

РОСЛИННИЦТВО

УДК 633.112.9«324»:631.5

DOI: <https://doi.org/10.31359/2413-7642-2025-1-6>

О.М. Бєлашов, аспірант кафедри рослинництва

А.О. Рожков, доктор с.-г. наук, професор

Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна

ВПЛИВ РІЗНИХ ВАРІАНТІВ СПОЛУЧЕННЯ СПОСОБУ СІВБИ З НОРМОЮ ВИСІВУ НАСІННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО

Висвітлено результати чотирирічних досліджень щодо впливу способів сівби і сполученні з нормою висіву насіння на рівень зернової продуктивності посівів тритикале озимого сорту Шаланда.

На досліджуваних варіантах способу сівби найвищу врожайність зерна тритикале озимого отримано за різних норм висіву насіння. Смоговий спосіб за рівнем урожайності зерна показав кращий результат за всіх норм висіву насіння в усі роки. Найвищу врожайність зерна тритикале за цього способу сівби отримано на варіантах із нормою висіву насіння 550 шт./м² – 6,64 т/га. Проте, статистичний аналіз отриманих результатів з використанням рангового критерію не виявив істотної різниці між варіантами з нормами висіву насіння 550 і 500 шт./м². Аналогічна тенденція відмічена в усі роки, а саме – урожайність зерна істотно зростала з підвищенням норми висіву насіння від 450 до 500 шт./м², подальше ж підвищення норми висіву насіння не забезпечило істотного її збільшення. Зокрема, за умови підвищення норми висіву насіння від 500 до 550 шт./м², урожайність зерна в 2018, 2019, 2020 і 2025 рр. на варіантах смугового способу зростала на 0,09, 0,25, 0,07 і 0,09 т/га за НІР₀₅ часткових порівнянь фактора $B - 0,21, 0,27, 0,15$ і $0,24$ т/га відповідно. Таким чином, за смугового способу сівби, з точки зору врожайності зерна, оптимальною є норма висіву насіння – 500 шт./м².

На вузькорядних посівах найвища врожайність зерна тритикале в середньому за роками формувалася за норми висіву насіння 450 шт./м² – 5,73 т/га. Вона істотно перевищувала варіанти з меншою нормою висіву і, за проведеним статистичним аналізом з використанням рангового критерію Дункана, істотно не відрізнялася від варіантів з нормами висіву насіння 500 і 550 шт./м². За роками досліджень на варіантах вузькорядної сівби, з точки зору врожайності зерна оптимальною також була норма висіву 450 нас./га. За цієї норми висіву вона була істотно вищою, ніж за менших норм висіву і статистично не відрізнялася від варіантів із більшими нормами висіву. Таким чином, у сполученні з вузькорядним способом сівби, з точки зору врожайності зерна, кращою є норма висіву насіння – 450 шт./м².

Рядковий спосіб сівби за врожайністю зерна показав найгірший результат. Найвищу врожайність зерна у середньому за роками за рядкової сівби отримано на варіанті з нормою висіву насіння 450 шт./м² – 5,25 т/га. Разом з цим, вона не істотно перевищувала врожайність зерна у варіанті з нормою висіву 400 нас./м² (5,16 т/га). Ці показники, як і врожайність у варіанті з нормою висіву 500 нас./м², відносилися до однієї рангової групи. Тож, з точки зору врожайності зерна, кращим на рядкових посівах був варіант з нормою висіву насіння 400 шт./м².

Ключові слова: тритикале озиме, сорт, спосіб сівби, норма висіву насіння, урожайність зерна, елементи продуктивності.

Постановка проблеми. Впродовж останніх десятиріч у світі відмічається стійка позитивна тенденція розширення посівних площ нової зернової культури – тритикале. Зараз його вирощують більш ніж у 30 країнах світу в Азії, Африці, Америці й Австралії, однак основне виробництво сконцентровано в країнах ЄС – понад 80 % [1]. Саме тут отримують найвищі рівні врожайності зерна цієї культури. Зокрема, за даними ФАО, в більшості років середня врожайність зерна тритикале у Бельгії перевищує 7,0 т/га, Швейцарії, Нідерландах і Німеччині – понад 6,0 т/га, Австрії, Данії, Франції – понад 5,0 т/га [2].

Незважаючи на те, що тритикале вирощується достатньо давно, в Україні посівні площі цієї культури тривалий час були невеликими і її розглядали здебільшого як нішеву культуру. Ситуація кардинально змінилася після 2010 р. коли почали стрімко зростати посівні площі під тритикале насамперед озимої форми, відмічалось розширення ареалу вирощування цієї культури на більш посушливі – степові райони України. До початку бойових дій у 2022 р., в Україні відмічалась позитивна тенденція розширення посівних площ під цією культурою до 250 тис. га, з яких біля 200 тис. га – займало тритикале озиме.

Зростання інтересу до вирощування тритикале значною мірою пов'язане з досягненнями в селекційному процесі, а саме – створенням високоврожайних сортів і гібридів з широким спектром використання. Диверсифікація використання продукції тритикале також слугувала імпульсом зростання інтересу до виробництва цієї культури [3].

Дослідженнями встановлена можливість використання зерна та біомаси тритикале для виробництва біопалива. У цьому відношенні воно розглядається як одна з найбільш перспективних культур. Наразі селекціонерами створюються нові сорти тритикале з підвищеним рівнем ферментабельності, високим умістом крохмалю в зерні та високою ефективністю його трансформації в біотанол, у результаті чого з 1 т зерна отримують 450 літрів дизелю рослинного походження [1].

