УДК 635.15:631.5
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.148.3.18

РОЛЬ РІСТРЕГУЛЯЦІЇ У ВАРІАНТАХ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ У ФОРМУВАННІ ТОВЩИНИ СТІНОК СТЕБЛА ГІБРИДІВ РІПАКУ ОЗИМОГО

Цицюра Я.Г. *– к.с.-г.н., доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії, Вінницький національний аграрний університет*
orcid.org/0000-0002-9167-833X

Вирощування ріпаку озимого супроводжується рядом технологічних ризиків з позиції оптимальності формування архітектоніки агроценозу на фоні відповідної його щільності, застосування відповідного природнього грунтового та внесеного агрохімічного агрофону у комплексі з системою захисту. Одним із таких ризиків є загроза вилягання посівів (стеблова чи коренева) зумовлена цілим рядом причин, основними з яких є неоптимальність агрофону, надмірне зволоження, загущення посівів тощо. У цьому плані, одним із напрямків, який дозволяє поєднувати високу біопродуктивність агроценозів ріпаку озимого на високих рівнях агрохімічного забезпечення для максимально повної реалізації генотипового врожайного потенціалу – є формування відповідної поперечної анатомії стебла культури, яка б гарантувала міцність та відповідну їй відсутність вилягання рослин в посівах.

Для досягнення поставленої мети застосовуються два базових підходи. Перший – селекція генотипів з формуванням стебла відповідної механічної міцності. Другий – використання рістрегуляторів, які забезпечили б позитивний вплив на зростання щільності тканин стебла, формування стінок більш міцніших за рахунок інтенсивного фізіологічного впливу на співвідношення лінійного та радіального росту гістоелементів рослинного організму.

У статті наведено результати трьохрічного циклу досліджень (2022–2025 рр.) вирощування ріпаку озимого двох високоінтенсивних гібридів Домінатор та Абсолют за комбінованого використання системи рістрегуляторів Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га у фенологічні фази розетки (восени, ВВСН 14–16) і стеблування (ВВСН 35–39) на фоні комплексної оптимізації основного блоку живлення та системи позакореневих підживлень.

Для досліджень було використана система польових та лабораторних мікроскопічних оцінок з метою обліку загальної товщини стінок стебла рослин гібридів ріпаку озимого, а також їх мікроскопічне співставлення у розрізі застосованих технологічних варіантів відповідно до сформованої схеми.

Встановлено, що запропонований варіант бінарного за феностадіями росту і розвитку гібридів ріпаку озимого та комбінованого з позиції використання діючих речовин рістрегуляторів забезпечує істотне підвищення товщини стінок стебла ріпаку озимого в зоні потенційного їх стеблового зламу з приростом на рівні 32,52% (у відносному виразі) для гібриду Домінатор та 26,90%у гібриду Абсолют у співставленні до контрольного варіанту без рістрегуляції за базового блоку основного удобрення та повної відсутності системи позакореневих підживлень. У результуючому підсумку, це формує позитивні передумови для оптимізації загального показника стійкості до стеблового вилягання вивчаємих генотипів і можливості їх вирощування за умов додаткового зволоження та істотного поліпшення агрофону за кількістю і дозуванням застосованих добрив, особливо азотних.

Ключові слова: *ріпак озимий, рістрегуляція, системи живлення, товщина стінок стебла, стійкість до вилягання, анатомічна поперечна структура стебла.*

Tsytsiura Y.G. The role of growth regulation in combined fertilization systems in forming stem wall thickness of winter rapeseed hybrids

The cultivation of winter rapeseed is associated with several technological risks related to the optimal formation of agrocenosis architectonics under appropriate plant density, the use of

© Цицюра Я.Г., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

suitable natural soil conditions and applied agrochemical backgrounds, in combination with crop protection systems. One of these risks is the threat of crop lodging – either stem or root lodging – caused by several factors, the main ones being suboptimal agrochemical background, excessive moisture, and crop thickening. In this regard, one of the approaches that allow combining high bioproductivity of winter rapeseed agrocenoses with high levels of agrochemical supply for the maximum realization of the genotype yield potential is the formation of an appropriate transverse anatomical structure of the crop stem, which would ensure its strength and prevent plant lodging in the crop stand. To achieve this goal, two basic approaches are used. The first involves the selection of genotypes capable of forming stems with appropriate strength. The second approach is the use of growth regulators that positively influence the strengthening of stem tissues and the formation of thicker and stronger stem walls due to their intensive physiological effect on the balance between linear and radial growth of the histological elements of the plant organism.

