

УДК 631.816.12:631.811.98:633.853.494

ПОЗАКОРЕНЕВІ АЗОТНІ ПІДЖИВЛЕННЯ ТА РІСТРЕГУЛЮЮЧІ ПРЕПАРАТИ ЯК ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ РОСЛИН РІПАКУ ОЗИМОГО

Домарацький Є.О. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва, селекції, генетики та насінництва,
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

У статті наведено результати п'ятирічних польових досліджень, проведених в умовах Єланецького району Миколаївської області на чорноземах звичайних малогумусних, із вдосконалення системи мінерального живлення рослин ріпаку озимого. Дослідженнями доведено, що взаємодія підживлення азотними добривами в комбінації із позакореневи-ми обробками вегетуючих рослин препаратом Хелафіт Комбі® викликає синергетичний ефект, що зумовлює збільшення площі листової поверхні на 18% та підвищення вмісту хлорофілу в листках на 33–35%.

Дослідження показали, що урожайність ріпаку озимого досягає максимальних значень за ранньовесняного азотного підживлення дозою N90 у поєднанні з дворазовим внесенням позакореневи-х підживлень рослин рістрегулюючим препаратом Хелафіт Комбі®, приривка врожайності у сорту склала 0,79 т/га, а у гібриду – 1,11 т/га.

Ключові слова: ріпак озимий, урожайність, хлорофіл, позакореневі підживлення, площа листової поверхні, Хелафіт Комбі®.

Домарацький Е.А. Внекорневые азотные подкормки и рострегулирующие препараты как факторы формирования фотосинтетического потенциала растений рапса озимого

В статье приведены результаты пятилетних полевых исследований, проведенных в условиях Еланецкого района Николаевской области на черноземах обыкновенных малогумусных, по совершенствованию системы минерального питания растений рапса озимого. Исследованиями доказано, что взаимодействие подкормки азотными удобрениями в сочетании с внекорневыми обработками вегетирующих растений препаратом Хелафит Комби® вызывает синергетический эффект, что приводит к увеличению площади листовой поверхности на 18% и повышению содержания хлорофилла в листьях на 33–35%.

Исследования показали, что урожайность рапса озимого достигает максимальных значений при ранневесенней азотной подкормке дозой N₉₀ в сочетании с двухразовым внесением внекорневых подкормок растений рострегулирующим препаратом Хелафит Комби®, приривка урожайности у сорта составила 0,79 т/га, а у гибрида – 1,11 т/га.

Ключевые слова: рапс озимый, урожайность, хлорофилл, внекорневые подкормки, площадь листовой поверхности, Хелафит Комби®.

Domaratskyi E.O. Foliar nitrogen feeding and growth regulating fertilizers as factors of photosynthetic potential formation in winter rape

The article presents the results of five-year-long field research, conducted under the conditions of the Yelanets district of the Mykolaiv region on ordinary low-humus black soils. The research is directed towards the improvement of the mineral feeding system for winter rape. The studies have proved that the interaction of feeding with nitrogen fertilizers in combination with foliar treatments of vegetative plants with Helafit Combi® produces a synergetic effect, which results in an increase in the leaf surface area by 18%, and an increase in the content of chlorophyll in leaves by 33–35%.

The studies have demonstrated that the yield of winter rape reaches the maximum values after the early spring treatment with the nitrogen fertilizer (rate N₉₀) in combination with two applications of foliar feeding with growth regulating fertilizer Helafit Combi®. Yield increase for the cultivar is 0.79 t/ha, and 1.11 t/ha for the hybrid.

Key words: winter rape, yield, chlorophyll, foliar nutrition, leaf area, Helafit Combi®.

