

## ВПЛИВ АЗОТНОГО ЖИВЛЕННЯ ТА КОМБІНОВАНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ОСОБЛИВОСТІ ВОДОСПОЖИВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗА РІЗНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ

ДОМАРАЦЬКИЙ Є.О. – доктор сільськогосподарських наук

[orcid.org/0000-0003-3912-1611](https://orcid.org/0000-0003-3912-1611)

Миколаївський національний аграрний університет

**Постановка проблеми.** Для зони південного і центрального Степу України характерною ознакою клімату є спекотне і посушливе літо з нестійкими умовами зволоження. Характерними є недостатня кількість атмосферних опадів, низька відносна вологість повітря, часті суховії. Опади – дуже несталий елемент клімату. Розподіл їх впродовж вегетаційного періоду як в часі, так за інтенсивністю, нерівномірний. Зазвичай запаси глибинної вологи, які нагромаджено за пізньоосінній та зимові періоди більшістю сільськогосподарських культур витрачається лише у травні та подальше вологозабезпечення здійснюється виключно за рахунок зрощення або атмосферних опадів [1, с. 137; 2, с. 44].

Ріпак озимий не є виключенням, в цілому ця культура характеризується високою вибагливістю до умов зволоження впродовж усього періоду вегетації, відтак рослини потребують постійного позитивного гідротермічного режиму. Встановлено, що оптимальних умов зволоження в зоні Степу взагалі не існує, а саме поняття «оптимальний режим зволоження» – це тимчасова ситуація, яка триває впродовж нетривалого часу. Решта вегетаційного періоду – є не що інше, як стресові стани, які мають різну ступінь негативного впливу [3, с. 40].

Впродовж останніх років не аби-якої актуальності набувають дослідження щодо використання регуляторів росту рослин, комбінованих препаратів, імуномодуляторів, мікроелементів та препаратів біологічного походження для позакореневого застосування в технологіях вирощування сільськогосподарських культур здатних покращувати умови життєдіяльності рослинних організмів. Зменшення природного зволоження на фоні глобального потепління спонукає науковців та товаровиробників змінити підходи та норми внесення мінеральних добрив, звернути увагу на покращення живлення агроценозів враховуючи сучасні кліматичні трансформації [4, с. 46; 5, с. 197].

### Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Формування та реалізація потенціалу урожайності ріпаку озимого значною мірою залежать від оптимальних показників зволоження та родючості ґрунту, а також збалансованості живлення до необхідного рівня. Зміни клімату, які особливо гостро відчуваються в зоні Степу з вкрай жорстким гідротермічним коефіцієнтом, спонукають до удосконалення елементів технології вирощування польових культур в цілому та ріпаку озимого зокрема. Період сівби та початкові етапи росту і розвитку рослин ріпаку характеризуються вкрай високим рівнем дефіциту ґрунтової та повітряної вологи, відповідно постає необхідність в оптимізації процесів живлення і зведення до мінімуму стресових станів посі-

вів. Одним з перспективних напрямків вирішення цієї проблеми є використання недорогих, але вкрай дієвих елементів технології вирощування ріпаку озимого, включення до обов'язкових технологічних заходів позакорневих обробіток рослин рістрегулюючими препаратами комбінованої дії. Запровадження позакорневих обробіток рослин такими речовинами дозволить частково мінімізувати вплив стресів на рослини, викликаних високим температурним режимом та низьким вологозабезпеченням і, тим самим, покращити засвоєння макро- та мікроелементів з ґрунту, оптимізуючи умови життя агроценозу в цілому [6, с. 53; 7, с. 76].

Вченими [8, с. 129] встановлено, що ріпак озимий особливо вибагливий до рівня азотного живлення. За дефіциту азоту рослини набувають світло-зеленого забарвлення, а згодом жовкнуть. В осінній період ріпак озимий не потребує великої кількості азоту, тому восени під сівбу ріпаку озимого вносять його не більше 25% від загальної потреби. Решту кількість азоту вносять у весняне підживлення. Рідкі азотні добрива, внесені навесні на 10-16% менш ефективні, ніж тверді. Азот нітратної групи аміачної селітри засвоюється ріпаком в 1,8–2 рази краще, ніж амонійний.

Агроценоз ріпаку озимого впродовж вегетації формує високий урожай біомаси, а відтак, виносить з ґрунту велику кількість поживних речовин. У порівнянні з пшеницею озимого ріпак на утворення одиниці продукції виносить більше азоту на 62%; фосфору – на 66% та калію – на 100%. Посів ріпаку озимого слабо витримує низький агрофон і різко знижує урожайність за дефіциту основних елементів живлення. Вченими [9, с. 76] встановлено, що формуючи одну тону урожаю насіння, рослини ріпаку озимого засвоюють з ґрунту до 80 кг азоту, 18–40 кг – фосфору, від 25 і до 100 кг – калію, 30–150 кг – кальцію та 35–40 кг – сірки. Орієнтовно, до 25% макро- та мікроелементів (залежно від рівня врожайності) ріпак здатний засвоїти з ґрунтових запасів, решта необхідних елементів забезпечуються за рахунок додаткового внесення мінеральних добрив.

