

РОСЛИННИЦТВО

УДК 633.11:631.559(477.7)

DOI 10.5281/zenodo.14609735

А.О. Рожков, д-р с.-г. наук, професор

О.В. Куц, д-р с.-г. наук, ст. н. с.

М.А. Бобро, д-р с.-г. наук, доцент

Л.М. Поташова, канд. с.-г. наук, доцент

Державний біотехнологічний університет
(Харків, Україна)

ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН І ВРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА РІЗНИХ ВАРІАНТІВ СПОЛУЧЕННЯ ШИРИНИ МІЖРЯДЬ І НОРМИ ВИСІВУ НАСІННЯ

Висвітлено результати трирічних досліджень щодо комплексного впливу різних поєднань варіантів норми висіву насіння з шириною міжрядь на елементи продуктивності рослин і врожайність зерна пшениці озимої сорту інтенсивного типу – Богдана в умовах Східного Лісостепу України.

Встановлено високу ефективність досліджуваних чинників на формування показників продуктивності рослин. Найбільша кількість зерен з рослини була у варіантах сполучення найменшої норми висіву насіння 400 шт./м² з міжряддями за схемою 15+30 см – 44,7 шт. у 2023 р. і 33,0 шт. у 2024 р.

Впливу досліджуваних чинників на зміну маси 1000 зерен фактично не було. При цьому відмічалася тенденція щодо її збільшення за умови зниження конкуренції між рослинами, тобто зменшення норми висіву насіння та звуження міжрядь. Це у цілому закономірно, адже маса 1000 є детермінованою сортовою ознакою, яка за впливу різних варіантів технології вирощування, не враховуючи системи живлення, сильно не змінюється.

Вплив досліджуваних чинників на масу зерна з рослини був вищий, ніж на її озерненість і це логічно, адже зниження густоти рослин приводило як до формування більшої кількості зерен на рослині, так і до підвищення маси 1000 зерен. У цілому по досліді найбільша маса зерна з рослини була на варіантах сполучення норми висіву насіння 400 шт./м² з міжряддями за схемою 15+30 см – 1,98 г у 2023 р. і 1,35 г – у 2024 р.

Поступаючись за показниками продуктивності рослини, вищі норми висіву показували перевагу за кількістю рослин на одиниці площі. Цілком логічно, що найбільша кількість рослин за всіх варіантів ширини міжрядь була за норми висіву насіння 550 шт./м². Отже, закономірність впливу норми висіву на продуктивність рослин і їх густоту перед збиранням розрізнялася. З її зменшенням елементи продуктивності рослин підвищувалися, але їх густота зменшувалася.

За всіх досліджуваних норм висіву насіння, вища врожайність зерна пшениці озимої була у варіантах з міжряддями за схемою 15+30 см. При цьому найвища врожайність за цих міжрядь формувалася за норми висіву насіння 500 шт./м² – 6,09 т/га у 2023 р. і 3,80 т/га – у 2024 р. Подальше підвищення норми висіву насіння не забезпечувало істотної прибавки врожайності зерна. Важливо підкреслити, що такі результати отримано у роки, що значно відрізнялися за погодними умовами, що дає

підставу рекомендувати це поєднання норми висіву насіння і міжрядь для сівби пшениці озимої як в сприятливих, так і посушливих районах вирощування.

Ключові слова: пшениця озима, норма висіву насіння, ширина міжрядь, продуктивність рослин, урожайність зерна, елементи структури врожаю.

Постановка проблеми. Впродовж останнього десятиріччя відмічається в цілому позитивна тенденція підвищення середньої врожайності зерна пшениці озимої проте, все одно питання недостатнього розкриття генетичного потенціалу продуктивності цієї стратегічної культури залишається актуальним. Середня врожайність зерна пшениці озимої в Україні значно менша, ніж у провідних аграрних країнах світу. Зокрема, в 2023 і 2024 рр. вона склала 4,70 і 4,50 т/га, тоді як, наприклад, у Франції, Бельгії та Німеччині, на значно гірших ґрунтах, у ці роки вона перевищувала 7,0 т/га.

У разі отримання низької врожайності зерна виробники як правило «виняють» погодні умови, однак далеко не завжди лише вони є причиною цього. Дійсно, несприятливі погодні умови, насамперед у районах східного Лісостепу і Степу, призводять до значних недоборів урожаїв польових культур у тому числі пшениці озимої однак, «списувати» низьку врожайність лише на них не варто. Часто саме технологічні прорахунки є основною причиною отримання низьких урожаїв зерна пшениці озимої. Немаловажне значення при цьому мають густота рослин і характер їх розподілу по посівній площі, тобто поєднання норми висіву насіння і ширини міжрядь (способу сівби).

Не зважаючи на здавалося б достатню вивченість питань впливу норми висіву насіння і ширини міжрядь на формування продуктивності рослин і врожайності зерна пшениці озимої вони все одно є актуальними. У сучасних технологіях вирощування цієї культури відмічається тенденція до зниження норми висіву насіння та розширення міжрядь, які на практиці показують вищий результат, ніж традиційно прийняті. І це логічно, адже змінюються погодні умови, удосконалюються технологічні підходи вирощування, поширюються у виробництво нові сорти, які морфологічними характеристиками та біологічними вимогами відрізняються від раніше поширених.

