УДК 581.132.1:633.854.79
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.33.46

ОСОБЛИВОСТІ ФЕНОСТАДІЙНОГО РОЗВИТКУ РОСЛИН РІПАКУ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД КОМБІНАТОРИКИ СИСТЕМИ ЙОГО УДОБРЕННЯ

ТОМЧУК О. М. – аспірант
orcid.org/0000-0002-9167-833X
Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. Нормалізація фенологічного розвитку будь-якого виду рослин є важливим завданням застосованих технологій з врахуванням того, що дозволяє при цьому оптимізувати не тільки динаміку ростових та фізіологічних процесів, але й забезпечити високі рівні урожайності [1].

Сам процес нормалізації фенології з огляду на ефективність технології вирощування відповідної культури має на меті максимальну наближеність фактичної тривалості основних міжфазних фенологічних періодів до типового їх значення властивого відповідному генотипу з огляду на грунтово-кліматичну зону його вирощування [2–4].

У випадку ріпаку озимого фенологічний розвиток відіграє важливу роль за рахунок наявності періоду зимового спокою та розділення загальної вегетації на осінній період та період активного росту і формування врожаю після відновлення вегетації [5, 6]. Такий розподіл розвитку рослин, в цілому властивий для всіх озимих форм, вимагає особливої уваги до забезпечення феностадійного розвитку рослин, оскільки в значній мірі визначає ступінь перезимівлі рослин та темпи початкового їх росту після відновлення вегетації навесні [2, 7].

На підставі окреслених вище тверджень та висновків врахування в оцінці рівня оптимальності систем удобрення ріпаку озимого фенологічного його розвитку є актуальним завданням реалізації потенційної продуктивності генотипів ріпаку озимого.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що мінеральні добрива внесені як в основний період до основної вегетації рослин, так і застосовані впродовж вегетації – є вагомими регулюючими чинниками стадійного розвитку рослин, формуючи передумови до інтенсифікації ростових процесів, і, як наслідок, забезпечують або ж дотримання властивої тривалості фенофаз культури на фоні нестабільних гідротермічних умов, або ж зумовлюють процеси подовження даних періодів за умови збігу їх застосування з сприятливими гідротермічними режимами та добору відповідних генотипів культури [1, 2, 8–11].

Відмічається, що така дія добрив може бути скорегована у технологіях вирощування озимого ріпаку за рахунок використання мікродобрив та ріст регулюючих речовин за одинарного або ж комбінованого їх використання у критичні періоди росту і розвитку рослин, що додатково може гармонізувати феностадійний розвиток рослин та збалансувати загальні ростові якісні перетворення [1, 2, 12–13]. При цьому, регулюванням норм та строків внесення можна досягати ефекту подовження одних міжфазних періодів та укорочення інших, особливо на фоні комбінованого використання макро- та мікродобрив, а також ріст регуляторів росту [7. 14]

Наголошується також на тому, що формат дії застосованих варіантів системи удобрення ріпаку озимого залежить також від гідротермічних особливостей періодів вегетації ріпку озимого, особливо умов, які складаються у осінній період вегетації культури, що формує передумови для запобігання переростання рослин перед входженням їх у зиму та запобіганню, таким чином, загрозі загибелі їх у зимовий період [15, 16]. При цьому важливим залишається нормалізація феностадійного розвитку саме у цей період з метою входженням рослин ріпаку озимого в перезимівлю у сталий період розеткового розвитку без початку диференціації фенологічних фаз характерних і бажаних для періоду відновлення вегетації культури навесні [17, 18].

Разом із тим, не дивлячись на цілий ряд досліджень у вивченні питання впливу системи удобрення на тривалість як окремих міжфазних періодів, так і вегетаційного періоду ріпаку озимого залежно від варіантів застосування добрив [14, 18–20] – питання оптимізованого поєднання норм добрив із фенологією ріпаку озимого залишається актуальним з огляду на появу нових форм добрив та ріст регулюючих речовин, а також з огляду на кліматичні зміни в основних ріпакосіючих регіонах України [21, 22].

Метою з'ясування питання впливу складних інтегральних систем удобрення ріпаку озимого у поєднанні з рістрегулюючими препаратами на деталізовану тривалість міжфазних періодів ріпаку озимого у гібридів різної групи стиглості в умовах Лісостепу правобережного України.

Матеріали та методи дослідження. Представлено результати досліджень проведені впродовж 2022–2025 років на базі ТОВ «ВІН-АГРО ГРУП». Грунтовий покрив було представлено сірими лісовими грунтами з вмістом гумусу 2,00 %, вмістом лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) 81 мг/кг ґрунту, вмістом рухомого фосфору (за Мачигіним) 171,9 мг/кг ґрунту, вмістом обмінного калію (за Чиріковим) 129 мг/кг ґрунту та pH 6,3. Вивчення питань фенологічного розвитку рослин ріпаку озимого було проведено у системі багатофакторного польового вивчення, схема якого представлена у табл. 1. Облікова площа ділянки 50 м^2, а загальна – 60 м^2. Сівбу було проведено у третій декаді серпня за норми висіву 500 тис. насінин/га за ширини міжрядь 35 см у комплексі з післяпосівним коткуванням. Попередником у досліді для всіх варіантах була озима пшениця. Підготовка поля до посіву передбачала дискування у два сліди на глибину 6–8 см після збору попередника та послідуюча оранка на глибину 23–25 см.

Таблиця 1

Схема досліду з вивчення впливу комбінованої системи удобрення ріпаку озимого на формування його продуктивних показників

Гібрид (чинник *A*)	Основний блок удобрення (чинник *B*)	Застосування регуляторів росту (чинник *C*)	Позакореневе підживлення мікродобривами (чинник *D*)
Абсолют (Limagrain) (A_1)	Базовий (B_1) (ВВСН 00: Діамофоска N-10 % P-26 % K-26 % 231 кг/га (131 кг/га під оранку + 100 кг/га при посіві) ВВСН 19-20 (по мерзлоталому грунту): карбамід (167 кг/га) Норма внесення для варіанту – $N_{100}P_{60}K_{60}$	Контроль (без обробки) (C_1)	(D_1) Без підживлення
			(D_2) Розалік (B, Mo, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31-34))
			(D_3) Розасоль 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))
			(D_4) Розалік (B, Mo, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31-34)) + Розасоль 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))
		ВВСН 14–16: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га); ВВСН 35–39: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) (C_2)	(D_1) Без підживлення
			(D_2) Розалік (B, Mo, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31-34))
			(D_3) Розасоль 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))
			(D_4) Розалік (B, Mo, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31-34)) + Розасоль 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))
Домінатор (DSV) (A_2)	Поліпшений (B_2) (ВВСН 00: Діамофоска N-10 % P-26 % K-26 % +1S (144 кг/га під оранку) + Росаферт 15-15-15 (150 кг/га при посіві); ВВСН 19-20 (по мерзлоталому грунту): КАС-32 (189 л/га) + Тіосульфат амонію (22 л/га)) Норма внесення для варіанту – $N_{100}P_{60}K_{60}S_{30}$	Контроль (без обробки) (C_1)	(D_1) Без підживлення
			(D_2) Розалік (B, Mo, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31-34))
			(D_3) Розасоль 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))
			(D_4) Розалік (B, Mo, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31-34)) + Розасоль 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))
		ВВСН 14–16: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га); ВВСН 35–39: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) (C_2)	(D_1) Без підживлення
			(D_2) Розалік (B, Mo, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31-34))
			(D_3) Розасоль 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))
			(D_4) Розалік (B, Mo, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31-34)) + Розасоль 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))

* – *фаза розвитку озимого ріпаку за шкалою ВВСН.*

У дослід було включено два гібриди ріпаку озимого різної групи стиглості: середньостиглий Абсолют та середньоранній Домінатор.

