

## ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ РІПАКУ ОЗИМОГО В УМОВАХ МІЖСЕЗОННИХ КЛІМАТИЧНИХ КОЛИВАНЬ ЗА РІЗНИХ ВАРІАНТІВ РЕГУЛЯЦІЇ РОСТУ

ШАПОВАЛ С. С. – аспірант  
[orcid.org/0009-0004-4617-4097](https://orcid.org/0009-0004-4617-4097)

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

ГОРЩАР В. І. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
[orcid.org/0000-0001-9175-9749](https://orcid.org/0000-0001-9175-9749)

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**Постановка проблеми.** Ріпак озимий належить до культур із високою чутливістю до кліматичних коливань, особливо в критичний період від сівби до весняного відновлення. Осінній дефіцит вологи, затримка сходів, різкі зміни температур та нестабільність зимового періоду формують діапазон варіабельності врожайності, який у Степу може становити 30–50 %. У 2022–2025 рр. у Північному Степу спостерігалися саме такі контрастні сценарії – від надлишкового зволоження до різкої посухи та ранніх заморозків, що суттєво підвищує ризики для виробництва й ускладнює прогнозування ефективності технологічних рішень [3].

Наявні дослідження підтверджують ключову роль стартового осіннього стану рослин у зимостійкості та продуктивності ріпаку озимого [5, 7]. Водночас залишається недостатньо вивченою комплексна взаємодія між погодними умовами, морфологічними показниками рослин, дією регуляторів росту та генетичними особливостями окремих гібридів – особливо в умовах різких міжсезонних кліматичних коливань, характерних для Північного Степу [2, 6].

Потребує уточнення також прогностична цінність ключових морфологічних індикаторів (маси рослини, діаметра кореневої шийки, висоти точки росту) та їхня здатність відображати адаптивний потенціал різних гібридів у конкретних погодних сценаріях [2, 4]. Саме визначення цих закономірностей є необхідною умовою для підвищення точності технологічних рішень і забезпечення стабільної продуктивності культури.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У сучасних дослідженнях ріпаку озимого для зон ризикованого землеробства підкреслюється, що рівень його продуктивності визначається поєднаною дією трьох груп чинників: гідротермічних умов осінньо-зимового періоду, морфофізіологічного стану рослин восени та елементів технології вирощування (строк сівби, норма висіву, система живлення, застосування регуляторів росту й фунгіцидів із рістрегулюючим ефектом) [1, 5, 7].

Найчастіше як ключові індикатори зимостійкості й подальшої генеративної здатності розглядають масу рослин перед зимою, діаметр кореневої шийки, кількість листків і висоту точки росту, чутливих до дефіциту вологи в період від сівби до розетки [5, 7].

У низці європейських та українських робіт показано, що міжрічні контрасти за зволоженням і температурою можуть зумовлювати до 40–50 % варіації врожайності [2, 3, 6], тоді як технологічні прийоми – близько 20–30 % [1, 7]. Ефективність регуляторів росту на основі тебуконазолу,

метконазолу, протіконазолу та хлормекват-хлориду частіше оцінюють через їхню здатність стримувати надмірний осінній ріст, знижувати висоту точки росту та підвищувати ймовірність успішної перезимівлі [1, 7].

Водночас питання погодозумовленої мінливості цих ефектів здебільшого розглядають фрагментарно – окремо для морфологічних показників, окремо для перезимівлі чи врожайності. Недостатньо опрацьованими залишаються інтегровані підходи, де погодні індекси, морфологічні параметри та результати застосування регуляторів росту аналізуються разом у межах єдиної статистичної моделі [2, 6]. Саме це визначає наукову новизну й практичну значущість проведених нами досліджень.