Норма висіву насіння поряд з шириною міжряддя є основними складовими формування ефективного продуктивного стеблостою пшениці озимої. Високі врожаї цієї культури можна отримувати за оптимальної густоти і характеру розподілу рослин по площі з урахуванням морфобіотипу сортів [1]. Тож, важливо проводити дослідження впливу цих чинників на ріст, розвиток, формування продуктивності рослин та врожайність зерна пшениці озимої.

Таким чином, питання щодо комплексного впливу різних варіантів сполучення норми висіву насіння і міжрядь на формування продуктивності рослин та врожайності зерна пшениці озимої є достатньо

актуальним тож, виходячи з цього, мета досліджень полягала у визначенні комплексного впливу різних сполучень ширини міжрядь і норми висіву насіння на елементи продуктивності рослин і врожайність зерна цієї культури в умовах східного Лісостепу України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз існуючих матеріалів як вітчизняних, так й іноземних досліджень свідчать, що визначення адаптивних характеристик сортів пшениці озимої та раціональне використання їх можливостей формувати високу зернову продуктивність на сьогодні є важливою складовою агротехніки і важливим кроком раціонального використання поживних речовин та вологи рослинами впродовж вегетації за рахунок оптимізації фізіологічного стану агроценозу [2–6].

Отримати високий рівень продуктивності рослин і врожайності посівів пшениці озимої можна лише у разі дотримання оптимальних умов вирощування, тобто певного комплексу чинників, які створюють належні умови для реалізації генетичного потенціалу культури. У цьому відношенні важлива роль належить формуванню відповідної морфоструктури рослин і структури посіву, яка, у тому числі, досягається науково-обґрунтованим застосуванням елементів агротехніки, зокрема підбором оптимальних варіантів норми висіву насіння та ширини міжрядь [7–9].

Для отримання високого рівня продуктивності рослин і врожайності зерна пшениці озимої важливо сформувати оптимальну густоту рослин і рівномірно розмістити їх по площі посіву. Для цього рослинам потрібна така площа живлення, за якої вони матимуть достатню кількість поживних речовин і води для формування високої вегетативної маси і зернової продуктивності [10].

Оптимальна норма висіву насіння не є величиною постійною – вона залежить від багатьох чинників і передусім від якості насіння, сорту, строку і способу сівби, ґрунтово-кліматичних умов, попередника тощо [11–14].

Відхилення норми висіву насіння в бік від оптимальної призводить до зниження врожайності рослин. При цьому, на думку В.В. Лихочвора [12] і І.Т. Нетіса [3], необґрунтоване зменшення норми висіву насіння знижує врожайність зерна більше, ніж її завищення, оскільки в результаті цього посилюється куцїння яке спричиняє утворення великої кількості підгону, який не формує зерна або утворює дрібне зерно. Також відмічається, що зріджені посіви пізніше дозрівають, більше заростають бур'янами [15].

На нашу думку, твердження що краще віддати перевагу загущеній нормі висіву насіння, ніж зрідженій, більше стосуються класично прийнятих канонів вирощування норми висіву насіння, коли не приділяли уваги гормональному типу пшениці. Дійсно, для сортів

пшениці ауксинової і гіберелінової групи це актуально, однак цитокинінові сорти показують перевагу саме на знижених норм висіву.

На необхідності врахування морфологічних і біологічних особливостей сортів при виборі норми висіву насіння наголошується вже достатньо давно. Зокрема, В.Н. Гармашов [16] відмічає, що куцисті й високорослі, схильні до вилягання сорти, вищу врожайність зерна формують за менших норм висіву, а напівкарликові, – навпаки, за вищих. Тож, норму висіву насіння карликових і напівкарликових сортів пшениці озимої порівняно з високорослими сортами він пропонує збільшувати на 0,5–1,0 млн шт./га. При цьому, для карликових сортів граничною нормою висіву насіння дослідник вважає 6,0 млн шт./га. У разі її збільшення, часто відмічається зниження врожайності в результаті погіршення умов освітленості в посівах, сильнішого ураження хворобами, збільшення витрат поживних речовин і вологи.

Дослідники В.В. Лихочвор [12] та І.Т. Нетіс [3] наголошують на тісному зв'язку норми висіву насіння зі строками сівби. За сівби у ранні строки рослини добре кущаться і формують оптимальний стеблостій після чорного пару за висіву 3,0–4,0 млн нас./га, після непарових попередників – 4,0–4,5 млн нас./га. За сівби в оптимальні строки, з їх точки зору, по пару слід висівати 4,0–4,5 млн нас./га, а після непарових попередників – 5,0 млн нас./га. За пізніх строків сівби вони радять підвищувати норму до 5,5–6,0 млн шт./га з тим розрахунком, аби після відновлення вегетації весною на 1 м² було не менше 300 рослин.

Інші дослідниками виділяють значно ширші діапазони норми висіву насіння, що забезпечують формування фактично однакової врожайності зерна пшениці. Зокрема дослідник R. Wedwood констатує, що за нормальних погодних умов, за норм висіву насіння в діапазоні від 1,0 до 4,0 млн шт./га формується фактично однакова врожайність. На думку М.С. Савицького, оптимальний діапазон густоти рослин перед збиранням варіює в межах від 2,2 до 4,9 млн шт./га [17].