Система вирощування гібридів ріпаку озимого передбачала відповідну систему захисту, яка передбачала: внесення у фазі 2 листочки гербіцид Бутізан Авант (2,5 л/га) + через 5 днів Кіллітоп (1,5 л/га) (циперметрин 50 г/л + хлор пірифос 500 г/л) проти підгризаючих совок + інсектицид Інстрайкер (0,2 л/га) у фазі 7–8 листочків + після відновлення вегетації (проти комплексу хвороб та шкідників) Дерозал (карбендазим 500 гр/л, 1 л/га) та Еванс (0,15 л/га) + у фазу бутонізації Кларк (0,4 кг/га), Вето (0,5 л/га), Інстрайкер (0,2 л/га) + на фазу середини цвітіння проти ріпакового квіткоїда Піктор (0,4л/га) та Біская (0,5 л/га).

Основні спостереження та обліки у системі обліку результуючих ознак поставлених на вивчення, відповідно до цілей дослідження представлених у даній статті проводили у відповідності до рекомендацій для хрестоцвітих культур [23]. Зокрема, облік фенофаз рослин ріпаку озимого було проведено за досягнення рослинами стану повної фази (не менше 75 % рослин перебували у даній фазі [23]) у відповідності до рекомендованої шкали ВВСН для ріпаку озимого [24, 25].

Статистичну оцінку результатів досліджень було проведено при застосуванні стандартних статистичних величин аналізу масиву даних: середнього арифметичного, стандартного відхилення, коефіцієнту варіації. Для аналізу закономірностей формування показника було застосовано також класичну схему кореляційного та дисперсійного (багатофакторна схема) аналізу на рівнях значимості $p < 0,05$ та $p < 0,01$ [26].

Погодні умови за трьохрічний цикл вивчення мали відповідні відмінності, що відобразилось як на

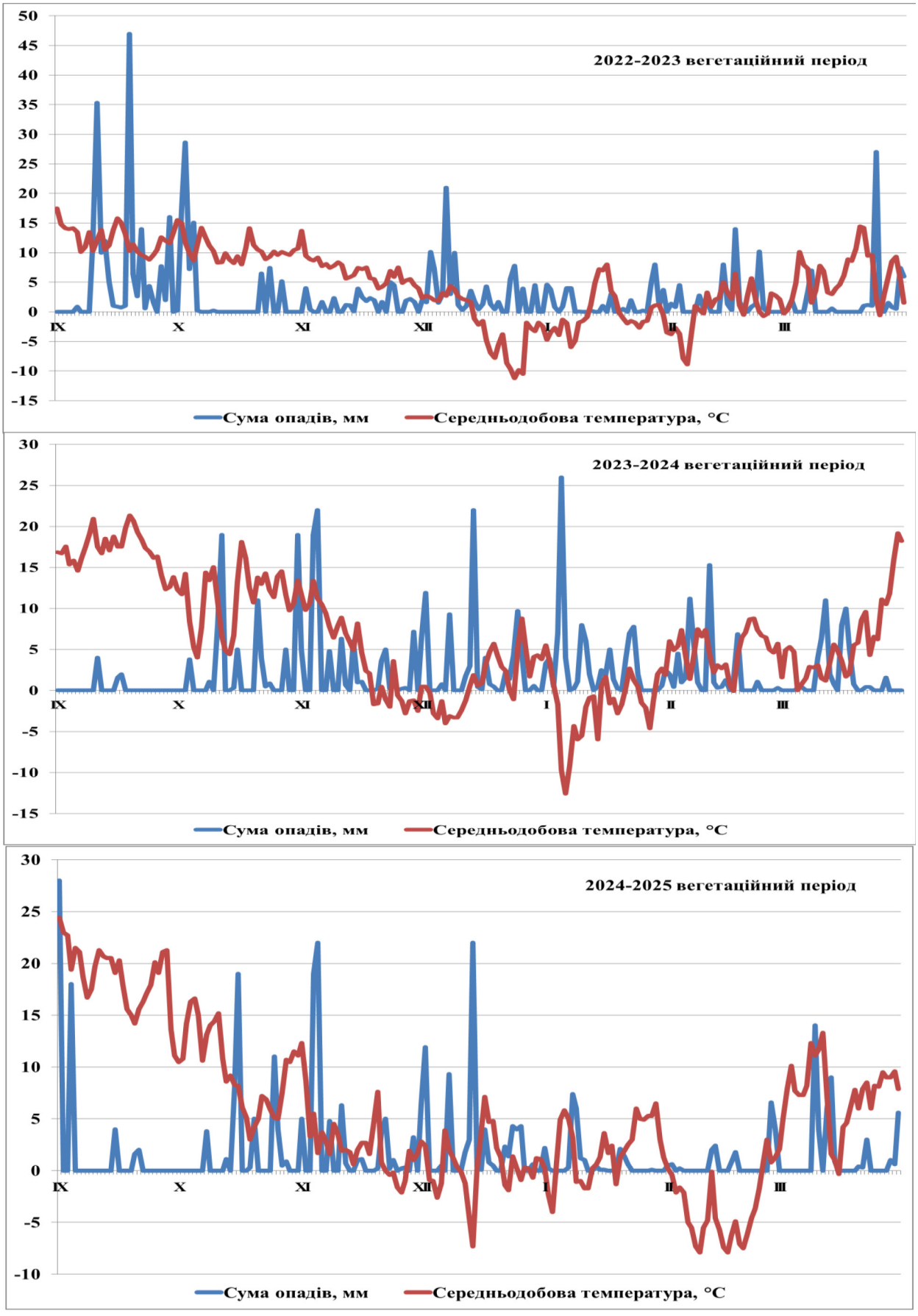

Рис. 1. Гідротермічні умови за міжфазний період сходи – відновлення вегетації ріпаку озимого, 2022–2025 рр.

загальному розвитку рослин гібридів ріпаку озимого, так і на особливостях його феностадійного розвитку. Так, з позиції сприятливості до сталого періоду перезимівлі (рис. 1) умови 2022–2023 вегетаційного періоду (календарно із вересня по березень) були найбільш сприятливими у формуванні умов перезимівлі рослин ріпаку озимого. Це узгоджується з вираженою повільним зниженням середньодобових температур на фоні сталої динаміки опадів та зниження мінімальної температури до рівня від –5 до –8– –10 °С у період січні–лютого з повільним наростанням впродовж березня.

Такі умови сприяли мінімізації ризиків перезимівлі рослин ріпаку за мінімального снігового покриву та відсутності загроз щодо провокування відновлення ростових процесів.

Погодні умови 2023–2024 вегетаційного періоду ріпаку озимого характеризувались інтенсивним коливанням середньодобових температур (середня амплітуда була вищою на 37,5 % у співставленні до умов 2022–2023 вегетаційного періоду та 19,5 % у співставленні до умов 2024–2025 вегетаційного періоду). Для цього періоду було відмічено мінімальне зниження середньодобової температури повітря до рівня –15 °С, що з врахуванням інтенсивної амплітуди кількості опадів та формування нерівномірного снігового покриву з провокуванням його нерівномірного танення спричиняло певний провокаційний режим коливанням фізіологічного стану рослин та темпів їх зимового виснаження, що вплинуло на темпи ростових процесів озимого ріпаку після відновлення вегетації на весні та відповідно на феностадійну тривалість розвитку рослин обох гібридів.

Слід зауважити, що гідротермічний режим 2024–2025 вегетаційного періоду було віднесено до проміжного типу за характером впливу на інтенсивність та динаміку ростових процесів та формування тривалості основних міжфазних періодів вегетації.

Визначено і певні відмінності у темпах ростових процесів рослин ріпаку озимого і після відновлення вегетації на весні (рис. 2). Ґрунтуючись на результатах оцінки оптимальних умов росту і розвитку рослин ріпаку озимого [20, 27] та тривалість основних міжфазних періодів – роки досліджень було розміщено у такому порядку оптимізації 2025–2024–2023. Зокрема, умови 2023 року характеризувались достатнім рівнем атмосферного зволоження у період червня місяця на фоні помірного наростання температур, що у підсумку сприяло оптимізації поєднання процесів цвітіння, запилення та забезпечило сприятливі умови для наливу насіння на фоні збереження помірних темпів формування супутньої вегетативної маси.

