

Проблема полягає в тому, що за рядкових способів сівби насіння розміщується на площі нерівномірно і має надзвичайно несприятливу конфігурацію площі живлення [Heege, 1986]. Схематично її можна зобразити у вигляді дуже витягнутого прямокутника, причому чим більша ширина міжрядь, тим вужчим буде цей прямокутник.

За рядкового способу сівби (ширина міжрядь — 15 см) із нормою висіву 5-6 млн/га відстань між насінинами в рядку становить 1,2-1,4 см. Площа живлення — вузький прямокутник зі сторонами 15 см і 1,2-1,3 см [Лихочвор, 2001]. Близьке розміщення насіння одне біля одного створює проблему алелопатії, фітонебезпеки та надзвичайно високої внутрішньовидової конкурентної боротьби між рослинами пшениці на всіх фазах росту.

Сівалки точного висіву стали стандартом для посіву таких культур, як кукурудза та соя, завдяки їхній здатності забезпечувати рівномірну глибину, розподіл і точне дозування насіння. Дослідження в Університеті штату Мічиган показали переваги точного посіву озимої пшениці у вузьких рядках (наприклад, 5 дюймів порівняно з 7,5 дюймами, типовими для зернових сівалок). Менші міжряддя дозволяють досягти ближчого до оптимального просторового розподілу рівномірного інтервалу навколо кожної рослини. Зменшуючи відносно широкий простір між рядками, ми збільшуємо відносно невеликі відстані між рослинами в рядку [Copeland et al., 2022]. Гібридне жито дає найвищу врожайність за точного висіву, коли насінини розміщуються на однаковій відстані одна від одної. Кожна рослина має оптимальну площу живлення, не конкурує з сусідніми рослинами [Орлов, 2021].

Глибина загортання насіння — один із основних показників якості сівби зернових культур. Вона значною мірою визначає будову майбутнього проростка і тип рослини. Глибина сівби обґрунтовується біологією рослин і залежить від багатьох чинників: вологості ґрунту, його грану-

лометричного складу, кліматичних умов, біологічних особливостей сорту тощо. Від глибини загортання насіння залежить польова схожість, своєчасність і дружність сходів, зимостійкість рослин, їхня стійкість до хвороб, рівень урожайності тощо. Тому є потреба в уточненні глибини сівби для нових сортів в умовах достатнього зволоження [Lykhochvor et al., 2022].

Привабливішим є точний (із рівномірним розміщенням насіння) висів, що дає змогу формувати схематичну площу живлення у вигляді квадрата, ромба чи рівностороннього трикутника. Відповідно до наших досліджень, найкращі умови росту й розвитку складаються у випадку розміщення насіння за схемою 6х6 см чи 7х7 см [Лихочвор та ін., 2021].

Постановка завдань. З метою вивчення технологічних параметрів та обґрунтування доцільності створення сівалки точного висіву для зернових культур суцільного рядкового способу сівби на дослідному полі кафедри технологій у рослинництві Львівського національного університету природокористування проводилися польові дослідження зі встановлення оптимальної площі живлення та глибини загортання насіння. Результати досліджень мають обґрунтувати вимоги до створення сівалки точного висіву.

Методи і матеріали. Ґрунт дослідної ділянки — темно-сірий опідзолений легкосуглинковий з умістом гумусу 2,5-2,6 %. Вміст легкогідролізованого азоту — 68-72 мг, рухомих форм фосфору і калію (за методикою Чирикова) — відповідно 85-88 мг і 89-95 мг на 1 кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної, рН сольової витяжки — 5,9-6,0.

У досліді 1 з вивчення площі живлення облікова площа — 1 м², повторність досліду — шестиразова. Розміщення ділянок — систематизоване. Схема досліду наведена в табл. 1.

У досліді 2 з вивчення глибини загортання насіння облікова площа — 50 м², повторність досліду — триразова. Розміщення ділянок — систематизоване. Схема досліду — у табл. 2.