Вченими Інституту зрошувального землеробства НААН доведено, що висота рослин ріпаку озимого значно змінювалась в усі фази розвитку під впливом багатьох факторів і, особливо, від фону живлення. Так, рослини на варіантах з мінеральними добривами мали більшу висоту вже при формуванні осінньої розетки, яка збільшувалась на 9–20 см за полицевого обробітку ґрунту та на 9–19 см – безполицевого, порівняно з неудобреними рослинами, які були найнижчими у досліді – 11–12 см. Визначено, що найбільшу висоту рослини ріпаку озимого формували при внесенні розрахункової дози

мінеральних добрив на фоні соломи пшениці озимої за полицевого обробітку ґрунту. Свого максимуму вона досягала у фазі дозрівання. Середньодобовий приріст рослин ріпаку озимого у висоту за період формування осінньої розетки коливався в межах від 0,19 до 0,52 см/добу (полицевий обробіток ґрунту) та від 0,18 до 0,48 см/добу (безполицевий). Найвищим середньодобовим приростом цього показника характеризувався міжфазний період бутонізація-цвітіння за внесення розрахункової дози мінеральних добрив на фоні соломи – 2,61 см/добу, що більше відносно контролю без добрив у 2,0 рази. Вчені встановили, що з оптимізацією умов живлення ріпаку озимого накопичення його надземної маси істотно зростає. Восени в період формування розетки цей показник у неудообрених рослин становив 0,680-0,770 кг/м<sup>2</sup>. Максимальною вона була за внесення розрахункової дози добрив на фоні соломи та полицевого обробітку ґрунту і складала 3,615 кг/м<sup>2</sup>, що у 5,0 разів перевищувало масу неудообрених рослин [10, с. 92; 11, с. 58].

Передпосівна обробка насіння ріпаку озимого різними ріст стимулюючими речовинами разом з препаратами, що містять комплекси необхідних мікроелементів також покращує умови життя рослин, а це в свою чергу має позитивний вплив на продуктивність агроценозу в цілому. Так, вченими [12, с. 54–55] встановлено, що передпосівний обробіток насіння ріпаку озимого препаратом Мочевин-К<sub>6</sub> забезпечує одержання 47 т/га зеленої маси, або 6,54 т/га сухої речовини та 2,71 т/га насіння. Такий агроприйом підвищує вихід макухи на 31% та вихід олії – на 24%, а також забезпечує найоптимальніше витрачання вологи на одиницю врожаю зеленої маси і насіння ріпаку. Передпосівна обробка насіння ріпаку препаратами Мочевин-К<sub>4</sub> та Мочевин-К<sub>6</sub> підвищує зимостійкість рослин на 37–43%.

Впродовж останнього часу, коли зміни погоднокліматичних умов набувають особливого значення у формуванні продуктивності сільськогосподарських агроценозів, суттєву роль відіграють і стимулятори росту рослин. Вплив їх на покращення імунної системи та стійкість рослин до стресових явищ також набувають високої актуальності. Використання нових регуляторів росту рослин може сприяти значній інтенсифікації сільськогосподарського виробництва та збереженню навколишнього середовища [13, с. 39; 14, с. 72].

**Мета статті** полягає у встановленні впливу різних норм азотного живлення в поєднанні з позакореновими обробками рослин комбінованими препаратами на динамічність процесу водоспоживання ріпаку озимого, а також інтенсивність реакції рослин на ці чинники.

**Матеріал та методика досліджень.** Польові дослідні проводили впродовж 2012–2020 рр. в незрошуваних умовах Вознесенського району Миколаївської області. Ґрунти дослідних ділянок – чорноземи звичайні малогумусні з вмістом гідролізованого нітрогену 1,5–1,8; легкозасвоюваного фосфору 4,5–7,0 та обмінного калію 12–15 мг/100 г ґрунту та вмістом гумусу – 3,2%. В дослідках вивчали різні морфобіотики ріпаку озимого, а саме: гібрид ріпаку озимого Кронос, оригінатор “NPZ-Lembke” (Німеччина) та сорт Чорний велетень. Останній зане-

сений до Державного реєстру сортів рослин України з 2003 року, оригінатор сорту – Вінницька державна сільськогосподарська станція НААН України. Сорт Чорний Велетень – є національним стандартом, високопродуктивний, інтенсивного типу, середньостиглий, з періодом вегетації 300–323 дні, олійного використання.

Дослідні ділянки розташовували у трьох повтореннях послідовно. Площа дослідної ділянки становила 2520 м<sup>2</sup>, а облікової – 600 м<sup>2</sup>.

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.

Схема дослідів включала варіанти з проведенням ранньо-весняного підживлення азотними добривами дозою N<sub>60</sub> та N<sub>90</sub>, та позакоренові підживлення препаратом Вуксал Мікроплант® (мікродобриво німецької компанії «Аглюкон») та комплексним рістрегулюючим препаратом Хелафіт Комбі® двічі в період вегетації рослин ріпаку озимого. Перший обробіток рослин ріпаку озимого препаратом Хелафіт Комбі® проводили надземним обприскувачем через 15 діб після початку відновлення весняної вегетації, другий – у фазу початку бутонізації – цвітіння. Норма витрат препарату складала 1 л/га, а вилив робочої рідини 250 л/га.

Для характеристики водного режиму посівів ріпаку озимого впродовж весняно-літньої вегетації проводили трьохразове визначення вологості ґрунту для розрахунку запасу продуктивної вологи.