Для умов 2024 року було відмічено інтенсивне наростання температур аж до аномальних розпочинаючи з періоду дозрівання насіння. Крім того було відмічено істотно прохолодний період травня, що вплинуло на ростові процеси та закладення плодоелементів. У результуючому підсумку рік був помірно сприятливим.

Для умов 2025 року відмічено аномально прохолодний період всього періоду квітня-травня, що створило складні умови для дотримання відповідних темпів росту із подовженням загальної тривалості період від стеблування до початку цвітіння. Умови літа істотно покращились, проте надмірне зволоження періоду перших двох декад червня сприяло інтенсивному приросту надземної маси на фоні подовження тривалості цвітіння. Такі особливості у результуючому підсумку зумовили істотні відмінності у тривалості окремих міжфазних періодів, що дозволило додатково проаналізувати роль гідротермічних умов у формування феностадійного розвитку гібридів ріпаку озимого у поєднанні з комбінуванням варіантів удобрення та фунгіцидів-рістрегуляторів.

Результати досліджень. За трьохрічний цикл досліджень встановлено, що фактори оптимізації системи удобрення та рістрегуляції гібридів ріпаку озимого мали істотний вплив на тривалість міжфазних періодів їх вегетації (табл. 2–3). При цьому цей вплив мав різну вираженість залежно як від міжфазного періоду, так і від загальної періодизації вегетації ріпаку озимого відповідно до входження рослин у зиму та після відновлення вегетації. В цілому для гібриду Домінатор застосування поліпшеного варіанту основного блоку удобрення сприяло зростанню тривалості весняного періоду вегетації у середньому на 3 доби з додатковим зростання тривалості періоду від початку відновлення вегетації до дозрівання ще на 2 доби, що забезпечило загальне зростання періоду вегетації гібриду без врахування зимового періоду на 5 діб. Такі прирости позитивно узгоджуються із загальними висновками направленої дії подовження загальних ростових процесів ріпаку озимого із сповільненням фенофазової диференціації рослин саме за зростаючих норм азотного живлення та більш ефективних форм діючих речовин даного виду добрив [15, 17, 28].

За результатами тривалих оцінок такий приростний характер вкладається у значення в інтервалі від 2 до 9 діб залежно від нормування азотного живлення [12, 29]. З огляду на це у випадку гібрида Домінатор застосування азотного живлення у формі росафертної препаративної форми є більш ефективним з позиції пролонгації стадійного розвитку рослин на стадії розетки, що для гарантування оптимальної морфометрії рослин, яка забезпечує вищі показники виживаності рослин за період перезимівлі [20]. Слід зауважити, що подовжуюча дія тривалості фенологічного розвитку на осінньому періоді вегетації ріпаку озимого була підсилена застосуванням ріст регулятора з фунгіцидною дією Карамба Турбо та Букат. За рахунок застосування комбінації даних препаратів, у співставленні базового та поліпшеного блоку основного удобрення, загальна тривалість періоду всходи–розетка (усереднено по факторах C_1 та C_2) була на 7 діб довшою. Проте, повторне застосування вказаних ріст регулятивних препаратів на феностадії стеблування та ініціації бутонізації у результуючому підсумку забезпечили істотно менш тривалі міжфазні періоди розетка–стеблування на 2 доби, стеблування–бутонізація на 1 добу, бутонізація–цвітіння на майже 3 доби, цвітіння–дозрівання на дещо більше ніж дві доби. За рахунок таких процесів відбулося вирівнювання загальної тривалості періоду вегетації гібриду ріпаку озимого Домінатор за менш тривалого у значенні 2 діб даного показника на варіанті де було застосовано

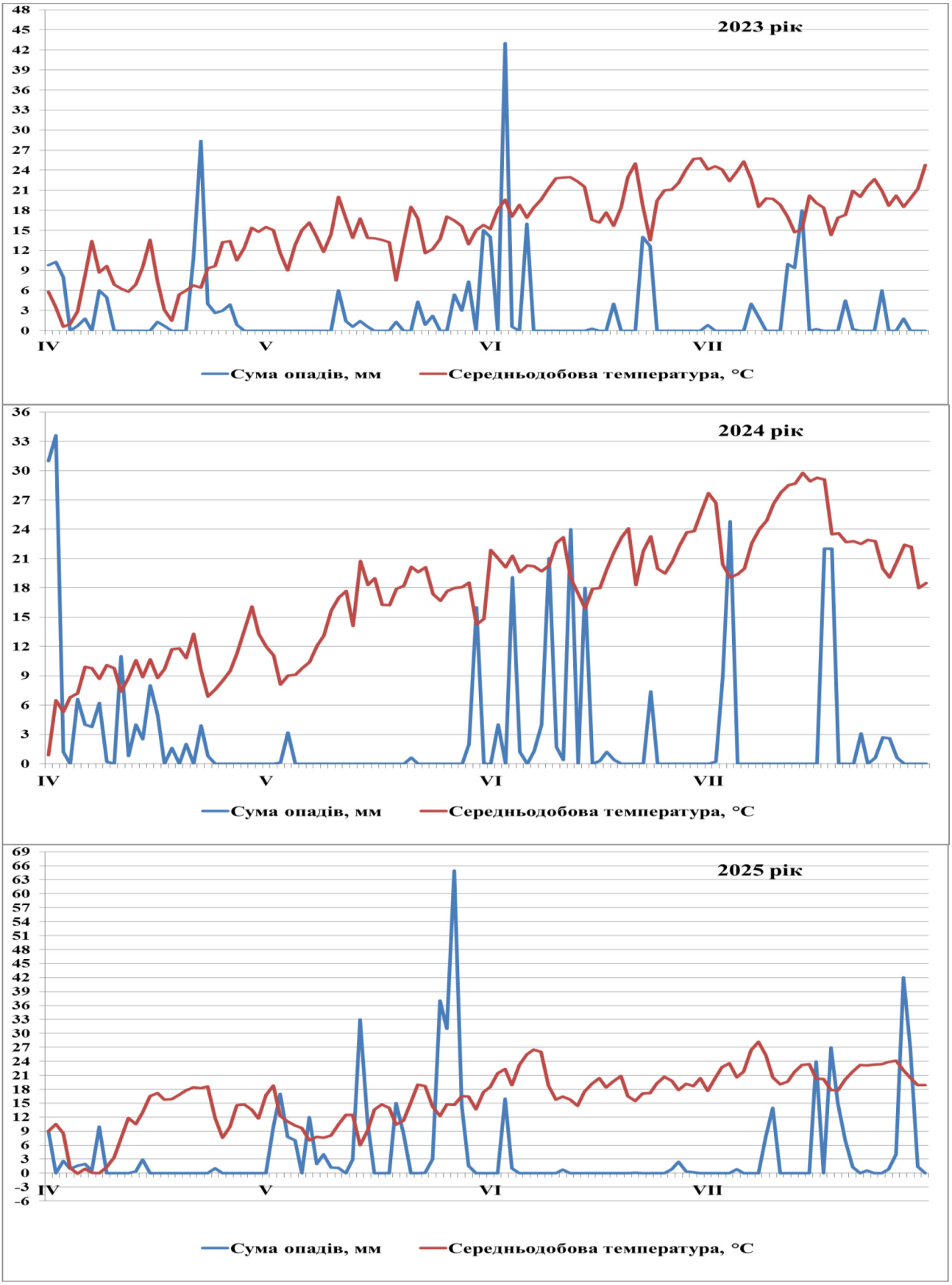

Рис. 2. Гідротермічні умови міжфазного періоду відновлення вегетації – повна стиглість рослин ріпаку озимого, 2022–2025 рр.