Попередник озимої пшениці — соя. Після збирання попередника проводилася оранка, а в день сівби — передпосівний обробіток ґрунту компактором «ЛК-4». У досліді 1 посіяний сорт «Тобак» на глибину загортання насіння 3 см (глибина зробленої борозенки). Посів здійснювався вручну з використанням маркерів-шаблонів для розміщення насіння за певною схемою. У досліді 2 сіяли сівалкою «СН-16».

Насіння перед сівбою протруїне препаратами «Кінто Дуо», 2,5 л/т (прохлораз, 60 г/л + тритиконазол, 20 г/л) і «Круїзер», 0,5 л/т (тіаметоксам, 350 г/л). Восени у фазі 3-х листків пшениці для контролю бур'янів внесено гербіцид «Марафон», 4,0 л/га (пендиметалін, 250 г/л + ізопротурон, 125 г/л). Азотні добрива в усіх варіантах вносилися у вигляді аміачної селітри: N60 при відновленні весняної вегетації (ВВСН 25) + N80 у кінці фази кушіння (ВВСН 29) + N40 у фазі колосіння (ВВСН 59). Уся норма фосфорних і калійних добрив внесена у вигляді суперфосфату потрійного (Р46), хлористого калію (К60) під оранку.

Навесні посіви пшениці для захисту від вилягання оброблялися препаратами «Медакс Топ» (мепікват-хлорид, 300 г/л + прогексадіон кальцію, 50 г/л) з нормою 1 л/га у фазі початку виходу рослин у трубку (ББСН 30) та «Терпал» (мепікват-хлорид, 305 г/л + етефон, 155 г/л) у фазі появи язичка у прапорцевого листка (ББСН 39). Для захисту від хвороб посіви обприскували фунгіцидами «Флексіті» (метрафенон, 300 г/л) з нормою внесення 0,25 л/га у фазі початку виходу рослин у трубку (ББСН 30), препаратом «Амістар Екстра» (азоксистробін, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л) з нормою внесення 0,75 л/га у фазі прапорцевого листка (ББСН 39), фунгіцидом «Осіріс Стар» (епоксиконазол, 56,25 г/л + метконазол, 41,25 г/л) з нормою 1,5 л/га у фазі цвітіння (ББСН 65). Для боротьби зі шкідниками посіви двічі обприскані інсектицидами «Карате Зеон» (лямбда-цигалотрин, 50 г/л) з нормою 0,30 л/га у фазі ББСН 30 та «Ен-

**Таблиця 1 – Урожайність зерна озимої пшениці сорту «Тобак»
залежно від площі живлення**

Площа живлення, см ²	Норма висіву			Урожайність, т/га				+/- урожаю	
	насінин на 1 м ² , шт.	млн./га	кг/га	2018 р.	2019 р.	2020 р.	серед-не	т/га	%
15x1,7=25 (контроль)	400	4,00	189	7,89	7,83	8,40	8,04	-	-
4x4=16	625	6,25	295	8,14	8,12	8,58	8,28	0,24	3,0
5x5=25	400	4,00	189	8,34	8,32	8,90	8,52	0,48	6,0
6x6=36	277	2,77	130	8,82	8,75	9,25	8,94	0,90	11,2
7x7=49	204	2,04	97	8,96	8,91	9,40	9,09	1,05	13,1
8x8=64	156	1,56	74	8,42	8,30	9,02	8,58	0,54	6,7
9x9=81	123	1,23	58	7,97	7,87	8,40	8,08	0,04	0,5
10x10=100	100	1,00	47	7,30	7,25	7,65	7,40	-0,64	-8,0
НІР05, т/га				0,22	0,19	0,18			

жію» (лямбда-цигалотрин, 106 г/л + тіаметоксам, 141 г/л) з нормою 0,18 л/га у фазі ББСН 39.

Результати. У досліді з вивчення площ живлення на контролі за рядкового способу сівби врожайність у середньому за три роки становила 8,04 т/га (табл. 1).

