

ВПЛИВ ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН І СПОСОБУ СІВБИ НА АДАПТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ ГІБРИДІВ РІПАКУ ОЗИМОГО В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЛІСОСТЕПУ

Сергій ВАСИЛЕНКО, аспірант, ORCID: 0009-0004-7468-2291
Ігор ВЕРЕЩАГІН, кандидат сільськогосподарських наук, ORCID: 0000-0002-6589-5138
Сумський Національний Аграрний Університет
вулиця Герасима Кондратьєва, 160, Суми, Сумська область, 40000, Україна,
e-mail: sergii87y@gmail.com

У зв'язку зі зростанням попиту на ріпак озимий як сировину для кормової, харчової та енергетичної промисловості, а також із обмеженістю орних площ та мінливими кліматичними умовами, постає потреба в удосконаленні агротехнічних підходів до його вирощування. Метою дослідження було визначити вплив способу сівби, ширини міжряддя та системи удобрення на розвиток і адаптивні властивості гібридів ріпаку озимого в умовах Лісостепу України, зокрема на передзимовий розвиток та зимостійкість. Встановлено, що ефективність формування продуктивного стеблостою значною мірою залежить від оптимального поєднання густоти рослин, строків сівби та способу їх розміщення у рядках.

Найбільш сприятливою густиною стояння для гібридних форм ріпаку озимого в даних умовах є 30–60 рослин/м², тоді як пізні строки сівби потребують її збільшення на 20–50 % з метою забезпечення достатньої зимостійкості й компенсаційного гілкування. З'ясовано, що рівномірне розміщення рослин у посіві сприяє покращенню адаптивної здатності гібридів, зокрема стосовно вологозабезпечення, освітлення, поживного режиму та стійкості до стресів. Паралельно із цим, значну роль у збереженні потенціалу гібридів відіграє система живлення. Встановлено, що оптимальні строки сівби (середина серпня) у поєднанні з густиною 450–550 тис. рослин/га забезпечують найкращий розвиток бічних пагонів, формування більшої кількості стручків і насіння, а також максимальну врожайність.

Пізні строки сівби та надмірна густина негативно впливають на морфоструктуру рослин і знижують масу 1000 насінин. Визначено, що спосіб сівби також істотно впливає на мікроклімат посівного ложа, виживання рослин після зими, а борозенчастий спосіб забезпечує найкращі умови для формування структури врожаю. Оптимізація густоти стояння в поєднанні зі способом сівби сприяє підвищенню врожайності на 43–60 %, що має істотне значення для підвищення рентабельності виробництва та стійкості агроєкосистем.

Ключові слова: ріпак озимий, густина стояння рослин, спосіб сівби, адаптивні властивості, перезимівля ріпаку, міжряддя, добро.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons

Вступ

Ріпак озимий (*Brassica napus* L.) є однією з провідних олійних культур, що вирощується в умовах Центрального Лісостепу України, зокрема для отримання високоякісної харчової олії та виробництва біопалива. Завдяки збалансованому вмісту життєво важливих високомолекулярних карбонових кислот – лінолевої (19–20 %), ліноленової (до 9 %) та олеїнової (55–63 %), а також жиророзчинних вітамінів (Е – 19 мг/100 г, К – 150 мг/100 г, провітамін А – 550 мг/100 г) і мікроелементів (кальцій, мідь, марганець, магній, цинк тощо), ріпакова олія є цінним продуктом (Коротькова І. В. та ін., 2023).

Одним із ключових факторів, що впливають на продуктивність та адаптивність гібридів ріпаку в умовах змінного клімату й ґрунтової родючості, є густина стояння рослин та спосіб сівби. Раціональне поєднання цих агротехнічних прийомів дозволяє покращити адаптивні властивості культури, забезпечити рівномірний розвиток рослин, оптимізувати використання ресурсів та підвищити стійкість до стресових чинників довкілля.

Відомо, що Україна стабільно входить до десятки найбільших виробників ріпаку у світі та посідає провідні позиції серед п'яти основних експортерів цієї культури (Ріпак в Україні та світі. (n.d.). KWS). При цьому лише близько 12 % урожаю переробляється всередині країни, тоді як переважна більшість реалізується у вигляді насіння на зовнішніх ринках. Такий підхід забезпечує оперативну реалізацію продукції без потреби тривалого зберігання, що є критично важливим в умовах воєнного часу, а також сприяє підвищенню прибутковості виробництва та надходженню валютної виручки на фоні зменшення рентабельності вирощування традиційних зернових культур (Чайківський І., 2022).