Таблиця 2

Формування тривалості феностадійного розвитку гібриду ріпаку озимого Домінатор залежно від варіантів системи удобрення та рістрегуляції (середнє за 2022–2025 рр.)*, діб

Гібрид (А)	Основний блок удобрення (В)	Регулятор росту (С)	Позакореневе підживлення (D)	Сходи-формування розетки	Розетка (відновлення вегетації) – стеблування	Стеблування – бутонізація	Бутонізація–цвітіння	Цвітіння – дозрівання	Тривалість вегетації (без зимового періоду)
Домінатор (A_1)	Базовий (B_1)	C_1	D_1	60	24	17	26	40	167
			D_2	60	25	18	26	40	169
			D_3	60	24	17	27	41	169
			D_4	60	25	18	27	42	172
		C_2	D_1	65	22	16	22	37	162
			D_2	65	23	17	24	38	167
			D_3	66	23	16	25	39	169
			D_4	66	23	17	25	39	170
	Поліпшений (B_2)	(C_1	D_1	61	24	19	26	40	170
			D_2	61	26	18	27	40	172
			D_3	62	25	19	27	42	175
			D_4	62	26	18	28	42	176
		C_2	D_1	68	22	17	23	38	168
			D_2	69	23	18	25	38	173
			D_3	69	22	17	25	40	173
			D_4	68	23	18	26	40	175
НІР$_{05\ заг}$ (для взаємодії ABCD)				1,2	0,7	0,7	1,0	0,8	1,5

* *Розшифровка варіантів подана в табл. 1.*

двохфазовий варіант застосування комбінації рістрегуллючих речовин Карамба Турбо та Букат. Таким чином застосування вказаної комбінації у дві фенологічні фази ВВСН 14–16 та ВВСН 35–39 формує позитивні ефекти з одного боку до подовження періоду до повного формування розетки в осінній період та динамічного акумулятивного характеру до скорочення міжфазних періодів вегетації в весняно-літній період, що формує позитивні передумови як для успішної перезимівлі рослин за рахунок запобіганню переростанню рослин та формування позитивної динаміки накопичення цукрі та нормалізації оводненості рослин, так і для створення позитивних процесів вирівняного цвітіння та дружності дозрівання плодоелементів у межах осей суцвіття різного порядку. З огляду на цілий ряд досліджень [12, 15, 20, 27, 31, 32] такий варіант з позиції конструювання системи удобрення ріпаку озимого є найбільш доцільним, оскільки гарантує позитивну інтенсифікацію самого живлення та внутрішніх процесів диференціації рослин, а з іншого вирівнює та гармонізує морфометричний розвиток рослин та знімає проблематику різностадійності формування плодоелементів, властиву хрестоцвітим видам рослин в цілому [20, 32].

Що стосується впливу системи позакореневих підживлень на феностадійний розвиток рослин ріпаку озимого то у випадку гібриду Домінатор істотна відмінність між технологічними варіантами застосування мікродобрив (що позитивно узгоджується з висновками щодо особливостей взаємодії варіантів позакореневого підживлення ріпаку озимого з реалізацією його адаптивного та врожайного потенціалу [27, 33]) відмічена на певному технологічному віддаленні від фенофази їх позакореневого використання по вегетації культури з приростом наростаючого акумулятивного характеру послідовно від фази бутонізації до стадії дозрівання насіння. У результуючому підсумку, максимальна тривалість періоду від цвітіння до дозрівання насіння відмічена у варіанті комбінованого використання мікродобрив у варіанті D_4: Розалік (B, Mo, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31-34)) + Розасоль 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53). Саме для відміченого варіанту на фоні оптимізації блоку основного удобрення та застосування системи рістрегуляції відмічено зростання загальної тривалості вегетації гібриду Домінатор у середньому на 7 діб.

Якщо порівнювати отримані прирости з результатами вивчень впливу оптимізації системи живлення ріпаку озимого з огляду на зміни у системах удобрення, слід зауважити, що в основному формат позакореневих підживлень комплексними мікродобривами забезпечував зростання тривалості перебування рослин ріпаку на визначеній фенофазі [20], особливо за умови співпадання критичного періоду по відношенню до даного мікроелементу у феностадійному розвитку рослин з достатнім або ж надмірним його нормуванням за внесення [21]. З огляду на відмічені особливості, важливим у плані використання мікродобрив у технології комбінованих (складних) систем удобрення озимого ріпаку є не лише фенологічна фаза внесення, але й збалансована норма застосування.

Таблиця 3

Формування тривалості феностадійного розвитку гібриду ріпаку озимого Абсолют залежно від варіантів системи удобрення та рістрегуляції (середнє за 2022–2025 рр.)*, діб

Гібрид (А)	Основний блок удобрення (В)	Регулятор росту (С)	Позакореневе підживлення (D)	Сходи-формування розетки	Розетка (відновлення вегетації) – стеблування	Стеблування – бутонізація	Бутонізація – цвітіння	Цвітіння – дозрівання	Тривалість вегетації (без зимового періоду)
Абсолют (A_2)	Базовий (B_1)	C_1	D_1	62	26	19	26	43	176
			D_2	62	27	19	27	44	179
			D_3	63	26	20	27	45	181
			D_4	63	27	20	27	45	182
		C_2	D_1	67	24	18	23	42	174
			D_2	67	25	19	24	42	177
			D_3	68	24	19	23	43	177
			D_4	67	25	19	24	44	179
	Поліпшений (B_2)	(C_1	D_1	63	27	20	27	44	181
			D_2	63	28	21	27	45	184
			D_3	64	27	20	28	45	184
			D_4	63	28	21	28	46	186
		C_2	D_1	69	24	19	24	42	178
			D_2	71	24	20	24	43	182
			D_3	69	25	20	25	42	181
			D_4	70	25	20	25	43	183
$HIP_{05\ заг}$ (для взаємодії ABCD)				1,5	1,3	0,8	0,8	0,7	1,8

* *Розшифровка варіантів подана в табл. 1.*

Що стосується особливостей формування феностадійного розвитку середньостиглого гібриду Абсолют залежно від застосованої системи удобрення з ріст регуляцією то вони мають поідбіні риси, що й у випадку середньораннього гібриду Домінатор (табл. 3).

Проте, слід відмітити і той факт, що для середньостиглого гібриду Абсолют відмічено диференційний рівень чутливої реакції на оптимізацію системи живлення, ніж для середньораннього Домінатор. Так, у співставленні базового та поліпшеного варіанту основного блоку удобрення відмічено у середньому на дві доби більшу загальну тривалість вегетації. Дія ріст регулюючих препаратів також мала істотно вищий рівень впливу, що у відносному виразі становив більшу на 8,6 % редукції періоду вегетації рослин гібриду Абсолют у весняно-літній період та навпаки на 2,7 % менше зростання для осіннього періоду вегетації. Загальна фенокоректуюча дія мікродобрив також мала менш виражений вплив – у співставленні варіантів D_1 та D_4 загальний приріст тривалості вегетації у гібриду Абсолют був у середньо багаторічному виразі на 2 доби меншим, ніж у гібриду Домінатор. Встановлені відмінності позитивно співвідносяться з висновками щодо відмінностей у фенотипічній реакції ріпаку озимого на оптимізацію базових складових удобрення [20]. Зокрема, вказується, що для більш пізньостиглих форм ріпаку озимого характерним є вища ємнісна складова необхідна для істотності результуючих змін, які будуть реалізовані у феностадійній періодизації розвитку рослин [1, 2]. Разом із тим, для середньостиглих та пізньостиглих форм ріпаку озимого властивим є вищий рівень залежності від гідротермічних режимів вегетаційного розвитку, зокрема теплового режиму, що створює передумови для більш складних механізмів взаємодії адаптивного потенціалу та ефективності коректуючи важелів впливу удобрення на цей потенціал [5, 8]. Саме ці висновки і знайшли своє закономірне відображення у представлених результатах досліджень.