Експериментальні дані обробляли методом багатфакторного дисперсійного аналізу за Ушкаренко В.О. [15]. Моделювання формування урожайності здійснювалося із застосуванням ліцензійного програмного інструменту “Statistica 8.0”.

**Результати досліджень.** Аналіз результатів досліджень показав, що для умов Єланецького району опади червня і липня за середньо багаторічними даними складають 78 – 90 мм із зазначеним коливанням по роках. Якщо прорахувати величину гідротермічного коефіцієнту за ці два місяці, то він становитиме:

$$\text{ГТК} = \sum W \cdot 10 / \sum T = 81 \cdot 10 / 30 \cdot 20 + 31 \cdot 22 = 840 / 1282 = 0,66.$$

Такий рівень співвідношення опадів і температури майже задовольняє потреби більшості культур, але у разі, якщо умови зволоження певного року виявляться з недостатньою сумою опадів (до 50 мм за 2 місяці), тоді ГТК = 450/1282 = 0,35. Такий рівень ГТК свідчить про вкрай складні умови для вирощування ріпаку озимого. Все це свідчить про те, що вологозабезпеченість може мати вирішальне значення для формування врожаю. Тому, за таких умов важливого значення набуває ефективність використання вологи, тобто економічне витрачання її на процес життєдіяльності.

Водний режим – це нагромадження, пересування, випаровування та використання усіх видів вологи. В дослідженнях було використано методику спрощеного водного балансу [16]. Відповідно до цієї методики кінцевим показником водоспоживання є коефіцієнт, що показує ступінь ефективності використання вологи.

Спочатку, маючи показники фактичної вологості ґрунту, розраховуємо запас продуктивної вологи за формулою:

$$W = 0.1gh (V_1 - V_2),$$

де:

W – продуктивність вологи, мм

g – середня щільність ґрунту у розрахунковому шарі, г/см<sup>3</sup>

h – шар ґрунту, см

V<sub>1</sub> – фактична вологість ґрунту, %

V<sub>2</sub> – вологість сталого в'янення, %

Якщо прорахувати запаси вологи на початку вегетації (для озимого ріпаку – це відновлення весняної вегетації) і в кінці (повна стиглість), то різниця буде – витрата вологи за період. До цієї величини додається сума атмосферних опадів (мм) і разом з ґрунто-

вими витратами ми одержуємо показник «загального водоспоживання».

$$ЗВ = (W + O) * 10,$$

де:

ЗВ – загальне водоспоживання, м<sup>3</sup>/га

W – витрати вологи з ґрунту, мм

O – атмосферні опади, мм

Вологість ґрунту, його щільність та мертвий запас (вологість сталого в'янення) визначали пошарово: 0–10; 10–20; 20–30; 30–40; 40–60; 60–80; 80–100 см.

Вологість сталого в'янення (ВСВ) у ґрунті дослідного поля становила по шарам: 0–10 см – 12,6%; 10–20 см – 12,4%; 20–30 см – 12,3%; 30–40 см – 12,1%; 40–60 см – 11,9%; 60–80 см – 11,7%; 80–100 см – 11,3%. Для спрощення прорахунків було обрано середній показник ВСВ:  $(12,6+12,4+12,3+12,1+11,9+11,7+11,3)/7 = 12,0\%$

Таблиця 1

**Фактична вологість ґрунту (%) у шарі 0 – 100 см залежно від підживлень та препаратів (середні за 2012–2020 рр.)**

Азотне підживлення (фактор А)	Препарат (фактор В)	Морфобіотип (фактор С)			
		Чорний велетень		Кронос	
		відновлення вегетації	повна стиглість	відновлення вегетації	повна стиглість
Без підживлень	Чиста вода (контроль)	23,2	16,2	23,8	16,5
	Вуксал®	23,2	15,4	23,8	16,3
	Хелафіт Комбі® (1 раз)	23,2	15,8	23,8	16,5
	Хелафіт Комбі® (двічі)	23,2	15,2	23,8	16,4
N <sub>60</sub>	Чиста вода (контроль)	23,2	15,4	23,8	15,7
	Вуксал®	23,2	15,0	23,8	15,3
	Хелафіт Комбі® (1 раз)	23,2	15,2	23,8	15,5
	Хелафіт Комбі® (двічі)	23,2	15,0	23,8	15,4
N <sub>90</sub>	Чиста вода (контроль)	23,2	14,8	23,8	15,0
	Вуксал®	23,2	14,6	23,8	14,8
	Хелафіт Комбі® (1 раз)	23,2	14,6	23,8	15,0
	Хелафіт Комбі® (двічі)	23,2	14,7	23,8	14,7
Середня за всіма варіантами		23,2	15,2	23,8	15,6