The article presents the results of a three-year research cycle (2022–2025) on the cultivation of two high-intensity winter rapeseed hybrids, Dominator and Absolut, using a combined system of growth regulators Caramba Turbo (0.65 L/ha) + Bukat (0.35 L/ha) applied during the phenological stages of rosette formation (autumn, BBCH 14–16) and stem elongation (BBCH 35–39) against the background of comprehensive optimization of the main fertilization block and a foliar fertilization system. For the research, a system of field and laboratory microscopic assessments was applied to determine the total stem wall thickness of winter rapeseed hybrid plants, as well as their microscopic comparison within the applied technological variants according to the experimental scheme. It was established that the proposed variant–binary in terms of growth and development phenostages of winter rapeseed hybrids and combined in terms of active substances of growth regulators – ensures a significant increase in the stem wall thickness of winter rapeseed in the zone of potential stem breakage. The increase reached 32.52% (relative value) for the Dominator hybrid and 26.90% for the Absolut hybrid compared with the control variant without growth regulation under the basic fertilization block and complete absence of foliar fertilization. As a result, this creates favorable conditions for optimizing the overall resistance to stem lodging of the studied genotypes and for their cultivation under conditions of additional moisture supply and significant improvement of the agrochemical background through increased dosage of nitrogen fertilizers.

Key words: *winter rapeseed, growth regulation, fertilization systems, stem wall thickness, lodging resistance, transverse anatomical structure of the stem.*

Постановка проблеми. Важливим аспектом гармонізації та оптимізації ростових процесів ріпаку озимого є застосування ефективних регуляторів росту – компонентів без яких сьогодні важко уявити доцільний варіант високоефективної технології вирощування ріпаку озимого [1, с. 1–2; 2, с. 67–68]. Слід зауважити, що за останній період розроблено діючі речовини рістрегулюючих речовин та морфорегуляторів, які мають досить відчутні ефективні механізми впливу на морфогенез рослин ріпаку озимого. Це підтверджено дозволеним до використання в Україні переліком препаративних форм де до групи рістрегулюючих препаратів віднесено близько 300 препаратів різноманітного спектру дії [3, с. 5–7; 4, с. 82–83]. Разом з тим, така різноманітність зареєстрованих препаративних форм та наявність не менше 7 основних груп рістрегуляторів, які використовуються в агроценозах озимого ріпаку [5, с. 1] – формує необхідність у вивченні варіантів їх застосування та вибору найбільш доцільного з них, з позиції можливого комбінаційного поєднання з різними системами удобрення та захисту. Таке узагальнення підкреслює актуальність та виробничу значимість проведених досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Визначено, що основна функція рістрегуляторів за вирощування ріпаку озимого – оптимізація процесу перезимівлі за рахунок формування морфотипу рослин найбільш стійкого до низьких температур та інших несприятливих факторів з одного боку, а з іншого – забезпечення формування компактної структури рослин ріпаку озимого у весняно-літній період з метою отримання найбільш продуктивно доцільної мофологічної моделі рослин [6, с. 28–29].

З рістрегуляторів на ріпаку озимому найчастіше використовують препаративні їх форми в основі яких знаходяться азоли Фолікур (0,3–0,7 л/га), Карамба та Карамба Турбо (0,7–1,4 л/га), Сетар (0,3–0,5 л/га) та ряд інших [7, с. 148–149]. Основний функціонал рістрегулюючих речовин забезпечує зміну динаміки ростових процесів стебла, стимуляцію розвитку кореневих систем, оптимізацію морфометрії точки росту, перерозподіл вуглеводів між надземною та підземною частинами рослин, зниження оводненості тканин листка тощо [8, с. 1236–1237].

Доведено також, що сучасні рістрегулятори для ріпаку озимого виконують також антифітопатогенну функцію обмежуючи низку хвороб та знижуючи їх шкодочинність в інтервалі від 7,5 до 20,8% [9, с. 533–534; 10, с. 231–232].

Слід відмітити, що використання регуляторів росту в агроценозах ріпаку озимого має певні особливості і направлене у першу чергу на зменшення діаметру кореневої шийки рослин на 5,5–18,9%, висоти рослин на 6,9–11,7%, збільшення кількості листків на 4,3–9,6%, зниження висоти положення точки росту над поверхнею ґрунту на 7,7–11,4%, збільшення довжини кореневої системи на 9,3–14,2%, а також загальне зниження поширеності хвороб листків та стеблової частини у середньому на 10,5–17,2% [11, с. 111–112]. При цьому, приріст урожайності насіння ріпаку озимого від застосування рістрегуляторів коливається у дуже широких межах від 0,11 до 0,95 т/га [12, с. 3–4]. Відмічено, що головною метою використання регуляторів росту у комбінуванні з системою удобрення агроценозів ріпаку озимого є в першу чергу зменшення загальної довжини стебла рослин, що оптимізує габітус рослин та перешкоджає їх переростанню[5, с. 2–3]. Також важливим є зниження загального вмісту вологи в тканинах, що сприяє як підвищенню стреостійкості самих рослин, так і зростанню їх стійкості до грибкових захворювань [9, с. 535]. Відмічено, що азоли сприяють також оптимізації процесу закладення пазушних бруньок та тропації точки росту, що у рази підвищує зимостійкість рослин озимого ріпаку [13, с. 96; 14, с. 2–3]. Встановлено також, що відмічені процеси морфорегуляції рослин озимого ріпаку, стимулюючи процеси акумуляції асимілянтів, формують передумови для надранніх термінів початку ростових процесів після відновлення вегетації [15, с. 80–81].

З іншого боку, на сьогодні, є нагальна потреба в системному вивченні рістрегуляції, яка базується на оцінці її взаємодії з системою імплементованого удобрення у варіантах ґрунтового та листкового живлення.

