



Рослинництво, кормовиробництво

УДК 631.8:633.8
© 2026

ВПЛИВ БІОСТИМУЛЯТОРА ХЕЛАФІТ НА ФОТОСИНТЕТИЧНУ АКТИВНІСТЬ І ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ РІПАКУ ОЗИМОГО РІЗНИХ СТРОКІВ СІВБИ В ЗОНІ СТЕПУ

Є.О. Домарацький¹, М.Л. Товпига²,
А.В. Добровольський³, В.Ю. Сечняк⁴

¹доктор сільськогосподарських наук, професор

^{3, 4}кандидати сільськогосподарських наук

^{1, 4}Селекційно-генетичний інститут — Національний центр
насіннезнавства та сортовивчення

Національної академії аграрних наук України

Овідіопольська дорога, 3, м. Одеса, 65036, Україна

^{2, 3}Миколаївський національний аграрний університет

Міністерства освіти і науки України

вул. Георгія Гонгадзе, 9, м. Миколаїв, 54008, Україна

e-mail: ¹jdomar1981@gmail.com, ²maksim.tovpiga@technotorg.com,

³petro.dobrovolskiy@gmail.com

ORCID: ¹0000-0003-3912-1611, ²0009-0009-5958-8359,

³0000-0002-8199-681X, ⁴0000-0002-6153-7501

Надійшла 16.03.2026. Рецензована 24.04.2026. Прийнята до друку 11.07.2026

Мета. Обґрунтувати вплив позакореневого обробітку рослин стимулятором росту біологічного походження Хелафіт на фотосинтетичну активність і формування врожайності ріпаку озимого різних строків сівби в незрошуваних умовах зони Степу. **Методи.** Польовий двофакторний дослід проводили впродовж 2023–2025 рр. в умовах дослідного поля ТОВ «Добробут» (с. Михайлівка Миколаївського р-ну Миколаївської обл.) із застосуванням таких методів: польовий (для спостереження за ростом і розвитком рослин, формуванням їх урожайності), лабораторний (для дослідження кількісних та якісних властивостей ґрунту), вимірювальний і вимірювально-ваговий (для визначення врожайності та водного режиму ґрунту), розрахунково-порівняльний (для встановлення ефективності елементів технології вирощування); отримані експериментальні дані обробляли методом дисперсійного аналізу. **Результати.** Встановлено, що врожайність ріпаку озимого варіює залежно від строків сівби та погодних

умов року в межах значного діапазону — від 1,96 т/га за раннього строку сівби у 2024 р. до 5,00 т/га за оптимального строку у 2023 р. Найкращим строком для сівби виявилось 5 вересня, коли середня прибавка врожайності порівняно з раннім строком збільшувалася на 0,63, а порівняно з пізнім — на 0,78 т/га. Використання біостимулятора Хелафіт двічі впродовж вегетації сприяло зростанню врожайності за умови посіву в ранній строк на 0,34 т/га, в оптимальний — на 0,58, а в пізній — на 0,82 т/га. **Висновки.** Застосування біостимулятора Хелафіт двічі впродовж вегетації ріпаку озимого дало змогу покращити показники його продуктивності в разі пізнього строку сівби до рівня, близького до того, що спостерігається за умови посіву в оптимальні терміни, а також на 0,33 т/га поліпшити показник урожайності за умови раннього посіву.

Ключові слова: позакореневий обробіток, препарат, ріпак озимий, урожайність, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу, якість.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202607-03>

Ріпак озимий (*Brassica napus* L.) належить до стратегічно важливих олійних культур світового землеробства. Його насіння широко використовують у харчовій, кормовій та технічній промисловості завдяки високому вмісту олії (до 50%) і білка (до 29%) [1, 2]. В сучасних умовах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва підвищення врожайності та стабільності виробництва цієї культури є одним із ключових завдань аграрної науки.