Під урожай 2022 року посівні площі озимого ріпаку в Україні сягнули рекордних за останні 12 років понад 1,4 млн га, хоча зібрати вдалося лише з 1,1 млн га через обмеження, пов'язані з військовими діями. У 2023 році площі під культурою залишалися на високому рівні – близько 1,2 млн га. За умови дотримання технологічних вимог вирощування та сприятливих погодних умов,



це створює передумови для ще вищого валового збору у 2024 році порівняно з рекордним 2023 роком. (Ріпак в Україні 2023: врожай, темпи експорту та ціна. (n.d.). *SuperAgronom.com.*)

Продуктивність озимого ріпаку визначається, зокрема, швидкістю росту та тривалістю вегетаційного періоду, що вказує на значний потенціал для подальшого підвищення врожайності. Разом з тим темпи росту і розвиток рослин значною мірою залежать від кліматичних умов та застосованих агротехнологій. Одним із ключових чинників досягнення високих урожаїв у зоні ризикованого землеробства, до якої належить і Центральний Лісостеп, є формування життєздатних рослин, стійких до низьких температур, тобто якісна підготовка до перезимівлі (Harker K. N., 2017, Oduma O., 2017).

Також, в умовах зміни клімату, зростання цін на ресурси та військових викликів, які знижують доступність площ і агротехнічного обслуговування, надзвичайно важливим є розроблення адаптивних технологій вирощування культур із високим експортним потенціалом, до яких належить ріпак озимий.

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю підвищення ефективності використання посівних площ, забезпечення високої виживаності рослин у зимовий період та стабільності врожаю в складних умовах. Зокрема, удосконалення параметрів сівби та густоти стояння є резервом підвищення продуктивності без значних додаткових витрат.

Метою дослідження було встановлення впливу густоти стояння рослин та способу сівби на адаптивні властивості гібридів ріпаку озимого в умовах Центрального Лісостепу України для оптимізації агротехнічних рішень і підвищення стійкості культури до несприятливих чинників довкілля.

Сутність і стан наукової проблеми. Одним із визначальних факторів для забезпечення стабільної продуктивності ріпаку озимого є його здатність адаптуватися до конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Сучасні дослідження підтверджують, що густота стояння рослин та спосіб сівби мають суттєвий вплив на формування продуктивного стеблостую, розвиток кореневої системи, накопичення біомаси та стійкість до стресових чинників, зокрема в період осіннього загартування та перезимівлі.

Попри наявність окремих напрацювань у цій галузі, потребує уточнення і доповнення питання адаптивної відповіді новітніх гібридів ріпаку на різні варіанти густоти стояння та способів сівби саме в зоні Центрального Лісостепу.

Теоретичне і практичне значення. Отримані результати сприятимуть розширенню наукових уявлень про адаптаційні механізми ріпаку озимого у відповідь на зміну просторової організації посівів. Практичне значення полягає в розробці

рекомендацій щодо оптимального поєднання густоти стояння рослин і способу сівби для умов Центрального Лісостепу, що дозволить агровиборникам підвищити рентабельність вирощування культури та забезпечити стабільність посівів у період зимівлі. Це, своєю чергою, сприятиме подальшому розвитку технологій ресурсозберігаючого землеробства.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Упродовж останніх двох десятиліть в Україні спостерігається активне відродження ріпаку озимого як важливої промислової олійної культури. Цей процес був зумовлений виведенням нових високопродуктивних сортів і гібридів, а також розробленням інтенсивних технологій вирощування, що дало змогу значно розширити агровиборничий потенціал культури в різних природно-кліматичних зонах (Гаврилук Н. В., Бабич А. О., Поліщук В. М; 2020, Коротькова І. В., Дробітько А. М., 2023).

Станом на сьогодні в Україні зареєстровано понад 230 сортів і гібридів ріпаку озимого як вітчизняної, так і іноземної селекції, що створює передумови для широкої адаптації культури до умов вирощування та реалізації її генетичного потенціалу (Міністерство аграрної політики України, 2023).

Серед вітчизняних наукових установ, які здійснюють селекцію ріпаку, слід відзначити Івано-Франківський інститут АПВ НААН, НУБіП України, Інститут олійних культур НААН, ННЦ «Інститут землеробства НААН», а також низку дослідних станцій і приватних підприємств.

Водночас дедалі більшу частку ринку займають гібриди іноземного походження, зокрема компаній *Bayer, Monsanto, Pioneer, Syngenta, KWS* та інших (Шевченко І.М; 2019). Це розширення сортового складу обумовлює потребу в проведенні комплексної агроєкологічної оцінки форм ріпаку озимого щодо їхньої продуктивності, зимостійкості та адаптивних властивостей у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах (Прокопчук В.І., Співак Л.А; 2020).

Відомо, що адаптація гібридів ріпаку до умов вирощування значною мірою визначається такими факторами, як густота стояння рослин, спосіб сівби, рівень мінерального живлення та агрофітосанітарний стан посівів. Особливої актуальності набуває проблема оптимізації цих чинників в умовах Центрального Лісостепу України, де спостерігаються значні коливання погодних умов і часті прояви абіотичних стресів (Гордієнко Н. В., 2020).

Останні дослідження показують, що наявність великої кількості сортів і гібридів потребує чіткого наукового підходу до їх оцінки та класифікації за адаптивністю та продуктивністю. У цьому контексті ефективним є застосування методів кластерного аналізу, який дозволяє здійснити багатфакторну класифікацію об'єктів дослідження – не лише за окремими морфо-фізіологічними

ознаками, а й за їх комплексною реакцією на агротехнічні чинники (Гаврилюк Н. В., 2022; Ма, L., 2019; Xu, G., 2022). Такий підхід є особливо цінним для ідентифікації груп гібридів із подібною реакцією на густоту стояння, ширину міжряддя та інші прийоми сівби, що, своєю чергою, відкриває можливості для цілеспрямованої оптимізації технологій вирощування.