Метою дослідження було вивчення ефективності варіантів рістрегуляції у регулюванні морфогенезу рослин ріпаку озимого як додаткового компоненту реалізації продуктивного потенціалу сучасних гібридів ріпаку озимого, що й стало метою наших досліджень.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проведено у період 2022–2025 років на на сірих лісових ґрунтах з таким потенціалом показників родючості: вміст гумусу 2,00 %, лужногідролізного азоту (за Корнфілдом) 81 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору (за Мачигіним) 171,9 мг/кг ґрунту, обмінного калію (за Чириковим) 129 мг/кг ґрунту при pH 6,3. Загальна схема досліду представлена в табл. 1.

Дослід передбачав 4-х разову повторність з площею облікової ділянки 50 м^2. Строк сівби – третя декада серпня–перша декада вересня нормою 500 тис. насінин/га з міжряддям 35 см.

Попередником у досліді була озима пшениця. Система обробітку ґрунту включала дискування у два сліди на 6–8 см та оранку на глибину 23–25 см. Передпосівний обробіток включав комплексний передпосівний обробіток з вирівнюванням та післяпосівним коткуванням.

Таблиця 1

Загальна схема досліду вивчення оптимізації технології вирощування гібридів ріпаку озимого за комбінованої системи удобрення та рістрегуляції

Гібрид (чинник А)	Основний блок удобрення (чинник В)	Застосування фунгіцидів рістрегуляторів (чинник С)	Позакореневе підживлення мікродобривами (чинник D)
Абсолют (Limagrain) (A_1)	Базовий (B_1): (Діамофоска N-10% P-26% K-26% 231 кг/га (131 кг/га під оранку + 100 кг/га (ВВСН 00 при посіві)) + ВВСН 20: карбамід (167 кг/га, по мерзлоталому ґрунту весною) Норма внесення для варіанту – $N_{100}P_{60}K_{60}$	Контроль (без обробки) (C_1)	Без підживлення (D_1)
			ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D_2)
			ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D_3)
			Комбінація варіантів D_2 та D_3 (D_4)
		ВВСН 14–16 + ВВСН 35–39: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) (C_2)	Без підживлення (D_1)
			ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D_2)
			ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D_3)
			Комбінація варіантів D_2 та D_3 (D_4)
Домінатор (DSV) (A_2)	Поліпшений (B_2): (Діамофоска N-10% P-26% K-26% +1S (144 кг/га під оранку) + 150 кг/га Росаферт 15-15-15 (ВВСН 00 при посіві) + ВВСН 20: КАС-32 (189 л/га) + Тіосульфат амонію (22 л/га) (по мерзлоталому ґрунту весною) Норма внесення для варіанту – $N_{100}P_{60}K_{60}S_{30}$	Контроль (без обробки) (C_1)	Без підживлення (D_1)
			ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D_2)
			ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D_3)
			Комбінація варіантів D_2 та D_3 (D_4)
		ВВСН 14–16 + ВВСН 35–39: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) (C_2)	Без підживлення (D_1)
			ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D_2)
			ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D_3)
			Комбінація варіантів D_2 та D_3 (D_4)

У досліді вирощувалось два гібриди ріпаку озимого – середньоранній Домінатор (DSV) та середньостиглий Абсолют (Limagrain). Контроль за хворобами,

бур'янами та шкідниками була характерною для зони досліджень із використанням таких препаратів: гербіцид Бутізан Авант (2,5 л/га), інсектициди та фунгіциди кіллітоп (1,5 л/га), інстрайкер (0,2 л/га), фунгіцид Дерозал (0,5 л/га), Еванс (0,15 л/га), Кларк (0,4 кг/га), Вето (0,5 л/га), Інстрайкер (0,2 л/га), Піктор (0,4л/га) та Біская (0,5 л/га).

У якості рістрегуляторів було використано у фазу осінньої розетки (ВВСН 14–16) та фазу стеблування (ВВСН 35–39) Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га).

Букат 500 КС (Тебуконазол, 500 г/л). Ефект рістрегуляції виявляється за дії цього препарату у формі зниження темпів росту рослини у довжину, активізації синтезу запасаючих речовин у коренях, зниження загальної оводненості рослин, активізації росту та галуження кореневої системи.

Карамба Турбо (30 г/л Метконазол, 210 г/л Мепікват-хлорид у формі розчинного концентрату). Його дія ґрунтується на прямій дії метконазолу і мепікватхлориду через процеси впливу на біосинтез гіббереллінів, що у кінцевому варіанті впливає на вертикальний та радіальний ріст рослин ріпаку озимого, закладення плодоелементів та формування генеративної архітектоніки рослин в тому числі впливає на перерозподіл асимілянтів.

Обліки основних фенологічних фаз проводили у відповідності до міжнародної шкали ВВСН [16, с. 17].

Основний параметр з загального списку важливих анатомічних критеріїв морфогенезу стебла ріпаку озимого, який обліковувався у досліді і який визначає стійкість рослин до стеблового вилягання та можливість зниження втрат насіння на стадії його дозрівання та збирання – є товщина стінок стебла, що узгоджується з рядом висновків [16, с. 18–22].