Перспективним напрямом інтенсифікації технології вирощування ріпаку озимого є застосування стимуляторів росту, що здатні активізувати фізіологічні й біохімічні процеси, мінімізувати вплив стресових факторів на рослини та в такий спосіб сприяти зростанню рівня продуктивності культури [3, 4]. Зазначені препарати являють собою біологічно активні речовини природного або синтетичного походження, які в малих концентраціях здатні регулювати ростові процеси рослин, їх розвиток і підвищувати продуктивність. До складу стимуляторів росту входять фітогормони, амінокислотний комплекс гумінових та фульвових кислот, екстракти морських

водоростей, мікроелементи в хелатній формі, продукти метаболізму грибів і бактерій [5, 6]. Слід зауважити, що біостимулятори здатні не лише активізувати метаболічні процеси в рослинах, а й підвищувати ефективність використання ними мінеральних добрив та фотосинтетично активної радіації [7–9]. Крім того, вони можуть сприяти формуванню більш розвиненої кореневої системи, що забезпечує краще поглинання вологи й поживних речовин із ґрунту [10].

Одним із ключових механізмів дії стимуляторів росту є їх вплив на інтенсивність фотосинтезу рослин. Загалом фотосинтез — це основний фізіологічний процес, який забезпечує синтез органічної речовини та формування врожаю. За даними досліджень зарубіжних і вітчизняних науковців [11, 12], застосування біостимуляторів сприяє підвищенню вмісту хлорофілу в листках, зміні його фракційного складу, збільшенню площі листової поверхні, а в підсумку — підвищенню інтенсивності фотосинтезу. Завдяки цьому формується вищий фотосинтетичний потенціал посівів, що забезпечує ефективніше використання сонячної енергії. Крім того, біостимулятори

можуть підвищувати ефективність транспорту асимілянтів до репродуктивних органів рослин, що сприяє формуванню якіснішого генеративного апарату [13].

Рівень урожайності ріпаку озимого визначається сукупністю показників структури врожаю, серед яких важливе місце посідають кількість гілок і стручків на рослині, кількість насінин у стручку, маса 1000 насінин. Дослідження доводять, що застосування стимуляторів росту сприяє покращенню зазначених показників. Зокрема, зростає кількість продуктивних гілок, формується більше стручків, а також підвищується крупність насіння [14, 15].

Приріст урожайності ріпаку озимого залежно від умов вирощування й технології застосування біопрепаратів може сягати 15% [16, 17].

Мета досліджень — обґрунтувати вплив позакореневого обробітку рослин ріпаку озимого різних строків сівби стимулятором росту біологічного походження Хелафіт на фотосинтетичну діяльність і формування врожайності в незрошуваних умовах зони Степу.

Матеріали та методи досліджень. Для вивчення впливу біостимулятора Хелафіт на формування врожайності ріпаку озимого у 2023–2025 рр. було проведено двофакторний польовий дослід на території ТОВ «Добробут» (с. Михайлівка Миколаївського р-ну Миколаївської обл.; координати GPS: 47.142855095618984, 31.62331416058428). Дослід передбачав вивчення 2 факторів. Фактором А слугували строки сівби ріпаку озимого — ранній (15.08), оптимальний (05.09) і пізній (25.09); фактором В — різні фази внесення рістстимулювального препарату (фаза 2–3 справжніх листків восени, фаза бутонізації й подвійне внесення в обох фазах). Контролем був варіант посіву ріпаку озимого в оптимальний строк, а саме 05.09, без застосування біопрепарату.