Таким чином, попри значну кількість досліджень, комплексна оцінка взаємозв'язку між способом сівби, густотою стояння рослин і адаптивними властивостями ріпаку озимого в умовах Центрального Лісостепу України залишається недостатньо вивченою.

Невирішеною залишається також проблема виявлення таких агротехнічних прийомів, які забезпечують максимальну реалізацію генетичного потенціалу сучасних гібридів ріпаку в умовах кліматичних змін і підвищеного біотичного тиску. Саме цим аспектам і присвячене дане дослідження.

Матеріали і методи

Польові дослідження проводилися у 2023–2024 роках на дослідному полі Інституту сільського господарства Центрального Лісостепу НААН України (с. Красногірка, Черкаська область). Агрокліматичні умови регіону – помірно континентальні, з теплим літом і достатньою кількістю опадів.

Середньорічна температура повітря $+8,2^{\circ}\text{C}$, сума активних температур за вегетаційний період ($t > 10^{\circ}\text{C}$) – близько $2800\text{--}3000^{\circ}\text{C}$, середньорічна кількість опадів – $520\text{--}580$ мм, переважно в теплий період року.

Ґрунти дослідної ділянки – чорноземи опідзолені середньосуглинисті з вмістом гумусу $3,2\text{--}3,5\%$, рН – $6,0\text{--}6,5$, забезпечення поживними речовинами: легкогідролізованого азоту – 85--

Результати та обговорення

Однією з ключових умов успішної перезимівлі ріпаку озимого є достатнє зволоження верхнього шару ґрунту, де формується основна маса кореневої системи. Відомо, що насіння ріпаку озимого проростає за температури $+2\text{--}3^{\circ}\text{C}$, а масові сходи з'являються на 5–10-й день при температурі повітря $+12\text{--}18^{\circ}\text{C}$. За оптимальних строків сівби та норм висіву до кінця осінньої вегетації рослини формують добре розвинену листову розетку.

У дослідних умовах Інституту сільського господарства Центрального Лісостепу НААН України (с. Красногірка, Черкаська обл.) польові дослідження проводилися у 2023–2024 роках, посіви ріпаку здійснювалися відповідно до схем двофакторного досліді.

Агрокліматичні умови регіону характеризуються помірно континентальним кліматом із достатньою кількістю опадів (520--

100 мг/кг ґрунту; рухомого фосфору – $105\text{--}120$ мг/кг; обмінного калію – $110\text{--}130$ мг/кг.

Було застосовано двофакторний польовий дослід:

- Фактор А – строк сівби:
 - o оптимальний (25 серпня);
 - o A_2 – пізній (5 вересня);
 - o A_3 – критично пізній (12 вересня).
- Фактор В – густина стояння рослин, тис. шт./га:
 - o B_1 – 450 тис./га;
 - o B_2 – 550 тис./га;
 - o B_3 – 600 тис./га.

Дослід закладено методом повторних ділянок у чотирикратному повторенні, розмір облікової ділянки – 25 м². Сівба проводилася кондиційним насінням із лабораторною схожістю не нижче 95% , глибина загортання – $2\text{--}3$ см. Передпосівна обробка включала коткування.

У фазі 4–6 листків (осінь) застосовували ретардант на основі метконазолу ($0,5$ л/га). Для контролю шкідників та хвороб використовували інсектициди (дельтаметрин) та фунгіциди (протіконазол). У весняний період проводили захист від склеротініозу та контролювали фомоз.

У 2023 році осінь була теплою та помірно вологою, сума опадів за серпень–жовтень становила 162 мм, температура ґрунту на глибині 5 см у період сівби – $14,8\text{--}16,3^{\circ}\text{C}$. У 2024 році умови були складнішими – сума опадів становила 96 мм, із періодами пересушування верхнього шару ґрунту.

Урожай обмолочували з облікових ділянок, перерахунок урожайності проводили з урахуванням вологості. Статистичну обробку даних виконано методом дисперсійного аналізу з використанням програми Statistica 12.0.

580 мм/рік), середньорічною температурою $+8,2^{\circ}\text{C}$, а сума активних температур за вегетаційний період становить $2800\text{--}3000^{\circ}\text{C}$.

У 2024 році, в одному з варіантів досліді, сівбу ріпаку озимого було проведено 10 серпня за середньодобової температури $+20^{\circ}\text{C}$ та вологості ґрунту близько 72% . На початку серпня в регіоні випало 18 мм опадів, що створило сприятливі умови для сівби.

З огляду на характерну для регіону посушливу погоду в серпні, строки сівби були підбрані з урахуванням короткочасного прогнозованого дощового періоду (до $25\text{--}30$ мм опадів протягом 2 днів).