Таблиця 2

**Запас продуктивної вологи у шарі 0–100 см залежно від підживлень і препаратів (середні за 2012–2020 рр.), мм**

Азотне підживлення (фактор А)	Препарат (фактор В)	Морфобіотип (фактор С)			
		Чорний велетень		Кронос	
		відновлення вегетації	повна стиглість	відновлення вегетації	повна стиглість
Без підживлень	Чиста вода (контроль)	143,4	53,8	151,0	57,6
	Вуксал®	143,4	43,5	151,0	55,0
	Хелафіт Комбі® (1 раз)	143,4	48,6	151,0	57,6
	Хелафіт Комбі® (двічі)	143,4	41,0	151,0	56,3
N <sub>60</sub>	Чиста вода (контроль)	143,4	43,5	151,0	47,4
	Вуксал®	143,4	38,4	151,0	42,2
	Хелафіт Комбі® (1 раз)	143,4	41,0	151,0	44,8
	Хелафіт Комбі® (двічі)	143,4	38,4	151,0	43,5
N <sub>90</sub>	Чиста вода (контроль)	143,4	35,8	151,0	38,4
	Вуксал®	143,4	33,3	151,0	34,6
	Хелафіт Комбі® (1 раз)	143,4	33,3	151,0	38,4
	Хелафіт Комбі® (двічі)	143,4	34,6	151,0	34,6
Середня за всіма варіантами		143,4	40,4	151,0	45,9

Показник щільності ґрунту визначали в лабораторії кафедри рослинництва та агроінженерії Херсонського державного аграрно-економічного університету, також пошарово брали середній показник:

$$g = (1,15 + 1,18 + 1,24 + 1,28 + 1,33 + 1,37 + 1,40) / 7 = 1,28 \text{ г/см}^3$$

Вологість ґрунту визначалася на початку весняної вегетації (3-я декада березня) та у фазі повної стиглості. Наведені результати свідчать про помірне зволоження ґрунту за всіх років проведення досліджень (табл. 1).

В цілому вологість ґрунту за період весняно-літньої вегетації і під посівами Чорного велетня знизилася на 8%, а під Кроносом – на 8,2%. Це свідчить про однаковий рівень водоспоживання обома генотипами.

Азотні підживлення з всіх випадків посилюють водоспоживання, що має певне відображення на зменшенні вологості ґрунту у фазі повної стиглості. У Чорного велетня при внесенні підживлень дозою  $N_{60}$  вологість зменшується на 0,8%, а за внесення  $N_{90}$  – на 1,4%, а у гібриду Кронос – відповідно на 0,8 та 1,5%.

Таблиця 3

**Водний баланс метрового шару ґрунту під посівами озимого ріпаку сорту Чорний велетень (середні за 2012–2020 рр.)**

Азотне підживлення (фактор А)	Препарат (фактор В)	Запас продуктивної вологи, м <sup>3</sup> /га		Опади, м <sup>3</sup> /га	Загальне водоспоживання, м <sup>3</sup> /га	Урожай сухої біомаси, т/га	Коефіцієнт водоспоживання, м <sup>3</sup> /т біомаси
		початок вегетації	повна стиглість				
Без підживлень	Без обробітку	1434	538	1426	2322	10,2	228
	Вуксал	1434	435	1444	2443	10,9	224
	Хелафіт Комбі (1 раз)	1434	486	1444	2392	10,3	232
	Хелафіт Комбі (дворазово)	1434	410	1462	2486	11,3	220
$N_{60}$	Без обробітку	1434	435	1462	2461	11,2	220
	Вуксал	1434	384	1480	2486	12,1	205
	Хелафіт Комбі (1 раз)	1434	410	1462	2530	11,9	213
	Хелафіт Комбі (дворазово)	1434	384	1480	2530	12,5	202
$N_{90}$	Без обробітку	1434	358	1462	2538	12,5	203
	Вуксал	1434	333	1480	2581	13,4	193
	Хелафіт Комбі (1 раз)	1434	333	1462	2563	13,0	197
	Хелафіт Комбі (дворазово)	1434	346	1480	2568	13,6	190
Середнє за всіма варіантами		1434	404	1462	2492	11,9	209

Таблиця 4

**Водний баланс метрового шару ґрунту під посівами озимого ріпаку гібриду Кронос (середні за 2012–2020 рр.)**

Азотне підживлення (фактор А)	Препарат (фактор В)	Запас продуктивної вологи, м <sup>3</sup> /га		Опади, м <sup>3</sup> /га	Загальне водоспоживання, м <sup>3</sup> /га	Урожай сухої біомаси, т/га	Коефіцієнт водоспоживання, м <sup>3</sup> /т біомаси
		Початок вегетації	Повна стиглість				
Без підживлень	Без обробітку	1510	576	1348	2282	10,0	228
	Вуксал	1510	550	1364	2324	10,7	217
	Хелафіт Комбі (1 раз)	1510	576	1364	2298	10,5	219
	Хелафіт Комбі (дворазово)	1510	563	1382	2329	11,1	210
$N_{60}$	Без обробітку	1510	474	1364	2400	11,3	212
	Вуксал	1510	422	1382	2470	11,9	208
	Хелафіт Комбі (1 раз)	1510	448	1382	2444	11,7	209
	Хелафіт Комбі (дворазово)	1510	435	1400	2475	12,2	203
$N_{90}$	Без обробітку	1510	384	1410	2536	12,5	202
	Вуксал	1510	346	1428	2592	13,1	198
	Хелафіт Комбі (1 раз)	1510	384	1428	2554	12,9	198
	Хелафіт Комбі (дворазово)	1510	346	1446	2610	13,5	193
Середнє за всіма варіантами		1510	459	1392	2443	11,8	208

Застосування багатофункціональних рістрегулюючих препаратів з точки зору впливу на вологість ґрунту також було очікуваним результатом. У цьому відношенні саме Вуксал більш активно впливав на зростання водоспоживання. Хелафіт Комбі теж мав аналогічний вплив, але його ступінь помітно поступалася.