Постановка проблеми. Ріст рослин, формування вегетативної маси та генеративних органів здійснюється за рахунок фотосинтетичної діяльності листового апарату. Інтегральним виразом цієї діяльності є урожай сухої біомаси, який, своєю

чергою, залежить від розміру фотосинтетичного апарату та продуктивності його роботи. Виникає запитання, чи доцільно досягати максимальних значень показника площі листя? Чи не мало негативного впливу суттєве зростання листової поверхні на показник чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ)? Водночас певний інтерес викликає запитання, яким чином впливають добрива і біологічно активні препарати на вміст хлорофілу та його фракційний склад. З цього питання в науковій літературі є чимало протиріч, які не дають можливості однозначно трактувати значущість того чи іншого елемента фотосинтетичної діяльності. Деякі фахівці навіть пропонують робити прогноз урожайності за показником листової поверхні [1]. На таку можливість набагато раніше звертав увагу відомий фізіолог О.О. Ничипорович [2; 3].

Деякі дослідники визначають певний оптимум листової поверхні, підкреслюючи негативний вплив надмірно гіпертрофованого листового апарату [4]. Такі розбіжності трактовок визначають незавершеність дослідження у цьому напрямі і доцільність подальшого вивчення всієї низки питань, пов'язаних із фотосинтетичною діяльністю рослин. Особливо це цікаво для агроценозу озимого ріпаку, який значно рідше порівняно з іншими польовими культурами виступав об'єктом дослідів.

Матеріал і методика досліджень. Дослідження проводили впродовж 2012–2016 рр. в умовах Єланецького району Миколаївської області на чорноземах звичайних малогумусних.

Польовий дослід закладено за трифакторною схемою, де фактором А було проведення ранньовесняного підживлення азотними добривами дозою N_{60} і N_{90} ; фактором В – позакореневі підживлення комплексним рістрегулюючим препаратом Хелафіт Комбі® двічі в період вегетації рослин ріпаку озимого та препаратом Вуксал®. Обробіток рослин ріпаку озимого препаратом Хелафіт Комбі® проводили польовим обприскувачем: перший – через 15 діб після початку відновлення весняної вегетації, другий – у фазу початку бутонізації – цвітіння; а препаратом Вуксал® – у фазу цвітіння нормою 4,5 кг/га, норма витрати препарату Хелафіт Комбі® складала 1 л/га, а робочої рідини – 250 л/га. Контрольний варіант – обробіток рослин чистою водою (без препаратів).

Фактором С виступав сортогібридний склад ріпаку озимого. У дослідях вивчали сорт ріпаку озимого Чорний велетень, який занесений до Державного реєстру сортів рослин України з 2003 року, та гібрид Кронос (оригінатор гібриду насіннева компанія NPZ Lembke, Німеччина). Оригінатором сорту Чорний велетень є Вінницька державна сільськогосподарська дослідна станція НААН України. Сорт ріпаку озимого є національним стандартом, суперпродуктивний, інтенсивного типу, середньостиглий (300–323 дні), олійного використання.

Дослідні ділянки розташовували у трьох повтореннях послідовно. Загальна посівна площа дослідної ділянки становила 2520 м², а облікова – 600 м².

Сівбу проводили у період 1–10 вересня (залежно від умов зволоження років досліджень) сівалкою СЗ-5,4 «Астра» з нормою висіву 1,0 млн схожих насінин на 1 га. Попередником виступав чорний пар.

Експериментальні дані обробляли методом багатфакторного дисперсійного аналізу за Б.А. Доспеховим [5]. Моделювання формування урожайності здійснювалося із застосуванням ліцензійного програмного інструменту «Statistica 8.0».

Результати досліджень та їх обговорення. П'ятирічні спостереження за формуванням листового апарату показали, що у фазу цвітіння площа асиміляційної поверхні культури набуває максимальних значень. Дані спостережень наведено у таблиці 1.

Результати досліджень показали, що за абсолютними значеннями площі листя гібрид Кронос і сорт Чорний велетень відрізнялися несуттєво. Проте перевага Кроноса у 4–5% є перманентною. Щодо азотних підживлень, то вони мали більш суттєвий вплив на формування площі листової поверхні. Так, ранньовесняне підживлення рослин ріпаку озимого сорту Чорний велетень дозою N_{90} збільшувало цей показник на 9,9%, а у гібриду Кронос – на 9,5% відповідно.