Середньомісячна температура серпня становила $+23,8^{\circ}\text{C}$ (рис. 1), що сприяло дружній появі сходів через 8–10 днів після сівби – 18 серпня при ширині міжрядь 19 см і 19 серпня при ширині міжрядь 35 см.

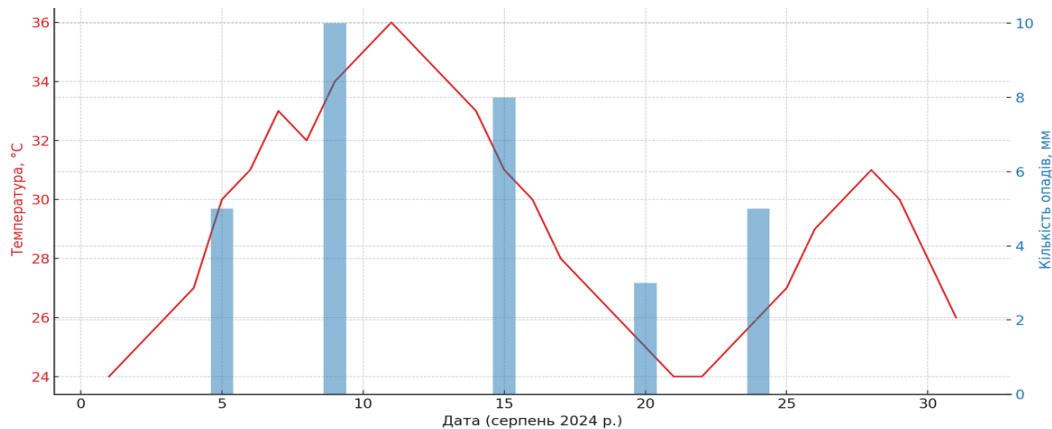


Рисунок 1. Динаміка середньомісячних температур і кількості опадів у с. Красногірка, Черкаська область (серпень 2024 р.)

Дослідження показали, що густина стояння рослин ріпаку озимого є критичним чинником, який суттєво впливає на його адаптивні властивості, зокрема на розвиток, перезимівлю, формування генеративних органів та врожайність. Оптимальне розміщення рослин у посіві забезпечує ефективніше використання агрофізичних ресурсів ґрунту, світла, вологи, поживних речовин і сприяє збалансованому росту та розвитку гібридів.

Надмірне загущення посівів, хоч і сприяє повнішому покриттю ґрунту, водночас погіршує умови освітлення нижніх ярусів, знижує ефективність фотосинтезу, підвищує ризик ураження хворобами та обмежує розвиток генеративних органів. При високій густоті стояння (понад 80–100 рослин/м² восени) спостерігалось зменшення середньої площі листя на одну рослину та кількості ефективних бічних пагонів. Водночас занадто розріджені посіви (<40 рослин/м²) можуть призвести до недоотримання врожаю, незважаючи на високий компенсаційний потенціал окремих рослин. За умов Центрального Лісостепу України встановлено, що найкращі результати досягаються при густоті стояння 50–70 рослин/м² навесні, яка формується завдяки оптимальному поєднанню способу сівби та строків. Крім того, запізнення з сівбою потребує підвищення норми висіву на 20–50 %, оскільки

рослини формуються менш розвиненими, знижена їх здатність до зимостійкості, що безпосередньо впливає на врожай. Таким чином, встановлено тісний зв'язок між строками сівби, способом сівби, густиною стояння рослин та адаптивними властивостями гібридів ріпаку озимого.

Оптимальний період сівби для Центрального Лісостепу – з 20 по 30 серпня. Сівба в цей час забезпечує вхід рослин у зиму на стадії 6–8 листків при висоті 10–15 см, діаметрі кореневої шийки 8–10 мм і розетці 15–20 см. Рекомендована густина стояння рослин – 400–500 тис./га для гібридів, що дозволяє уникнути переростання та забезпечити рівномірний розвиток. При ранніх строках сівби (до 20 серпня) існує ризик переростання, тому рекомендовано застосовувати регулятори росту. Запізнення сівби (після 5 вересня) значно знижує адаптивні властивості рослин: вони не встигають сформувати достатню розетку, що підвищує ризик вимерзання. Адаптивність гібридів ріпаку тісно пов'язана з температурними та вологісними умовами: ґрунт під час сівби повинен бути добре зволуженим, а температура – не нижче 8 °C. У фазі бутонізації та цвітіння ріпак особливо чутливий до нестачі вологи, бору та сірки, тому живлення і волога мають бути збалансованими (табл. 1).

Таблиця 1. Вплив строків сівби та густоти стояння на розвиток ріпаку озимого (Центральний Лісостеп, Україна)

Рік	Строки сівби	Густина стояння, тис. рослин/га	Дата сівби	Сходи (днів)	Стадія 6–8 листків (днів після сходів)	Укорінення	Вхід у зиму	Перезимівля	Урожайність, ц/га
2023	Оптимальні	450	25.08	4	32	добра	29.09	висока	42,6
2023	Пізні	550	05.09	5	25	середня	10.10	задовільна	38,1
2024	Оптимальні	500	27.08	3	30	добра	27.09	висока	44,3
2024	Критично пізні	600	12.09	4	20	слабке	05.10	низька	30,4

У таблиці наведено результати польових досліджень щодо впливу строків сівби та густоти стояння рослин на розвиток і продуктивність гібридів озимого ріпаку в умовах центрального Лісостепу України за 2023–2024 роки. Вивчалися

чотири варіанти – оптимальні, пізні та критично пізні строки сівби за різної густоти стояння (450–600 тис. рослин/га).