Препарат Хелафіт, який використовували під час проведення польового

дослід, є вітчизняним препаратом-рістрегулятором із біозахисним ефектом, що поєднує стимулювальну, антистресову та імунomodуювальну дію на рослини. Основу його складу становлять спори й клітини культур-продуцентів мікроорганізмів, зокрема *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas* spp., *Trichoderma* spp., *Agrobacterium* spp., а також їх метаболіти, які виконують біозахисну й антагоністичну функцію проти комплексу грибних і бактеріальних хвороб. Активна формула Хелафіту побудована на комплексі природних сполук, мікроелементів та біогенних компонентів. До складу препарату входять: мікроелементи (< 20 г/л) Zn^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{3+} , Na^{+} , K^{+} ; комплекс вільних амінокислот (до 20 г/л); гюмати (до 40 г/л); жирні кислоти (до 20 г/л); ефіри жирних кислот (до 1 г/л); полісахариди (5 г/л); стероїдні глюкозиди (до 0,1 г/л); вітаміни B_1 , B_2 , а також E, D, H, PP (до 0,1 г/л); фітогормони — 3-індолілоцтова кислота, епібрасинолід, зеатин ($< 0,05$ г/л кожного); альгінова та гідроксикорична кислоти.

Розміщення ділянок у досліді було двоярусним у 4-кратній повторності. Ґрунт дослідних ділянок — чорнозем південний малогумусний з умістом 3,1% органічної речовини в орному шарі. Попередником для ріпаку озимого був пар. Площа дослідної ділянки — 1600 м², облікової — 900 м². Для посіву використовували гібрид ЛГ Конструктор КЛ (оригінатор — компанія Limagrain, Франція), який належить до середньоранньої групи стиглості типу 00 (без ерукової кислоти та глюкозинолатів). Посів нормою 500 тис. шт./га здійснювали трактором Case IH Puma 220 (220 к.с.), агрегатованим посівним комплексом Mzuri Pro-Til 4T, ширина міжрядь становила 33 см. Одночасно з посівом вносили гранульовані мінеральні добрива нормою $N_{20}P_{20}K_{20}$ (нітроамофоска — 140 кг/га у фізичній величині).

1. Середньомісячна температура повітря в роки досліджень порівняно із середньобаторічними показниками, °C

Рік	Місяць												Середнє за рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2022	−0,8	2,4	1,8	9,7	15,4	21,6	24,3	24,4	15,1	11,5	5,3	2,4	11,0
2023	1,1	0,7	5,2	10,1	16,2	21,3	24,4	24,8	19,9	14,2	6,4	2,2	12,2
2024	−0,9	2,8	2,9	11,6	12,6	22,2	27,1	24,3	19,8	11,8	2,9	2,0	11,6
2025	2,5	−5,8	4,3	4,3	12,5	21,0	25,8	22,9	17,3	10,3	9,1	2,1	10,5
Середньо- багаторічні значення	−3,1	−1,8	2,6	10,2	16,5	20,3	23,3	21,8	16,9	10,3	4,4	−0,1	10,0

Особливість осіннього догляду за посівами полягала в боротьбі зі шкідниками, що зводилося до моніторингу та подальшого обробітку рослин інсектицидами від великого ріпакового прихованохоботника (*Ceutorhynchus napi*). Моніторинг посівів щодо пошкоджень хрестоцвітими блішками (*Phyllotreta cruciferae*) в досліді не здійснювали, оскільки все насіння, що висівали, було оброблене інсектицидним комплексом із діючими речовинами імідаклоприд + тіаметоксам. Такий обробіток захищав сім'ядольні листки від пошкодження блішками впродовж 30–40 діб від початку сходів, а утворені за цей період справжні листки комахами не уражалися.

Весняний цикл робіт зводився переважно до контролювання в посівах чисельності шкідників, збудників хвороб і бур'янів з урахуванням їхнього економічного порогу шкодочинності (ЕПШ). Вегетаційні обробітки ріпаку озимого препаратом Хелафіт здійснювали у фазах розвитку рослин відповідно до програми наукових досліджень. Облік урожаю проводили способом прямого комбайнування з використанням пристрою для збирання ріпаку; врожайність визначали з урахуванням базової вологості насіння (8%) та сміттевої домішки (2%). Всі необхідні оцінювання, обліки та спостереження виконували з дотриманням загальноприйнятих методів державного сортопробування [12]. Статистичний і дисперсійний аналіз

даних проводили відповідно до методики В.О. Ушкаренка зі співавторами [18] та за допомогою програм Statistica 10.0, Microsoft Excel 2013, Agrostat.