Таблиця 1

Динаміка площі листової поверхні ріпаку озимого залежно від азотного підживлення та рістрегулюючих препаратів (середнє за 2012–2016 рр.), тис. м²/га

Азотне підживлення	Препарат	Чорний велетень			Кронос		
		Бутонізація	Цвітіння	Утворення стручків	Бутонізація	Цвітіння	Утворення стручків
Без підживлень	Чиста вода (контроль)	29,7	39,2	35,6	30,3	41,0	36,9
	Вуксал®	30,9	41,1	37,1	32,2	43,0	38,3
	Хелафіт Комбі® (1 раз)	30,7	40,9	36,9	32,0	42,8	37,9
	Хелафіт Комбі® (двічі)	32,4	42,0	39,0	33,7	44,1	40,5
N_{60}	Чиста вода (контроль)	31,4	41,0	37,4	32,5	43,9	38,0
	Вуксал®	33,1	42,5	39,2	34,4	45,2	40,7
	Хелафіт Комбі® (1 раз)	32,8	40,8	38,9	34,3	45,1	40,4
	Хелафіт Комбі® (двічі)	34,8	44,3	41,9	35,6	47,1	42,8
N_{90}	Чиста вода (контроль)	33,9	43,1	39,5	34,5	44,9	41,2
	Вуксал®	35,1	44,8	41,1	36,3	46,7	42,8
	Хелафіт Комбі® (1 раз)	35,4	44,6	41,0	36,2	46,6	42,1
	Хелафіт Комбі® (двічі)	36,9	46,4	43,1	38,0	48,5	44,1

Результати польових досліджень показали, що проведення дворазового позако-реневого підживлення рістстимулюючим препаратом Хелафіт Комбі® за відсутності азотних підживлень призводить до зростання площі листя на 7,1%, що відповідає рівню ефективності азотного підживлення рослин дозою N_{90} . Максимального значення показник площі листової поверхні набув за комплексної дії азотного підживлення ріпаку озимого дозою N_{90} та дворазового позако-реневого підживлення Хелафітом Комбі®. За такої комбінації площа асиміляційної поверхні збільшувалася на 18,4% у сорту Чорний Велетень і на 18,3% – у гібриду Кронос.

На початок настання фази утворення стручків площа листя починала поступово зменшуватись і таке зниження показника набуває більш істотного прояву у контрольному варіанті (без внесення рістрегулюючих препаратів) порівняно з варіантами, де проводився позако-реневої обробіток стимулюючими речовинами. За проміжок часу від фази бутонізації до утворення генеративних органів агроценоз ріпаку озимого втрачав до 10% асиміляційного апарату на контрольному варіанті, а за оброблення рослин препаратом Хелафіт Комбі® такі втрати не перевищують 7%, що позитивно впливало на можливість пролонгації активної роботи листового апарату та підвищення його продуктивності.

Добрива і препарати, як свідчать результати досліджень, посилювали інтенсивність процесу листоутворення і, відповідно, сприяли активізації формування і середньодобового приросту листової поверхні (рис. 1).