Товщину стінок стебла рослин ріпаку озимого визначали шляхом аналізу зрізу стебла на висоті 30 см над поверхнею ґрунту у 25 типових рослин на фазу повністю сформованих стручків (ВВСН 77–79) у межах дослідних ділянок у кожному повторенні використовуючи для вимірів електронний мікрометр PROTESTER 5202-25 (± 0,001 мм).

Анатомічне вивчення зразків стебел було проведено із використанням поперечних анатомічних зрізів відібраних зразків стебла із дослідних варіантів та їх обробкою за використання світлового бінокулярного мікроскопа «XSG–109L Біомед» з додатковим комплексом USB-мікроскопії із застосуванням Sigeta MCMOS 5100 5.1 MP USB 2.0 з відповідним йому програмним забезпеченням для обробки цифрових зображень у полі зору мікроскопа.

Погодні умови за період досліджень було обліковано з використанням даних середньодобової температури (°С), суми опадів (мм) з режимом середньої щодобової фіксації за даними датчико-логерної метеостанції (WMO_ID=33562) (49°14'60" пн. ш. 28°31'60" сх. д. на висоті 295 метрів над рівнем моря).

Статистична оцінка результатів досліджень була проведена за використання спектру загальноприйнятих статистичних методів дисперсійного, аналізу з використанням пакету статистичної програми Statistaca 10.0 [17, с. 105–110, с. 180–196].

Виклад основного матеріалу дослідження. За результатами аналізу гідротермічних умов періоду вегетації гібридів ріпаку озимого у досліді за критерієм оптимальності забезпечення формування морфологічних параметрів стебла загальної лінійного характеру та поперечно-анатомічного типу слід ранжувати у такому порядку за зростанням оптимальності: 2024/2025 – 2023/2024 – 2022/2023 періоди вегетації (рис. 1).