Як було зазначено вище, для подальших розрахунків ми визначали запас продуктивної вологи у ґрунті на початку та в кінці вегетації. Результати розрахунків наведено в таблиці 2.

Запас продуктивної вологи має прямо пропорційну залежність з польовою вологістю ґрунту, і є різницею між загальною кількістю вологи та малодоступними запасами. Тому ні по роках, ні по варіантах досліду не є доцільним визначати певні закономірності.

Основною метою досліджень, пов'язаних із водним режимом є визначення впливу підживлень і препаратів на запланований врожай і питомий рівень водоспоживання. Навіть якщо рослина вживає абсолютно однакову кількість води, це не означає, що у неї однакова ефективність використання цього фактору життя, бо рослина може утворювати більшу або меншу кількість біомаси і таким чином мати вищий або нижчий рівень ефективності водоспоживання. Це означає, що економічність витрат води визначається не тільки її кількістю, а саме продуктивністю утворення біомаси.

Тому, для більш повної характеристики водного режиму було проведено розрахунки загального і питомого водоспоживання (витрати на одиницю сухої речовини). Розрахунки вели за середньорічними даними. За результатами цих розрахунків було одержано дані, які наведені в таблиці 3 та 4.

Аналізуючи результати досліджень наведені в таблицях 3 та 4 необхідно зазначити, що для розрахунків водного балансу метрового шару ґрунту досліджуваних морфобіотипів було обрано лише весняно-літній період. Такий вегетаційний період складав лише 100 днів з 270 (повної вегетації ріпаку озимого разом із періодом зимового спокою), оскільки істотний інтерес був спрямований на визначення умов впливу факторів на економію витрачання вологи зимового запасу та періоду до збирання культури.

Результатами досліджень встановлено, що різниця між крайніми варіантами за величиною загального водоспоживання становила 328 м<sup>3</sup>/га, або на 14,4% більше. Це показники сукупної дії, а за окремими факторами зростання загального водоспоживання мало вигляд: підживлення  $N_{60}$  – на 5,2%;  $N_{90}$  – на 11,1%; препарат Вуксал – на 1,8%; препарат Хелафіт Комбі за дворазового внесення – на 2,1%. Такі відмінності є несуттєвими і тому можна простежувати помітний вплив лише у комбінації препаратів з азотним підживленням.

Щодо коефіцієнту водоспоживання, то на контрольному варіанті як для сорту Чорний велетень, так і для гібриду Кронос він становив 228 м<sup>3</sup>/т сухої біомаси. Доведено, що при дозі внесених добрив  $N_{60}$  цей коефіцієнт зменшувався до 212–220, а при  $N_{90}$  – до 202–203 м<sup>3</sup>/т біомаси. За такого сполучення факторів кращі результати було досягнуто за комбінації азотного підживлення  $N_{90}$  з дворазовим внесенням препарату Хелафіт Комбі.

У такій комбінації величина коефіцієнту водоспоживання зменшилась на 35 м<sup>3</sup>/т сухої біомаси (18%).

**Висновки.** Порівнюючи обидва морфобіотипи встановлено, що у середньобагаторічних порівняннях вони були абсолютно ідентичними. Азотні підживлення та застосування комбінованих препаратів помітно збільшують показник загального водоспоживання. Таке зростання відбувається за рахунок двох чинників: по-перше – у порівнянні з контрольним варіантом на ділянці посіву з обробкою рослин комбінованими препаратами залишається менше продуктивної вологи на час повної стиглості; по-друге – пролонгація вегетаційного періоду агроценозу призводить до збільшення суми атмосферних опадів.

Зрозуміло, що зростання об'єму загального водоспоживання не є позитивним явищем за сучасних умов дефіциту вологи, але розглядаючи сам процес водоспоживання у комплексі з урожаєм сухої біомаси, можна зробити висновок про ефективність витрат води. Результати досліджень свідчать, що коефіцієнт водоспоживання при зростанні загальних витрат вологи мав тенденцію до зниження.

З результатів досліджень можна зробити висновок, що проведення азотного підживлення дозою  $N_{90}$  у комбінації з внесенням багатофункціонального рістрегулюючого препарату Хелафіт Комбі дозволяє помітно економіше витратити вологу для утворення органічної біомаси.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кукса Ю. А., Комарова І. Б. Водоспоживання ріпака ярого залежно від агроприймів вирощування в умовах північного степу України. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2016. № 23. С. 137–142.
2. Домарацький Є. Глобальне потепління – палиця з двома кінцями для українських аграріїв. Матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Стан і перспективи селекції в умовах змін клімату» 23 лютого 2018 року, тези доповідей. Херсон : Інститут зрошуваного землеробства НААН, 2018. С. 44–47.
3. Домарацький Є. О. Методи пом'якшення негативної дії водного стресу у рослин ріпаку озимого. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 2. С. 39–45.
4. Гульванський І. М., Синицький С. Л., Мостіпан М. І. Ефективність комплексного використання азотних добрив та регуляторів росту рослин для позакореневого підживлення озимої пшениці. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2006. Вип. 4(1). С. 45–51.
5. Panfilova A., Gamayunova V., Smirnova I. Influence of fertilizing with modern complex organic-mineral fertilizers to grain yield and quality of winter wheat in the southern steppe of Ukraine. *Agraarteadus*. 2020. № 31(2). P. 196–201. <https://dx.doi.org/10.15159/jas.20.28>
6. 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. (DOI: 10.31521/2313-092X/2019-1(101)-8).
7. Пророченко Т. І. Урожайність ріпаку ярого залежно від застосування в удобрення різних форм азотних