**Мета досліджень** – встановити вплив контрастних погодних умов осіннього періоду 2022–2025 рр. на морфологічний стан, перезимівлю, весняне відновлення та врожайність гібридів ріпаку озимого Темптейшн, Сіквел і Імплемент; оцінити ефективність препаратів регуляції росту (Фолікур, Карамба Турбо, Еламік, Ретацел) та визначити внесок погодних, біологічних і технологічних факторів у формування продуктивності.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження проводили у 2022–2025 рр. на посівах ТОВ «ДВК» (Синельниківський район). Польові досліді проводили з гібридами ріпаку озимого Сіквел, Імплемент і Темптейшн за схемою рандомізованих блоків у чотириразовій повторності (облікова площа 20 м<sup>2</sup>) при нормі висіву 0,7 млн схожих насінин/га та сівбі 30 серпня; удобрення здійснювали згідно з системою N<sub>100</sub>P<sub>60</sub>K<sub>40</sub>, захист від бур'янів – гербіцидом Мілагро 0,8 л/га, а вплив регуляторів росту оцінювали за осіннього внесення Карамби Турбо 1,0 л/га, Фолікуру 0,8 л/га, Еламіку 0,8 л/га та Ретацела 0,8 л/га у фазі 4–5 листків (ВВСН 14–15).

Погодні дані отримано з метеостанції м. Синельникове. Статистичні методи: одно- та багатофакторний ANOVA, кореляційний аналіз (r-Пірсона), індекси погодної реакції (ІПР), індекс весняного відновлення (ІВВ), індекс продуктивної реакції (ІПРвр).

**Результати досліджень.** Результати трирічних досліджень показали, що вирішальним фоном для реалізації продукційного потенціалу гібридів ріпаку озимого стали саме контрастні осінньо-зимові погодні умови. За період 2022–2024 рр. чітко виділено три різні сценарії гідротермічного режиму: від помірно вологого до різко посушливого (табл. 1).

У 2022 р. сума опадів перевищувала норму, а температурний режим був близький до оптимального для

Таблиця 1

## Погодні умови та зведені погодні індекси

Показник	Період «вересень-листопад» за роками		
	2022	2023	2024
Сума опадів, мм	118	64	23
Відхилення від норми	+12 %	-38 %	-78 %
Середня температура, °С	11,2	10,5	11,0
Днів із $t^{\circ} < 0^{\circ}\text{C}$	2	5	11
Перший осінній заморозок	27.11	21.11	04.11
ІПР осіннього розвитку*	112 %	99 %	74 %

\* ІПР = інтегральний індекс за масою, діаметром шийки, кількістю листків та висотою точки росту.

формування розетки, що відобразилося в підвищеному інтегральному ІПР осіннього розвитку (112 %). У 2023 р. за рахунок нестійкого зволоження індекс був близьким до середнього (99 %). Найбільш критичним став 2024 рік: дефіцит опадів (-78 %) та збільшення кількості днів із температурою нижче 0 °С спричинили падіння ІПР до 74 %, тобто практично на чверть відносно середнього рівня. Це підтверджує, що саме осінній погодний сценарій задає рамки можливостей для подальшого морфогенезу та перезимівлі.

Зміна гідротермічного режиму напряду відобразилася на морфологічних показниках та перезимівлі гібридів (табл. 2).

У сприятливому 2022 р. маса однієї рослини досягала 115 % від середнього рівня, діаметр кореневої шийки – 112 %, кількість листків – 109 %, при дещо зниженій відносній висоті точки росту (94 %). Така комбінація параметрів є типовою для добре підготовлених до зими рослин із низькою точкою росту та сформованим запасом пластичних речовин, що й забезпечило високій рівень перезимівлі (94–99 % залежно від гібрида).