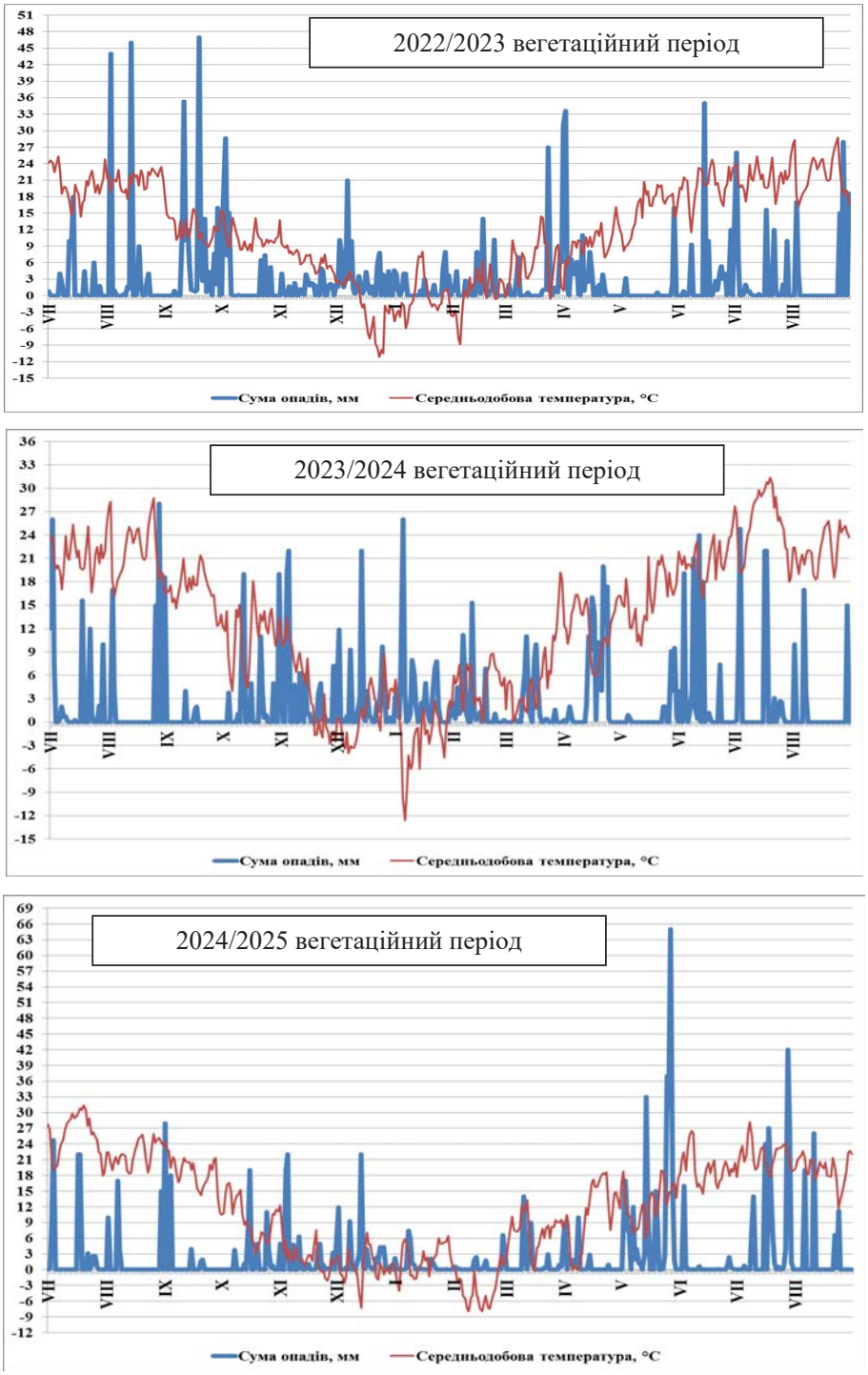

Рис. 1. Гідротермічний режим періодів вегетації ріпаку озимого за повний цикл досліджень, 2022–2025 рр.

Встановлено також, істотні відмінності формування показника товщини стінок стебла ріпаку озимого у розрізі вивчаємих варіантів досліду (табл. 2).

Таблиця 2

Товщина стінок стебла у гібридів ріпаку озимого залежно від досліджуваних варіантів, 2022–2025 рр., мм

Основний блок удобрення (B)	Регулятор росту (C)	Позакореневе підживлення (D)	Гібрид Домінатор	Гібрид Абсолют
Базовий (B_1): (Діамофоска 231 кг/га (131 кг/га під оранку + ВВСН 00: 100 кг/га при посіві) ВВСН 20: карбамід (167 кг/га) (по мерзлоталому ґрунту весною) Норма: $N_{100}P_{60}K_{60}$	Контроль без обробки (C_1)	Без підживлення (D_1)	2,33	2,54
		ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D_2)	2,44	2,65
		ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D_3)	2,36	2,56
		Комбінація варіантів D_2 та D_3 (D_4)	2,49	2,73
	ВВСН 14–16 + ВВСН 35–39: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) (C_2)	D_1	2,83	2,88
		D_2	2,82	2,95
		D_3	2,76	2,91
		D_4	2,93	3,03
Поліпшений (B_2): (Діамофоска +1S (144 кг/га під оранку) + ВВСН 00: Росаферт 15-15-15 (150 кг/га при посіві); ВВСН 20: КАС-32 (189 л/га) + Тіосульфат амонію (22 л/га)) (по мерзлоталому ґрунту весною) Норма: $N_{100}P_{60}K_{60}S_{30}$	C_1	D_1	2,47	2,68
		D_2	2,62	2,79
		D_3	2,54	2,78
		D_4	2,73	2,95
	C_2	D_1	2,84	2,98
		D_2	2,93	3,10
		D_3	2,87	3,02
		D_4	3,08	3,22
$НІР_{05}$, мм для факторів досліду та їх взаємодії				
A			*0,03*	*0,03*
B			*0,02*	0,03
C			0,02	0,03
D			0,03	0,04
AB			0,04	0,04
AC			0,04	0,04
AD			0,06	0,06
BC			0,03	0,04
BD			0,05	0,05
CD			0,05	0,05
ABC			0,06	0,06
ABD			0,08	0,09
ACD			0,08	0,09
BCD			0,07	0,07
ABCD			0,12	0,13

Слід відмітити, що сама величина показника у середньому по досліду була на рівні 2,68 мм у гібриду Домінатор та 2,86 мм у гібриду Абсолют, що становить 10,4% та 12,2% від загального діаметру стебла відповідно у згадуваних гібридів.

З позиції оцінки механічної міцності стебла [18, с. 10–14] ріпаку озимого, таке значення частки стінки вказує на високу анатомічну міцність стебла та високу стійкість гібридів до стеблового вилягання. При цьому гібрид Абсолют за цим параметром прогнозовано має певні переваги перед гібридом Домінатор, що дозволяє вирощувати Абсолют на вищих агрофонах за більших густот стояння на підставі ряду проведених оцінок [19, с. 854–855].

З позиції впливу на даний показник за фактором варіантів основного блоку удобрення (фактор В) з часткою впливу на рівні 10,3% відмічено в середньому по факторах С та D приріст показника у співставленні варіантів B_2 до B_1 у значенні 12,0% для гібриду Домінатор та 10,7% для гібриду Абсолют. Тобто застосування одночасно трьох форм азоту в блоці ранньовесняного внесення у формі КАС 32 (варіант B_2) формує більш статистично істотний позитивний вплив на діаметричну морфологію стебла, що узгоджується з практичними висновками щодо ролі різних форм азоту в формуванні архітектоніки ріпаку озимого [20, с. 2; 21, с. 4–5].

Як наголошується при цьому, амідна форма азоту направлена на більшу стимуляцію загальної білковості листостеблової маси, загальне збільшення асиміляційної поверхні, ніж на формування скелетних елементів рослини [22, с. 1659–1660]. Подібні висновки цілком співзвучні і з результатами наших оцінок та досліджень.