Проведений кластерний аналіз дозволив підтвердити вище зроблені узагальнення та висновки (рис. 3). Так визначено результуючу домінуючу дію рістрегулюючих препаратів застосованих у комбінаційній схемі з удобренням обох гібридів ріпаку озимого, та відмінностей за фенологічним розвитком між варіантами базового та поліпшеного варіантів основного блоку удобрення. Це узгоджується із показниками максимальних відстаней об'єднання у межах факторів B_1 та B_2.

При цьому, найбільш подібні процеси формування феностадійного розвитку в обох гібридів ріпаку озимого було відмічено у взаємодії варіантів B_2, C_2 та D_2 знову ж таки з огляду на параметри відстані об'єднання.

Застосований факторний аналіз у блокові проведеного багатофакторного дисперсійного аналізу (рис. 4) дозволив виокремити частку кожного із чинників системи досліду та їх значимість у величині формування загальної тривалості вегетації за зведеного масиву даних по вивчаємих гібридах Абсолют та Домінатор.

Визначено, що застосовані варіанти досліду з позиції поєднання варіантів удобрення та ріст регуляції забезпечують 47,31 % формування результуючого

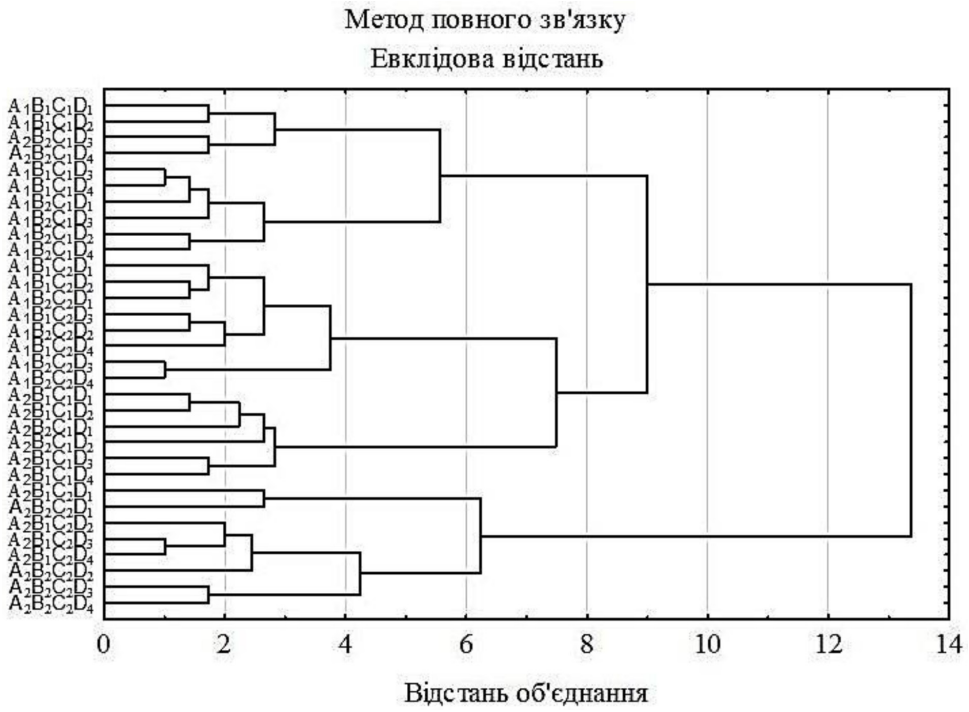

Рис. 3. Кластерний аналіз феностадійного розвитку гібридів ріпаку озимого залежно від варіантів досліду, 2022–2025 рр.

** Розшифровка варіантів подана в табл. 1.*

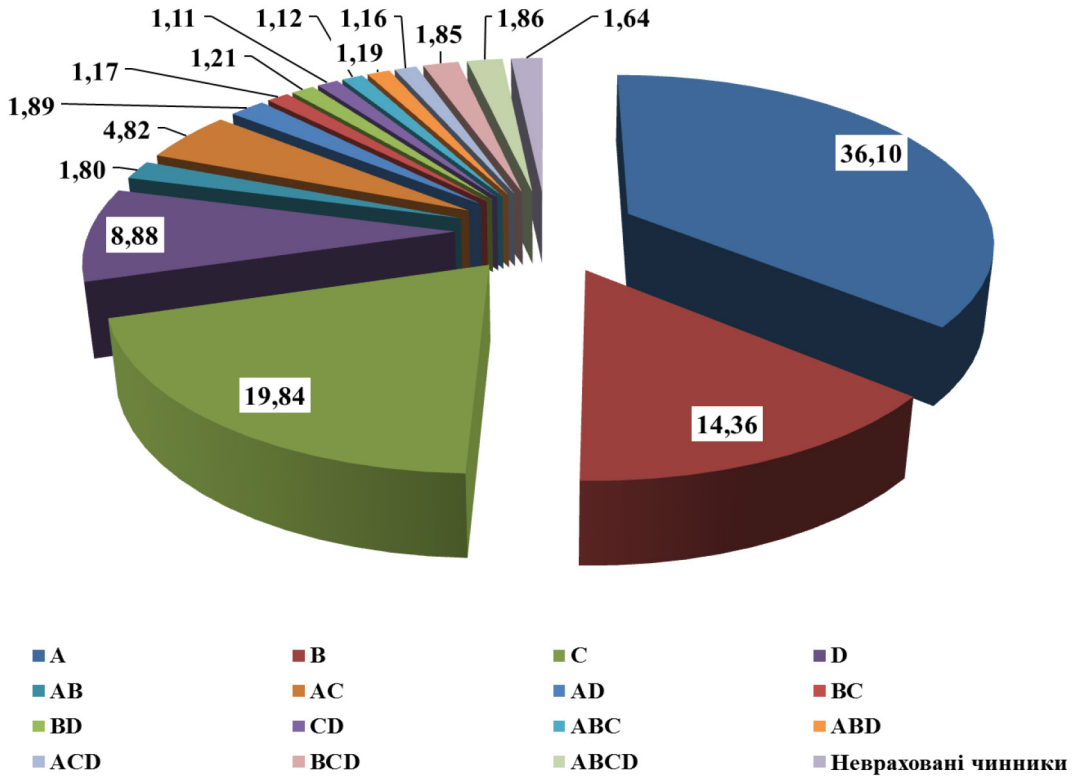

Рис. 4. Співвідношення дії факторів у системі досліду на детермінацію показника загальної тривалості вегетації гібридів ріпаку озимого (для загального масиву співставлення в тому числі по вивчаємих гібридах за період 2022–2025 рр.).

Примітка: А – умови року як фактор, В – основний блок удобрення, С – застосування фунгіцидів-рістрегуляторів; D – позакореневі підживлення;– взаємодія чинників. Зміст факторів представлено у табл.. Поєднання факторів виражається через відповідний запис AB, BC, CD, BCD, ABCD і т. д.

показника як в однокомпонентному виразі, так і у формі взаємодії факторів. Частка гідротермічних параметрів періоду вегетації (умов року) як окремий фактор у системі досліду склала у сумі однокомпонентного виразу та у формі факторної взаємодії 51,05 % з яких прямий вплив гідротермічних умов склав 36,10 %.

Серед застосованих елементів оптимізації феностадійного розвитку гібридів озимого ріпаку домінантним є чинник застосування ріст регулятивних препаратів з фунгіцидним ефектом (чинник С) загальна частка якого у одинарному та комбінативному виразі становить 26,95 %. Друге місце у факторному впливі належало чиннику варіанту основного блоку удобрення (чинник В) де аналогічний показник склав значення 20,89 %. Відповідно третя позиція відмічена для фактора позакореневих підживлень із загальною часткою впливу у формуванні показника тривалості вегетації гібридів ріпаку озимого у значенні 18,36 %. При цьому, на частку чинника позакореневих підживлень припадає максимальна частка варіантів взаємодії – 51,36 % від загальної величини факторного впливу на результуючу ознаку.