- добрив. *Науковий журнал «Рослинництво та ґрунтознавство»*. 2018. Вип. 286, С. 74–79.
8. Дербон І. Ю., Малик К. В., Овдійчук В. П. Якість ріпаку озимого залежно від удобрення. *Сільське господарство сьогодні (збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених, збірник 1)*. ЖНАЕУ, 2019. С. 129–131.
  9. Томашов С. В. Мінеральні добрива під озимий ріпак як елемент технології вирощування. *Современные научные проблемы создания сортов и гибридов масличных культур и технологии их выращивания* : сб. тез. Междунар. конф. (г. Запорозжє, 4–6 авг. 2009 г.). Запорозжє, 2009. С. 76–77.
  10. Шкода О. А., Біднина І. О. Урожай ріпаку озимого за різного рівня азотного живлення. *Зрошуване землеробство* : зб. наук. праць. 2014. Вип. 61. С. 91–93.
  11. Шкода О. А., Біднина І. О. Ріпак озимий: умови для кращої перезимівлі. *The Ukraine Farmer*, 2014. Вип. 10(58). С. 58–59.
  12. Заєць С. О., Василенко Р. М., Степанова І. М., Шаталова В. В. Продуктивність ріпаку озимого залежно від впливу різних компонентів препарату Мочекін-К в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*, 2013. Вип. 83. С. 52–55.
  13. Домарацький Є. О., Добровольський А. В., Козлова О. П., Добровольський П. А., Лавришина О. Є. Шляхи оптимізації водоспоживання соняшника високоолеїнового типу за умов зміни клімату. *Аграрні інновації*. 2021. Вип. 10. С. 34–41.
  14. Ревтьо О. Я., Домарацький Є. О. Оптимізація продукційного процесу агроценозів соняшнику за посушливих умов Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2021. Вип. 5. С. 68–74.
  15. Методика польового дослідження (зрошуване землеробство) [Methodology of field experiment (irrigated agriculture)] / за ред. Ушкаренка В. О. Херсон : Грінь Д. С., 2014. 448 с.
  16. Веріго С. А., Разумова Л. А. Почвенная влага. Львов : Гидрометиздат, 1973. 328 с.
- REFERENCES:**
1. Kuksa, Yu.A. & Komarova, I.B. (2016). Vodospozhyvannya ripaku yaroho zalezchno vid ahropyuomiv vyroshchuvannya v umovakh pivnichnoho stepu Ukrainy [Water consumption of spring rapeseed depending on agricultural methods of cultivation in the conditions of the northern steppe of Ukraine]. *Naukovo-tehnichnyy byuletyn' Instytutu oliynykh kul'tur NAAN – Scientific and technical bulletin of the Institute of Oil Crops of the National Academy of Sciences*, 23, 137–142 [in Ukrainian].
  2. Domaratsky, Ye. (2018). Hlobalne poteplinnya – palytsya z dvoma kintsyamy dlya ukrayins'kykh ahraryiv [Global warming is a double-edged sword for Ukrainian farmers]. *Materialy mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi Internet-konferentsiyi "Stan i perspektyvy selektsiyi v umovakh zmin klimatu" 23 lyutoho 2018 roku, tezy dopovidey [Materials of the international scientific and practical Internet conference "The state and prospects of breeding in the conditions of climate change" on February 23, 2018, theses of reports]* (pp. 44–47). Kherson: Instytut zroshuvanoho zemlerobstva NAAN [in Ukrainian].
  3. Domaratsky, Ye.O. (2018). Metody pomyakshennya nehatyvnoyi diyi vodnoho stresu u roslyn ripaku ozymoho [Methods of mitigating the negative effects of water stress in winter rapeseed plants]. *Visnyk ahraryoi nauky Prychornomorya – Herald of Agrarian Science of the Black Sea Region*, 2, 39–45 [in Ukrainian].
  4. Hulvansky, I.M., Synytsky, S.L. & Mostipan, M.I. Efektyvnist kompleksnoho vykorystannya azotnykh dobryv ta rehulyatoriv rostu roslyn dlya pozakorenevoho pidzhyvlennya ozymoyi pshenytsi [Effectiveness of complex use of nitrogen fertilizers and plant growth regulators for foliar fertilization of winter wheat]. *Visnyk ahraryoi nauky Prychornomorya – Herald of Agrarian Science of the Black Sea Region*, 4(1), 45–51 [in Ukrainian].
  5. Panfilova, A., Gamayunova, V. & Smirnova, I. (2020). Influence of fertilizing with modern complex organic-mineral fertilizers to grain yield and quality of winter wheat in the southern steppe of Ukraine. *Agraarteadus*. 31(2), 196–201 [in English].
  6. Domaratsky, Ye.O., Bazalyi, V.V. & Domaratsky, O.O. (2019). Produktivnist' ripaku ozymoho zalezchno vid azotnoho zhyvlennya ta ristrehulyuyuchykh preparativ za umov klimatychnykh zmin [Productivity of winter rape depending on nitrogen nutrition and re-regulating drugs under conditions of climatic changes]. *Visnyk ahraryoi nauky Prychornomorya – Herald of Agrarian Science of the Black Sea Region*, 1, 53–62 [in Ukrainian].
  7. Prorochenko, T.I. (2018). Urozhaynist' ripaku yaroho zalezchno vid zastosuvannya v udobrennya riznykh form azotnykh dobryv [The yield of spring rape depends on the application of different forms of nitrogen fertilizers]. *Naukovyy zhurnal «Roslynytstvo ta ґruntознавство» – Scientific journal "Vegetation and Soil Science"*, 286, 74–79 [in Ukrainian].
  8. Derebon, I.Yu., Malyk, K.V. & Ovdychuk, V.P. (2019). Yakist' ripaku ozymoho zalezchno vid udobrennya [The quality of winter rape depends on the fertilizer]. *Cil'ke hospodarstvo sohodennya (zbirnyk tez dopovidey Vseukrayins'koyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi naukovo-pedahohichnykh pratsivnykiv, doktorantiv, aspirantiv ta molodykh vchenykh, zbirnyk 1) [Today's agriculture (collection of abstracts of reports of the All-Ukrainian scientific and practical conference of scientific and pedagogical workers, doctoral students, post-graduate students and young scientists, collection 1)]* (pp. 129–131). ZHNAEU [in Ukrainian].
  9. Tomashov, S.V. (2009). Mineral'ni dobryva pid ozymy ripakyak element tekhnolohiyi vyroshchuvannya [Mineral fertilizers for winter rape as an element of growing technology]. *Sovremennye nauchnye problemy sozdaniya sortov y hybrydov maslychnykh kul'tur y tekhnolohyy ykh vyrashchuvannya* : sb. tez. Mezhdunar. konf. (h. Zaporozh'e, 4–6 avh. 2009 h.) [Modern scientific problems of creating varieties and hybrids of oilseed crops and their cultivation technology : collection of theses. International conf. (Zaporozhye, August 4–6, 2009)]. (pp. 76–77). Zaporozhe [in Ukrainian].
  10. Shkoda, O.A. & Bidnyna, I.O. (2014). Urozhay ripaku ozymoho za riznoho rivnya azotnoho zhyvlennya [Winter rapeseed yield at different levels of nitrogen nutrition]. *Zroshuvane zemlerobstvo: Zb. nauk. prats – Irrigated agriculture: Collection of scientific papers*, 61, 91–93 [in Ukrainian].