Результати досліджень. Аналіз даних про температурний режим упродовж вегетації ріпаку озимого засвідчив, що середньомісячна температура була вищою за середньобаторічні значення (табл. 1).

Що стосується рівня природного зволоження, то сума опадів у роки дослідження була такою: 2022–2023 рр. — 408 мм, 2023–2024 рр. — 365, 2024–2025 рр. — 379 мм, у той час як середньобаторічне значення в період вегетації становило 472 мм (табл. 2).

Встановлено, що в усі роки спостережень, по-перше, опадів було менше від середньобаторічної норми, а по-друге, їх розподіл упродовж вегетаційного періоду був нерівномірним. Для ріпаку озимого визначальним є посівний період, від якого залежать якість і своєчасність сходів. З цього погляду перевагу мав 1-й рік досліджень, коли за серпень – вересень випало 115 мм опадів, тоді як у 2023–2024 рр. їх кількість становила лише 8 мм, тож ріпак зійшов у жовтні, після випадання 64 мм опадів. Характеризуючи рік дослідження 2024–2025-й, слід зауважити, що рівень зволоження був середньопосушливим: для раннього строку сівби опадів було недостатньо (лише 13 мм), а у вересні їх випало 62 мм.

2. Кількість опадів у роки досліджень порівняно із середньобагаторічними показниками, мм

Рік	Місяць											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2022	—	—	—	—	—	—	4,2	42,0	61,2	15,2	39,6	55,2
2023	2,8	8,6	6,5	88,4	70,0	8,5	70,4	18,0	2,6	10,2	11,8	23,2
2024	38,0	2,1	38,0	47,4	16,8	84,4	1,6	13,0	62,0	62,4	31,0	35,2
2025	6,8	8,8	6,4	22,6	50,6	18,4	—	—	—	—	—	—
Середньо-багаторічні значення	36	35	30	32	44	54	58	41	39	22	36	45

Загалом погодні умови в роки спостережень були різними як за окремими гідрометеорологічними показниками, так і за їх співвідношенням упродовж вегетації ріпаку озимого. Згідно з результатами комплексного агрокліматичного аналізу умови 2023–2024 вегетаційного року можна вважати найбільш несприятливими для вирощування культури, а 2024–2025-го — помірно сприятливими та типовими для зазначеної зони вирощування. Найсприятливішими виявилися погодні умови 2022–2023 вегетаційного року з рівнем природного зволоження, вищим за середній.

Формування врожайності сільськогосподарських культур тісно пов'язане з процесом фотосинтезу, який забезпечує синтез органічної речовини й накопичення біомаси [19–21]. В сучасних фізіологічних дослідженнях одним із ключових показників продуктивності агроценозів є фотосинтетичний потенціал (ФП) посівів, що характеризує сумарну площу листового апарату та тривалість його функціонування впродовж вегетаційного періоду рослин. Багато дослідників розглядають цей показник як важливий критерій оцінювання продуктивності й ефективності використання фотосинтетично активної радіації рослинами [22, 23].

Найчастіше фотосинтетичний потенціал розраховують не за всю вегетацію, а за конкретний міжфазний період.

Аналізуючи результати польового дослідження, як міжфазний період застосовували час між фазами бутонізації та цвітіння рослин. Цей невеликий строк (20–25 діб) характеризується найвищим рівнем фотосинтетичної активності ріпаку озимого. Розрахунки засвідчили, що значення фотосинтетичного потенціалу в цей період істотно коливаються залежно від строків сівби й регламенту застосування препарату (табл. 3).