У другому варіанті норма висіву зросла до 625 насінин на 1 м², або до 295 кг/га. За рахунок рівномірного розподілу насіння на площі за схемою 4x4 см покращувалися індивідуальні умови росту рослин озимої пшениці, проте врожайність підвищилася лише на 0,24 т/га, або на 3,0 %, тобто збільшення кількості рослин до 428 шт./м² не мало значного позитивного впливу на їхню продуктивність.

Порівняння першого і третього варіантів засвідчує переваги точного висіву насіння. В обох варіантах площі живлення були однаковими – 25 см², проте формування ідеальної площі живлення, створення сприятливих умов для росту рослин і зменшення за рахунок цього внутрішньовидової боротьби забезпечило приріст урожаю до контролю на 0,48 т/га, або на 6,0 %.

Найкращі умови для реалізації біологічної спроможності рослин формувати найвищу зернову продуктивність були при сівбі за схемою 7x7 см і площі жи-

влення 49 см². Приріст урожаю порівняно з контролем становить 1,05 т/га, або 13,1 %. На варіанті з площею живлення 36 см² при схемі сівби 6x6 см урожайність зерна знизилася на 0,15 т/га порівняно з найурожайнішим варіантом. На цих двох найпродуктивніших варіантах норма висіву становила тільки 130 кг/га і 97 кг/га відповідно (табл. 2).

Подальше зменшення норми висіву в результаті збільшення площі живлення призводило до зниження врожайності порівняно з площами живлення 6x6 см та 7x7 см, однак вона залишалася вищою, ніж за рядкового способу сівби. За площі живлення 8x8 см урожайність становила 8,58 т/га, що вище від контролю на 0,54 т/га, або на 6,7 %. За площі живлення 81 см² і норми висіву 58 кг/га урожайність була на рівні контролю.

Важливо зазначити, що навіть за максимальної площі живлення (10x10 см), де висівалося всього 45 кг/га насіння (1,0 млн/га), урожайність залишалась високою і становила 7,40 т/га.

В останніх трьох варіантах для реалізації максимальної продуктивності кожної рослини необхідно застосовувати трохи іншу технологію, спрямовану на значне збільшення кущистості рослин і продуктивності колоса. Насамперед це збільшен-

Таблиця 2 – Урожайність озимої пшениці сорту «РЖТ Реформ» залежно від глибини загортання насіння, т/г

Глибина сівби, см	Рік			Середнє	Зміна урожаю, +/-	
	2018	2019	2020		т/га	%
1	7,81	7,70	7,83	7,78	-0,52	-6,3
2	8,20	8,08	8,38	8,22	-0,08	-1,0
3	8,25	8,16	8,49	8,30	-	-
4	8,05	7,91	8,28	8,08	-0,22	-2,7
5	7,81	7,78	8,02	7,87	-0,43	-5,2
6	7,60	7,46	7,80	7,62	-0,68	-8,2
7	7,25	7,17	7,48	7,30	-1,00	-12,0

НІР05, т/га 0,15 0,16 0,14

ня норми азотних добрив для пізніх підживлень із метою підвищення маси зерна у 4-му та 5-му пагонах кушіння. Зазначимо, що вона може бути менш затратною, ніж традиційна інтенсивна технологія. Економія лише насіння може становити понад 200 кг/га. Потрібно враховувати, що рослини в таких посівах практично не вилягають і є стійкішими до хвороб.

У досліді з вивчення глибини сівби найвища врожайність формувалася на варіантах із глибиною загортання 2 см та 3 см, 8,22 т/га та 8,30 т/га відповідно (табл. 2). Заглиблення насіння на 4 см призводило до зменшення врожайності на 0,22 т/га. За сівби на глибину 5 см урожайність знизилася на 0,43 т/га. Збільшення глибини сівби понад 6 см значно зменшувало врожайність. Так, при сівбі на 6 см вона зменшується до 7,62 т/га, або на 0,68 т/га. На варіанті із загортанням насіння на глибину 7 см урожайність зерна озимої пшениці знижується до 7,30 т/га, що менше порівняно з глибиною сівби на 3 см на 1,00 т/га (табл. 2).