Висновки. Таким чином, доведена істотна коректуючи роль комбінованого застосування варіантів удобрення та рістрегулюючих речовин у формуванні як тривалості базових міжфазних періодів росту і розвитку гібридів ріпаку озимого різних груп стиглості, так і тривалості вегетації в цілому.

Визначено, що застосування різних форм азотних добрив за одночасного внесення сірки сприяє загальному подовженню вегетації рослин ріпаку від 3 до 5 діб залежно від групи стиглості гібрида.

Рістрегулятори з фунгіцидною дією Карамба Турбо та Букат за їх бінарного (осіннього та весняного) застосування формують виражену різнонаправлену дію щодо тривалості феностадійного розвитку ріпаку озимого – загальне подовження осіннього періоду вегетації на 6–8 діб та, навпаки, загальне скорочення весняно-літнього періоду вегетації на 3–5 діб, що дозволяє реалізувати технологічні підходи у збалансуванні нормування застосування макроелементів (особливо азоту) після відновлення вегетації культури з цілями гармонізації різностадійності цвітіння та вирівняності плодоелементів за темпами дозрівання, запобігання виляганню, і, в кінцевому варіанті – формування передумов для зростання показника реалізації біологічного потенціалу урожайності насіння за збереження високих показників його якості.

Позакореневі підживлення мікродобривами дозволяють коректувати тривалість феностадійного розвитку на рівні 1–3 доби по відношенню до міжфазного періоду їх застосування по вегетації.

У результуючому підсумку, для обох гібридів ріпаку озимого максимальна тривалість вегетації ріпаку озимого відмічена у варіанті удобрення та ріст регулювання, що передбачав таку схему: B_2: (Діамофоска N-10 % P-26 % K-26 % +1S (144 кг/га під оранку) + Росаферт 15-15-15 (150 кг/га при посіві); ВВСН 19-20 (по мерзлоталому грунту): КАС-32 (189 л/га) + Тіосульфат амонію (22 л/га)); C_1: Контроль (без застосування ріст стимуляторів з фунгіцидним ефектом); D_4 позакореневі підживлення за схемою: Розалік (B, Mo, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31-34)) + Розасоль 18-18-18 + МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53)).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ivanova R., Todorov Z. Influence of foliar fertilization on the phenological development of rapeseed. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2019. Vol. LXII, №. 1. P. 322–330.
2. Ahmad G., Jan A. I., Arif M. Phenology and Physiology of Canola as Affected by Nitrogen and Sulfur Fertilization. *Journal of Agronomy*, 2006. Vol. 5. P. 555–562.
3. Weymann W., Böttcher U., Sieling K., Kage H. Effects of weather conditions during different growth phases on yield formation of winter oilseed rape. *Field Crops Research*. 2015. Vol. 173. P. 41–48.
4. Li X. H., Li Q. B., Yang T. W., Nie Z. N., Chen G. X., Hu L. Y. Responses of plant development, biomass and seed production of direct sown oilseed rape (*Brassica napus* L.) to nitrogen application at different stages in Yangtze River Basin. *Field Crops Research*. 2016. Vol. 194. P. 12–20.
5. Todorov Zh., Ivanova R. Influence of sowing period and treatment with various foliar fertilizers on the productivity of rapeseed. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2020. Vol. LXII. № 1. P. 456–464.
6. 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*. Vol. 39. 198.
7. Junk J., Torres A., El Jaroudi M., Eickermann M. Impact of Climate Change on the Phenology of Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). *Agriculture*. 2024. Vol. 14. 1049.
8. Storer K. E., Berry P. M., Kindred D. R., Sylvester-Bradley R. Identifying oilseed rape varieties with high yield and low nitrogen fertiliser requirement. *Field Crops Research*. 2018. Vol. 225. P. 104–116.
9. Su W., Liu B., Liu X. W., Li X. K., Ren T., Cong R. H., Lu J. W. Effect of depth of fertilizer banded-placement on growth, nutrient uptake and yield of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *European Journal of Agronomy*. 2015. Vol. 62. P. 38–45.
10. Домарацький Є. О., Базалій В. В., Домарацький О. О. Продуктивність ріпаку озимого залежно від азотного живлення та рістрегулюючих препаратів за умов кліматичних змін. *Вісник аграрної науки Причорномор´я*. 2019. Вип. 1. С. 53–62.
11. Вишнівський П. С., Губенко Л. В., Ремез Г. Г., Лепеха В. Г. Вплив добрив та способів сівби на продуктивність озимого ріпаку. *Збірник наукових праць НЦЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2009. № 1–2. С. 68–79.
12. Cuccia C., Bois B., Richard Y., Parker A.K., Garcia De Cortazar-Ataauri I., Van Leewen C., Castel T. Phenoloical model performance to warmer conditions: Application to Pinot Noir in Burgundy. *Journal international des sciences de la vigne et du vin*. 2014, 48, 169–178.
13. Assefa Y., Prasad P. V. V., Foster C., Wright Y., Young S., Bradley P., Stamm M., Ciampitti I. A. Major Management Factors Determining Spring and Winter Canola Yield in North America. *Crop Science*. 2018. Vol. 58. P. 1–16.

14. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Ріпак. Львів: Українські технології, 2010. 124 с.
15. Beres J., Becka D., Tomasek J., Vasak J. Effect of autumn nitrogen fertilization on winter oilseed rape growth and yield parameters. *Plant Soil Environment*. 2019. № 65. P. 435–441.
16. Jankowski K. J., Sokolski M., Szatkowski A. The Effect of Autumn Foliar Fertilization on the Yield and Quality of Winter Oilseed Rape Seeds. *Agronomy*. 2019. No 9. P. 849.
17. Sieling K., Böttcher U., Kage H. Sowing date and N application effects on tape root and above-ground dry matter of winter oilseed rape in autumn. *European Journal of Agronomy*. 2017. № 83. P. 40–46.
18. Weymann W., Bottcher U., Sieling K., Kage H. Effects of weather conditions during different growth phases on yield formation of winter oilseed rape. *Field Crop Research*. 2015. Vol. 173. P. 41–48.
19. Grzebisz W., Łukowiak R., Kotnis K. Evaluation of nitrogen fertilization systems based on the in-season variability of nitrogenous growth factors and soil fertility factors: A case of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Agronomy*. 2020. Vol. 10. 1701.
20. 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. Львів : Сполом, 2017. 212 с.
21. Антоненко О. Ф., Савчук Ю. М. Вплив строків сівби та мікродобрив на розвиток рослин ріпаку озимого в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2016. Т. 1, № 1 (53). С. 87–94.
22. Савчук Ю. М., Антоненко О. Ф. Залежність урожайності та посівних якостей насіння ріпаку озимого від сортів та технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 2 (93). С. 20–27.
23. Сайко В. Ф. Особливості проведення досліджень з хрестоцвітими олійними культурами. К. : «Інститут землеробства НААН» 2011. 76 с.
24. Meier U. BBCH – Monograph. Growth Stages of Plants. Berlin and Wien, Blackwell Wissenschaftsverlag. 1997. 156 p.
25. Böttcher U., Rampin E., Hartmann K., Zanetti F., Flenet, F., Morison M., Kage H. A phenological model of winter oilseed rape according to the BBCH scale. *Crop Pasture Science*. 2016. Vol. 67. P. 345–358.
26. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві. Херсон: Айлант, 2013. 378 с.
27. Grzebisz W., Przygocka-Cyna K., Szczepaniak W., Zawieja A. Impact of winter oilseed rape nutritional status during vegetative growth on yield. *Plant, Soil Environment*. 2019. Vol. 65. P. 490–496.
28. Rutkowska A. Productivity of winter oilseed rape depending on its nitrogen and water use efficiency. *Polish Journal of Agronomy*. 2019. Vol. 39. 39.
29. Szczepaniak W., Grzebisz W., Potarzycki J., Łukowiak R., Przygocka-Cyna K. Nutritional status of winter oilseed rape in cardinal stages of growth as yield indicator. *Plant Soil Environment*. 2015. Vol. 61. P. 291–296.
30. Malagoli M., Laine P., Rossato L., Ourry A. Dynamics of nitrogen uptake and mobilization in field-grown winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) from stem extension to harvest. I. Global N flows between vegetative and reproductive tissues in relations to leaf fall and their residual N. *Annals of Botany*. 2005. Vol. 95. P. 853–861.
31. Pullens J. W. M., Sharif B., Trnka M., Balek J., Semenov M. A., Olesen J. E. Risk factors for European winter oilseed rape production under climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2019. Vol. 272–273. P. 30–39.
32. Бондарчук І. Л. Сортова реакція параметрів перезимівлі рослин ріпаку озимого за застосування рістрегуляції в умовах Північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського НАУ*. 2018. № 3 (35). С. 68–71.
33. Grzebisz W., Łukowiak R., Biber M., Przygocka-Cyna K. Effect of multi-micronutrient fertilizers applied to foliage on nutritional status of winter oilseed rape and development of yield forming elements. *Journal of Elementology*. 2010. Vol. 15. P. 477–491.