Відносно вибору способу сівби для сівби пшениці озимої матеріалів досліджень значно менше. Традиційно прийнято вважати, що кращим є рядковий спосіб з міжряддями 15 см. Дійсно, враховуючи недосконалість традиційних неточних сівалок цей спосіб дійсно можна вважати оптимальним. Однак з поширенням у виробництво високоточних сівалок, що забезпечують вирівняний (точний) розподіл насіння як у межах рядків, так і за глибиною загортання, ситуація змінюється. Наразі все більше говорять про доцільність сіяти пшеницю з іншими міжряддями, які на практиці показують кращий результат порівняно з традиційним рядковим способом. Зокрема, перспективними називають здвоєний спосіб рядками з відстанню 15–30 см між ними, а також рядковий спосіб з міжряддями 20 і 25 см [18].

Таким чином, і відносно норми висіву насіння і відносно ширини міжряддя не може існувати універсально рецепту, який би забезпечував оптимальний результат за різних умов. Вони залежать як власне один від одного, так і від цілого ряду чинників, зокрема від морфобіотипу сорту, погодних умов, системи живлення, строків сівби й ін.

Виходячи з цього і приймаючи до уваги «застарілість» матеріалів щодо вивчення впливу норми висіву насіння та ширини міжрядь, а також відсутність досліджень щодо сумісного поєднання перспективних варіантів міжрядь із різними нормами висіву насіння, нами була поставлене завдання дослідити сумісний вплив різних варіантів цих чинників на основні показники продуктивності рослин і врожайність зерна пшениці озимої.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили в 2022–2024 рр. на базі зерно-паро-просапної сівозміни кафедри рослинництва, яка входить до складу ННВЦ «Докучаєвське» Державного біотехнологічного університету.

Попередником пшениці озимої був чистий пар після соняшника. Після збирання соняшника проводили одне дискування на глибину 8–10 см, а через три тижні – оранку на глибину 25–27 см. В основне внесення добрив не вносили.

Навесні, після настання фізичної стиглості ґрунту поле боронували середніми боронами і до сівби пшениці озимої проводили п'ять культивацій, останню (передпосівну) – на глибину загортання насіння – 4,0–5,0 см. Сівбу в 2022 в 2023 рр. проводили 28 і 25 вересня відповідно, на глибину 4,0 см. Одночасно з сівбою вносили комплексне добриво COMPLEX(N₁₅P₁₅K₁₅S₈ + Zn) з розрахунку 120 кг/га. ф. р.

Дослідження проводили на посухостійкому, високоврожайному сорті пшениці м'якої озимої – Богдана, створеному двома установами: Інститутом фізіології рослин і генетики НААН та Миронівським інститутом ім. В.М. Ремесла НААН. Цей сорт рекомендований для вирощування в Поліській, Лісостеповій та Степовій зонах України.

Двохфакторний дослід закладено методом розщеплених ділянок у трьох повтореннях в один ярус. Ділянками першого порядку (чинник *A*) були три варіанти ширини міжрядь: 1 – 15 см (контроль); 2 – 30 см і 3 – 15+30 см (відстань між рядками у стрічці 15 см, а між стрічками – 30 см). Ділянками другого порядку (чинник *B*) були чотири варіанти норми висіву насіння: 400; 450; 500 і 550 шт./м². Площа посівної і облікової ділянки другого порядку становила 40,0 і 30,0 м² відповідно. Агротехніка в досліді була загальноприйнятою для району досліджень за виключенням поставлених на вивчення питань.

Погодні умови під час вегетації посівів пшениці озимої в роки досліджень істотно відрізнялися як за температурним режимом, так і за кількістю опадів. У 2022-2023 рр. вони були сприятливі, тоді як у 2023-

2024 рр. навпаки, – несприятливі. При цьому найбільше розрізнялися саме умови весняно-літніх періодів. Так, у період з квітня по липень включно, у 2023 р. випало 255 мм опадів, тоді як у 2024 р. – лише 62 мм. При цьому і розподіл опадів за цей період значно відрізнявся. У 2023 р. він був відносно рівномірний, зокрема у квітні, травні, червні та липні випало 52,0 мм, 59,1, 65,5 і 78,4 мм відповідно. У 2024 р. у квітні та травні випало 43,0 і 19,0 мм, а в наступні місяці дощів не було зовсім.

За температурним режимом погодні умови 2022-2023 рр. також були сприятливими як осінньо-зимовий, так і весняно-літній період. У осінньо-зимовий період вегетації пшениці в 2023-2024 рр. температурний режим також сприяв нормальному росту та розвитку рослин, але температури весняно-літнього періоду призводили до стресів у рослин, які усугублялися гострим дефіцитом вологи в літній період. Так, починаючи з початку третьої декади червня і фактично до збирання врожаю, середньодобові температури перевищували 28,0 °С, нерідко в день сягаючи 37,0 °С. Значний температурний стрес наносили рослинам пшениці також аномально низькі температури наприкінці першої і початку другої декади травня, опускаючись вночі до мінус 4°С.

Отже, значні розбіжності за температурним режимом, кількістю опадів і їх розподілом протягом вегетації посівів пшениці озимої в роки досліджень вносили значні «корективи» в процеси росту та розвитку рослин, що значно позначилося як на їх продуктивності, так і фактичній врожайності зерна. У той же час, така значна розбіжність за погодними умовами дала можливість більш повно дослідити, проаналізувати та порівняти досліджувані поєднання варіантів норми висіву насіння та ширини міжрядь за показниками продуктивності рослин і врожайності зерна досліджуваного сорту пшениці озимої.