Урожайність змінювалася також під впливом метеорологічних умов року. Вищою вона була у 2020 році, а найнижчою – у 2019 році.

Таким чином, найкращі умови для росту й розвитку рослин озимої пшениці і формування високої врожайності зерна створюються за глибини сівби 2-3 см.

Обговорення. На основі опрацювання ряду наукових досліджень підтверджено переваги й доцільність точного висіву зер-

нових культур [Степанюк, 1999; Лихочвор 2001; Аулин, Панков, 2015], однак технічних засобів для проведення такої сівби недостатньо, вони мають низку недоліків.

У результаті експериментальних досліджень зміни конструкційно-технологічних параметрів розподільника сошника для підґрунтового-розкидної сівби (із визначенням якісного показника – рівномірності розподілу насіння) встановлено, що кращу рівномірність розподілу насіння має сошник із розподільником у формі двосторонньої криволінійної призми [Заєць, 2019].

Є низка досліджень щодо вдосконалення процесу сівби. Так, за результатами випробувань встановлено, що сівалка зернова СЗ-3 «Астра-3» із системою контролю SCSO-25 достатньо точно висіває задану кількість насіння. На швидкості руху 11,4 км/год. відхилення фактичної норми висіву від установленної становило 1,3%. Водночас нерівномірність висіву між окремими висівними апаратами та нестійкість загального висіву отримані в межах технічних умов і становили 1,62% та 0,73% відповідно (за ТУ не більше 3,0 та 2,8 %). Загортання насіння на бажану глибину дало змогу отримати відносну польову схожість насіння ячменю на рівні 92,8% [Малярчук та ін., 2021], однак у цих дослідженнях не йдеться про точне розміщення насіння за схемою 6х6 см.

У дослідженнях Гайдай Т. визначено концепцію та розроблено системно-аналогову модель із інформаційною систе-

мою, що забезпечує функціонування двох блоків: технологічності (установлена норма висіву зі зміною швидкості агрегату) та якості висіву (рівномірність висіву визначеними параметрами насіннєпроводу і тарілчастого розсіювача) [Гайдай, 2019].

Для зниження енергоємності, підвищення продуктивності зернових культур перспективним є використання пневмоструйних висіваючих апаратів та систем [Аулин, Панков, 2015].

В дослідженнях Наібо та ін. здійснено розробку та польове випробування колісного мобільного робота, що здатен забезпечити відповідність вимогам точного висіву насіння пшениці [Наібо et al., 2015].

В останні роки ефективними інструментами для точного посіву є автоматичні системи контролю глибини сівби та рівномірного розміщення насіння в рядку, що мають два елементи: вимірювальну систему (сенсори) і динамічні механізми контролю (приводи) [Nielsen et al., 2018; Gautam et al., 2019]. Найпоширенішими механізмами є гідравлічні, електрогідравлічні та електричні. Більшість із них є універсальними, а ті, що мають потенціал у майбутньому, це — безконтактні оптичні та електромагнітні індукційні датчики [Romanekas et al., 2022].

Поява сходів пшениці за глибокої сівби є досить складним процесом, і для розуміння його основних механізмів необхідні подальші детальні дослідження. Наразі встановлено, що маса насіння не має суттєвого впливу на появу сходів за глибокої сівби [Mohan et al., 2013].

Отже, необхідність рівномірного розміщення насіння на площі і глибині потребує створення сівалки з точним висівом насіння для зернових культур суцільного рядкового способу сівби. Проте точний висів, як спосіб підвищення урожайності зерна наразі не отримав достатнього визнання.

Аналіз літературних джерел показує відсутність біологічного та технологічного обґрунтування доцільності точного висіву. У деяких публікаціях заперечуються переваги форми живлення у вигляді квадрата,

точного висіву і необхідність створення таких сівалок [Twizerimana et al., 2020; Scherbakov et al., 2021]. Пояснюється це відсутністю приросту врожайності і технічною складністю сівалки нового типу. Грунтуються такі висновки, зазвичай, на помилках методичного характеру, або не розумінні того, що за використання сівалок точного висіву і зменшенні при цьому норми висіву в два рази, повинна застосовуватись і відповідна технологія вирощування.