Іншим фактором поступового збільшення посівних площ і зростання інтересу до тритикале озимого є його вища ніж у пшениці озимої адаптивність до умов вирощування, а саме – менша вибагливість до ґрунтів, вища зимостійкість і посухостійкість [4–7]. Однак порівняно з іншими озимими колосовими культурами тритикале менш вивчене насамперед у регіонах з менш сприятливими погодними умовами.

У зв'язку з цим, актуальною є потреба дослідження можливості реалізації генетичного потенціалу та адаптивних властивостей цієї культури зал різних варіантів елементів технології вирощування. У

цьому відношенні особливо важливим є питання оптимальних показників площі живлення рослин і її форми які визначаються сполученням способу сівби з нормою висіву насіння. На відміну від системи живлення та захисту посівів, ці елементи не мають побічної дії на навколишнє середовище, їх коригування не передбачає значних економічних витрат, при цьому їх часта у рівні врожайності зерна достатньо висока. Крім того, саме від них значною мірою залежить ефективність інших елементів агротехніки, фіто-санітарний стан посівів, рівень використання елементів живлення з добрив й ін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що норми висіву є одним з основних факторів формування високопродуктивних посівів зернових культур, у тому числі тритикале. Надмірне загущення знижує його екологічну стійкість, призводить до вилягання, ураження збудниками хвороб, зрідження посівів і зниження врожайності зерна. За низьких норм висіву насіння, зростає загроза заростання посівів бур'янами, непродуктивно використовується наявний ресурсний потенціал через що врожайність зерна також знижується [9, 10].

Поряд з озерненістю і масою зерна та колоса, ключовими елементами продуктивності колосових культур є кількість рослин і продуктивних стебел перед збиранням, які напряму залежать від норми висіву насіння. З її підвищенням до певної межі, густина рослин зростає, після ж досягнення пікового значення, підвищення норми висіву насіння вже не забезпечує подальшого збільшення густоти рослин через загострення конкуренції і їх випадіння [11, 12].

Вибір норми висіву насіння залежить від низки факторів, зокрема – від гормонального типу сорту, режиму вологозабезпечення, родючості ґрунту, строків сівби, способу сівби й ін. У більш посушливих умовах вирощування, на низьких агрофонах, за оптимальних і ранніх строків сівби, при розширенні міжрядь, за неглибокого загортання насіння (на 2–3 см) норми висіву рекомендують зменшувати на 10–20 %. І навпаки, – у районах із більшою кількістю опадів, на добре удобрених фонах, за більш рівномірного розподілу насіння по площі живлення, при пізніх строках сівби і глибокого загортання насіння – норми висіву насіння колосових культур рекомендують підвищувати на 10–20 % [13, 14].

Поряд з нормою висіву насіння рівень конкурентних відношень у посівах сільськогосподарських культур формує спосіб сівби, оскільки саме від нього залежить якою буде форма площі живлення за однакової густоти. В ідеалі форма площі живлення рослин має наближатися до квадратної. У цьому разі рослини менше тиснуть одна на одну та більш повно використовують відведену площу живлення [15, 16].

На практиці найпоширенішим способом сівби колосових культур залишається рядковий спосіб з міжряддями 15 см. Також практикують вузькорядний, перехресний, стрічковий, розкидний й ін. способи сівби,

які відрізняються один від одного рівномірністю розподілення насіння по площі живлення [17]. Важливою умовою ефективності застосування того чи іншого способу сівби є сівба насіння на одну глибину, а також створення ущільненого ложе на якому розміщується насінина [18].

З агротехнічних вимог відомо, що відстань між суміжними рослинами в рядку повинна становити 3–4 см, що дає змогу приймати участь у живленні рослин усій площі поля. Цим вимогам відповідає розкидний спосіб сівби, однак він не дає змоги висіяти насіння на одну глибину. У цьому відношенні більш прогресивним вважають суцільний спосіб сівби анкерними сошниками, який у цілому дозволяє рівномірно розподілити насіння по глибині загортання [19].

Відносно впливу норми висіву насіння та способу сівби на формування продуктивності пшениці та ячменю отримано велику кількість матеріалів у різних ґрунтово-кліматичних районах України, проте щодо тритикале озимого досліджень проведено дуже мало і на їх базі не можна робити рекомендації щодо способу сівби і тим більше – норм висіву насіння. Проводилися лише одиночні досліди в яких окремо вивчалися способи сівби або норми висіву насіння. При цьому досвід показує, що ці елементи технології слід вивчати одночасно оскільки вони достатньо сильно залежать один від одного.

Актуальність досліджень щодо оптимальних варіантів сполучення способу сівби з нормою висіву насіння також пов'язана з поширенням у виробництво нових сортів тритикале озимого, які характеризуються специфічним морфо-біотипом тож, можуть відрізнятися вимогами до норми висіву насіння та способу сівби.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили в 2017–2020, 2024–2025 рр. на базі ПСП «Імені Шевченка», розташованого на території Великобурлуцького району Харківської області. Технологія вирощування тритикале озимого за виключенням досліджуваних питань, була типовою для району досліджень.

Для проведення досліджень було обрано середньостиглий сорт тритикале озимого – Шаланда. Оригіатор сорту – Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААНУ. На початок проведення досліджень це був новий перспективний сорт внесений у Державний Реєстр сортів у 2014 р., проте і зараз він не втратив популярності, успішно конкурує з іншими сортами і залишається в Державному Реєстрі.

Для вирішення поставлених завдань закладали двохфакторний польовий дослід методом розщеплених ділянок у трьох повтореннях. Ділянками першого порядку виступали три способи сівби (фактор А): 1 – рядковий з міжряддям 15 см; 2 – вузькорядний з міжряддям 7,5 см; 3 – смуговий з шириною смуг 15 см і відстанню між смугами 15 см. Ділянками другого порядку виступали п'ять норм висіву насіння

(фактор *B*): 350 шт./м², 400, 450, 500 і 550 шт./м². Кількість варіантів у досліді – 15 шт., посівних і облікових ділянок, з урахуванням триразової повторності дослідів на площі – 45 шт.