Закладання досліду та визначення основних показників продуктивності рослин, проводили за загальноприйнятими методиками [19, 20]. Дисперсійний аналіз здійснювали в програмному пакеті Microsoft Excel на базі методик Б.О. Доспехова [21].

Результати досліджень та їх обговорення. Основними складовими, що визначають продуктивність рослин є кількість і маса зерен на одній рослині. При цьому маса зерен однієї рослини на пряму пов'язана з їх масою 1000 штук. За однакової озерненості, саме маса 1000 зерен визначає який варіант є більш продуктивний.

Третім ключовим показником, який поряд із масою зерна з рослини визначає продуктивність посівів, є густина рослин на момент збирання. Саме від сполучення цих показників залежить рівень продуктивності (урожайності) посівів. Нижча продуктивність рослин може компенсуватися вищою їх густиною і навпаки.

Цілком логічно, що у дослідях з різними варіантами густоти посівів і рівномірності розподілу рослин по площі, найбільших змін зазнаватиме

саме густота рослин перед збиранням, проте і елементи продуктивності рослин, за різного рівня конкурентної боротьби також можуть значно розрізнятися. І чим більше досліджуваний діапазон норм висіву та рівномірності розподілу рослин по площі, тим більшими мають бути розбіжності між елементами продуктивності рослин.

Результати отриманих досліджень це підтвердили. При цьому вплив досліджуваних сполучень норми висіву насіння та ширини міжрядь на досліджувані показники продуктивності дещо розрізнявся. Одні показники зазнавали більших змін, інші – менших.

З підвищенням норми висіву насіння озерненість рослини, внаслідок зростання конкуренції між ними, закономірно зменшувалася. При цьому більшою мірою це проявлялося на варіантах з міжряддями 30 см. Зокрема, в погодних умовах 2023 р. з підвищенням норми висіву насіння від 400 до 550 шт./м² озерненість рослини на варіантах з міжряддями 15 см зменшувалася на 1,8 шт. (4,3 %), а з міжряддями 30 см – на 4,3 шт. (10,8 %) (табл. 1). Аналогічна закономірність відмічалася і в 2024 р., а саме – у варіанті з міжряддями 15 і 30 см кількість зерен на рослині зменшувався на 4,5 і 12,1 % відповідно.

Ці результати свідчать про взаємозв'язок між досліджуваними чинниками, а саме – вплив норми висіву насіння на озерненість рослини зростав при розширенні міжрядь і це логічно, адже на варіантах з міжряддями 30 см, кількість рослин у межах рядка за однакової норми висіву насіння вдвічі вища, тож в таких посівах рослини сильніше реагують на норми висіву насіння.

Цілком закономірними були вищі показники озерненості рослин за найменшої норми висіву насіння, при чому з кожним її підвищенням на встановлений у досліді крок градації (50 шт./м²) відмічалася більш помітне зниження озерненості рослини. Так, з підвищенням норми висіву насіння від 400 до 450 шт./м², кількість зерен на рослині знижувалася неістотно – у середньому лише на 0,7 %, тоді як з її підвищенням від 500 до 550 шт./м² – на 4,5 %. При цьому на варіантах з міжряддями 30 см у середньому за два роки вона зменшилася на 5,5 %.

Розбіжність між озерненістю рослини за впливу досліджуваних варіантів міжрядь була значно меншою, ніж за норми висіву насіння – у 2023 р. – 2,6 %, у 2024 р. – 3,5 %. При цьому вплив ширини міжрядь значно залежав від норми висіву насіння. Наприклад, у 2024 р., озерненість рослини за впливу ширини міжрядь на варіантах з нормою висіву насіння 400 шт./м² варіювала в межах від 32,4 до 33,0 шт. (діапазон розбіжності – лише 0,6 зернини, або 1,8 %), тоді як за норми висіву насіння 550 шт./м² – у межах від 28,9 до 31,0 шт. (діапазон розбіжності показника – 2,1 зернини, або 7,3 %).

Впливу досліджуваних чинників на зміну маси 1000 зерен фактично не було. При цьому відмічалася тенденція щодо її збільшення за умови

зменшення конкуренції між рослинами, тобто зменшення норми висіву насіння та звуження міжрядь. У цілому це закономірно, адже маса 1000 це детермінована сортова ознака, яка за різних варіантів технології вирощування сильно не змінюється. Хіба що система живлення істотно впливає на неї.

Таблиця 1. Основні елементи продуктивності рослин пшениці озимої за сполучення різних варіантів міжрядь і норми висіву насіння

Рік	Міжряддя, см (чинник А)	Норма висіву насіння, шт./м ² (чинник В)	Зерен на рослині, шт.	Маса 1000 зерен, г	Маса зерен з рослини, г
2023	15	400	43,1	44,3	1,91
		450	42,6	44,4	1,89
		500 (κ)	42,0	44,3	1,86
		550	41,3	44,1	1,82
	30	400	44,1	44,4	1,96
		450	43,6	44,3	1,93
		500 (κ)	41,6	44,2	1,84
		550	39,8	44,0	1,75
	15+30	400	44,7	44,3	1,98
		450	44,7	44,3	1,97
		500 (κ)	43,2	44,4	1,92
		550	41,0	44,1	1,81
	Середнє за міжряддями	15	42,3	44,3	1,87
		30	42,3	44,2	1,87
		15+30	43,4	44,3	1,92
	Середнє по досліді			42,7	44,3