Висновки. Отже, основними технологічними вимогами до сівалки нового типу, яка б забезпечувала точний висів насіння, є наступні:

- глибина загортання насіння повинна становити 2 або 3 см. Така глибина забезпечила найкращі умови для реалізації генетичного потенціалу продуктивності озимої пшениці сорту РЖТ Реформ за одержання урожайності 8,22 т/га і 8,30 т/га;
- сошник сівалки має формувати вирівняну, щільну насіннєву борозенку;
- оптимальною є площа живлення 646 см та 747 см. Такі площі забезпечили найвищу урожайність зерна озимої пшениці сорту Тобак (646 см — 8,94 т/га та 747 см — 9,09 т/га), що вище від рядкового способу сівби відповідно на 0,90 т/га та 1,05 т/га.
- забезпечення рівномірного розміщення насіння на площі, щоб сформувати площу живлення близьку до форми квадрата або ромба, найкраще розмістити насіння на площі за схемою 6х6 см та 7х7 см.
- висів розрахованої норми висіву (яка за даних умов зменшується що найменше у два рази, до 2–3 млн/га).

Врахування результатів досліджень і запропонованих вимог до сівалок точного висіву дозволить рівномірно розміщувати насіння зернових культур на площі і глибині та дозволить збільшити біологічні спроможності рослин, формувати найвищу зернову продуктивність.

Перелік літератури

- Аулин, В. В., Панков, А.А. (2015). Техніко—экономическое обоснование и анализ перспектив точного посева зерновых культур пневмоструйными аппаратами. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково—технічний збірник. Кіровоград, КНТУ. Вип. 45, Ч. 2, С. 7-14.
- Гайдай, Т. (2019). Дослідження функціонування комбінованого ґрунтообробно-посівного агрегата для сівби сидеральних культур. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України, Вип. 25 (39), С. 98-105. [http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2019-2-25\(39\)-10](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2019-2-25(39)-10)
- Заєць, М. (2019). Оптимізація параметрів комбінованого розподільника насіння сошника для підґрунтового-розкидної сівби зернових культур. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України, 25 (39), С. 35-45. [http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2019-2-25\(39\)-3](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2019-2-25(39)-3)
- Лихочвор, В.В. (2001). Агробіологічні вимоги до сівалки точного висіву зернових культур. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник, Кіровоград, КДТУ, 31, 27-31.
- Лихочвор, В. В., Бомба, М. І., Андрушко, О.М. (2021). Площа живлення озимої пшениці. Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія. Львів. Львів. нац. аграр. ун-т, №25, С. 49-54. <https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.049>
- Малярчук, В., Легкодух, І., Демидов, С. (2021). Дослідження ефективності використання системи контролю та керування висівом SCSO-25 на сівалці СЗ-3 «Астра-3». Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України, Вип.28 (42), С. 116-124. [http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-28\(42\)-9](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-28(42)-9)
- Орлов, О. (2021). Особливості сучасної технології вирощування гібридного жита. Агроном, 4 (74), С. 90-93.
- Степанюк, О.М. (1999) Обґрунтування технологічного процесу та параметрів пневматичного апарату точного висіву насіння зернових колосових культур: автореф. дис. канд. технічних наук: 05.20.01. Луцьк. 16 с.
- Bing, Li, Jiyun, Li (2022). Optimized Deep Neural Network and Its Application in Fine Sowing of Crops. Computational Intelligence and Neuroscience Volume. 2022, Article ID 3650702, 10 pages <https://doi.org/10.1155/2022/3650702>
- Copeland, P., Pennington, D., Singh, M. (2022). Alternative planting strategies for maximizing yield potential in winter wheat. Michigan State University Extension - September 08, <https://extension.msu.edu>
- Debruck, J. (1997). Saatgutbraucht Wasseranschluss. Bauernzeitung, 35, 28-29.
- Gautam, P.V., Kushwaha, H.L., Kumar, A., Kushwaha, D.K. (2019). Mechatronics Application in Precision Sowing: A Review. Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci., 8, 1793–1807.
- Haibo, L., Shuliang, D., Zunmin, L., Chuijie, Yi. (2015). Study and Experiment on a Wheat Precision Seeding Robot. Journal of Robotics. Volume 2015, Article ID 696301, 9 p. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/696301>
- Heege, G. J. (1986). The technique of sowing in the cultivation of cereals. Intensive technology of cultivation of grain crops, especially considering the technique of sowing and protection of plants. Leverkusen, Bayer, P. 85-102.
- Lykhochvor, V.V., Olifir, Y.M., Tyrus, M.L., Panasiuk, R.M., Ivaniuk, V.Y. (2022). Ecologization of winter wheat growing technology according to optimization of sowing depth. Ukrainian Journal of Ecology, 12(1), 1-5. DOI: 10.15421/2022_327
- Mc Donald, G., Desbiolles, J., Pickles, C., Clarke, G., Noack, S., Allen, R., Amougis, A., Midwood, J., Schmidt, S. and