Параметри оцінювалися за рядом показників: кількість днів до появи сходів, тривалість

досягнення фази 6–8 листків після сходів, якість укорінення, дата входу у зиму, рівень перезимівлі та кінцева урожайність у центнерах з гектара.

Найвищу урожайність отримано при сівбі в оптимальні строки (25–27 серпня) з густиотою 450–500 тис. рослин/га, що забезпечило добру укоріненість, своєчасний розвиток розетки й високу зимостійкість. Пізні строки сівби (після 5 вересня) призвели до скорочення вегетаційного періоду до зими, зниження рівня укорінення та зимостійкості, а отже й зменшення врожайності на 6–14 ц/га.

Застосування регуляторів росту розглядалося лише для ранніх строків сівби з метою контролю осіннього розвитку та підвищення зимостійкості. Урожайність обраховувалася після збирання за вологості насіння 11 %, урахуваючи вплив погодних умов, температурного режиму (10–12 °C на момент сівби) та вологості ґрунту (60–70 % ППВ).

Вплив строків сівби та густоти стояння на врожайність і елементи структури врожаю озимого

ріпаку. Протягом двох років досліджень статистично значущої різниці у врожайності між роками не зафіксовано, однак строки сівби істотно впливали на структурні елементи врожаю (табл. 2). Затримка строків сівби призводила до зменшення кількості бокових пагонів, кількості та маси стручків на бічних гілках, а також до зниження маси 1000 насінин. Натомість кількість стручків і насіння на головному пагоні, а також їх маса підвищувалися. Проте загальна врожайність при пізньому сівбі знижувалась через слабший розвиток бічної частини рослини.

Густота стояння також справляла істотний вплив. Підвищення густоти сприяло формуванню більшої кількості стручків та насіння на головному пагоні, але водночас знижувало масу 1000 насінин. Зменшення густоти, навпаки, активізувало розвиток бічних пагонів, однак це також не покращувало врожайність через зменшення маси насінин.

Таблиця 2. Вплив строків сівби та густоти стояння на елементи структури врожаю ріпаку озимого

Рік	Строки сівби	Густота стояння, тис. рослин/га	Стручки на гол. пагоні, шт/м ²	Стручки на бічних пагонах, шт/м ²	Насінини в гол. пагоні, шт/м ²	Насінини в бічних пагонах, шт/м ²	Маса насіння з гол. пагона, г/м ²	Маса насіння з бічних пагонів, г/м ²	Маса 1000 насінин, г	Урожайність, ц/га
2023	Оптимальні	450	1055	320	2520	730	478	185	4,2	42,6
2023	Пізні	550	1275	45	3120	95	615	18	3,8	38,1
2024	Оптимальні	500	1060	250	2610	590	570	158	4,1	44,3
2024	Критично пізні	600	880	155	2270	370	495	115	3,5	30,4

Найвищу врожайність забезпечували оптимальні строки сівби (друга декада серпня) та густота 450–500 тис. рослин/га. Занадто пізній посів і надмірна густота призводили до зниження продуктивності через недосконалу генеративну структуру рослин.

У польовому експерименті досліджено вплив трьох рівнів густоти стояння (450, 550 і

600 тис. рослин/га) на врожайність п'яти гібридів озимого ріпаку (Pioneer, Dekalb, Чорний велетень, Берні, Атлант). Встановлено, що найвища продуктивність досягалася при густоті 550 тис. рослин/га (рис. 2), що свідчить про необхідність адаптивного підходу до норм висіву з урахуванням біологічних особливостей сорту і умов вирощування.