Продовж. табл. 1

2024	15	400	32,4	40,8	1,32
		450	32,1	40,8	1,31
		500 (к)	31,3	40,9	1,28
		550	31,0	40,7	1,26
	30	400	32,4	41,0	1,33
		450	31,9	40,8	1,30
		500 (к)	30,8	40,9	1,26
		550	28,9	40,8	1,18
	15+30	400	33,0	40,9	1,35
		450	32,8	40,9	1,34
		500 (к)	32,3	40,9	1,32
		550	30,4	40,8	1,24
	Середнє за міжряддями	15	31,7	40,8	1,29
		30	31,0	40,9	1,27
		15+30	32,1	40,9	1,31
	Середнє по досліді		31,6	40,9	1,29

Разом з тим, вона зазнає значних змін за впливу погодних умов. У посушливих і спекотних умовах, насамперед під час наливу зерна, вона може зменшуватися дуже сильно, виходячи за межі встановлених «паспортних» характеристик. Саме тому, в аномально посушливих і спекотних умовах під час наливання зерна в 2024 р., у середньому по досліді вона становила 40,9 г при цьому, згідно з сортовими характеристиками, маса 1000 зерен сорту Богдана становить 44,0–48,0 г.

Вплив досліджуваних чинників на масу зерна з рослини був вищий, ніж на її озерненість і це логічно, адже зниження густоти рослин приводило як до формування більшої кількості зерен на рослині, так і до збільшення їх маси 1000 штук. У цілому по досліді найбільша маса зерна з рослини була на варіантах сполучення норми висіву насіння 400 шт./м²

з міжряддями за схемою 15+30 см – 1,98 г у 2023 р. і 1,35 г – у 2024 р. (табл. 1).

Поступаючись за показниками продуктивності рослини, вищі норми висіву показували перевагу за кількістю рослин на одиниці площі. Логічно, що найбільша густина рослин за всіх міжрядь була за норми висіву насіння 550 шт./м² (табл. 2).

Таблиця 2. Кількість рослин пшениці озимої перед збиранням за сполучення досліджуваних міжрядь і норм висіву насіння, шт./м²

Норма висіву насіння, шт./м ²	Ширина міжрядь, см			Середнє
	15 (к)	30	15+30	
2023 рік				
400	281	279	284	281
450	308	311	311	310
500 (к)	333	337	337	336
550	354	352	358	355
Середнє	319	320	323	321
2024 рік				
400	264	264	267	265
450	288	287	291	289
500 (к)	310	308	313	310
550	324	318	328	323
Середнє	297	294	300	297

Варто відмітити тенденцію поступового зменшення різниці за кількістю рослин за підвищення норми висіву насіння на черговий крок градації, що знову таки пов'язано з ефектом зростання конкуренції між рослинами і відповідно їх більшої редукції. Більшою мірою це проявлялося в менш сприятливих погодних умовах 2024 р. Наприклад, з підвищенням норми висіву насіння від 400 до 450 шт./м², кількість рослин перед збиранням у середньому зростала на 24 шт./м² (265 шт./м² за норми висіву насіння 400 шт./м² і 289 шт./м² – за висіву 450 нас./м²),

тоді як з підвищенням від 500 до 550 шт./м² – лише на 13 шт./м² (310 шт./м² – за висіву 500 нас./м² і 323 шт./м² – за висіву 550 нас./м²).

Вплив досліджуваних варіантів міжрядь на кількість рослин перед збиранням був значно меншим. У середньому за нормами висіву різниці між ними взагалі фактично не було. При цьому відмічалася тенденція збільшення різниці між кількістю рослин перед збиранням за різних міжрядь із загушенням посівів у несприятливих погодних умовах 2024 р. Наприклад, різниця за кількістю рослин перед збиранням на різних варіантах міжрядь за норми висіву насіння 400 шт./м² становила 3 шт./м², тоді як за норми висіву 550 нас./м² – 10 шт./м².

Отже, закономірність впливу досліджуваних чинників на елементи продуктивності рослин і їх густоту перед збиранням була різною. Зі зменшенням норми висіву насіння показники продуктивності підвищувалися, але кількість рослин на одиниці площі зменшувалася. Оптимізація розподілу рослин по площі живлення, тобто створення крайового ефекту при розміщенні за схемою 15+30 см забезпечувало як підвищення елементів продуктивності рослини, так і збереження більшої їх кількості на момент збирання врожаю.

Здавалося б, що при сівбі насіння з міжряддям 30 см, досягається крайовий ефект з обох сторін, однак цей варіант з точки зору елементів продуктивності рослин і їх густоти перед збиранням поступався іншим варіантам через надмірне загушення рослин у рядку. Так, навіть за найменшої досліджуваної норми висіву насіння – 400 шт./м², за цих міжрядь на одному погонному метрі розміщується 120 рослин, при цьому відстань між рослинами в рядку буде меншою 1,0 см, що значно посилює їх тиск одна на одну. За рядкової сівби з міжряддями 15 см і здвоєння рядків (15+30 см), при цій нормі висіву, кількість рослин на погонному метрі буде значно меншою – 60 і 80 шт./м² відповідно.

Як ми і передбачали, врожайність зерна пшениці озимої значно варіювала по варіантах досліджу. Діапазон її розбіжності перевищував 20,0 % (у 2023 р. – 22,2 %, у 2024 р. – 20,3 %), що доводить важливу роль оптимізації сполучення норми висіву насіння з шириною міжрядь для отримання вищих показників урожайності зерна.