Minkey, D. (2021). The agronomic value of precision planting technologies with winter grain crops. Grains Research Development Corporation. URL: <https://grdc.com.au>

Mohan, A, Schillinger, W.F., Gill K.S. (2013). Wheat Seedling Emergence from Deep Planting Depths and Its Relationship with Coleoptile Length, PLoS ONE, 8(9), e73314. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073314>

Nielsen, S.K., Munkholm, L. J., Laman-dj, M. (2018). Seed drill depth control system for precision seeding. Computers and Electronics in Agriculture, 144, 174-180. DOI:10.1016/j.compag.2017.12.008

Romanekas, K., Steponavicius, D., Jasinskas, A., Kazlauskas, M., Naujokiene, V., Bruciene, I., Svereikaite, A., Sarauskis, E. (2022). How to Analyze, Detect and Adjust Variable Seedbed Depth in Site-Specific Sowing Systems: A Case Study, Agronomy, 12(5), 1092. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051092>

Sarauskis, E, Kazlauskas, M., Naujokiene, V., Bruciene, I., Steponavicius, D., Romanekas, K., Jasinskas, A. (2022). Variable Rate Seeding in Precision Agriculture: Recent Advances and Future Perspectives, Agriculture, 12, no. 2, 305. <https://doi.org/10.3390/agriculture12020305>

Scherbakov, V.Ya., Ozhovan, O.O., Kogut, I.M., Buyanovskiy, A.O. (2021). Technical, bioclimatic, and agro-technical foundations of revolutionary changes in sowing of field crops, Ukrainian Journal of Ecology, 11 (6), 69-76. DOI: 10.15421/2021_225

Twizerimana, A., Niyigaba, E., Mugenzi, I., Ngnadong, W.A., Li C., Hao, T.Q., Shio, B.J., Hai, J.B. (2020). The Combined Effect of Different Sowing Methods and Seed Rates on the Quality Features and Yield of Winter Wheat. Agriculture. 10(5), 153. <https://doi.org/10.3390/agriculture10050153>

References

Aulin, V., Panko, A. (2015). Feasibility study and the analysis of the prospects for precision sowing of grain crops by fluids de-

vices. Design, production and operation of agricultural machines. Kirovograd national technical University, Collected. Volume № 45, p. 2, pp.7-14.

Bing Li, Jiyun Li (2022).Optimized Deep Neural Network and Its Application in Fine Sowing of Crops. Computational Intelligence and Neuroscience Volume. 2022, Article ID 3650702, 10 pages <https://doi.org/10.1155/2022/3650702>

Copeland, P., Pennington, D., Singh, M. (2022). Alternative planting strategies for maximizing yield potential in winter wheat. Michigan State University Extension - September 08, <https://extension.msu.edu>

Debruck, J. (1997). Saatgutbraucht Wasseranschluss. Bauernzeitung, 35, 28-29.