Лінійні розміри посівної ділянки другого порядку на варіантах з різними способами сівби відрізнялися оскільки різною була ширина сівалок. Анкерна сівалка для смугової сівби – OvTeck 2,5 Агроташ-Калина має робочу ширину захвата 250 см, тоді як рядкова і вузькорядна сівалка – 300 см (для зручності, на два крайні сошники цих сівалок з обох боків ставили заглушки тож робоча ширини була не 360, а 300 см). Довжина посівної ділянки другого порядку становила 40 м. Тож, площа посівної ділянки другого порядку на варіантах рядкового і вузькорядного способу становила 120 м², а на варіантах смугового способу – 100 м². При цьому, площа облікової ділянки в обох дослідів становила 75 м² (3 м × 25 м – на варіантах рядкового та вузькорядного способів сівби і 2,5 × 30 м – смугового способу сівби).

Погодні умови у роки досліджень, як за температурним режимом, так і за кількістю опадів відрізнялися і від показників кліматичної норми і між собою. Загальним було те, що температурні показники більшості місяців були дещо вищими, а кількість опадів дещо меншою порівняно з показниками кліматичної норми. Разом з тим, враховуючи тенденцію глобального потепління і зменшення кількості опадів, такі умови можна вже вважати нормою для району проведення досліджень. Контрастність погодних умов між собою в роки досліджень дозволила більш повноцінно порівняти між собою варіанти досліджуваних факторів і об'єктивно обрати кращі з них, які показують вищий результат за різних погодних умов вегетації посівів.

Закладання дослідів та визначення показників урожайності зерна тритикале озимого, проводили за загально-прийнятими методиками [20]. Дисперсійний аналіз виконували в програмному пакеті Microsoft Excel на базі загальноприйнятих методик [21].

Результати досліджень та обговорення. Одним з головних факторів формування високопродуктивних посівів зернових культур, у тому числі тритикале озимого, є площа живлення і її форма, які визначаються сполученням способу сівби з нормою висіву насіння [17]. На здавалося б простоту – з одного боку, та достатню вивченість цих елементів технології вирощування – з іншого, часто саме прорахунки в питаннях вибору норми висіву та способу сівби призводять до зниження врожайності зерна колосових культур.

Оскільки для тритикале озимого рекомендації щодо технології вирощування є «великим дефіцитом», агрономи часто беруть за основу рекомендації розраховані на вирощування пшениці озимої, помилково вважаючи, що вони повністю підходять і для тритикале. Як наслідок, до ряду факторів що обмежують урожайність зерна, додається спосіб сівби та норма висіву насіння [22].

Насправді, питання оптимізації норми висіву насіння та способу сівби навіть для пшениці озимої залишається відкритим і досі. Навпаки, до них зараз ще більше питань, що зумовлено рядом факторів, а саме – кліматичними змінами, поширенням у виробництво сучасних сортів які мають різний гормональний тип росту та розвитку, появою нових технологічних рішень й ін. Тож, на здавалося б просте питання, – яка норма висіву насіння для колосових культур, у тому числі тритикале озимого є оптимальною?, однозначної відповіді не має і сьогодні.

Якщо стосовно способу сівби все достатньо просто – кращим є такий спосіб за якого рослини розміщені одна від одної на одній відстані і мають форму площі живлення наближену до квадратної, то відносно норми висіву все складніше. При її виборі слід враховувати велику кількість факторів у тому числі і спосіб сівби. Складність визначення оптимальної норми висіву також полягає в тому, що вона, на відміну від інших технологічних факторів, діє на елементи продуктивності по різному, а саме – густоту стеблостою до певної межі підвищує, тоді як елементи продуктивності рослини – знижує. Тож потрібно знайти норму висіву за якої, у конкретних умовах вирощування, врожайність зерна сягатиме вищих показників.

І способи сівби і норми висіву насіння істотно впливали на врожайність зерна досліджуваного сорту тритикале озимого. У середньому за роками та способами сівби врожайність зерна найвищою була за норми висіву насіння 500 шт./м² – 5,88 т/га (табл. 1). Підвищення норми висіву насіння до 550 шт./м², через помітне «просідання» індивідуальної продуктивності рослин, не забезпечувало подальшого росту врожайності зерна. Не відмічено навіть тенденції до цього.

1. Урожайність зерна посівів тритикале озимого сорту Шаланда за різних варіантів посидання способу сівби з нормою висіву, т/га (середнє за 2018–2020, 2025 рр.)

Норма висіву насіння, шт./м ² (фактор В)	Спосіб сівби (фактор А)						Середнє	
	Рядковий (контроль)		Вузькорядний		Смуговий			
	У*	РГ	У	РГ	У	РГ	У	РГ
350	5,03	I	5,34	I	5,42	I	5,26	I
400	5,16	II	5,40	I	5,59	II	5,38	I
450 (к)	5,25	II	5,73	II	6,10	III	5,69	II
500	5,26	II	5,86	II	6,52	IV	5,88	III
550	5,13	I	5,86	II	6,64	IV	5,88	III
Середнє	5,17	I	5,64	II	6,05	III	5,62	

Примітка: * – показники: У – урожайність зерна; РГ – рангова група показників за проведеним статистичним аналізом з використанням критерію Дункана (в якості повторень брали роки).