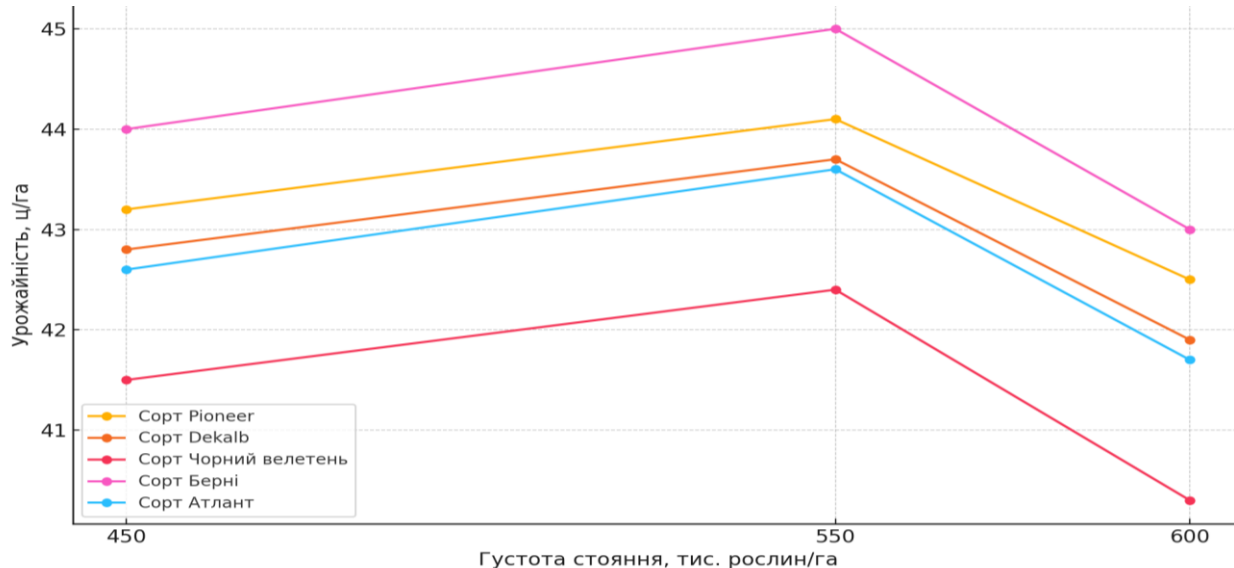


Рисунок 2. Вплив густоти стояння на врожайність гібридів ріпаку озимого



Дослідження встановило, що для більшості сучасних гібридів ріпаку озимого оптимальною є густина стояння 550 тис. рослин/га, яка забезпечує найвищу врожайність. Відхилення як у бік зменшення, так і надмірного загущення, призводить до зниження продуктивності. Це свідчить про необхідність диференційованого підходу до вибору норм висіву, з урахуванням біологічних особливостей гібриду, агроекологічних умов вирощування та способу сівби.

Вплив способу сівби на мікроклімат посівного ложа суттєво змінює гідротермічні умови проростання насіння. Прямий посів забезпечував найкращу вологість у зоні розміщення насіння, борозенчастий – середню, тоді як традиційний посів виявився найменш ефективним за цим параметром. Натомість

традиційна технологія створювала більш тепле середовище, що може прискорювати ранній розвиток, проте в умовах недостатньої вологи ефективність такого підходу є нижчою.

Кількість рослин навесні зменшилась у середньому на 14% у порівнянні з осіннім обліком, спосіб сівби не виявив істотного впливу на збереження рослин після перезимівлі. Найбільш позитивний ефект борозенчастого способу проявився у формуванні більшої кількості стручків як на рослину, так і на одиницю площі. Це пояснюється кращим розміщенням і розвитком індивідуальних рослин у загальному фітосценозі. При цьому якісні характеристики врожаю (кількість насінин у стручку, маса 1000 насінин) залишались стабільними і не зазнали значних змін під впливом методів сівби.

Таблиця 3. Вплив густоти стояння рослин і способу сівби на адаптивні властивості гібридів ріпаку озимого в умовах центрального лісостепу

Показник	Традиційний посів	Борозенчастий посів	Прямий посів	Середнє	HSD 0.05
Густина рослин навесні, шт./м ²	53,2	53,5	54,1	53,6	-
Кількість стручків на рослину	117	133	115	122	12,9
Кількість стручків на м ²	5711	6582	5829	6040	680
Кількість насінин у стручку	22,4	23,5	23,7	23,2	-
Маса 1000 насінин, г	5,39	5,31	5,46	5,39	-
Урожайність, т/га	3,42	3,58	3,34	3,45	0,213

Отримані результати підтверджують, що адаптивна реакція гібридів озимого ріпаку на метод сівби зумовлена сукупністю гідротермічних умов, густоти стояння та особливостей сорту.

Борозенчастий спосіб виявився найперспективнішим для реалізації потенціалу врожайності за рахунок кращої структури просторового розміщення рослин.

Встановлено також взаємозв'язок між методом сівби та нормою висіву. При традиційному

і прямому способах сівби спостерігалася лінійна залежність врожайності від густоти висіву: зростання густоти з 40 до 80 або з 60 до 100 насінин/м² забезпечувало підвищення урожайності.

Водночас при борозенчастому посіві спостерігалася параболічна залежність – найвищу врожайність зафіксовано при 80 насінинах/м², тоді як подальше загущення знижувало продуктивність.

Висновки

У результаті проведених досліджень встановлено, що строки сівби та густина стояння істотно впливають на формування структурних елементів врожаю та врожайність озимого ріпаку в умовах Центрального Лісостепу України. З'ясовано, що оптимальні строки сівби (друга декада серпня) у поєднанні з густиною стояння 450–500 тис. рослин/га сприяють інтенсивному розвитку бічної генеративної частини рослин, що забезпечує формування більшої кількості стручків та вищу загальну продуктивність посівів.

Затримка строків сівби погіршує ріст і розвиток бокових пагонів, призводить до зменшення кількості та маси стручків на них, зниження маси 1000 насінин, що в сукупності негативно позначається на врожайності. Водночас, спостерігається компенсаторне збільшення продуктивності головного пагона, однак цього

недостатньо для збереження рівня загального врожаю.