Вплив рістрегуляторів на величину показника також був позитивним, тільки на відміну від чинника діаметру стебла вплив був дещо нижчим на рівні 12,7% для гібриду Домінатор та 13,3% у гібриду Абсолют. З огляду на близькість значень впливу факторів основного блоку удобрення та ріст регуляції, та наявності статистично значимих взаємодій факторів у комбінації факторів BCD на рівні 2,1–3,2% – слід відмітити рівносильний вплив у формуванні товщини стінок стебла як з позиції варіанту основного фонового живлення, так і з позиції морфокоректуючої рістрегуляції.

З іншого боку повідомляється, що застосування рістрегуляторів типу Карамба Турбо формує позитивний вплив на розвиток механічної структури стебла, зокрема склеренхімних елементів, механічних елементів провідної системи, гіподерми стеблової стінки тощо з зафіксованим приростом у значенні від 5,8 до 15,9% [14, с. 6–8; 23, с. 2–3; 24, с. 16–17].

Встановлена частка впливу річних умов вегетації у значенні 15–17% вказує як і у випадку аналізу діаметру стебла на генетичну детермінацію показника у широкій нормі реакції на оптимізацію живлення та корекцію морфологічного розвитку за використання хімічно активних інгредієнтів ріст регуляторів. Такий характер позиціонується як системна дія саме препарату Карамба Турбо та похідних таких діючих речовин як Метконазол та Мепікват-хлорид [3, с. 70–75; 14, с. 7; 25, с. 22–23; 26, с. 5–7].

З цієї ж позиції детермінації визначена і дія позакореневих підживлень (фактор D) за факторного впливу на рівні 9–10% та приростного значення у варіанті двохразового застосування мікродобрив у фенологічні фази стеблування та бутонізації, що з огляду на компоненти застосованих мікродобрив Розалік (В) та Розасоль 18-18-18+ME забезпечили синергічний тип дії з оптимізацією живлення бором, молібденом та сіркою на першому етапі внесення у фазу стеблування та іншими мікроелементами у фазу бутонізації. Такий варіант був максимальним за приростами у співставленні до варіанту без застосування мікродобрив (D_1) у значенні 7,0% у гібриду Домінатор та 6,0% у гібриду Абсолют.

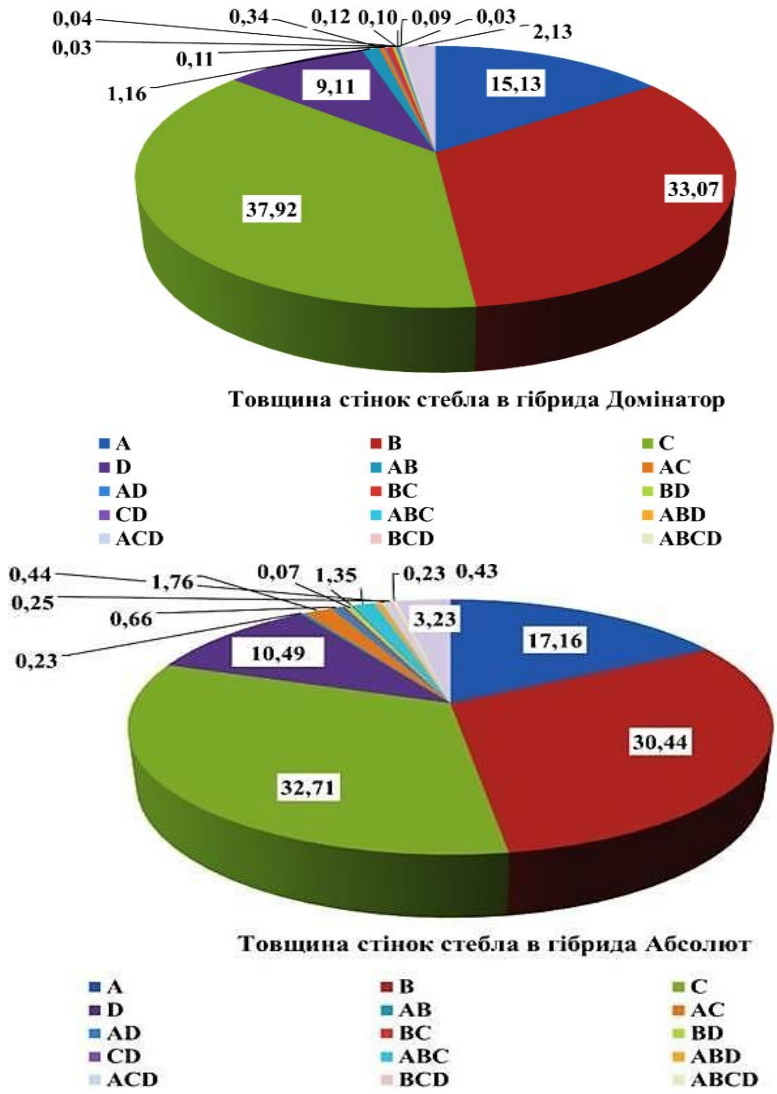

Рис. 2. Формування ознаки товщина стінок стебла в гібридів ріпаку озимого на фенофазу повного формування стручків (ВВСН 77–79) на висоті 30 см від поверхні ґрунту у системі взаємодії факторів досліду (середнє за 2022–2025 рр.: А – фактор гідротермічних умов року, B_1, B_2 – базовий та поліпшений блок основного удобрення; C_1, C_2 – варіанти застосування рістрегулюючих речовин; D_1–D_4 – варіанти застосування позакореневих підживлень (повна деталізація див. табл. 1))

Зроблені висновки підтверджено результатами вивчення анатомічної структури поперечного перерізу стебла, підтверджуючі результати якого представлено на рис. 3. для гібриду Абсолют для двох технологічно контрастних варіантів за взаємодією факторів досліду.