Урожайність сільськогосподарських культур є результатом накопичення сухої речовини, утвореної в процесі фотосинтезу. Чим більший фотосинтетичний потенціал посівів, тим більша кількість асимілянтів синтезується та транспортується до генеративних органів рослин. У цьому контексті важливе значення має не лише величина листової поверхні, а й тривалість її функціонування [24]. Унаслідок збільшення міжфазного періоду на 1–3 дні під впливом застосування біостимулятора Хелафіт показник фотосинтетичного потенціалу зростає ще істотніше. Так, у разі внесення біостимулятора площа листя залежно від строків сівби зростала на 9,1–13,8%, а фотосинтетичний потенціал — на 12,9–18,0% порівняно з контрольним варіантом. Саме тому науковці вважають, що фотосинтетичний потенціал тісніше корелює з урожайністю, ніж площа листя [25]. Проте характеристика фотосинтетичної діяльності рослин не обмежується

3. Фотосинтетичний потенціал ріпаку озимого в міжфазний період бутонізація – цвітіння (середнє за 2023 – 2025 рр.)

Строк сівби (А)	Фаза внесення препарату (В)	Площа листя, тис. м²/га			Тривалість періоду, діб	ФП, тис. м²/га × діб
		Бутонізація	Цвітіння	Середня		
15.08	Без препарату	12,0	25,3	18,6	25	465
	2–3 листки	12,87	26,4	19,6	25	490
	Бутонізація	13,2	26,6	19,9	26	517
	2–3 листки + бутонізація	13,6	27,0	20,3	26	525
05.09	Без препарату	11,2	22,7	17,0	26	442
	2–3 листки	11,9	23,6	17,8	26	463
	Бутонізація	12,8	24,0	18,4	27	497
	2–3 листки + бутонізація	13,2	24,8	19,0	27	513
25.09	Без препарату	7,9	16,6	12,3	27	332
	2–3 листки	8,5	17,5	13,0	27	351
	Бутонізація	8,8	18,3	13,6	28	381
	2–3 листки + бутонізація	9,2	18,8	14,0	28	392
НІР _{0,5} за фактором А		0,19–0,21		–	–	3,3
за фактором В		0,21–0,24				4,1
за взаємодією АВ		0,38–0,42				6,2

4. Чиста продуктивність фотосинтезу залежно від строків сівби й застосування ріст-стимулювального препарату (середнє за 2023 – 2025 рр.)

Строк сівби (А)	Фаза внесення препарату (В)	ФП, тис. м²/га × діб	Суха надземна біомаса, кг/га			ЧПФ, г/м² за добу
			Бутонізація	Цвітіння	Приріст	
15.08	Без препарату	465	8340	11900	3560	7,65
	2–3 листки	490	8530	12400	3870	7,90
	Бутонізація	517	8700	12960	4260	8,24
	2–3 листки + бутонізація	525	8850	13500	4650	8,86
05.09	Без препарату	442	6930	10140	3210	7,26
	2–3 листки	463	7080	10300	3220	7,00
	Бутонізація	497	7190	10470	3280	6,60
	2–3 листки + бутонізація	513	7340	10620	3280	6,40
25.09	Без препарату	332	5200	7900	2700	8,13
	2–3 листки	351	5370	8220	2850	8,12
	Бутонізація	381	5470	8330	2860	7,51
	2–3 листки + бутонізація	392	5620	8500	2880	7,34
НІР _{0,5} за фактором А		3,3	90–110	70–90	–	0,03
за фактором В		4,1	110–120	100–110		0,06
за взаємодією АВ		6,2	170–190	160–190		0,09

розміром фотосинтетичного потенціалу, оскільки одиниця площі листя (наприклад, 1 м²) може значно відрізнятися за кінцевим показником нагромадження органічної біомаси. Цей показник називають чистою продуктивністю фотосинтезу (ЧПФ), і в польовому досліді він також

змінювався під впливом строків сівби та фаз внесення біопрепаратів (табл. 4).