Аналіз урожайності зерна за впливу норми висіву на варіантах з різними способами сівби показав різні закономірності. Зокрема, на рядкових посівах найвища врожайність зерна в середньому за роками формувалася за норми висіву 450 нас./м². При цьому, вона не істотно перевищувала варіант з нормою висіву 400 нас./м². Ці показники, як і врожайність у варіанті з нормою висіву 500 нас./м², відносилися до однієї рангової групи. Тож, з точки зору врожайності зерна, кращим на рядкових посівах був варіант з нормою висіву 400 нас./м². У цьому варіанті врожайність у середньому за чотири роки становила 5,16 т/га. Подальше підвищення норми висіву насіння, не забезпечувало істотного приросту врожайності, при цьому витрати на вирощування зростали.

Перевага норми висіву насіння 400 шт./м² на варіантах рядкового способу сівби за врожайністю зерна відмічена в усі роки досліджень за виключенням сприятливого 2019 р. У цьому році вона була найвищою у варіанті з нормою висіву насіння 500 шт./м² – 6,18 т/га (табл. 2). Разом з тим, за проведеним статистичним аналізом вона статистично не відрізнялася від урожайності отриманій за норми висіву 450 нас./м². Різниця між цими варіантами становила 0,18 т/га за НІР₀₅ – 0,26 т/га. Отже, у 2019 р. на варіантах рядкового способу сівби, з агрономічної точки зору кращою була норма висіву насіння 450 шт./м².

Зовсім інші закономірності впливу норми висіву насіння відмічені на варіантах смугового способу сівби. У середньому за чотири роки найвища врожайність зерна за цього способу формувалася у варіанті з нормою висіву 550 нас./м² – 6,64 т/га (див. табл. 1). Однак, за проведеним статистичним аналізом з використанням рангового критерію Дункана, вона не відрізнялася від варіанта з нормою висіву насіння 500 шт./м².

Аналогічна закономірність відмічена в усі роки, а саме – з підвищенням норми висіву насіння від 450 до 500 шт./м² урожайність зерна тритикале озимого на варіантах смугового способу сівби істотно зростала, при цьому за подальшого її підвищення істотного приросту врожайності вже не було. Так, за умови підвищення норми висіву насіння від 500 до 550 шт./м² урожайність зерна в 2018, 2019, 2020 і 2025 рр. на варіантах смугового способу сівби зростала на 0,09, 0,25, 0,07 і 0,09 т/га за НІР₀₅ часткових порівнянь фактора B – 0,21, 0,27, 0,15 і 0,24 т/га відповідно. Отже, на смугових посівах в усі роки, з точки зору врожайності зерна, оптимальною була норма висіву насіння 500 шт./м².

На варіантах вузькорядної сівби найвища врожайність зерна в середньому за чотири роки формувалася за норми висіву 450 нас./м² – 5,73 т/га. Вона істотно перевищувала варіанти з меншою нормою висіву і, за проведеним статистичним аналізом з використанням рангового критерію Дункана, істотно не відрізнялася від варіантів з нормами висіву насіння 500 і 550 шт./м². Ці показники (5,73 і 5,86 т/га)

формували одну статистично рівну рангову групу. За роками досліджень на варіантах вузькорядного способу сівби, з точки зору врожайності зерна оптимальною також була норма висіву насіння 450 шт./га. За цієї норми висіву вона істотно перевищувала врожайність за менших норм висіву і статистично не відрізнялася від варіантів із більшими нормами висіву. Таким чином, у сполученні з вузькорядним способом сівби, з точки зору врожайності зерна, кращою була норма висіву насіння – 450 шт./м².

2. Урожайність зерна тритикале озимого сорту Шаланда за різних варіантів поєднання способу сівби і норми висіву насіння, т/га

Спосіб сівби (фактор А)	Норма висіву насіння, шт./м ² (фактор В)	Рік							
		2018		2019		2020		2025	
		У**	П	У	П	У	П	У	П
1* (контроль)	350	4,40	- 0,15	5,51	- 0,49	4,76	- 0,26	5,06	- 0,35
	400	4,53	- 0,02	5,82	- 0,18	4,93	- 0,09	5,37	- 0,04
	450 (к)	4,55	–	6,00	–	5,02	–	5,41	–
	500	4,42	- 0,11	6,18	+0,18	4,96	- 0,06	5,49	+0,08
2	350	4,27	- 0,28	6,12	+0,12	4,82	- 0,20	5,32	- 0,09
	400	4,53	- 0,02	6,28	+0,28	4,86	- 0,16	5,37	- 0,04
	450 (к)	4,85	+0,30	6,10	+0,10	5,02	–	5,61	+0,20
	500	5,13	+0,58	6,45	+0,45	5,35	+0,33	5,98	+0,57
3	350	5,19	+0,64	6,68	+0,68	5,44	+0,42	6,13	+0,72
	400	5,10	+0,55	6,70	+0,70	5,42	+0,40	6,20	+0,79
	450 (к)	5,38	+0,83	6,98	+0,98	5,58	+0,56	6,46	+0,05
	500	5,78	+1,23	7,36	+1,36	6,05	+1,03	6,87	+1,46
Середнє за фактором А	350	5,86	+1,31	7,61	+1,61	6,12	+1,10	6,96	+1,55
	1 (к)	4,43	–	5,93	–	4,90	–	5,33	–
	2	4,96	+0,53	6,44	+0,51	5,22	+0,30	5,86	+0,53
Середнє за фактором В	3	5,32	+0,89	6,88	+1,15	5,57	+0,59	6,23	+0,90
	350	4,49	- 0,53	5,96	- 0,52	4,84	- 0,48	5,18	- 0,77
	400	4,80	- 0,22	6,10	- 0,38	5,05	- 0,27	5,58	- 0,37
	450 (к)	5,02	–	6,48	–	5,32	–	5,95	–
	500	5,13	+0,11	6,74	+0,26	5,48	+0,16	6,16	+0,21
	550	5,08	+0,06	6,81	+0,33	5,45	+0,13	6,16	+0,21
Середнє по досліді		4,90		6,42		5,28		5,81	
НІР ₀₅ головного еф. С		0,16		0,24		0,12		0,19	
НІР ₀₅ головного еф. D		0,18		0,26		0,12		0,22	
НІР ₀₅ часткових пор. С		0,18		0,27		0,14		0,21	
НІР ₀₅ часткових пор. D		0,21		0,27		0,15		0,24	