Слід зауважити, що відповідно до візуалізації даних такого співставлення внутрішні анатомічні зміни стебла за дії чинників досліду прослідковуються по всій довжині стебла рослин ріпаку озимого. Максимальний вплив фіксується на формування склеренхімного поясу стебла та механічних елементів провідної системи стебла. Такі зміни формують різні рівні механічної міцності стебла що впливає на його механічну стійкість на злам та деформацію і, у підсумку, сприяє реалізації генотипу з позиції стійкості до стеблового вилягання.

Рис. 3. Загальна анатомічна будова стебла ріпаку озимого Абсолют у поперечному перерізі на фенофазу повного формування стручків (ВВСН 77–79) на висоті 30 см від поверхні ґрунту (верхня позиція – варіант базового блоку основного удобрення без рістрегуляції та системи позакореневих підживлень (комбінація факторів досліду за схемою $B_1C_1D_1$); нижня позиція – варіант поліпшеного блоку основного удобрення, з рістрегуляцією та системою двох позакореневих підживлень (комбінація факторів досліду за схемою $B_2C_2D_4$)), 2024 рік

Прогнозовано такий вплив на підставі ряду оцінок [27, с. 467–469; 28, с. 4; 29, с. 72–74; 30, с. 205–207] сприятиме і загальному зміцненню анатомічних структур рослини як загально вегетативної, так і репродуктивної її частини, що у підсумку сприятиме підвищенню стій кісних характеристик рослин на стадії формування та дозрівання насіння. Загалом направленість таких процесів буде сприяти підвищенню технологічності агроценозу гібридів ріпаку озимого та забезпечить нижчі втрати урожаю у процесі обмолоту рослин, а отже – сформує передумови для підвищення кості насіння у тому числі з позиції його потенційного біоенергетичного (біопаливного) використання.

Висновки і перспективи подальших досліджень. У результуючому підсумку застосування у досліді комбінації рістрегуляторів ВВСН 14–16 + ВВСН 35–39: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) формує позитивні зміни в морфологічному розвитку стінок стебла гібридів ріпаку озимого, які виражаються як у загальному потовщені стінок в інтервалі 25–29% залежно від гібриду, так і в зміні анатомічної структури стінок за рахунок інтенсивного розростання механічних та провідних тканин, формування істотно міцнішої архітектоніки поперечного перерізу стебла.

Перспективами подальших досліджень слід вважати детальне анатомічне дослідження застосованих рістрегуляторів на мікроструктуру стінок стебла та оцінка отриманих міцнісних механічних їх параметрів з огляду на підвищення стійкості до стеблового вилягання та механічне руйнування в ході збирання врожаю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Gugała M., Sikorska A., Zarzecka K., Findura P., Malaga-Toboła U. Chemical composition of winter rape seeds depending on the biostimulators used. *Agronomy*. 2019. Vol. 9. 716.

2. Волощук О. П., Сендецький В. М., Мельничук Т. В., Сендецький І. В. Продуктивність ріпаку озимого за застосування регулятора росту вермийодіс та різних норм висіву. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 71(2). С. 67–84.

3. Рогач В.В., Кур'ята В.Г., Поливаний С.В. Дія ретардантів на морфогенез, продуктивність і склад вищих жирних кислот олії ріпаку. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016. 152 с.

4. Губенко Л. Регулятори росту ріпаку. *Пропозиція*. 2020. № 9. С. 82–84.

5. Поляков О.І., Нікітенко О.В. Ретарданти як засіб підвищення продуктивності озимого ріпаку. URL : https://agronom.com.ua/retardanty–yak–zasib–pidvyshhennya–produktyvnosti–ozymogo–ripaku/ (дата звернення 12.03.2026)

6. Рогач В. В., Куряга В. Г. Накопичення і перерозподіл вуглеводів і азотовмісних сполук між органами рослин ріпаку в онтогенезі за дії паклобутразолу. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету.* Серія : Біологія. 2005. № 3/4 (24). С. 28–33.

7. Щербаков В. Я., Домарацький Є. О. Особливості фотосинтетичної діяльності рослин озимого ріпаку залежно від азотних підживлень та рістрегулюючих препаратів. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2018. Вип. 87. С. 148–154.

8. Kováčik P., Šimanský V., Wierzbowska J., Renčo M. Impact of foliar application of biostimulator Mg-Tytanit on the formation of winter oilseed rape phytomass and titanium content. *Journal of Elementology*. 2016. Vol. 21. P. 1235–1251.

9. Kutcher H.R., Malhi S.S., Gill K.S. Topography and management of nitrogen and fungicide affects diseases and productivity of canola. *Agronomy Journal*. 2005. Vol. 97. P. 533–541.