REFERENCES:

1. Ivanova, R., & Todorov, Z. (2019). Influence of foliar fertilization on the phenological development of rapeseed. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. LXII(1), 322–330.
2. Ahmad, G., Jan, A. I., & Arif, M. (2006). Phenology and Physiology of Canola as Affected by Nitrogen and Sulfur Fertilization. *Journal of Agronomy*. 5, 555–562.
3. Weymann, W., Böttcher, U., Sieling, K., & Kage, H. (2015). Effects of weather conditions during different growth phases on yield formation of winter oilseed rape. *Field Crops Research*. 2015. Vol. 173. P. 41–48.
4. Li, X. H., Li, Q. B., Yang, T. W., Nie, Z. N., Chen, G. X., & Hu, L. Y. (2016). Responses of plant development, biomass and seed production of direct sown oilseed rape (Brassica napus L.) to nitrogen application at different stages in Yangtze River Basin. *Field Crops Research*. 194, 12–20.
5. Todorov, Zh., & Ivanova, R. (2020). Influence of sowing period and treatment with various foliar fertilizers on the productivity of rapeseed. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. LXII(1), 456–464.
6. 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*. 39, 198.
7. 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.
8. Storer, K. E., Berry, P. M., Kindred, D. R., & Sylvester-Bradley, R. (2018). Identifying oilseed rape varieties with high yield and low nitrogen fertiliser requirement. *Field Crops Research*. 225, 104–116.
9. Su, W., Liu, B., Liu, X. W., Li, X. K., Ren, T., Cong, R. H., & Lu, J. W. (2015). Effect of depth of fertilizer banded-placement on growth, nutrient uptake and yield of oilseed rape (Brassica napus L.). *European Journal of Agronomy*. 62, 38–45.
10. Domaratskyi, Ye. O., Bazalii, V. B., & Domaratskyi, O. O. (2019). Produktyvnist ripaku ozymoho zalezhno vid

azotnoho zhyvlennia ta ristrehuliuiuchykh preparativ za umov klimatychnykh zmin [*Productivity of winter rapeseed depending on nitrogen nutrition and growth-regulating preparations under climate change condition*]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor´ia*. 1, 53–62 [in Ukrainian].

11. Vyshnivskyi, P. S., Hubenko, L. V., Remez, H. H., & Lepekha, V. H. (2009). Vplyv dobryv ta sposobiv sivby na produktyvnist ozymoho ripaku [*Influence of fertilizers and sowing methods on the productivity of winter rapeseed*]. *Zbirnyk naukovykh prats NTsTs "Instytut zemlerobstva UAAN"*. 2009. № 1–2. S. 68–79 [in Ukrainian].
12. Cuccia, C., Bois, B., Richard, Y., Parker, A.K., Garcia De Cortazar-Ataauri, I., Van Leewen, C., & Castel, T. (2014). Phenoloical model performance to warmer conditions: Application to Pinot Noir in Burgundy. *Journal international des sciences de la vigne et du vin*. 48, 169–178.
13. Assefa, Y., Prasad, P.V.V., Foster, C., Wright, Y., Young, S., Bradley, P., Stamm, M., & Ciampitti, I. A. (2018). Major Management Factors Determining Spring and Winter Canola Yield in North America. *Crop Science*. 58, 1–16.
14. Lykhochvor V. V., & Petrychenko V. F. (2010). Ripak [*Rapeseed*]. Lviv : Ukrainski tekhnolohii [in Ukrainian].
15. Beres, J., Becka, D., Tomasek, J., & Vasak, J. (2019). Effect of autumn nitrogen fertilization on winter oilseed rape growth and yield parameters. *Plant Soil Environment*. № 65, 435–441.
16. Jankowski, K. J., Sokolski, M., & Szatkowski, A. (2019). The Effect of Autumn Foliar Fertilization on the Yield and Quality of Winter Oilseed Rape Seeds. Agronomy. 9, 849.
17. Sieling K., Böttcher U., & Kage H. (2017). Sowing date and N application effects on tape root and above-ground dry matter of winter oilseed rape in autumn. *European Journal of Agronomy*. 83, 40–46.
18. Weymann, W., Bottcher, U., Sieling, K., & Kage, H. (2015). Effects of weather conditions during different growth phases on yield formation of winter oilseed rape. *Field Crop Research*. 173, 41–48.
19. Grzebisz, W., Łukowiak, R., & Kotnis, K. (2020). Evaluation of nitrogen fertilization systems based on the in-season variability of nitrogenous growth factors and soil fertility factors: A case of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Agronomy*. 10, 1701.
20. Voloshchuk, I. S., Voloshchuk, O. P., Rop, R. Yu., Hlyva, V. V., Sluchak, O. M., Prystatska, O. N., & Rasputenko A. O. (2017). Ahrotekhnolohichni osnovy vyroshchuvannia nasinnia ripaku ozymoho v umovakh Zakhidnoho Lisostepu Ukrainy [*Agrotechnological foundations of winter rapeseed seed production in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine*]. Lviv : Spolom [in Ukrainian].
21. Antonenko, O. F., & Savchuk, Yu. M. (2016). Vplyv strokiv sivby ta mikrodobryv na rozvytok roslyn ripaku ozymoho v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [*Influence of sowing dates and microfertilizers on the development of winter rapeseed plants in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine*]. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu*. 1, 1(53), 87–94 [in Ukrainian].
22. Savchuk, Yu. M., & Antonenko, O. F. (2019). Zalezhnist urozhainosti ta posivnykh yakostei nasinnia ripaku ozymoho vid sortiv ta tekhnolohii vyroshchuvannia v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [*Dependence of yield and seed quality of winter rapeseed on varieties and cultivation technologies in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine*]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2 (93), 20–27 [in Ukrainian].
23. Saiko, V. F. (2011). Osoblyvosti provedennia doslidzhen z khrestotsvitymy oliinymy kulturamy [*Peculiarities of conducting research on cruciferous oilseed crop*]. K. : "Instytut zemlerobstva NAAN" [in Ukrainian].
24. Meier, U. (1997). BBCH – Monograph. Growth Stages of Plants. Berlin and Wien, Blackwell Wissenschaftsverlag.
25. 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 Pasture Science*. 67, 345–358.
26. Ushkarenko, V. O., Vozhehova, R. A., Holoborodko, S. P. (2013). Statystychnyi analiz rezultativ polovykh doslidiv u zemlerobstvi [*Statistical analysis of field experiment results in agriculture*]. Kherson : Ailant [in Ukrainian].
27. Grzebisz, W., Przygocka-Cyna, K., Szczepaniak, W., & Zawieja, A. (2019). Impact of winter oilseed rape nutritional status during vegetative growth on yield. *Plant, Soil Environment*. 65, 490–496.
28. Rutkowska, A. (2019). Productivity of winter oilseed rape depending on its nitrogen and water use efficiency. *Polish Journal of Agronomy*. 39, 39.
29. Szczepaniak, W., Grzebisz, W., Potarzycki, J., Łukowiak, R., & Przygocka-Cyna, K. (2015). Nutritional status of winter oilseed rape in cardinal stages of growth as yield indicator. *Plant Soil Environment*. 61, 291–296.
30. Malagoli, M., Laine, P., Rossato, L., & Ourry, A. (2005). Dynamics of nitrogen uptake and mobilization in field-grown winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) from stem extension to harvest. I. Global N flows between vegetative and reproductive tissues in relations to leaf fall and their residual N. *Annals of Botany*. 95, 853–861.
31. Pullens, J. W. M., Sharif, B., Trnka, M., Balek, J., Semenov, M. A., & Olesen, J. E. (2019). Risk factors for European winter oilseed rape production under climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*. 272–273, 30–39
32. Bondarchuk, I. L. (2018). Sortova reaktsiia parametriv perezymivli roslyn ripaku ozymoho za zastosuvannia ristrehuliatsii v umovakh Pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy [*Varietal response of winter rapeseed overwintering parameters to the application of growth regulators in the conditions of the Northeastern Forest-Steppe of Ukraine*]. *Visnyk Sumskoho NAU*. 3(35), 68–71 [in Ukrainian].
33. Grzebisz, W., Łukowiak, R., Biber, M., & Przygocka-Cyna, K. (2010). Effect of multi-micronutrient fertilizers applied to foliage on nutritional status of winter oilseed rape and development of yield forming elements. *Journal of Elementology*. 15, 477–491