Gaidai, T. (2019). Study of functioning of combined till-plant outfit for sowing cultural cultures. Technical and technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for agriculture in Ukraine, Vol.25 (39), C. 98-105. [http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2019-2-25\(39\)-10](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2019-2-25(39)-10)

Gautam, P. V., Kushwaha, H. L., Kumar, A., Kushwaha, D. K. (2019). Mechatronics Application in Precision Sowing: A Review. Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci., 8, 1793–1807.

Haibo, L., Shuliang, D., Zunmin, L., Chuijie, Yi. (2015). Study and Experiment on a Wheat Precision Seeding Robot. Journal of Robotics. Volume 2015, Article ID 696301, 9 p. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/696301>

Heege, G. J. (1986). The technique of sowing in the cultivation of cereals. Intensive technology of cultivation of grain crops, especially considering the technique of sowing and protection of plants. Leverkusen, Bayer, P. 85-102.

Lyhokhvor, V. V. (2001). Agrobiological requirements for precision sowing of grain crops. Design, production and operation of agricultural machines. All-state interdepartmental scientific and technical collection, Kirovohrad, KDTU, 31, 27-31.

Lykhochvor, V. V., Bomba, M. I., Andrushko, O. M. (2021). Winter wheat feeding area. Bulletin of the Lviv National Agrarian University: agronomy. Vol. 25,

- pp. 49-54. <https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.049>
- Lykhochvor, V. V., Olifir, Y. M., Tyrus, M. L., Panasiuk, R. M., Ivaniuk, V. Y. (2022). Ecologization of winter wheat growing technology according to optimization of sowing depth. *Ukrainian Journal of Ecology*, 12(1), 1-5. doi: 10.15421/2022_
- Lykhochvor, V. V., Olifir, Y. M., Tyrus, M. L., Panasiuk, R. M., Ivaniuk, V. Y. (2022). Ecologization of winter wheat growing technology according to optimization of sowing depth. *Ukrainian Journal of Ecology*, 12(1), 1-5. DOI: 10.15421/2022_327
- Maliarchuk, V., Lehkoduh, I., Demidov, S. (2021). Research of using efficiency of SCSO-25 system of control and management of sowing on the seeder SZ-3 "Astra-3". Technical and technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for agriculture in Ukraine, 28 (42), 116-124. [http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-28\(42\)-9](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-28(42)-9)
- Mc Donald, G., Desbiolles, J., Pickles, C., Clarke, G., Noack, S., Allen, R., Amougis, A., Midwood, J., Schmidt, S. and Minkey, D. (2021). The agronomic value of precision planting technologies with winter grain crops. Grains Research Development Corporation. URL: <https://grdc.com.au>
- Mohan, A., Schillinger, W. F., Gill K. S. (2013). Wheat Seedling Emergence from Deep Planting Depths and Its Relationship with Coleoptile Length, *PLoS ONE*, 8(9), e73314. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073314>
- Nielsen, S. K., Munkholm, L. J., Laland, M. (2018). Seed drill depth control system for precision seeding. *Computers and Electronics in Agriculture*, 144, 174-180. DOI: 10.1016/j.compag.2017.12.008
- Orlov, O. (2021). Features of modern hybrid rye growing technology. *Agronomist*, 4 (74), pp. 90-93.
- Romanekas, K., Steponavicius, D., Jasinskas, A., Kazlauskas, M., Naujokiene, V., Bruciene, I., Svereikaite, A., Jbarauskis, E. (2022). How to Analyze, Detect and Adjust Variable Seedbed Depth in Site-Specific Sowing Systems: A Case Study, *Agronomy*, 12(5), 1092. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051092>
- Sarauskis, E., Kazlauskas, M., Naujokiene, V., Bruciene, I., Steponavicius, D., Romanekas, K., Jasinskas, A. (2022). Variable Rate Seeding in Precision Agriculture: Recent Advances and Future Perspectives, *Agriculture*, 12, no. 2, 305. <https://doi.org/10.3390/agriculture12020305>
- Scherbakov, V. Ya., Ozhovan, O. O., Kogut, I. M., Buyanovskiy, A. O. (2021). Technical, bioclimatic, and agro-technical foundations of revolutionary changes in sowing of field crops, *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (6), 69-76. DOI: 10.15421/2021_225
- Stepaniuk, O.M. (1999). Grounds of the technological process and parameters of the pneumatic apparatus for precise seed sowing of cereal grain crops: Thesis Ph.D. of technical sciences: 05.20.01. Lutsk. 16 p.
- Twizerimana, A., Niyigaba, E., Mugenzi, I., Ngnadong, W. A., Li C., Hao, T.Q., Shio, B. J., Hai, J. B. (2020). The Combined Effect of Different Sowing Methods and Seed Rates on the Quality Features and Yield of Winter Wheat. *Agriculture*. 10(5), 153. <https://doi.org/10.3390/agriculture10050153>
- Zaets, M. (2019). Optimization of parameters of the combined coulter seeds distributor for subsoil sowing of cereals. Technical and technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for agriculture in Ukraine, Vol. 25 (39), 35-45. [http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2019-2-25\(39\)-3](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2019-2-25(39)-3)

