

УДК 581.132.1:633.854.79

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.21>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗРОСТАЮЧИХ НОРМ АЗОТНОГО ЖИВЛЕННЯ У РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОДУКТИВНОСТІ РІПАКУ ОЗИМОГО

Шкатула Ю.М. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0000-0002-4275-309X

Забарна Т.А. – к.с.-г.н.,

старший викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0000-0002-6796-7625

Амонс С.Е. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0000-0003-1193-2543

Збалансована система удобрення ріпаку передбачає застосування основних макроелементів у різних технологічних варіантах та композиціях, враховуючи тенденцію до поступового зростання загальної норми внесення азоту від 90 кг/га до 150–210 кг/га відповідно до сучасних рекомендацій та гібридних технологій вирощування особливо на ґрунтах з невисоким потенціалом ґрунтової родючості. Такі підходи вимагають розробки чіткої стадійності застосування добрив, особливо азотних з врахуванням можливості одноразового внесення у період відновлення вегетації ріпаку озимого або ж застосування тактики дробного внесення з рівномірним або ж нерівномірним розподілом на дози відповідно до основних критичних фенофаз періоду вегетації ріпаку озимого.

Такі підходи актуалізують дослідження з вивчення різних варіантів азотного живлення з огляду як на нормування удобрення, так і на періодизацію застосування визначених норм оцінюючи вплив сформованих систем на структурні елементи насіннєвої продуктивності, рівень урожайності та базові показники його якості.

У дослідженнях було застосовано комплексну систему досліджуваних варіантів при застосуванні повного регламентного спектру використання азоту від 90 до 180 кг/га діючої речовини з варіантами одноразового внесення у період відновлення вегетації ріпаку озимого, двохразового внесення з розподілом норми азоту у феностадії відновлення вегетації та активного росту стебла, а також варіанту із трьохразовим застосуванням з розподілом тієї ж норми азоту відповідно у фенофази відновлення вегетації, активного росту стебла та бутонізації.

Для оцінки ефективності та доцільності застосованих варіантів удобрення було сформовано систему показників структури індивідуальної насіннєвої продуктивності, урожайності насіння, та комплексних показників якості (олійність, білковість, вміст глюкозинолатів).

У результатуючому підсумку встановлено доцільність та ефективність застосування на сірих лісових ґрунтах в умовах нестійкого зволоження за вирощування високоінтенсивних сортів ріпаку озимого застосування норми азоту в інтервалі 120–150 кг/га додатково до основного фонового застосування (РК)₉₀ з розподілом зазначених норм у формі карбаміду (амідна форма азоту) за трьохразовому варіанті розподілу 60 кг/га (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + 30–60 кг/га (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + 30 кг/га (ВВСН 50–52 (бутонізація)) при досяжному рівні урожайності насіння 4,52–4,61 т/га, виходу олії 1,99–2,05 т/га та білку 1,02–1,04 т/га та концентрації глюкозинолатів в насінні 0,51–0,55%.

Ключові слова: ріпак озимий, зростаючі норми азоту, удобрення, урожайність, якість насіння.

Shkatula Yu.M., Zabarna T.A., Amons S.E. Efficiency of increasing norms of nitrogen nutrition in realization of winter rape productivity

A balanced fertilization system for rapeseed involves the use of basic macronutrients in various technological options and compositions, taking into account the tendency to gradually increase the total nitrogen application rate from 90 kg/ha to 150–210 kg/ha in accordance with modern recommendations and hybrid cultivation technologies, especially on soils with low soil fertility potential. Such approaches require the development of a clear stage of fertilizer application, especially nitrogen fertilizers, taking into account the possibility of a single application during the period of winter rape vegetation recovery or the use of fractional application tactics with uniform or uneven distribution into doses in accordance with the main critical phenophases of the winter rape vegetation period. Such approaches actualize the research on the study of different variants of nitrogen nutrition in terms of both fertilizer rationing and the periodization of the application of certain norms, assessing the impact of the formed systems on the structural elements of seed productivity, yield level and basic indicators of its quality.

In the research, a complex system of studied variants was used when applying the full regulatory spectrum of nitrogen use from 90 to 180 kg/ha of active substance with variants of one-time application during the period of winter rape vegetation recovery, two-time application with the distribution of nitrogen rate in the phenostasis of vegetation recovery and active stem growth, as well as a variant with three-time application with the distribution of the same nitrogen rate, respectively, in the phenophases of vegetation recovery, active stem growth and budding.

To evaluate the effectiveness and feasibility of the applied fertilizer options, a system of indicators of the structure of individual seed productivity, seed yield, and complex quality indicators (oil content, protein content, glucosinolate content) was formed. As a result, the expediency and effectiveness of applying nitrogen rates in the range of 120–150 kg/ha in addition to the main background application on gray forest soils under conditions of unstable moisture for the cultivation of high-intensity varieties of winter rape was established (RK)₉₀ with the distribution of these norms in the form of urea (amide form of nitrogen) in a threefold distribution option 60 kg/ha (BBCH 22–25 (renewal of winter rape vegetation)) + 30–60 kg/ha (BBCH 34–36 (active stem growth)) + 30 kg/ha (BBCH 50–52 (budding)) at the achievable level of seed yield 4.52–4.61 t/ha, oil yield 1.99–2.05 t/ha and protein yield 1.02–1.04 t/ha and glucosinolates concentration in seeds 0.51–0.55%.