Передусім необхідно відзначити надзвичайно високий рівень ЧПФ — від 6,40 до 8,86 г/м² за добу. В інших культур цей показник зазвичай становить 3–5 г/м² за добу. Продуктивність фотосинтезу,

5. Урожайність ріпаку озимого (середнє за 2023–2025 рр.), т/га

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Урожайність		% від контролю	Співвідношення насіння : солома
		насіння	соломи		
15.08	Без препарату	2,87	3,67	82,0	1 : 1,28
	2–3 листки	2,96	3,76	84,0	1 : 1,27
	Бутонізація	3,08	3,88	88,0	1 : 1,26
	2–3 листки + бутонізація	3,21	4,04	91,7	1 : 1,26
05.09	Без препарату	3,50	3,85	100,0	1 : 1,10
	2–3 листки	3,80	4,14	108,7	1 : 1,09
	Бутонізація	3,91	4,26	111,7	1 : 1,09
	2–3 листки + бутонізація	4,08	4,40	116,6	1 : 1,08
25.09	Без препарату	2,70	2,81	77,1	1 : 1,04
	2–3 листки	2,97	3,06	84,9	1 : 1,03
	Бутонізація	3,13	3,19	89,4	1 : 1,02
	2–3 листки + бутонізація	3,54	3,54	100,1	1 : 1,00
НІР _{0,5} , т		0,19	0,26	–	–

на відміну від фотосинтетичного потенціалу, залежно від регламенту застосування Хелафіту варіює неоднаково за різних строків сівби. Якщо йдеться про ранню сівбу, то препарат сприяє помітному збільшенню ЧПФ, а якщо про пізню, то, навпаки, — його зменшенню. Пояснюється це винятково рівнем впливу на фотосинтетичний потенціал: чим істотніший такий вплив, тим меншою буде результативна величина — чиста продуктивність фотосинтезу.

Розрахунки показали, що чиста продуктивність фотосинтезу коливається в межах 6,4–8,9 г/м² за добу, причому найнижчий рівень цього показника зафіксовано за оптимального строку сівби, а найвищий — за раннього. Така закономірність зумовлена тим, що в розрахунковий період у разі посіву в оптимальний

строк приріст біомаси був найменшим. Неоднозначною є реакція на використання біостимулятора: за раннього строку сівби ЧПФ зростає під дією Хелафіту, а за оптимального та пізнього спостерігається зворотна залежність.

Слід зазначити, що врожайність розглядають як сукупний результат, що має 2 складові — кількість основної та побічної продукції. Залежно від напрямку подальшого використання культури це може бути лише основна продукція (насіння), у той час як побічна (солома) відсутня (табл. 5).

У середньому за роки проведення досліджень прибавка від позакореневого обробітку рослин ріпаку озимого біостимулятором Хелафіт становила у варіантах із раннім строком сівби 11,8%, з оптимальним — 16,6%, з пізнім — 31,1%.

Висновки

Фотосинтетичний потенціал ріпаку озимого досягає максимальних значень за умови сівби в ранній та оптимальний строки. Внесення біостимулятора Хелафіт забезпечує вищий фотосинтетичний потенціал, проте максимальний

ефект досягається за сівби 25 вересня. Рівень чистої продуктивності фотосинтезу в разі внесення Хелафіту, навпаки, виявляє тенденцію до зменшення. Застосування біостимулятора Хелафіт двічі впродовж вегетації сприяє

зростанню рівня врожайності культури: за умови посіву в ранній строк — на 0,34 т/га, в оптимальний — на 0,58, а в пізній — на 0,82 т/га. Це дає змогу покращити показники продуктивності ріпаку

озимого пізнього строку сівби до рівня, характерного для посівів, що здійснюються в оптимальні строки, а також на 0,33 т/га покращити показники його врожайності в разі раннього посіву.

Domaratskyi Ye.¹, Товпыга М.², Dobrovolskyi A.³, Siechniak V.⁴

^{1, 4}The Breeding and Genetics Institute – National Center for Seed Science and Variety Research, 3 Ovidiopolska Doroha Str., Odesa, 65036, Ukraine; ²Mykolaiv National Agrarian University, 9 Heorgii Honhadze Str., Mykolaiv, 54008, Ukraine; e-mail: ¹jdomar1981@gmail.com, ²maksim.tovpiga@technotorg.com, ³petro.dobrovolskiy@gmail.com; ORCID: ¹0000-0003-3912-1611, ²0009-0009-5958-8359, ³0000-0002-8199-681X, ⁴0000-0002-6153-7501