Таблиця 2

## Осінній морфогенез та перезимівля гібридів

Показник	2022/23 р.	2023/24 р.	2024/25 р.
Маса рослини, % від середнього	115	96	71
Діаметр кореневої шийки, %	112	98	75
Кількість листків, %	109	101	84
Висота точки росту, %	94	101	118
Перезимівля Темптейшн, %	94–99	89–94	63–78
Перезимівля Сіквел, %	93–98	87–93	58–73
Перезимівля Імплемент, %	95–99	88–94	61–81

У 2023 р. основні морфологічні показники були близькі до середнього рівня (96–101 %), що зумовило незначне, але відчутне зниження перезимівлі до 87–94 %. Найжорсткішим став 2024 рік: маса рослин зменшилася до 71 %, діаметр кореневої шийки – до 75 %, кількість листків – до 84 %, тоді як висота точки росту зросла до

118 %. Це класичний морфологічний «портрет» рослин, що потрапили в умови осінньої посухи й увійшли в зиму переростками з високим ризиком ушкодження. Відповідно перезимівля знизилася до 58–81 %, причому найкраще зберігався Темптейшн, а найчутливішим виявився Сіквел.

Для того щоб інтегрувати динаміку «осінь → зима → весна», розраховано індекси погодної реакції за трьома ключовими блоками – ІПР осіннього розвитку, ІПРз (зимова перезимівля) та ІВВ (весняне відновлення) (табл. 3).

Таблиця 3

## Індекси погодної реакції (осінь → зима → весна)

Рік	ІПР осінь	ІПРз зима	ІВВ весна
2022/23	110–115 %	116–119 %	109–118 %
2023/24	96–101 %	99–102 %	98–103 %
2024/25	70–75 %	63–67 %	68–74 %

У 2022/23 р. усі три індекси були в зоні «понад 100 %», що відображає сприятливий ланцюг: хороший осінній розвиток → висока перезимівля → потужний весняний старт. У 2023/24 р. значення індексів наблизилися до нейтральних, тобто погода не давала ані істотних бонусів, ані критичних втрат. У 2024/25 р. спостерігалось одночасне падіння всіх трьох індексів: осінній розвиток знизився до 70–75 % від середнього, перезимівля – до 63–67 %, індекс весняного відновлення – до 68–74 %. Це переконливо показує, що погодний стрес не лише погіршив стартові параметри, а й «пройшовся» по всьому ланцюгу органогенезу до самої реалізації продуктивності.

Урожайність гібридів формувалася на тлі цих погодних та морфологічних відмінностей, причому саме поєднання генотипу й регулятора росту визначало здатність рослин утримувати продуктивність у стресові роки. Узагальнені дані щодо контролю та найкращих варіантів обробки наведено в табл. 4.

Таблиця 4

## Середня врожайність гібридів ріпаку озимого (2023–2025 рр.), т/га

Гібрид	Контроль	Найкращий препарат	Приріст, т/га	Середня врожайність, т/га
Сіквел	3,28	3,93 (Ретацел)	+0,65	3,69
Імплемент	3,32	3,96 (Фолікур)	+0,64	3,71
Темптейшн	3,65	4,12 (Фолікур)	+0,47	3,92

Сіквел і Імплемент демонстрували подібний рівень середньої врожайності (3,69–3,71 т/га), але за іншою структурою ризику: Імплемент мав вищий потенціал у сприятливих умовах, проте сильніше «просідав» у посуху.

Застосування регуляторів росту забезпечувало приріст урожайності в межах 0,47–0,65 т/га порівняно з контролем. Найвищий ефект у Сіквела й Імплементу відмічено при застосуванні Ретацела та Фолікуру відповідно, тоді як у Темптейшна найкращим був також Фолікур. Це свідчить, що вибір препарату має бути

Таблиця 5

Кореляційні зв'язки морфологічних та продуктивних показників ріпаку озимого ( $r$  – Пірсона)

Показник	Маса рослини восени	Діаметр шийки	Висота точки росту	Перезимівля	IBV	Урожайність
Маса восени	1,00	0,71	-0,63	0,76	0,79	0,78
Діаметр шийки	0,71	1,00	-0,58	0,73	0,75	0,74
Висота точки росту	-0,63	-0,58	1,00	-0,69	-0,66	-0,72
Перезимівля	0,76	0,73	-0,69	1,00	0,81	0,77
IBV	0,79	0,75	-0,66	0,81	1,00	0,83
Урожайність	0,78	0,74	-0,72	0,77	0,83	1,00

диференційованим і враховувати генетичний тип гібрида.