10. Mączyńska A., Krzyzińska B., Banachowska J. Effect of fungicides applied at the flowering stage of winter oilseed rape on the yield quantity and quality of seeds. *Progress in Plant Protection*. 2015. Vol. 55. № 2. P. 231–236.

11. Gugała M., Sikorska A., Zarzecka K., Kapela K., Mystkowska M. The effect of sowing method and biostimulators on autumn development and overwintering of winter rape. *Acta Scientiarum Polonorum*. 2017. Vol. 16. P. 111–120.

12. Sikorska A., Gugała M., Zarzecka K., Domański Ł., Mystkowska I. Morphological features of winter rape cultivars depending on the applied growth stimulators. *Agriculture*. 2022. Vol. 12. 1747.

13. Шкода О. А., Шепель А. В. Зимостійкість ріпаку озимого при різних умовах вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2015. Вип. 92. С. 95–99.

14. Карамба® Турбо – для підвищення зимостійкості та врожайності ріпаку. URL: https://www.youtube.com/watch?v=zmWlReKPEdc (дата звернення 15.03.2026).

15. Радзіцька Г. Як покращити зимостійкість озимого ріпаку. Агроном. 2018. № 4. С. 80–83.

16. Волощук І.С., Волощук О.П., Роп Р.Ю., Глива В.В., Случак О.М., Пристацька О.Н., Распутенко А.О. Агротехнологічні основи вирощування насіння ріпаку озимого в умовах Західного Лісостепу України : монографія. Львів : Сполом, 2017. 212 с.

17. Rumsey D.J. Statistics For Dummies. 2nd Edition. John Wiley & Sons Inc. 2016. 408 p.

18. Коковіхін С.В., Донець А.О., Гусєв М.Г., Федорчук М.І., Мринський І.М. Агротехнічні та організаційно-економічні аспекти виробництва ріпаку в умовах півдня України: монографія.. Херсон: Айлант, 2012. 176 с.

19. Malagoli P., Laine P., Rossato L., Ourry A. Dynamics of Nitrogen Uptake and Mobilization in Field-grown Winter Oilseed Rape (*Brassica napus*) from Stem Extension to Harvest: I. Global N Flows between Vegetative and Reproductive Tissues in Relation to Leaf Fall and their Residual N. *Annals of Botany*. Vol. 95. Issue 5. P. 853–861.

20. Heuermann D., Hahn H., von Wirén N. Seed Yield and Nitrogen Efficiency in Oilseed Rape After Ammonium Nitrate or Urea Fertilization. *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 11. 608785.

21. Qin S.Y., Sun X.C., Hu C.X., Tan Q.L., Zhao X., Xin J., Wen X. Effect of NO_3 – NH_4 + ratios on growth, root morphology and leaf metabolism of oilseed rape (*Brassica napus* L.) seedlings. *Acta Physiologiae Plantarum*.2017. Vol. 39. 198.

22. Ali M.F., Mahmood I., Shamsi I.H. Integrated application of nitrogen and mepiquat chloride improves yield of *Brassica napus* L. by modulating shattering, lodging and nitrogen use efficiency under rainfed conditions. *Plant Growth Regulators*. 2025. Vol. 105. P. 1657–1677.

23. Szatkowski A., Sokólski M., Załuski D., Jankowski K.J. The Effects of Agronomic Management in Different Tillage Systems on the Fall Growth of Winter Oilseed Rape. *Agriculture*. 2023. Vol. 13. 440.

24. Волощук О. П., Волощук І. С., Косовська Р. Ю. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення рослин рістрегуляторами на перезимівлю ріпаку озимого. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2012. Вип. 54 (I). С. 15–25.

25. Bakhmat M.I., Sendetskiy I.V. Features of wintering winter rape at different seeding rates and the use of growth regulators. *Agricultural Science*. 2020. Vol. 32. P. 20–25.

26. Mihaylov B. Response of winter canola (*Brassica napus* L.) to treatment with growth regulators and biostimulators – a review. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2024. 67.

27. Sharma S.H.S., Fleming C., SelBy C., Rao J.R., Trevo R.M. Plant biostimulants: A review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *Journal of Applied Phycology*. 2014. Vol. 26. P. 465–490.

28. Sikorska A., Gugała M., Zarzecka K., Domański Ł., Mystkowska I. Morphological features of winter rape cultivars depending on the applied growth stimulators. *Agriculture*. 2022. Vol. 12. 1747.

29. Gavelienė V, Pakalniškytė L, Novickienė L, Balčiauskas L. Effect of biostimulants on cold resistance and productivity formation in winter rapeseed and winter wheat. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. 2018. Vol. 57. P. 71–83.

30. Child R.D., Evans D.E., Allen J., Arnold G.M. Growth responses in oilseed rape (*Brassica napus* L.) to combined applications of the triazole chemicals triapenthenol and tebuconazole and interaction with gibberellin. *Journal of Plant Growth Regulation*. 1993. Vol. 13. P. 203–212.

Дата першого надходження статті до видання: 03.04.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 01.05.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 22.05.2026