Примітка: * – спосіб сівби: 1 – рядковий; 2 – вузькорядний; 3 – смуговий з шириною смуги 15 см і відстанню між смугами 10 см. ** – скорочення: У – урожайність; П – приріст порівняно з контролем досліді – рядковий спосіб сівби, норма висіву насіння – 450 шт./м².

Аналіз головного ефекту способу сівби показав значну перевагу смугового способу в усі роки. У середньому за роками та нормами висіву, врожайність зерна за цього способу була на 0,88 і 0,41 т/га вищою, ніж за рядкового і вузькорядного. При цьому, перевага смугового способу сівби наростала по мірі підвищення норми висіву.

Аналіз зв'язків норми висіву з урожайністю зерна, елементами продуктивності і біометричними показниками виявив значні розбіжності між рядковим і смуговим способами сівби. Наприклад, на варіантах смугового способу сівби відмічено тісний прямий зв'язок норми висіву насіння з урожайністю зерна – $r = 0,98$, тоді як на рядкових посівах зв'язок між цими показниками був середнім прямим – $r = 0,50$ (рис. 1).

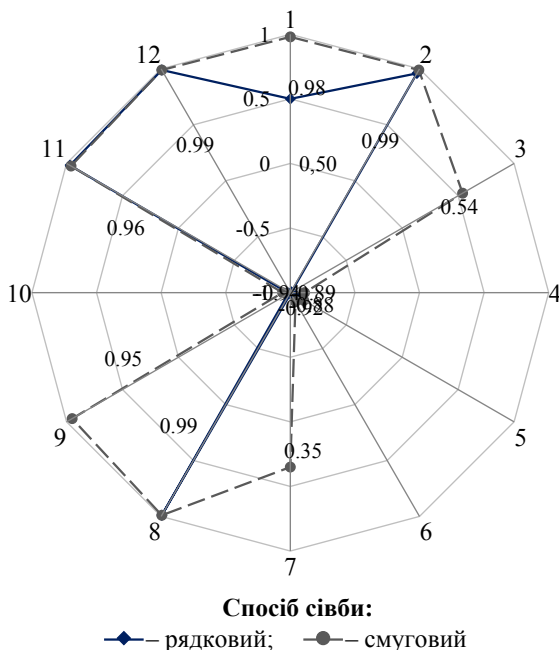


Рис. 1. Зв'язок норми висіву насіння з урожайністю, елементами продуктивності та окремими біометричними показниками рослин тритикале озимого за рядкового та смугового способу сівби

Примітка: 1 – урожайність зерна; 2 – біологічна врожайність групи головних стебел; 3 – біологічна врожайність групи бічних стебел; 4 – маса зерен з колоса головного стебла; 5 – маса зерен з колоса бічного стебла; 6 – кількість зерен у колосі головного стебла; 7 – довжина колоса головного стебла; 8 – кількість рослин на 1 м²; 9 – кількість бічних стебел на 1 м²; 10 – діаметр другого надземного міжвузля; 11 – довжина другого надземного міжвузля; 12 – сумарний ФПП.

Значні відмінності між способами сівби також відмічені за силою зв'язків норми висіву насіння з біологічною врожайністю зерна групи бічних стебел, довжиною колоса головного стебла і, що особливо важливо, – кількістю бічних продуктивних стебел. Зокрема, між нормою висіву насіння і біологічною врожайністю зерна групи бічних продуктивних стебел за рядкового способу сівби зв'язок був тісний зворотній – $r = -0,98$ тоді як за смугового способу сівби, – середній прямий – $r = 0,54$. На рядкових посівах норма висіву насіння мала тісний зворотній зв'язок з кількістю бічних продуктивних стебел – $r = -0,96$, тоді як на смугових посівах цей зв'язок був тісний прямий – $r = 0,95$.

Звісно, встановлені зв'язки норми висіву насіння з урожайністю зерна, біологічною врожайністю, окремими елементами продуктивності та біометричними показниками характерні саме для досліджуваного діапазону норми висіву насіння, і звісно тут не може бути застосована будь-яка екстраполяція. У той же час, саме в цьому діапазоні знаходилися оптимальні варіанти норми висіву насіння для всіх способів сівби тож, вони об'єктивно дають можливість їх порівнювати.

Про високу взаємодію способів сівби з нормою висіву свідчать розраховані частки впливу досліджуваних факторів у зміні врожайності зерна. В усі роки відмічено значний вплив взаємодії досліджуваних факторів, доведений також статистичним аналізом. Зокрема, його частка в зміні врожайності зерна тритикале в 2018, 2019, 2020 і 2025 рр. становила – 16,2 %, 8,8, 14,8 і 12,1 % відповідно.

Звісно більших змін урожайність зерна зазнавала за впливу головних ефектів факторів. У цілому за роками досліджень, їх вплив був схожий тож, умовно можна сказати, що за впливом вони були достатньо близькими. У 2018, 2019 р. дещо більших змін урожайність зерна зазнавала за впливу норми висіву насіння – 43,6 і 41,7 % проти 31,4 і 37,3 % відповідно, натомість у 2025 р. більш впливовим був саме спосіб сівби – 42,0 % проти 35,7 % – за впливу норми висіву насіння. У 2020 р. вплив способу сівби і норми висіву насіння був фактично однаковий з частками впливу – 35,4 і 37,0 % відповідно.