Щоб кількісно описати взаємозв'язок між морфологічними показниками, перезимівлею, весняним відновленням та врожайністю, побудовано скорочену кореляційну матрицю (табл. 5).

Кореляційна структура показує, що IBV ( $r = 0,83$ ) є найнадійнішим предиктором урожайності, тоді як висота точки росту ( $r = -0,72$ ) – ключовий ризиковий індикатор.

Маса рослини восени та діаметр кореневої шийки продемонстрували стійкі позитивні кореляції як із перезимівлею ( $r = 0,73-0,76$ ), так і з IBV та врожайністю ( $r \approx 0,74-0,79$ ). Висота точки росту, навпаки, мала стабільно негативний зв'язок з усіма показниками продуктивності (до  $-0,72$ ), що підтверджує її роль як ключового ризикового індикатора. Індекс весняного відновлення (IBV) виявився найінформативнішим інтегральним показником ( $r = 0,83$  з урожайністю), відображаючи сукупний ефект осіннього розвитку й перезимівлі.

Двофакторний дисперсійний аналіз показав, що варіація врожайності зумовлена передусім генотипом ( $\eta^2 = 0,38$ ) та дією препаратів ( $\eta^2 = 0,31$ ), тоді як їх взаємодія ( $\eta^2 = 0,14$ ) відображає специфічність реакції окремих гібридів на регулятори росту в різні роки. Побудована регресійна модель із включенням маси рослини восени, діаметра шийки, висоти точки росту та IBV пояснила 87 % варіації врожайності ( $R^2 = 0,87$ ), причому найбільший внесок зробив IBV ( $\beta \approx 0,52$ ).

Узагальнюючи, можна стверджувати, що погода визначає межі реалізації потенціалу, морфологія восени фіксує стартовий стан системи «рослина – технологія», а поєднання перезимівлі з силою весняного відновлення задає кінцевий рівень продуктивності для кожного гібрида та варіанта регуляції росту.

**Висновки**

1. Погодні умови осені були визначальним чинником варіабельності розвитку ріпаку, знижуючи морфологічні показники на 25–30 % у сезоні з різким дефіцитом вологи (2024/25 р.).

2. Осінній морфогенез прямо визначав рівень перезимівлі, про що свідчать сильні кореляції: – маса рослини восени  $\leftrightarrow$  перезимівля ( $r = 0,78$ ); – висота точки росту  $\leftrightarrow$  втрати рослин ( $r = -0,72$ ).

3. Гібриди відрізнялися рівнем адаптивності: Темптейшн і Імплемент формували вищі індекси погодної та весняної реакції, тоді як Сіквел був більш чутливим до осінньої посухи.

4. Регулятори росту підвищували стабільність розвитку та врожайність, проте їх ефективність залежала від погодного сценарію; найвираженіший приріст забезпечував Фолікур.

5. Урожайність гібридів формувалася під домінуючим впливом генотипу ( $\eta^2 = 0,38$ ) та погодних умов, тоді як дія препаратів була значущою, але другорядною ( $\eta^2 = 0,31$ ).

6. Найвищу середню врожайність забезпечив Темптейшн (3,92 т/га), що пов'язано з його стабільним осіннім розвитком і високими індексами адаптивності.