UDC 631.331.02:633

AGROBIOLOGICAL JUSTIFICATION OF PRECISION SEEDER OF CEREAL CROPS

Lyhochvor V., d.s.-g. of Sciences, professor,
Lviv National Environmental University,
e-mail: LYKHOCHVOR@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-0377-6157>

Mazurak O., Ph.D. in Engineering Science,
Lviv National Environmental University, e-mail: oksana_mazurak@ukr.net,
<https://orcid.org/0000-0001-7846-2799>

Mazurak M., Lviv branch of L. Pogorilyy UkrNDIPVT
e-mail: am.mazurak@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2927-7586>

Salo Y., Lviv branch of L. Pogorilyy UkrNDIPVT
e-mail: yaroslavsalo13@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1542-0599>

Summary

The purpose of research. To substantiate the agrotechnical requirements for the seeder for accurate (uniform in depth and placement on the area) sowing for grain ear crops of the continuous row method of sowing. The optimal area for plant nutrition and the depth of wrapping winter wheat seeds were determined.

Research methods. A field method – to determine the interaction of the object of research with the elements of technology: depth of seed wrapping and feeding area; calculated and weighted – determining the yield of winter wheat.

Results. The best conditions for realizing the biological ability of winter wheat plants of the Tobak variety to form the highest grain productivity were during sowing according to the scheme of 7x7 cm and a feeding area of 49 cm². The yield increase compared to the control (row method of sowing with 15 cm between rows) is 1.05 t/ha, or 13.1%. On the variant with a feeding area of 36 cm² with a 6x6 cm sowing scheme, the grain yield decreased by 0.15 t/ha, compared to the 7x7 cm scheme. On these two most productive variants, the sowing rate was only 130 kg/ha and 97 kg, respectively /Ha. It is important to note that even with the maximum feeding area (10x10 cm), where only 45 kg/ha of seeds (1.0 million/ha) were sown, the yield remained high and amounted to 7.40 t/ha.

In the experiment to study the depth of sowing, the highest yield of the RZHT Reform variety of winter wheat was formed on variants with a 2 cm and 3 cm depth of wrapping, respectively 8.22 t/ha and 8.30 t/ha. Deepening of the seeds by 4 cm led to a yield decreasing by 0.22 t/ha. For sowing to a 5 cm depth the yield was decreased by 0.43 t/ha. Increasing of the sowing depth to 6 cm and 7 cm significantly reduced the yield.

Conclusions. The need for uniform placement of seeds on the area and depth requires the creation of a seeder with precise sowing of grain crops seeds of continuous row method of sowing. However, precision sowing has no proper biological and technological grounds. As a result of the research, the optimal parameters of the area of winter wheat plant nutrition (6x6 cm and 7x7 cm) and the depth of seed sowing (2-3 cm) were substantiated. It was concluded that the application of the appropriate technology for growing grain crops with the use of precision seed drills will allow to reduce seed sowing rates by half and increase the field productivity of grain.

Key words: winter wheat, feeding area, sowing depth, precision seed drill.