Найвища врожайність зерна пшениці озимої сорту Богдана формувалася на варіантах з міжряддями 15+30 см. У середньому за нормами висіву насіння в 2023 і 2024 рр. вона становила 5,78 і 3,63 т/га, що на 0,22 і 0,15 т/га відповідно вище ніж на контролі (сівба з міжряддями 15 см) за НІР₀₅ – 0,17 і 0,12 т/га. Найменша врожайність зерна була на варіантах з шириною міжрядь 30 см – 5,50 т/га у 2023 р. і 3,39 т/га в 2024 р. (табл. 3). За проведеним статистичним аналізом вона була на одному рівні з контролем цього чинника.

Ефективність досліджуваних варіантів міжрядь значною мірою залежала від норми висіву насіння. Зокрема, в погодних умовах 2023 р.,

найвища, статистично доведена врожайність зерна на варіантах з міжряддями 15 см формувалася за норми висіву насіння 550 шт./м² – 6,05 т/га, з міжряддями 30 см за норми висіву 450 шт./м² – 5,55 т/га і у варіанті з міжряддями за схемою 15+30 см за норми висіву 500 шт./м² – 6,09 т/га. Збільшення норми висіву понад 450 шт./м² на варіантах з міжряддями 30 см і понад 500 шт./м² на варіантах з міжряддями за схемою 15+30 см не забезпечувало істотного підвищення врожайності.

Таблиця 3. Урожайність зерна пшениці озимої за різних варіантів сполучення ширини міжрядь і норми висіву насіння, т/га

Норма висіву насіння, шт./м ² (чинник B)	Ширина міжрядь, см (чинник A)			Середнє
	15 (κ)	30	15+30	
2023 рік				
400	4,98 ^{1*}	5,17 ¹	5,22 ¹	5,12 ^{I**}
450	5,44 ²	5,55 ²	5,71 ²	5,56 ^{II}
500 (κ)	5,78 ³	5,65 ²	6,09 ³	5,84 ^{III}
550	6,05 ⁴	5,62 ²	6,11 ³	5,93 ^{III}
Середнє	5,56 ^{I**}	5,50 ^I	5,78 ^{II}	5,61
НІР ₀₅ (головного ефекту A) – 0,17 т/га; НІР ₀₅ (головного ефекту B) – 0,20 т/га; НІР ₀₅ (часткових порівнянь A) – 0,25 т/га; НІР ₀₅ (часткових порівнянь B) – 0,27 т/га.				
2024 рік				
400	3,16 ¹	3,20 ¹	3,35 ¹	3,24 ^I
450	3,43 ²	3,41 ²	3,62 ²	3,49 ^{II}
500 (κ)	3,62 ³	3,53 ²	3,80 ³	3,65 ^{III}
550	3,71 ³	3,40 ¹	3,73 ²	3,61 ^{II}
Середнє	3,48 ^I	3,39 ^I	3,63 ^{II}	3,50
НІР ₀₅ (головного ефекту A) – 0,12 т/га; НІР ₀₅ (головного ефекту B) – 0,13 т/га; НІР ₀₅ (часткових порівнянь A) – 0,17 т/га; НІР ₀₅ (часткових порівнянь B) – 0,18 т/га.				

Продовж. табл. 3

Середнє за роками				
400	4,07	4,19	4,29	4,18
450	4,44	4,48	4,67	4,53
500	4,70	4,59	4,95	4,75
550	4,88	4,51	4,92	4,77
Середнє	4,52	4,44	4,71	4,56

Примітка: * – рангові групи для ефектів часткових порівнянь чинника В; ** – рангові групи для головних ефектів чинників.

Вища ефективність сівби з міжряддями 15 см за висіву 550 нас./м² зумовлена меншою конкуренцією між рослинами в рядку. Зокрема, за однакової норми висіву насіння, відстань між рослинами в рядку на варіантах з міжряддями 15 см є вдвічі більшою, ніж за міжрядь 30 см. Саме з цим пов'язана тенденція збільшення переваги рядкового способу сівби за вищих норм висіву насіння.

Подібна закономірність відмічена і в погодних умовах 2024 р. При цьому, на варіантах з міжряддями 15 см найвищою (3,62 т/га) вона була за меншої норми висіву насіння – 500 шт./м². Подальше підвищення норми висіву насіння до 550 шт./м² не приводило до істотного її підвищення. Приріст становив 0,09 т/га на НІР₀₅ – 0,12 т/га. На варіантах із міжряддями 30 см і 15+30 см найвищою врожайність була за тих самих норм висіву насіння, що і в 2023 р.

У цілому по досліді, найвища врожайність зерна пшениці формувалася на варіанті поєднання норми висіву насіння 500 шт./м² з міжряддям за схемою 15+30 см – 6,09 т/га у 2023 р. і 3,80 т/га – у 2024 р. З підвищенням норми висіву насіння від 500 до 550 шт./м² у 2023 р. приріст урожайності зерна за цих міжрядь був мінімальний і статистично не доведений, а в 2024 р. взагалі відмічалася тенденція її зниження, що логічно, оскільки в умовах тривалого температурного стресу і гострої посухи, рослини формують вищі врожаї за менших норм висіву, ніж у нормальних умовах.