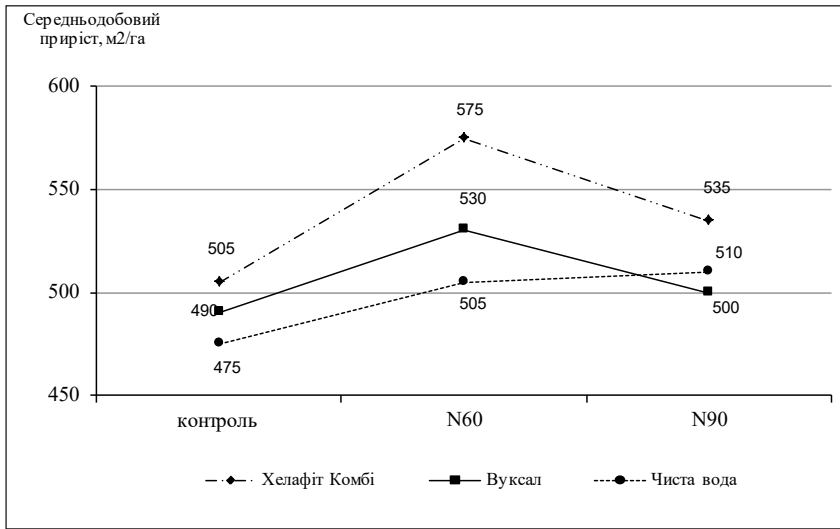


Рис. 1. Середньодобовий приріст площі листової поверхні у фазу бутонізації – цвітіння (середнє за 2012–2016 рр.)

На фоні зростання темпу середньодобових приростів площі листової поверхні важливим є те, що після внесення азотних підживлень дозою N_{60} і вище цей показник уповільнюється.

В інтегрованому вигляді показники фотосинтетичної діяльності ріпаку озимого наведено в таблиці 2.

Насамперед, необхідно відзначити двовекторність процесу зростання фотосинтетичного потенціалу (ФП): по-перше, це площа листа, про яку було написано раніше, а по-друге, це зростання періоду від цвітіння до плодоутворення на 2–3 дні. Тому порівняно з контролем без добрив і без препаратів показник ФП за азотного підживлення та дворазового застосування Хелафіта Комбі® зріс на 47%.

На думку О.О. Ничипоровича [3], саме ФП найбільш тісно корелює з урожайністю. Водночас чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) за засобів інтенсифікації не тільки не зростає, а й має тенденцію до зниження свого рівня.

Як видно з даних таблиці 2, різниця між пороговими значеннями ЧПФ досягає у нашому досліді 13,6%. Це свідчить, що зростання врожаю біомаси за рахунок добрив і препаратів має все ж таки екстенсивний характер і це є обставиною, яка спонукає дослідників здійснювати пошук шляхів підвищення ЧПФ.

Агротехнічні дослідження не завжди супроводжуються аналізом фізіологічних показників. Проте часто це буває вкрай необхідним, бо дає можливість зрозуміти механізм дії того чи іншого чинника. Особливої уваги потребує вміст хлорофілу в листках ріпаку озимого і його фракційний склад. Результати аналізу хлорофілового комплексу приведено в таблиці 3.

Аналізи рослинних зразків у роки досліджень було проведено у фазу цвітіння. Добір листя проводили в ранкові часи з верхнього ярусу рослин. Результати аналізу свідчать про позитивний вплив азотного підживлення і препаратів на загальний вміст хлорофілу. Максимальне зростання вмісту хлорофілу обох фракцій становило 35,2% у сорту Чорний велетень і 33,1% – у гібриду Кронос. Необхідно відзначити, що у гібриду Кронос рівень вмісту хлорофілу був вищим порівняно з сортом. У порівнянні середнього по всіх варіантах вмісту хлорофілу у сорту і у гібриду вийде значення 5,13 та 5,75 мг/100 г сухої речовини, або на 12,1% більше у гібриду Кронос, ніж у сорту Чорний велетень. Ці дані свідчать про більшу вимогливість гібриду до умов реалізації потенційних можливостей порівняно із сортом.

Таблиця 2

Фотосинтетичний потенціал і чиста продуктивність фотосинтезу ріпаку озимого у міжфазний період бутонізації – цвітіння залежно від азотного підживлення та рістрегулюючих препаратів (середнє за 2012–2016 рр.), гібрид Кронос