11. Shkoda, O.A. & Bidhyna, I.O. (2014). Ripak ozymyy: umovy dlya krashchoyi perezymivli [Winter rapeseed: conditions for better overwintering]. *The Ukraine Farmer*, 10(58), 58–59 [in Ukrainian].
12. Zayets, S.O., Vasylenko, R.M., Stepanova, I.M. & Shatalova, V.V. Produktivnist ripaku ozymoho zalezchno vid vplyvu riznykh komponentiv preparatu Mochekin-K v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrayiny [Productivity of winter rape depending on the influence of various components of the drug Mochekin-K in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Tavriyskyy naukovyy visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 83, 52–55 [in Ukrainian].
13. Domaratskyy, Ye.O., Dobrovolskyy, A.V., Kozlova, O.P., Dobrovolskyy, P.A. & Lavryshyna, O.Ye. (2021). Shlyakhy optymizatsiyi vodospozhyvannya sonyashnyka vysokoleynovoho typu za umov zminy klimatu [Ways to optimize water consumption of high-oleic sunflower under conditions of climate change]. *Ahrarni innovatsiyi – Agrarian innovations*, 10, 34–41 [in Ukrainian].
14. Revto, O.Ya. & Domaratskyy, Ye.O. (2021). Optymizatsiya produktsiynoho protsesu ahrotsenoziv sonyashnyku za posushlyvykh umov Pivdennoho Stepu Ukrayiny [Optimizing the production process of sunflower agrocenoses under arid conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Ahrarni innovatsiyi – Agrarian innovations*, 5, 68–74 [in Ukrainian].
15. Ushkarenko, V.O. (2014). *Metodyka polovoho doslidu (zroshuvane zemlerobstvo) [Methodology of field experiment (irrigated agriculture)]*. Kherson: Hrin D.S. [in Ukrainian].
16. Veryho, S.A. & Razumova, L.A. (1973). *Pochvennaya vlaha [Soil moisture]*. Lvov: Hydrometizdat [in Ukrainian].

**Домарацький Є.О. Вплив азотного живлення та комбінованих препаратів на особливості водоспоживання ріпаку озимого за різних умов вирощування**

**Мета статті** – встановлення впливу різних норм азотного живлення в поєднанні з позакореновими обробками рослин комбінованими препаратами на динамічність процесу водоспоживання ріпаку озимого, а також інтенсивність реакції рослин на ці чинники. **Методи.** Для характеристики водного режиму посівів ріпаку озимого впродовж весняно-літньої вегетації проводили трьохразове визначення вологості ґрунту для розрахунку запасу продуктивної вологи. Експериментальні дані обробляли методом багатофакторного дисперсійного аналізу за Ушкаренко В.О. Моделювання формування урожайності здійснювалося із застосуванням ліцензійного програмного інструменту «Statistica 8.0». **Результати.** Польові досліді проводили впродовж 2012–2020 рр. в незрошуваних умовах Вознесенського району Миколаївської області на чорноземах звичайних малогумусні з вмістом гумусу – 3,2%. В досліді вивчали гібрид ріпаку озимого Кронос та сорт Чорний велетень. Дослідні ділянки розташовували у трьох повтореннях послідовно. Площа дослідної ділянки становила 2520 м<sup>2</sup>, а облікової – 600 м<sup>2</sup>. Сівбу проводили у період 1 – 10 вересня з нормою висіву 1,0 млн. схожих насінин на 1 га. Попередником виступав чорний пар. Схема дослідів включала варіанти з проведенням ранньо-весняного підживлення азотними добривами дозою N<sub>60</sub> та N<sub>90</sub>, та позакореневі підживлення препаратом Вуксал Мікроплант® (мікродобриво німецької компанії «Аглюкон») та комплексним рістрегулюючим препа-