Томчук О. М. Особливості феностадійного розвитку рослин ріпаку озимого залежно від комбінаторики системи його удобрення

Метою дослідження було вивчення особливостей формування феностадійного розвитку гібридів озимого ріпаку різних груп стиглості за поєднаних і комплексних варіантів удобрення, які включали повний спектр основного живлення, системи позакореневих підживлень та застосування комплексних росторегулюючих препаратів із ретардантною та фунгіцидною дією в умовах Правобережного Лісостепу України.

Методи. Дослідження проводили у 2022–2025 рр. у ТОВ «ВІН-АГРО ГРУП» на сірих лісових ґрунтах із середнім потенціалом родючості. Дослід закладено у чотириразовій повторності з систематичним двоярусним розміщенням варіантів. У дослідженні враховували такі фактори: А – гібридний склад; В – варіант блоку основного удобрення; С – застосування рістрегуляторів; D – система позакореневого підживлення.

Результати. Встановлено потенційну можливість коригувального впливу на фенологічний розвиток гібридів озимого ріпаку різних груп стиглості шляхом оптимізації та гармонізації процесів достигання на основі інтегрованого застосування макро- і мікроелементів разом із росторегулюючими препаратами. Оптимізація азотного живлення завдяки інтенсивній стимуляції процесів вегетативного росту збільшувала тривалість як окремих міжфазних періодів, так і загального вегетаційного періоду на 3–5 діб порівняно з контролем.

Застосування росторегуляторів Caramba Turbo та Bukat у дворазовому внесенні (восени та навесні) забезпечувало оптимальне подовження осіннього періоду вегетації на 5–7 діб (що сприяло кращим умовам перезимівлі) і, навпаки, скорочувало його тривалість у весняно-літній період на 3–5 діб. Це створювало сприятливі передумови для гармонізації цвітіння та достигання насіння в межах суцвіття, що, своєю чергою, зумовлювало прогнозоване підвищення насіннєвої продуктивності.

Згідно з аналізом дисперсії, провідна роль у формуванні фенологічного розвитку рослин озимого ріпаку належала варіантам із застосуванням росторегуляторів – із показником факторного впливу 47,31 %.

Висновки. У результаті комбінованої дії блоку основного удобрення, росторегуляторів і систем позакореневого підживлення гібриди озимого ріпаку середньоранньої та середньостиглої груп мали найдовший вегетаційний період за такої агротехнологічної схеми: Фактор B_2 – Діамофоска (N–10 %, P–26 %, K–26 % + 1S, 144 кг/га під оранку) + Росаферт 15-15-15 (150 кг/га при сівбі); у фазі ВВСН 19–20 (по талому ґрунту): КАС-32 (189 л/га) + Тіосульфат амонію (22 л/га); Фактор C_1 – контрольний варіант (без застосування стимуляторів росту з фунгіцидною дією); Фактор D_4 – система позакореневого підживлення: Росалік (B, Mo, S) (1 л/га) + ад'ювант Spray-Aid (0,08 л/га) (ВВСН 31–34)) + Росасол 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Spray-Aid (0,08 л/га) (ВВСН 51–53)).

Ключові слова: фенологічні стадії росту, тривалість вегетації, міжфазні періоди, система удобрення, рістрегулятори, позакореневе підживлення.

Tomchuk O. M. Peculiarities of the phenostage development of winter rapeseed plants depending on the combinatorics of the fertilization system

The aim of the research was to study the formation features of the phenostage development of winter rapeseed hybrids of different maturity groups under combined and complex fertilization variants that included a full range of basic fertilization, systems of foliar feeding, and the application of complex growth-regulating preparations with retardant and fungicidal effects under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

Methods. The research was carried out during 2022–2025 at VIN-AGRO GROUP LLC on gray forest soils with medium fertility potential. The experiment was laid out in four replications, with systematic two-tier arrangement of variants. The study involved the following factors: A – hybrid composition; B – variant of the basic fertilization block; C – application of growth regulators; D – system of foliar feeding.

Results. The study revealed the potential for corrective influence on the phenological development of winter rapeseed hybrids of different maturity groups through optimization and harmonization of ripening, based on the integrated application of macro- and micronutrients together with growth-regulating preparations. Optimization of nitrogen nutrition due to intensive stimulation of vegetative growth processes increased the duration of both individual interphase periods and the overall vegetation period by 3–5 days compared to the control. The use of growth regulators Caramba Turbo and Bukat in double application (autumn and spring) provided the optimal extension of the autumn vegetation period by 5–7 days (ensuring better overwintering conditions) and, conversely, reduced its duration in the spring-summer period by 3–5 days. This created favorable preconditions for harmonizing flowering and seed ripening within the inflorescences, which, in turn, predicted an increase in seed productivity. From the perspective of factor influence within the experiment, the primary role in shaping the phenostage development of winter rapeseed plants belonged to the variants involving growth regulators, with a factor effect value of 47.31 % according to the analysis of variance.

Conclusions. As a result, under the combined influence of the basic fertilization block, growth regulators, and foliar feeding systems, the hybrids of winter rapeseed of medium-early and medium-maturity groups exhibited the longest vegetation period under the following agrotechnological scheme: Factor B_2 – Diamophoska (N–10 %, P–26 %, K–26 % + 1S, 144 kg/ha pre-plowing) + Rosafert 15-15-15 (150 kg/ha at sowing); at BBCH 19–20 (on thawed soil): UAN-32 (189 L/ha) + Ammonium thiosulfate (22 L/ha)); Factor C_1 – control variant (without application of growth stimulators with fungicidal effect); Factor D_4 – foliar feeding system: Rosalik (B, Mo, S) (1 L/ha) + adjuvant Spray-Aid (0.08 L/ha) (BBCH 31–34)) + Rosasol 18-18-18+ME (3 kg/ha) + adjuvant Spray-Aid (0.08 L/ha) (BBCH 51–53)).

Key words: phenological growth stages, vegetation duration, interphase periods, fertilization system, growth regulators, foliar feeding.

Дата першого надходження рукопису до видання: 29.10.2025
Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 28.11.2025
Дата публікації: 14.12.2025