Азотне підживлення	Препарат	Середня площа листя, тис.м ² /га	Тривалість періоду, діб	Фотосинтетичний потенціал, тис.м ² /га х діб	Приріст урожаю сухої біомаси, т/га	ЧПФ, г/м ² за добу
Без підживлень	Чиста вода (контроль)	34,2	20	684	3,1	4,53
	Вуксал®	36,1	20	722	3,6	4,63
	Хелафіт Комбі® (1 раз)	35,4	20	708	3,5	4,94
	Хелафіт Комбі® (двічі)	37,1	21	779	3,8	4,88
N ₆₀	Чиста вода (контроль)	38,0	21	798	3,6	4,51
	Вуксал®	39,9	22	878	3,8	4,33
	Хелафіт Комбі® (1 раз)	39,4	22	867	3,8	4,38
	Хелафіт Комбі® (двічі)	41,8	22	920	4,0	4,35
N ₉₀	Чиста вода (контроль)	40,1	22	882	3,9	4,42
	Вуксал®	42,0	23	966	4,2	4,35
	Хелафіт Комбі® (1 раз)	41,4	23	952	4,1	4,31
	Хелафіт Комбі® (двічі)	43,8	23	1007	4,4	4,37

Таблиця 3

Вміст хлорофілу і його фракційний склад у листі озимого ріпаку залежно від ранньовесняних підживлень і рістрегулюючих препаратів (середнє за 2015–2016 рр.), мг/100 г сухої речовини

Азотне підживлення	Препарат	Чорний велетень			Кронос		
		Фракції					
		а	в	а+в	а	в	а+в
Без підживлень	Чиста вода (контроль)	3,02	1,30	4,32	3,21	1,81	5,02
	Вуксал®	3,55	1,57	5,12	3,50	1,90	5,40
	Хелафіт Комбі® (1 раз)	3,52	1,53	5,05	3,50	1,96	5,46
	Хелафіт Комбі® (двічі)	3,78	1,56	5,34	4,10	2,02	6,12
N ₆₀	Чиста вода (контроль)	2,96	1,62	4,58	4,00	1,92	5,92
	Вуксал®	3,76	1,64	5,40	4,14	1,98	6,12
	Хелафіт Комбі® (1 раз)	3,78	1,62	5,40	4,16	2,01	6,17
	Хелафіт Комбі® (двічі)	4,23	1,61	5,84	5,58	2,10	6,68

Згідно з даними досліджень зростання вмісту хлорофілу в листках рослин відбувалося в основному за рахунок фракції «а». Так, у сорту Чорний велетень за рахунок азотного підживлення і препаратів вміст хлорофілу «а» зріс на 40%, а фракції «в» – лише на 23,8%. У гібриду Кронос ці величини є більш істотними: збільшення хлорофілу фракції «а» було на рівні 73,0%, а фракції «в» – 16,0%. Причина такого синергізму пов'язана саме з такою зміною фракційного складу хлорофілового комплексу.

Результатом позитивного впливу азотного підживлення і застосування мультифункціональних рістрегулюючих препаратів стало помітне зростання урожаю насіння ріпаку озимого (таблиця 4).

Дані урожайності, насамперед, свідчать про певну перевагу гібриду над сортом: середня по досліді урожайність сорту Чорний велетень становила 2,50 т/га, а гібриду Кронос – 2,87 т/га, що на 0,37 т/га більше, або на 14,8%. Також важливим є факт інтенсивності гібриду – на низькому рівні агрофону (варіант без внесення добрив і рістрегулюючих речовин) перевищував за рівнем врожайності сорт Чорний велетень на 8,1%, а за ранньовесняного підживлення дозою N_{90} + Хелафіт Комбі® врожайність підвищилася на 17,0%.

Таблиця 4

Урожайність ріпаку озимого залежно від підживлень і рістрегулюючих препаратів (середнє за 2012–2016 рр.), т/га