Перевага за врожайністю зерна варіантів з міжряддями 15+30 см на нашу думку, як раніше відмічалось, пов'язана з так званим крайовим ефектом, що дозволяє кожному рядку між смугами більш повноцінно розвиватися. До того ж, відстань між рослинами в рядку за таких міжрядь у півтори рази більша, ніж на варіантах з міжряддями 30 см.

Висновки. Доведена висока ефективність сівби пшениці озимої з міжряддями за схемою 15+30 см. За всіх досліджуваних варіантів норми висіву насіння ці міжряддя забезпечили формування найвищої врожайності зерна досліджуваного сорту пшениці озимої. Найвищу врожайність зерна отримали у варіанті сполучення норми висіву насіння 500 шт./м² з міжряддям за схемою 15+30 см – 6,09 т/га в 2023 р. і 3,80 т/га – в 2024 р. Подальше підвищення норми висіву насіння не забезпечувало росту врожайності зерна. Важливо підкреслити, що такі результати отримано у роки, що значно відрізнялися за погодними умовами, що дає підставу рекомендувати цю комбінацію норми висіву насіння і ширини міжрядь для сівби пшениці озимої як в сприятливих, так і посушливих регіонах вирощування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вінюков О.О., Лапко О.Б. Вплив норм висіву на формування показників продуктивності пшениці озимої різновидів *Lutescens* та *Erythrospertum* в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2023. №18. С. 7–13. doi: [10.32848/agrar.innov.2023.18.1](https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.1)

2. Тимофєєв М.М., Бондарева О.Б., Вінюков О.О. Біологізація рослинництва – основа формування сталих агробіоценозів. *Зернові культури*. 2017. Т.1. №1. С. 79–85.

3. Нетіс І.Т. Пшениця озима на півдні України [монографія]. Херсон: Олдіплюс. 2011. 460 с.

4. Вінюков О.О., Бондарева О.Б., Коробова О.М., Чугрій Г.А. Вплив біопрепаратів на продуктивність пшениці озимої на різних фонах живлення в умовах Донецької обл. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 41–47. doi: [10.31073/agrovisnyk201811-06](https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-06)

5. Василюк П.М., Улич Л.І., Корхова М.М., Терещенко Ю.Ф. Еколого-адаптивний підхід до реалізації потенціалу продуктивності пшениці м'якої озимої. *Зб. наук. праць Уманського НУС, Агронімія*. 2012. Вип. 80. С. 15–21.

6. Hotea I., Dragomirescu M., Colibar O., Tirziu E., Herman V., Berbecea A., Radulov I. The Influence of Climate Conditions and Meteorological Factors on the Nutritional Value of Wheat (*Triticum Aestivum* L.) Used for Human and Animals Nutrition, in Romania. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2021. 906(1), Article 012019. doi: [10.1088/1755-1315/906/1/012019](https://doi.org/10.1088/1755-1315/906/1/012019)

7. Гирка А.Д., Педаш О.О., Кулик І.О., Вінюков О.О., Іщенко В.А. 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. doi: [10.15421/201704](https://doi.org/10.15421/201704)

8. Twizerimana A., Niyigaba E., Mugenzi I., Ngnadong W., Li C., Hao T., Hai, J. The Combined Effect of Different Sowing Methods and Seed Rates

on the Quality Features and Yield of Winter Wheat. *Agriculture*. 2020. 10(5), 153. doi:10.3390/agriculture10050153

9. Присяжнюк Л.М., Хоменко С.О., Ляшенко С.О., Мельник С.І. Показники продуктивності нових сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) залежно від факторів вирощування. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2022. 18(4), 273–282. doi:10.21498/2518-1017.18.4.2022.273989

10. Землеробство з основами агрохімії: підруч. [для студентів вищ. навч. закл.] / В.П. Гудзь, А.П. Лісовал, В.О. Андрієнко. К.: Центр учбової літератури, 2007. 408 с.

11. Корхова М.М. Продуктивність сортів пшениці м'якої озимої залежно від строків сівби та норм висіву в умовах Південного Степу України. Дис... канд. с.-г. наук, 06.01.09. Херсон. 2015. 204 с.

12. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур [підручник]. Львів: «Українські технології», 2006. 730 с.

13. Вожегова Р., Заєць С. Практика показує, що обмаль вологи в зоні Південного Степу можна компенсувати розміщенням озимої пшениці по чорному пару. *Зерно і хліб*. 2013. №4. С. 36–38.

14. Рудник-Іващенко О.І. Особливості вирощування озимих культур за умов змін клімату. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2012. № 2. С. 8–10.

15. Технологія вирощування насіння пшениці озимої (Методичні рекомендації) / За ред. кандидатів с.-г. наук А.А. Сіроштана, В.П. Кавунця. Центральне, 2023. 37 с.

16. Гармашов В.Н., Николаев Е.В., Федорова Н.А. Озимая пшеница в Степи Украины. *Пшеница*. Киев: Урожай, 1989. С. 179–191.

17. Лихочвор В.В. Основні складові успішного врожаю озимої пшениці. *Журнал Агроном [Ел. ресурс]*. Адреса: <https://www.agronom.com.ua/optymizatsiya-parametriv-struktury-vrozhayu-ozymoyi-pshenytsi/>

18. Урожайность пшеницы в Украине, технология выращивания и подкормка удобрениями [Ел. ресурс]. Адреса: <https://reacom.com.ua/news/urozhaynost-pshenitsy/>

19. 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 «ТД Едельвейс і К», 2014. 332 с.