7. Технологічні прийоми можуть пом'якшити дію погодних стресів, але не здатні повністю компенсувати дефіцит вологи; тому вирішальним чинником залишається поєднання «гібрид + препарат» у межах конкретного погодного сценарію.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Antošovský J., Škarpa P., Ryant P. The effect of nitrification inhibitor on the yield and quality of *Triticum aestivum* L. and *Brassica napus* L. – A long-term experiment. *Field Crops Research*. 2025. 328. 109906.
2. Corlouer E., Sauvage C., Leveugle M., Nesi N., Laperche A. Envirotyping within a multi-environment trial allowed identifying genetic determinants of winter oilseed rape yield stability. *Theoretical and Applied Genetics*. 2024. 137. 164.
3. Junk J., Torres A., El Jaroudi M., Eickermann M. Impact of climate change on the phenology of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Agriculture (Switzerland)*. 2024. 14. 1049.
4. Deng C., Liu H., Yao Y., Guo S., Xiao L., Fu Z., Du D. QTL analysis of yield-related traits for *Brassica napus* L. in multiple environments. *Molecular Breeding*. 2019. 39. 166.
5. Page E. R., Meloche S., Moran M., Caldbeck B., Barthelet V. Effect of seeding date on winter canola (*Brassica napus* L.) yield and oil quality in southern Ontario. *Canadian Journal of Plant Science*. 2021. 101. P. 490–499.
6. Liersch A., Bocianowski J., Spasibionek S., Wielebski F., Szała Ł., Cegielska-Taras T. Evaluation of the stability of quantitative traits of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) by AMMI analysis. *Euphytica*. 2024. 220. 130.
7. Sokólski M., Załuski D., Szatkowski A., Jankowski K.J. Winter oilseed rape: agronomic management in different tillage systems and seed quality. *Agronomy*. 2023. 13. 524.

**REFERENCES:**

1. Antošovský, J., Škarpa, P., & Ryant, P. (2025). The effect of nitrification inhibitor on the yield and quality of

- Triticum aestivum L. and Brassica napus L. – A long-term experiment. *Field Crops Research*, 328, 109906.
- Corlouer, E., Sauvage, C., Leveugle, M., Nesi, N., & Laperche, A. (2024). Envirotyping within a multi-environment trial allowed identifying genetic determinants of winter oilseed rape yield stability. *Theoretical and Applied Genetics*, 137, 164.
  - Junk, J., Torres, A., El Jaroudi, M., & Eickermann, M. (2024). Impact of climate change on the phenology of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Agriculture*, 14, 1049.
  - Deng, C., Liu, H., Yao, Y., Guo, S., Xiao, L., Fu, Z., & Du, D. (2019). QTL analysis of yield-related traits for *Brassica napus* L. in multiple environments. *Molecular Breeding*, 39, 166.
  - Page, E. R., Meloche, S., Moran, M., Caldbeck, B., & Barthelet, V. (2021). Effect of seeding date on winter canola (*Brassica napus* L.) yield and oil quality in southern Ontario. *Canadian Journal of Plant Science*, 101, 490–499.
  - Liersch, A., Bocianowski, J., Spasibonek, S., Wielebski, F., Szała, Ł., & Cegielska-Taras, T. (2024). Evaluation of the stability of quantitative traits of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) by AMMI analysis. *Euphytica*, 220, 130.
  - Sokólski, M., Załuski, D., Szatkowski, A., & Jankowski, K. J. (2023). Winter oilseed rape: agronomic management in different tillage systems and seed quality. *Agronomy*, 13, 524.

#### Шаповал С. С., Горшар В. І. Продуктивність гібридів ріпаку озимого в умовах міжсезонних кліматичних коливань за різних варіантів регуляції росту

**Мета.** Дослідження спрямоване на визначення впливу контрастних осінньо-зимових погодних умов 2022–2025 рр. на морфологічний стан, перезимівлю, весняне відновлення та врожайність трьох гібридів ріпаку озимого. Додатковою метою було оцінити ефективність регуляторів росту та встановити прогностичну цінність морфологічних індикаторів у різних погодних сценаріях. **Методи.** Польові дослідження проведено у Північному Степу за схемою рандомізованих блоків із чотирма повтореннями на посівах гібридів Темптейшн, Сіквел та Імплемент. Вивчено динаміку осіннього морфогенезу, перезимівлю та інтенсивність весняного відновлення за застосування Фолікуру, Карамби Турбо, Еламіку й Ретацела. Методом отримано зі станції м. Синельникове. Використано одно- та багатофакторний ANOVA, кореляційний аналіз (r-Пірсона), погодні індекси та регресійне моделювання. **Результати.** Встановлено, що осінній гідротермічний режим визначав стартовий рівень розвитку культури: у сприятливому сезоні ІПР перевищував 110 %, тоді як у посушливому 2024/25 р. знижувався до 70–75 %. У стресових умовах маса рослин зменшувалася до 71 %, а висота точки росту зростала до 118 %, що супроводжувалося зниженням перезимівлі до 58–81 %. Регулятори росту забезпечували приріст урожайності 0,47–0,65 т/га, причому найстабільніший ефект продемонстрував Фолікур. Кореляційний аналіз підтвердив високу прогностичну цінність маси рослини восени, діаметра шийки та індексу весняного відновлення (r до 0,83). Серед досліджених генотипів найвищу адаптивність та найменший відносний спад урожайності в умовах