Азотне підживлення	Препарат	Чорний велетень			Кронос		
		Сухой біомаси	Насіння	% насіння до біомаси	Сухой біомаси	Насіння	% насіння до біомаси
Без підживлень	Чиста вода (контроль)	10,2	2,10	20,6	10,0	2,27	22,7
	Вуксал®	10,9	2,29	21,0	10,7	2,61	24,4
	Хелафіт Комбі® (1 раз)	10,3	2,26	21,9	10,5	2,58	24,6
	Хелафіт Комбі® (двічі)	11,3	2,39	21,1	11,1	2,75	24,8
N_{60}	Чиста вода (контроль)	11,2	2,36	21,1	11,3	2,71	24,0
	Вуксал®	12,1	2,52	20,8	11,9	2,91	24,5
	Хелафіт Комбі® (1 раз)	11,9	2,48	20,8	11,7	2,90	24,8
	Хелафіт Комбі® (двічі)	12,5	2,61	20,9	12,2	3,04	24,9
N_{90}	Чиста вода (контроль)	12,5	2,60	20,8	12,5	2,99	23,9
	Вуксал®	13,4	2,79	20,8	13,1	3,21	24,5
	Хелафіт Комбі® (1 раз)	13,0	2,77	21,3	12,9	3,16	26,3
	Хелафіт Комбі® (двічі)	13,6	2,89	21,3	13,5	3,38	25,0
НІР ₀₅		0,33	0,07	-	0,32	0,09	-

Збільшення дози азоту за підживлення з 60 до 90 кг/га діючої речовини призводило до стійкого позитивного підвищення врожайності: у сорту – на 10,2%, а у гібриду – на 10,8%. Для досягнення максимального використання азотних підживлень агроценозом ріпаку озимого вбачаємо за доцільне дворазове внесення Хелафіту Комбі® у вигляді позакореневого обробітку вегетуючих рослин. За такої комбінації факторів урожайність озимого ріпаку зростає порівняно з кон-

трольним варіантом на 37,6% у сорту Чорний велетень і на 48,9% – у гібриду Кронос.

Істотним позитивним аспектом є і те, що у застосуванні ранньовесняних азотних підживлень у комбінації з позакореневими підживленнями рістрегулюючими препаратами поліпшується співвідношення між урожаєм насіння та сухої біомаси.

Для сорту така оптимізація у співвідношенні виражена менше, а у гібриду є більш істотною: на контрольному варіанті співвідношення насіння до сухої біомаси складає 22,7%, а за внесення ранньовесняних підживлень дозою N_{90} + Хелафіт Комбі® цей показник досягає 25,0%.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Азотні підживлення в комбінації з позакореневим обробітком вегетуючих рослин рістрегулюючими препаратами стимулюють процеси листоутворення та збільшують розмір асиміляційної поверхні на 18%. Щодо чистої продуктивності фотосинтезу, то за комплексної дії факторів, що досліджувалися, цей показник не тільки не зростає, але й має тенденцію до зменшення, що свідчить про екстенсивний характер формування процесу наростання біомаси.

Позитивний вплив факторів, що вивчались, проявляється через формування підвищеного вмісту фотосинтетичного пігменту – хлорофілу (на 33–35%), причому процес зростання вмісту пігменту відбувався в основному за рахунок збільшення кількості фракції «а», яка є відповідальною за світлову (денну) стадію фотосинтетичної активності агроценозу.

Максимальний урожай насіння за більш сприятливого співвідношення генеративного та вегетативного складників досягається за підживлення ріпаку озимого азотними добривами дозою N_{90} у поєднанні з дворазовим позакореневим обробітком рослин препаратом Хелафіт Комбі® і складає по досліді у сорту Чорний велетень – 2,89 т/га та у гібриду Кронос – 3,38 т/га кондиційного насіння. Саме дозу азотних добрив N_{90} слід вважати оптимальною для ріпаку озимого.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Павлова М.Д. Практикум по метеорологии. М.: 2014. 167 с.
2. Ничипорович А.А. Теоретические основы фотосинтетической продуктивности. М.: Наука, 1972. 527 с.
3. Ничипорович А.А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений. Физиология растений, М.: Наука, 1982. С. 7–33.
4. Оканенко А.С. Интенсивность и продуктивность фотосинтеза и использование солнечной радиации посевами с.-х. растений / А.С. Оканенко, Х.Н. Починок, Б.А. Митрофанов. Фотосинтез, рост и устойчивость растений. К.: Наукова думка, 1971. С. 5–28.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 335 с.