Effect of Khelaphit biostimulator on photosynthetic activity and formation of winter rapeseed yield of different sowing periods in the Steppe zone

Goal. To substantiate the influence of foliar treatment of plants with the growth stimulator of biological origin Khelafit on photosynthetic activity and the formation of winter rapeseed yield of different sowing periods in non-irrigated conditions of the Steppe zone. **Methods.** Field two-factor experiment was carried out during 2023–2025 in the conditions of the experimental field of Dobrobut LLC (vil. Mykhailivka, Mykolaiv district, Mykolaiv oblast) using the following methods: field (to monitor the growth and development of plants, and the formation of their yield); laboratory (to study the quantitative and qualitative properties

of the soil); measuring and measuring-weight (to determine the yield and water regime of the soil); calculation-comparison (to determine the efficiency of the elements of cultivation technologies). The obtained experimental data were processed by analysis of variance. **Results.** It was determined that the yield of winter rapeseed varied depending on the terms of sowing and weather conditions of the year within a significant range — from 1.96 t/ha for the early sowing period in 2024 up to 5.00 t/ha for the optimal period in 2023. The best time for sowing was September 5, when the average yield increase compared to the early period was 0.63, and compared to the late period — by 0.78 t/ha. The use of the biostimulator Khelafit twice during the growing season contributed to an increase in yield, provided sowing in the early term by 0.34 t/ha, in the optimal — by 0.58, and in the late — by 0.82 t/ha. **Conclusions.** The use of the biostimulator Khelafit twice during the growing season of winter rapeseed made it possible to improve the indicators of its productivity in the case of late sowing to a level close to that observed under the condition of sowing in optimal terms, as well as to improve the yield indicator under the condition of early sowing by 0.33 t/ha.

Key words: foliar treatment, preparation, winter rapeseed, yield, photosynthetic potential, net productivity of photosynthesis, quality. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202607-03>

Бібліографія

1. Diepenbrock W. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. *Field Crops Research*. 2000. 67(1). P. 35–49. doi: 10.1016/S0378-4290(00)00082-4
2. Sieling K., Böttcher U., Kage H. Effect of Sowing Method and N Application on Seed Yield and N Use Efficiency of Winter Oilseed Rape. *Agronomy*. 2017. 7(1):21. doi: 10.3390/agronomy7010021
3. Rouphael Y., Colla G. Toward a sustainable agriculture through plant biostimulants: from experimental data to practical applications.

Agronomy. 2020. 10(10):1461. doi:10.3390/agronomy10101461
4. Brown P., Saa S. Biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science*. 2015. 6:671. doi:10.3389/fpls.2015.00671
5. Calvo P., Nelson L., Kloepper J.W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*. 2014. 383. P. 3–41. doi: 10.1007/s11104-014-2131-8
6. Johnson R., Joy M.J., Puthur J.T. Biostimulants: the futuristic sustainable approach for alleviating crop productivity and

abiotic stress tolerance. *Journal of Plant Growth Regulation*. 2024. 43. P. 659–674. doi: 10.1007/s00344-023-11144-3

7. Домарацький Є.О. Вплив азотного живлення та комбінованих препаратів на особливості водоспоживання ріпаку озимого за різних умов вирощування. *Аграрні інновації*, 2023. Вип. 17. С. 54–61. doi: 10.32848/agra. innov.2023.17.7

8. García-Sánchez F., Simón-Grao S., Navarro-Pérez V., Alfosea-Simón M. Scientific advances in biostimulation reported in the 5th Biostimulant World Congress. *Horticulturae*. 2022. 8(7):665. doi: 10.3390/horticulturae8070665

9. Шувар А.М., Дзюбайло А.Г. Продуктивність сортів льону-довгунцю за впливу рістрегулюючих препаратів та комплексних мікродобрив в умовах зміни клімату. *Луб'яні та технічні культури*. 2020. Вип. 8 (13). С. 11–18. doi: 10.48096/btc.2020.8(13).11–18

10. Волощук О.П., Распутенко А.О. Особливості осіннього розвитку рослин ріпаку озимого залежно від строків, способів сівби та норм висіву насіння. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. Вип. 63. С. 38–48.