Збільшення густоти стояння рослин до 550–600 тис./га сприяє формуванню більшої кількості стручків на головному пагоні, проте надмірна густина пригнічує розвиток бічних пагонів, знижує масу насінин і, як наслідок, не забезпечує стабільного підвищення врожайності. Оптимальна густина є сортозалежною і потребує уточнення для кожного гібриду з урахуванням агроекологічних умов вирощування.

Установлено, що спосіб сівби суттєво впливає на мікроклімат посівного ложа, зокрема водний і температурний режими проростання насіння, що зумовлює подальший ріст і розвиток рослин. Найбільш ефективним виявився борозенчастий спосіб, який забезпечив найвищу кількість стручків на рослину та врожайність

завдяки оптимальному просторовому розміщенню рослин у фітоценозі.

Доведено, що адаптивна реакція гібридів озимого ріпаку на густоту стояння та способів сівби є нелінійною і залежить від складної взаємодії біологічних властивостей сорту, гідротермічних умов і технологічних параметрів вирощування. Для традиційного та прямого способів сівби характерна лінійна залежність врожайності від норми висіву, тоді як при борозенчастому способі спостерігається параболічна залежність, що потребує індивідуального підходу до регулювання густоти посіву.

Список використаної літератури

Havryliuk N. V. (2022). Application of cluster analysis to assess adaptive properties of rapeseed varieties. *Agriculture and forestry*, No 5, 19–23.

Havryliuk N. V., Babych A. O., Polishchuk V. M. (2020). Adaptability of modern rapeseed varieties to the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. *Agroecological Bulletin*, No 2, 38–42.

Hordiienko N. V. (2021). Agrofactors shaping the adaptability of winter rapeseed in the Central Forest-Steppe. *Scientific Reports of the NAAS*, No 4, 47–50.

Korotkova I. V., Drobitko A. M. (2023). Soil fertilization for high yield and quality - winter rapeseed. Chemistry, biotechnology, ecology and education: collection of materials of the VII international scientific-practical online conference, Poltava: PDAU, p. 395–399.

Melnyk S. I. (2022). Features of growing winter rapeseed in conditions of variable climate. *Cereal crops*, No 1(37), 60–65.

Ministry of Agrarian Policy of Ukraine. (2023). Catalog of plant varieties included in the state register of varieties suitable for distribution in Ukraine for 2023. Kyiv: Ministry of Agrarian Policy.

Prokopchuk V. I., Spivak L. A. (2020). The influence of stand density on the productivity of winter rapeseed. *Bulletin of Agricultural Science*, No 9, 33–39.

Semenchenko O. V. (2021). Breeding achievements of domestic institutions in the field of winter rapeseed. *Scientific works of the Institute of Plant Production*, No 3(29), 52–57.

Shevchenko I. M. (2019). Rapeseed Varietal Composition in Ukraine: Trends and Challenges. *Agrosvit*, No 18, 24–27.

Chaikivskiy I. (2022). Green corridor for rapeseed in the EU. Why it is important to create one? *Latifundist.com*. <https://latifundist.com/blog/read/2924-zelenij-koridor-dlya-ri-paku-v-yes-chomu-vazhlivo-jogo-stvoriti> (last accessed: 03.06.2025).

Rapeseed in Ukraine 2023: yield, export rates and price. (n.d.). *SuperAgronom.com*. <https://super-agronom.com/multimedia/infographics/81-ri-pak-v-ukrayini-2023-vrojaj-tempi-eksportu-ta-tsina> (last accessed: 03.06.2025).

Наукова новизна отриманих результатів полягає у виявленні комплексного впливу способу сівби та густоти стояння на продуктивність сучасних гібридів озимого ріпаку, встановленні оптимальних параметрів сівби залежно від біологічних особливостей сортів, а також у визначенні параболічного характеру реакції врожайності на норму висіву при борозенчастому способі сівби. Отримані результати можуть бути використані для розробки адаптивних технологій вирощування озимого ріпаку, спрямованих на підвищення стабільності та ефективності його виробництва.

Rapeseed in Ukraine and the world. (n.d.) KWS. <https://www.kws.com/ua/uk/produkty/ri-pak/ri-pak-v-ukraini-ta-sviti> (last accessed: 03.06.2025).