жорсткого стресу забезпечував гібрид Темптейшн, що поєднав оптимальні показники осіннього розвитку з найвищими індексами весняної реакції. Регресійна модель пояснила 87 % варіації врожайності. **Висновки.** Погодні умови осіннього періоду формували межі реалізації потенціалу культури, визначаючи стартові морфологічні відмінності й подальшу силу весняного відновлення. Регулятори росту частково компенсували погодні стреси, але їх ефективність залежала від генотипу та сезонного сценарію. Найвищу стабільність продуктивності забезпечував гібрид із найкращими індексами осіннього та весняного розвитку – Темптейшн.

**Ключові слова:** адаптація рослин, погодні індекси, морфогенез, перезимівля, весняне відновлення, стресові умови, продуктивність, регулятори росту.

#### Shapoval S. S., Horshchar V. I. Winter oilseed rape hybrid productivity under interseasonal climatic variability and different growth regulation strategies

**Purpose.** The study aimed to determine the effects of contrasting autumn–winter weather conditions in 2022–2025 on the morphological status, overwintering success, spring regrowth and yield of three winter oilseed rape hybrids. An additional objective was to assess the effectiveness of growth regulators and to establish the prognostic value of key morphological indicators under different seasonal scenarios. **Methods.** Field experiments were conducted in the Northern Steppe zone using a randomized block design with four replications on the hybrids Temptation, Sequel and Implement. The dynamics of autumn morphogenesis, overwintering and the intensity of spring regrowth were evaluated under the application of Follicur, Caramba Turbo, Elamik and Retacel. Weather data were obtained from the Synelnykove meteorological station. Statistical processing included one- and multifactor ANOVA, Pearson's correlation analysis, weather response indices and regression modelling. **Results.** The autumn hydrothermal regime determined the initial developmental status of the crop: in a favourable season the autumn development index exceeded 110 %, whereas in the drought-affected 2024/25 season it declined to 70–75 %. Under stress, plant biomass decreased to 71 %, and the height of the growth point increased to 118 %, leading to reduced overwintering rates of 58–81 %. Growth regulators increased yield by 0.47–0.65 t/ha, with Follicur providing the most consistent effect. Correlation analysis confirmed the strong prognostic value of autumn plant biomass, collar diameter and the spring regrowth index (r up to 0.83). Among the tested genotypes, the Temptation hybrid showed the highest adaptability and the smallest relative yield decline under severe stress, combining favourable autumn morphology with the strongest spring response indices. The regression model explained 87 % of yield variation. **Conclusions.** Autumn weather conditions established the boundaries of crop performance, forming initial morphological differences that determined overwintering and spring regrowth capacity. Growth regulators partially mitigated weather-induced stress; however, their effectiveness depended on genotype and seasonal conditions. The most stable productivity was recorded for the hybrid with the best autumn development and the highest spring response index – Temptation.

**Key words:** plant adaptation, weather indices, morphogenesis, overwintering, spring regrowth, stress conditions, productivity, growth regulators.

*Дата першого надходження рукопису до видання: 10.11.2025*

*Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 19.12.2025*

*Дата публікації: 31.12.2025*