11. Popko M., Michalak I., Wilk R. et al. Effect of the new plant biostimulant based on seaweed extract on the growth and yield of winter oilseed rape. *Journal of Applied Phycology*. 2018. 30. P. 2585–2595. doi: 10.1007/s10811-018-1439-y

12. 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. № 1. С. 53–62. doi: 10.31521/2313-092X/2019-1(101)-8

13. Khan W., Rayirath U.P., Subramanian S. et al. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation*. 2009. 28. P. 386–399. doi: 10.1007/s00344-009-9103-x

14. Ratajczak K., Sulewska H., Szymańska G. New winter oilseed rape varieties – seed quality and morphological traits depending on sowing date and rate. *Plant Production Science*. 2017. 20(3). P. 262–272. doi: 10.1080/1343943X.2017.1304809

15. Василенко С. Озимий ріпак: сучасні гібриди, технології вирощування та способи підживлення. *Агронаука і практика*. 2024. Т.

3. № 4. С. 38–43. doi: 10.32636/agroscience. 2024-(3)-4-5

16. Булах А.О. Теоретичне обґрунтування мультиполярності строків сівби ріпаку озимого. *Аграрні інновації*. 2025. № 31. С. 13–17. doi: 10.32848/agra. innov.2025.31.2

17. Забарний О.С., Забарна Т.А. Екологічні ризики при вирощуванні ріпаку. *Збалансоване природокористування*. 2024. № 3. С. 114–118. doi: 10.33730/2310-4678.3.2024.314929

18. Ушкаренко В.О., Нікішенко В.Л., Коковіхін С.В., Голобородько С.П. Дисперсійний, кореляційний та регресійний аналіз результатів польових дослідів: навч. посіб.; 2-ге вид., перероб. і допов. Херсон: ОЛДІ-плюс, 2019. 404 с.

19. Стасик О.О., Кірізій Д.А., Прядкіна Г.О. Фотосинтез і продуктивність: основні наукові досягнення та інноваційні розробки. *Фізіологія рослин і генетика*. 2021. Т. 53. № 2. С. 160–184. doi: 10.15407/frg2021.02.160

20. Кірізій Д.А., Стасик О.О. Вплив посухи і високої температури на фізіолого-біохімічні процеси та продуктивність рослин. *Фізіологія рослин і генетика*. 2022. Т. 54. № 2. С. 95–122. doi: 10.15407/frg2022.02.095

21. Стасик О.О., Кірізій Д.А., Прядкіна Г.А. Фотосинтез і продуктивність сільськогосподарських рослин. *Фізіологія рослин і генетика*. 2016. Т. 48. № 3. С. 232–251. https://www.frg.org.ua/articles/48030232a.pdf?utm_source=chatgpt.com

22. Шейко Д.В. Фотосинтетичний потенціал сортів пшениці озимої залежно від способів застосування біологічно активних препаратів в умовах Західного Лісостепу. *Аграрні інновації*. 2023. № 19. С. 115–119. doi: 10.32848/agra. innov.2023.19.18

23. Дідур І.М., Циганський В.І. Формування фотосинтетичної продуктивності посівів сої за біологізованої системи живлення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. Т. 3. № 30. С. 44–56. doi: 10.37128/2707-5826-2023-3-4,2023

24. Simkin A.J., Faralli M., Ramamoorthy S., Lawson T. Photosynthesis in non-foliar tissues: implications for yield. *The Plant Journal*. 2020. 101(4). P. 1001–1015. doi: 10.1111/tpj.14633

25. Неміс І.Т., Онуфран Л.І., Неміс В.І. Реакція рослин на ріст концентрації CO₂ в атмосфері. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 120. С. 118–124. doi: 10.32851/2226-0099.2021.120.16