ратом Хелафіт Комбі® двічі в період вегетації рослин ріпаку озимого. **Висновки.** Результатами досліджень доведено, що азотні підживлення та застосування комбінованих препаратів помітно збільшують показник загального водоспоживання, різниця між крайніми варіантами за величиною загального водоспоживання становила 328 м<sup>3</sup>/га, або на 14,4% більше. За окремими факторами зростання загального водоспоживання мало вигляд: підживлення N<sub>60</sub> – на 5,2%; N<sub>90</sub> – на 11,1%; препарат Вуксал – на 1,8%; препарат Хелафіт Комбі за дворазового внесення – на 2,1%. Результати досліджень свідчать, що коефіцієнт водоспоживання при зростанні загальних витрат вологи мав тенденцію до зниження. Встановлено, що при дозі внесених добрив N<sub>60</sub> коефіцієнт водоспоживання зменшувався до 212–220, а при N<sub>90</sub> – до 202–203 м<sup>3</sup>/т біомаси. За такого сполучення факторів кращі результати було досягнуто за комбінації азотного підживлення N<sub>90</sub> з дворазовим внесенням препарату Хелафіт Комбі. У такій комбінації величина коефіцієнту водоспоживання зменшилась на 35 м<sup>3</sup>/т сухої біомаси (18%). Відповідно, проведення азотного підживлення дозою N<sub>90</sub> у комбінації з внесенням багатофункціонального рістрегулюючого препарату Хелафіт Комбі дозволяє помітно економніше витратити вологу для утворення органічної біомаси.

**Ключові слова:** ріпак озимий, мофобіотип, комбіновані препарати, живлення, водоспоживання, водний баланс.

**Domaratskyi E.O. The influence of nitrogen nutrition and combined preparations on the characteristics of water consumption of winter rape under different growing conditions**

**The purpose of the article** is to establish the effect of different rates of nitrogen nutrition in combination with foliar treatment of plants with combined preparations on the dynamics of the water consumption process of winter rape, as well as the intensity of the plants' response to these factors. **Research methods.** To characterize the water regime of winter rapeseed crops during the spring-summer growing season, soil moisture was determined three times to calculate the productive moisture reserve. Experimental data were processed by the method of multivariate variance analysis according to V.O. Ushkarenko. Modeling of yield formation was carried out using the licensed software tool "Statistica 8.0". **Research results.** Field experiments were conducted during 2012–2020 in non-irrigated conditions of the Voznesen district of the Mykolaiv region on ordinary low-humus chernozems with a humus content of 3.2%. In the experiments, the Kronos winter rapeseed hybrid and the Black Giant variety were studied. Experimental plots were located in three repetitions in a row. The area of the experimental area was 2520 m<sup>2</sup>, and the accounting area was 600 m<sup>2</sup>. Sowing was carried out in the period from September 1 to 10 with a sowing rate of 1.0 million similar seeds per hectare. The predecessor was black steam. The scheme of experiments included options for early-spring fertilizing with N<sub>60</sub> and N<sub>90</sub> nitrogen fertilizers, and foliar fertilizing with Vuksal Microplant® (a microfertilizer from the German company "Aglucon") and the complex re-regulating drug Helafit Kombi® twice during the growing season of winter rapeseed plants. **Conclusions.** The results of the research proved that nitrogen fertilization and the use of combined preparations significantly increase the indicator of total water consumption, the difference

between the extreme options in the amount of total water consumption was 328 m<sup>3</sup>/ha, or 14.4% more. According to individual factors, the growth of total water consumption was as follows: N<sub>60</sub> recharge – by 5.2%; N<sub>90</sub> – by 11.1%; the drug Vuksal – by 1.8%; drug Helafit Combi for two-time application – by 2.1%. Research results indicate that the water consumption ratio tended to decrease with the increase in total moisture consumption. It was established that with the dose of applied fertilizers N60, the water consumption coefficient decreased to 212–220, and with N90 – to 202–203 m<sup>3</sup>/t of biomass. With such

a combination of factors, the best results were achieved with a combination of N<sub>90</sub> nitrogen fertilization with a two-time application of Helafit Combi. In such a combination, the value of the water consumption coefficient decreased by 35 m<sup>3</sup>/t of dry biomass (18%). Accordingly, carrying out nitrogen fertilization with a dose of N<sub>90</sub> in combination with the introduction of the multifunctional re-regulating drug Helafit Combi allows you to use moisture significantly more economically for the formation of organic biomass.

**Key words:** winter rapeseed, morphobiotype, combined preparations, nutrition, water consumption, water balance.