Висновки. Оптимізація норми висіву насіння у сполученні зі способом сівби є важливим резервом підвищення рівня реалізації генетичного потенціалу продуктивності тритикале озимого. Важливим є те, що «корекція» цих елементів технології вирощування, на відміну від, наприклад системи живлення або застосування засобів захисту рослин, не «тисне» на вколише середовище, а також не передбачає значних додаткових витрат на вирощування.

Доведена істотна перевага смугового способу сівби в усі роки досліджень. З точки зору зернової продуктивності найкращим був

варіант сполучення смугового способу сівби з нормою висіву насіння 500 шт./м². У середньому за чотири роки врожайність зерна в цьому варіанті становила 6,52 т/га, що на 1,36 т/га вище порівняно з контролем досліду (рядкова сівба у сполученні з нормою висіву насіння 450 шт./м²). Підвищення норми висіву від 500 до 550 нас./м² не забезпечувало істотного збільшення врожайності зерна.

Рядковий спосіб сівби за рівнем урожайності зерна тритикале озимого значно поступався вузькорядному і тим більше смуговому способам за всіх норм висіву насіння. Найвищу врожайність зерна за цього способу сівби отримано у варіанті з нормою висіву 450 шт./м² – 5,25 т/га однак, вона істотно не відрізнялася від показника отриманого за норми висіву 400 нас./м² – 5,16 т/га тож, з точки зору врожайності зерна, на рядкових посівах кращою була норма висіву 400 нас./м².

Вузькорядний спосіб сівби за рівнем урожайності значно поступався смуговому способу сівби проте істотно переважав рядковий. У сполученні з вузькорядним способом сівби кращий результат показала норма висіву насіння – 450 шт./м². У середньому за чотири роки врожайність зерна в цьому варіанті становила 5,73 т/га. Вона була істотно вищою ніж за менших норм висіву і статистично не відрізнялася від урожайності зерна на варіантах з нормами висіву 500 і 550 нас./м².

В усі роки відмічено високий ефект взаємодії способу сівби з нормою висіву насіння в мінливості врожайності зерна досліджуваного сорту тритикале озимого, який також підтвердився статистичним аналізом. Частка взаємодії цих факторів у мінливості врожайності зерна в 2018, 2019, 2020 і 2025 рр. становила 16,2, 8,8, 14,8 і 12,1 % відповідно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Федорович Г.Т. Формування урожайності тритикале озимого залежно від попередника та строків сівби в умовах Степу України. *Наукові праці: Екологія*. 2014. Вип. 220. Том 232. С. 71–74.
2. Food and agriculture organization of the United Nations (FAOSTAT).
3. Любич В.В., Железна В.В., Стратуца Я.С. Перспективи використання тритикале в хлібопекарській промисловості. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2022. Вип. 3. С. 133–143.
4. Бондаренко О. Зимостійкість колекційних зразків тритикале озимого. Матеріали XIII Міжнародної наукової конференції «Корми і кормовий білок» (06 серпня 2021 року). Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. Вінниця. 2021. С. 45–50. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo2021conf>

5. Діордієва І.П. Розширення генофонду тритикале озимого віддаленою гібридизацією. *Селекційно-генетична наука і освіта*. 2021. С. 69–71. URL: <http://surl.li/jgpwv>

6. Єгупова Т.В., Дібно М.І. Вплив елементів технології вирощування на формування врожайності та якості зерна тритикале озимого на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах Західного Полісся. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 21. С. 80–84.

7. Корнійчук О.В., Мельничук В.Ю. Вплив мінеральних добрив та технологічних чинників на ріст і врожайність сортів тритикале озимого. *Корми і кормовиробництво*. 2023. № 95. С. 117–127. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202395-10>

8. Basieva M. Influence of seeding rates on productive qualities of winter triticale in the foothill zone conditions. 2023. E3S Web of Conferences 431, 01018. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343101018>

9. Білітюк А.П. Вирощування інтенсивних агроценозів тритикале в західних областях України. Київ: Колоб'іг, 2006. 208 с.

10. Ключевич М.М., Сторожук В.В. Вплив строків сівби та норм висіву насіння тритикале озимого на розвиток мікозів й урожайність культури в Поліссі України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 3. С. 84–94.

11. Гирка А.Д. Продуктивність пшениці озимої залежно від строку сівби та норми висіву після ріпаку озимого в умовах Степу. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. № 7(1). С. 30–36.

12. Поліщук В.В., Притула Ю.М. Вплив норми висіву на формування продуктивності та якості насіння пшениці озимої. *Агробіологія*. 2025. № 1. С. 122–129. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2025-195-1-122-129>

13. Бутенко О.М., Бондарева О.Б. Вплив норми висіву на врожайність пшениці туранської (*Triticum turanicum* Jakubz.) в Степу України. *Debats scientifiques ques et orientations prospectives du developpement scientifique que*. Paris, 2024. С. 107–109. <https://doi.org/10.36074/logos-20.09.2024.020>

14. Influence of seeding rate on the productivity and quality of soft spring wheat grain / M. Radchenko et al. *Agriculture & Forestry*. 2024. 70(1). P. 91–103. <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.70.1.06>

15. Bhatii A.S., Kandhro M.N., Chang M.S., Sootaher J.K., Buriro K.A., Mangrio N., Shar P.A., Soothar M.K., Wadho M. Effect of Different Sowing Methods on The Growth and Yield of Wheat (*Triticum aestivum* L.). *RADS J. Biol. Res. Appl. Sci*. 2022. Vol. 13(1). P. 33–42.