Böttcher, U., Rampin, E., Hartmann, K., Zanetti, F., Flenet, F., Morison, M., & Kage, H. (2016). A phenological model of winter oilseed rape according to the BBCH scale. *Crop and Pasture Science*, 67(3–4), 345–358. <https://doi.org/10.1071/CP15321>

Harker, K. N., O'Donovan, J. T., Smith, E. G., Johnson, E. N., Peng, G., Willenborg, C. J., ... & Issah, G. (2017). Canola growth, production, and quality are influenced by seed size and seeding rate. *Canadian Journal of Plant Science*, 97(3), 438–448. <https://doi.org/10.1139/cjps-2016-0215>

Jarecki, W. (2021). The reaction of winter oilseed rape to different foliar fertilization with macro- and micronutrients. *Agriculture*, 11, 515. <https://doi.org/10.3390/agriculture11060515>

Kalinina, A., Scholz, V., & Böhm, T. (2020). Winter oilseed rape as a renewable resource – a European perspective. *Biomass and Bioenergy*, 139, 105632. doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105632

Ma, L., Wang, X., Pu, Y., Wu, J., Coulter, J. A., Li, X., ... & Sun, W. (2019). Ecological and economic benefits of planting winter rapeseed (*Brassica rapa* L.) in the wind erosion area of northern China. *Scientific Reports*, 9, 20272. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56678-3>

Oduma, O., Nnadi, D. C., Agu, C. S., & Igwe, J. E. (2017). Determination of the effect of tillage on soil resistance to penetration. *American Journal of Engineering Research*, 6(7), 1–5. [http://www.ajer.org/v6\(07\).html](http://www.ajer.org/v6(07).html)

Wollmer, A. C., Pitann, B., & Mühling, K. H. (2018). Waterlogging events during stem elongation or flowering affect yield of oilseed rape (*Brassica napus* L.) but not seed quality. *Journal of Agronomy and Crop Sciences*, 204, 165–174. <https://doi.org/10.1111/jac.12244>

Xu, G., Shen, S., Zhang, Y., Clements, D. R., Yang, S., Wen, L., ... & Dong, L. (2022). Effects of various nitrogen regimes on the ability of rapeseed (*Brassica napus* L.) to suppress littleseed canarygrass (*Phalaris minor* Retz.). *Agronomy*, 12(3), 713. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030713>.



THE INFLUENCE OF PLAN DENSITY AND SOWING METHOD ON THE ADAPTIVE PROPERTIES OF WINTER RAPESEED HYBRIDS IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL FOREST-STEPPE

Serhii VASYLENKO, ORCID: 0009-0004-7468-2291
Ihor VERESHCHAHIN, ORCID: 0000-0002-6589-5138
Sumy National Agrarian University

Due to the growing demand for winter oilseed rape as a raw material for the feed, food, and energy industries, along with limited arable land and changing climatic conditions, there is a pressing need to improve agronomic approaches to its cultivation. The aim of this study was to determine the influence of sowing method, row spacing, and fertilization system on the growth and adaptive characteristics of hybrid winter oilseed rape under Forest-Steppe conditions of Ukraine, with particular attention to pre-winter development and winter hardiness. It was found that the efficiency of forming a productive stand largely depends on the optimal combination of plant density, sowing dates, and plant arrangement in the rows.

The most favorable plant density for hybrid forms under these conditions is 30–60 plants/m², whereas later sowing dates require a 20–50% increase in density to ensure sufficient winter survival and compensatory branching. Uniform plant distribution within the crop stand enhances the adaptive capacity of hybrids, particularly in terms of water availability, light exposure, nutrient uptake, and stress tolerance. In parallel, the fertilization system plays a significant role in preserving the yield potential of hybrids. Optimal sowing time (mid-August) combined with a density of 450–550 thousand plants/ha ensures better development of lateral shoots, a higher number of pods and seeds, and maximum yield.

Late sowing dates and excessive density negatively affect plant morphology and reduce the thousand-seed weight. The sowing method also significantly affects the microclimate of the seedbed and post-winter plant survival, with furrow sowing providing the best conditions for yield structure formation. Optimizing plant density in combination with the sowing method increases yield by 43–60%, which is crucial for improving production profitability and agroecosystem stability.

Keywords: winter oilseed rape, plant density, sowing method, adaptive traits, overwintering of rape, row spacing, fertilization.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons

Отримано: 4.8.2025

Погоджено до друку: 10.11.2025

Опубліковано: 30.12.2025

Вітання з нагоди Дня працівників сільського господарства

Шановні працівники аграрної галузі України!

Дорогі колеги, науковці, фермери, усі, хто щоденно тримає на своїх плечах продовольчу безпеку держави!

Національна академія аграрних наук України, президент Ярослав Гадзало та віцепрезиденти Академії щиро вітають кожного з вас із професійним святом — днем людей, які працюють із землею, вирощують урожай, створюють нові знання й технології, що змінюють аграрну Україну. Сьогодні, коли країна переживає найважчі випробування у своїй новітній історії, ви забезпечуєте державу хлібом і продуктами, підтримуєте громади, відновлюєте господарства після руйнувань, впроваджуєте інновації навіть там, де обставини здавалися б неможливими.

Аграрна наука й аграрне виробництво сьогодні працюють як єдина команда. Науковці Академії розробляють нові сорти, технології, рішення для умов війни та післявоєнного відновлення, а фермери й агропідприємства впроваджують їх на практиці зі сміливістю, наполегливістю й відповідальністю. Бажаємо вам миру, міцного здоров'я, невичерпної енергії та рясних врожаїв. Нехай кожен ваш день приносить радість від того, що ви робите надзвичайно важливу справу для всієї держави.

Із повагою та вдячністю,

Президент Національної академії аграрних наук України **Ярослав Гадзало**