20. 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.

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

REFERENCES

1. Vinyukov O.O. (2023). The 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. doi: [10.32848/agrar.innov.2023.18.1](https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.1)
2. Timofeev M.M., Bondareva O.B., Vinyukov O.O. (2017). Biological of crop production is the basis for the formation of sustainable agrobiocenoses. *Cereal crops*. Vol. 1. № 1. P. 79–85.
3. Netis I.T. (2011). Winter wheat in the south of Ukraine [monograph]. Kherson: Oldiplus. 460 p.
4. Vinyukov O.O., Bondareva O.B., Korobova O.M., Chugrii G.A. (2018). The effect of biological preparations on the productivity of winter wheat on different nutritional backgrounds in the conditions of the Donetsk region. *Bulletin of agricultural science*. № 11. P. 41–47. doi: [10.31073/agrovisnyk201811-06](https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-06)
5. Vasylyuk P.M., Ulych L.I., Korkhova M.M., Tereshchenko Yu.F. (2012). An ecologically adaptive approach to realizing the productivity potential of soft winter wheat. *Collection of scientific works of the Uman National University of Science and Technology, Agronomy*. № 80. P. 15–21.
6. Hotea I., Dragomirescu M., Colibar O., Tirziu E., Herman V., Berbecea A., Radulov I. (2021). The Influence of Climate Conditions and Meteorological Factors on the Nutritional Value of Wheat (*Triticum Aestivum* L.) Used for Human and Animals Nutrition, in Romania. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 906(1), Article 012019. doi:10.1088/1755-1315/906/1/012019
7. Girka A.D., Pedash O.O., Kulyk I.O., Vinyukov O.O., Ishchenko V.A. (2017). Productivity of winter wheat depending on the time of sowing and the rate of sowing after winter rape in the conditions of the Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. № 7(1). P. 30–36. doi: [10.15421/201704](https://doi.org/10.15421/201704)
8. Twizerimana A., Niyigaba E., Mugenzi I., Ngnadong W., Li C., Hao T., Hai, J. (2020). The Combined Effect of Different Sowing Methods and Seed Rates on the Quality Features and Yield of Winter Wheat. *Agriculture*. 10(5), 153. doi:10.3390/agriculture10050153
9. Prysiazhniuk S.O., Khomenko S.O., Lyashenko S.O., Melnyk C.I. (2022). Productivity indicators of new varieties of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) depending on growing factors. *Plant Varieties Studying and Protection*. 18(4), 273–282. doi:10.21498/2518-1017.18.4. 2022.273989
10. Agriculture with the basics of agro chemistry: textbook [for students of higher educational institutions] / V.P. Hudz, A.P. Lisoval, V.O. Andrienko. Kyiv: Center of Educational literature, 2007. 408 p.
11. Korkhova M.M. (2015). Productivity of soft winter wheat varieties depending on sowing dates and sowing rates in the conditions of the Southern

Steppe of Ukraine: dissertation of the candidate agriculture of science: 06.01.09 – crop production. Kherson. 2015. 204 p.

12. Lykhochvor V.V., Petrychenko V.F. (2006). Crop production. Modern intensive technologies of cultivation of the main field crops [textbook]. Lviv: «Ukrainian Technologies». 730 p.

13. Vozhegova R., Zayets S. (2013). Practice shows that the lack of moisture in the Southern Steppe zone can be compensated for by placing winter wheat on black steam. *Grain and bread*. № 4. P. 36–38.

14. Rudnyk-Ivashchenko O.I. (2012). Peculiarities of growing winter crops under condition of climate change. *Varietal research and protection of rights to plant varieties*. №2. P. 8–10.

15. Technology of growing winter wheat seeds (*methodological recommendations*) / Under the editorship A.A. Sirostana, V.P. Kavuntsia. Centralne. 2023. 37 p.

16. Garmashov N.V., Nikolayev E.V., Fedorova N.A. (1989). Winter wheat in the steppes of Ukraine. *Wheat*. Kyiv: Vrozhaiu. P. 179–191.

17. Lykhochvor V.V. The main components of a successful winter wheat harvest. *Journal Agronom*. E-mail resource: <https://www.agronom.com.ua/optymizatsiya-parametriv-struktury-vrozhayu-ozymoyi-pshenytsi/>

18. Wheat yield in Ukraine, cultivation technology and fertilizing. E-mail resource: <https://reacom.com.ua/news/urozhaynost-pshenitsy/>

19. Yeschenko V.O., Kopytko P.G., Kostogryz P.V., Opryshko V.P. (2014). Basics of scientific research in agronomy: a textbook. Edition 2nd, corrected and supplemented. Vinnytsia. PE «TD Edelweiss and K», 332 p.

20. 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.

21. Dospekhov B.A. (1985). Methodology of field experiments (with the basics of statistical processing of research results), Moscow: Agropromizdat, 351 p.

A.A. Rozhkov, professor

A.V. Kuts, professor

M.A. Bobro, professor

L.M. Potashova, associate professor

State biotechnological university

Kharkiv, Ukraine

PRODUCTIVITY OF PLANTS AND GRAIN YIELD OF WINTER WHEAT UNDER DIFFERENT OPTIONS OF COMBINATION OF WIDTH BETWEEN ROWS AND SEED SOWING RATE

Are presented the results of three-year studies on the complex impact of various combinations of seed sowing rates with row spacing on the elements of plant productivity