16. Chaudhary J.N., Khan U.D., Shah S.H.H., Shahid M.A., Arsalan M. Effect of sowing methods and seed rates on wheat yield and water productivity. *Quality, Assuran. Saf. Crops. Foods*. 2015. Vol. 8(2). P. 267–272.

17. Awoke T., Yoseph T., Mitiku M. Effect of sowing methods and seed rate on yield of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) at south ari district, south omo zone, snnpr, Ethiopia. *Int J Res Granthaalayah*. 2017. Vol. 5(6). P. 175–180.

18. Adhikari A., Bishal D.C., Regmi S., Timilsena K. Effect of sowing methods and varieties on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) in Dang, Nepal. *Archives of Agriculture and Environmental Science*. 2024. Vol. 9(1), P. 58–63. <https://dx.doi.org/10.26832/24566632.2024.090109>

19. Хоменко М.С., Зирянов В.А., Насонов В.А. Механізація сівби зернових культур і трав. Довідник. 1989. 168 с.

20. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Вид. 2-ге, виправлене і доповнене. Вінниця: ПП «ГД Едельвейс і К», 2014. 332 с.

21. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М. й ін. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. – Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи. Харків: Майдан, 2016. 316 с.

22. Вінюков О.О., Лапко О.Б. Вплив норм висіву на формування показників продуктивності пшениці озимої різновидів *Lutescens* та *erythrospermum* в умовах північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 7–13.

REFERENCES

1. Fedorovich, G.T. (2014). Formation of winter triticale yield depending on the predecessor and sowing dates in the conditions of the Ukrainian Steppe. *Scientific Works: Ecology*, Issue 220, Vol. 232. P. 71–74.

2. Food and agriculture organization of the United Nations (FAOSTAT).

3. Lyubich, V.V., Zhelezna, V.V. & Stratuca, Ya.S. (2022). Prospects for the use of triticale in the baking industry. *Tavrian Scientific Bulletin. Series: Technical Sciences*, Issue 3, P. 133–143.

4. Bondarenko, O. (2021). Winter hardiness of collection samples of winter triticale. Proceedings of the XIII International scientific conference “Feeds and feed protein”. Vinnytsia, Institute of Feed Research and Agriculture of Podillia of NAAS, August 6. P. 45–50. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnystvo2021conf>

5. Diordiieva, I.P. (2021). Expansion of the gene pool of winter triticale by distant hybridization. Breeding and genetic science and education. 2021. P. 69–71. Available at: URL: <http://surl.li/jgpwv>

6. Yehupova, T.V. & Dibko M.I. (2014). The influence of elements of cultivation technology on the formation of yield and quality of winter triticale grain on sod-podzolic sandy soils of Western Polissia. *Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, Issue 21, P. 80–84.

7. Korniychuk, O.V. & Melnychuk, V.Yu. (2023). The Influence of mineral fertilizers and technological factors on the growth and yield of winter triticale varieties. *Feed and feed production*, № 95, P. 117–127. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202395-10>

8. Basieva, M. (2023). Influence of seeding rates on productive qualities of winter triticale in the foothill zone conditions. E3S Web of Conferences 431, 01018. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343101018>

9. Bilitiuk, A.P. (2006). Cultivation of intensive triticale agrocenoses in the western regions of Ukraine. Kyiv: Kolobig, 206 p.

10. Klyuchevich, M.M., & Storozhuk, V.V. (2016). The influence of sowing dates and sowing rates of winter triticale seeds on the development of mycoses and crop yield in Polissya Ukraine. *Agriculture and Forestry*. № 3. P. 84–94.

11. Girka, A.D. (2017). Winter wheat productivity depending on sowing date and sowing rate after winter rapeseed in steppe conditions. *Ukrainian Journal of Ecology*. № 7(1). P. 30–36.

12. Polishchuk, V., & Prytula, Y. (2025). Influence of seeding rate on the formation of productivity and quality of winter wheat seeds. «Agrobiology». №. 1. P. 122–129. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2025-195-1-122-129>

13. Butenko, O.M. & Bondareva, O.B. Influence of sowing rate on the yield of Turan wheat (*Triticum turanicum* Jakubz.) in the Steppe of Ukraine. *Debats scientifi ques et orientations prospectives du developpement scientifi que*. Paris, 2024. P. 107–109. <https://doi.org/10.36074/logos-20.09.2024.020>

14. Influence of seeding rate on the productivity and quality of soft spring wheat grain / M. Radchenko et al. *Agriculture & Forestry*. 2024. 70(1). P. 91–103. <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.70.1.06>

15. Bhatii, A.S., Kandhro, M.N., Chang, M.S., Sootaher, J.K., Buriro, K.A., Mangrio, N., Shar, P.A., Sootar, M.K. & Wadho, M. (2022). Effect of Different Sowing Methods on The Growth and Yield of Wheat (*Triticum aestivum* L.). *RADS J. Biol. Res. Appl. Sci.* Vol. 13(1). P. 33–42.

16. Chaudhary, J.N., Khan, U.D., Shah, S.H., Shahid, M.A. & Arsalan, M. (2015). Effect of sowing methods and seed rates on wheat yield and water productivity. *Quality, Assuran. Saf. Crops. Foods*. Vol. 8(2). P. 267–272.

17. Awoke, T., Yoseph, T. & Mitiku, M. (2017). Effect of sowing methods and seed rate on yield of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) at south ari district, south omo zone, snnpr, Ethiopia. *Int J Res Granthaalayah*. Vol. 5(6). P. 175–180.

18. Adhikari, A., Bishal, D.C., Regmi, S. & Timilsena K. (2024). Effect of sowing methods and varieties on growth and yield of wheat

(*Triticum aestivum* L.) in Dang, Nepal. *Archives of Agriculture and Environmental Science*. Vol. 9(1), P. 58–63.
<https://dx.doi.org/10.26832/24566632.2024.090109>

19. Khomenko, M.S., Zyryanov, V.A. & Nasonov, V.A. (1986). Mechanization of sowing grain crops and grasses. Reference book. 168 p.

20. Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.G., Kostogryz, P.V., Opryshko V.P. (2024). Fundamentals of Scientific Research in Agronomy: Textbook. 2nd edition, revised and expanded. Vinnytsia: PP “TD Edelweiss and K,”. 332 p.

21. Rozhkov, A.O., Puzik, V.K., Kalenska S.M. and other (2016). Research case in agronomy: educational manual: in 2 books. – Book 1. Theoretical aspect of the research case. Kharkiv: Maidan, 316 p.

22. Vinyukov, O.O. & Lapko, O.B. (2023). Influence of sowing rates on the formation of productivity indicators of winter wheat varieties *Lutescens* and *erythrospermum* in the conditions of the northern steppe of Ukraine. *Agrarian Innovations*. №. 18. P. 7–13.

O. Belashov, post-graduate student

A. Rozhkov, doctor of agricultural sciences, professor
State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

The effect of different combinations of sowing methods and seed sowing rates on the yield of winter triticale

The results of four years of research on the impact of sowing methods in combination with seed sowing rates on the grain yield of winter triticale variety Shalanda are presented.

Formulation of the problem. Given the growing interest among producers in winter triticale and the gradual expansion of its acreage, there is a need to study the possibilities for realizing the genetic potential and adaptive properties of this crop depending on the influence of cultivation technology elements. In this regard, it is particularly important to determine the optimal indicators of the feeding area and its shape, which are determined by the combination of the sowing method and the seed sowing rate. Unlike, for example, crop nutrition and protection systems, these elements have no side effects on the environment, their adjustment does not involve significant economic costs, and their share in grain yield variability is quite high. In addition, the effectiveness of other elements of agricultural technology, the phytosanitary condition of crops, the level of utilization of nutrients from fertilizers, largely depend on them.

The purpose of the research. The aim of the research was to compare the effectiveness of different sowing methods and determine the best combinations of sowing methods and seed rates that ensure fuller realization of the genetic potential of winter triticale variety Shalanda.

Research methods. The research was conducted in 2017–2020, 2024, and 2025 at the Shevchenko Agricultural Production Cooperative located in the Velykoburlutsky district of the Kharkiv region. The technology for growing winter triticale, with the exception of the issues under study, was typical for the research area. To solve the tasks set, a two-factor field experiment was set up using the split-plot method. The first order

plots were sown using three methods: row, narrow row, and strip. The second order plots had five seed sowing rates: 350 seeds/m², 400, 450, 500, and 550 seeds/m². The area of the accounting plot was 75 m².

Research results. In the studied variants of the sowing method, the highest yield of winter triticale grain was obtained at different seed sowing rates. The strip method showed the best results in terms of grain yield for all seed sowing rates in all years. The highest triticale grain yield using this sowing method was obtained in variants with a seed sowing rate of 550 seeds/m² – 6.64 t/ha. However, statistical analysis of yield results using a ranking criterion did not reveal a significant difference between the variants with seed sowing rates of 550 and 500 seeds/m².

A similar trend was observed throughout the years, namely, grain yield increased significantly with an increase in seed sowing rate from 450 to 500 seeds/m², while a further increase in seed sowing rate did not result in a significant increase in yield. In particular, with an increase in the seed sowing rate from 500 to 550 seeds/m², grain yield in 2018, 2019, 2020, and 2025 in the strip sowing variants increased by 0.09, 0.25, 0.07, and 0.09 t/ha for LSD₀₅ partial comparisons of factor *B* – 0.21, 0.27, 0.15 and 0.24 t/ha, respectively. Thus, for strip sowing, from the point of view of grain yield, the optimal seed sowing rate is 500 seeds/m².

On narrow-row crops, the highest grain yield over four years was achieved with a sowing rate of 450 seeds/m² – 5.73 t/ha. It significantly exceeded the variants with lower sowing rates and, according to statistical analysis using Duncan's rank criterion, did not differ significantly from the variants with sowing rates of 500 and 550 seeds/m². Based on years of research on narrow-row sowing options, a sowing rate of 450 seeds per hectare was also optimal in terms of grain yield. At this sowing rate, it was significantly higher than at lower sowing rates and did not differ statistically from the variants with higher sowing rates. Thus, in combination with narrow-row sowing, the best seed rate in terms of grain yield is 450 seeds/m².

The row sowing method showed the worst results in terms of grain yield. With this method, the highest average grain yield over the years was obtained with a seed sowing rate of 450 seeds/m² – 5.25 t/ha. At the same time, it did not significantly exceed the grain yield in the variant with a seed sowing rate of 400 seeds/m² (5.16 t/ha). These indicators, as well as the yield in the variant with a sowing rate of 500 seeds/m², belonged to the same rank group. Therefore, in terms of grain yield, the best option for row crops was a seed sowing rate of 400 seeds/m².

Conclusions. If technical capabilities allow, winter triticale of the Shalanda variety and varieties close to it in terms of morpho-biotype should be sown in strips with a sowing rate of 500 seeds/m². In the absence of a suitable seeder, sowing should be carried out using the narrow-row method in combination with a seed sowing rate of 450 seeds/m², or using the row method with a sowing rate of 400 seeds/m².

Keywords: winter triticale, variety, sowing method, sowing rate, grain yield, productivity elements.