Key words: winter rape, increasing nitrogen rates, fertilization, yield, seed quality.

Постановка проблеми. Потенціал урожайності сучасних генотипів ріпаку озимого зарубіжної селекції, які домінують у технологіях вирощування ріпаку в Україні досягає рівня 5–6 т/га [1, с. 184–185]. Проте реалізувати такий потенціал не можливо лише за рахунок природного потенціалу ґрунтової родючості [2, с. 1–2]. За рахунок цього одним із базових елементів технології вирощування озимого ріпаку у світі є збалансована система застосування добрив з відповідним співвідношенням в удобренні макро- та мікроелементів [3, с. 436]. Відомо, що озимий ріпак є високовимогливою культурою до мінерального живлення, споживаючи основну частину макро- та мікроелементів (близько 70%) до фенологічної фази цвітіння [4, с. 82–83]. Для азоту ця частка у використанні становить від 85 до 98 % за різними даними [5, с. 1–2; 6, с. 501]. При цьому для озимого ріпаку споживання азоту є на першому місці серед всіх елементів живлення за виносу на 1 ц насіння в межах 3,6–3,9 кг а з врахуванням побічної продукції у загальній вазі рослини досягає інтервалу 4,8–5,3 кг [7, с. 318]. З огляду на розвиток озимого ріпаку до входу в зиму та активний ріст рослин після весняного віднолення вегетації та з врахуванням мінімального споживання цього елемента до входження у зиму – актуальним є раціональний розподіл азоту саме у період від початку відновлення вегетації до цвітіння та формування плодоелементів [8, с. 1083–1084]. Смає азот у період відновлення вегетації є необхідним елементом для відновлення опалого листя, забезпечення достатніх темпів росту та формування високопродуктивної архітектури з позиції бічного галузнення, рівня репродуктивного зусилля

тощо [9, с. 85–86]. За останні роки відпрацьована система застосування азотних добрив, яка в базовому варіанті передбачає внесення 80–120 кг/га азоту у перше підживлення по мерзлоталому ґрунті або в період відновлення вегетації рослин ріпаку озимого, а друге підживлення нормою азоту 40–80 кг/га – через 2,5–3 тижні в основному у фазу стеблуння–бутонізації [10, с. 269–270]. Друге підживлення забезпечує формування продуктивного габітусу рослин у виразі кількості галузень суцвіття, зниження абортивності квіток, кількості стручків на рослині тощо [11, с. 2–3]. Для високоінтенсивних гібридів із потенціалом урожайності насіння на рівні до 6,0 т/га практикують проведення і третього внесення азотних добрив у період 7–14 днів після другого, що забезпечує збереження стручків на рослині та формування виповненого насіння з відповідною масою 1000 насінин та формування відповідної структури його жирнокислотного складу та білковості [1, с. 184–185; 12, с. 1039].

При цьому у системі досліджень азотного живлення озимого ріпаку підтверджена ефективність всіх форм азотних добрив з певними преференціями окремих діючих речовин виходячи із форми азоту [13, с. 2] з більш ефективним варіантом коли азотні добрива містять 2–3 форми азоту у комбінації із мікродобривами, особливо сіркою та бором [14, с. 78].

Разом із тим, незважаючи на відпрацьовані схеми застосування азоту у багатьох рекомендаціях компаній та дестриб'юторів мінеральних добрив та насіння актуальним є з'ясування впливу наростаючих норм азоту з дробним його розподілом за вирощування високоінтенсивних гібридів ріпаку озимого з оцінкою як доцільності внесення загальної норми азоту, так і його порційним внесенням по вегетації культури від початку відновлення вегетації до фази бутонізації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Встановлено доцільність застосування азоту у частці до 5–15% в осінній період, особливо на бідних за потенціалом родючості ґрунтах для забезпечення відповідних темпів росту та формування морфотипу рослин здатних до перезимівлі та ефективного відновлення вегетації [15, с. 479–480]. Всю іншу частку від визначеної норми внесення рекомендовано застосовувати переважно з розподілом у формі підживлення по вегетації [4, с. 437] у найбільш критичні по відношенню до динаміки ростових процесів феноперіоди.

Визначено також [6, 503], що норма застосування азоту у кожний етап внесення залежить від фенотипічних особливостей сорту чи гібриду озимого ріпаку [1, с. 184], характеру погодних умов (особливо режиму зволоження), які складаються у період від відновлення вегетації рослин до повної фази початку цвітіння [9, с. 85], рівня забезпеченості ґрунту доступними формами азоту у період до початку стеблуння культури [11, с. 2].

Питання конкретної норми азоту за кожного етапу внесення не дивлячись на цілісні схеми рекомендацій є на сьогодні дискусійним [10, с. 1038]. Так за різними дослідженнями норма азоту за першого внесення визначається ресурсними можливостями підприємства та агрохімічною ємністю технології вирощування озимого ріпаку і коливається в рекомендованих межах від 60 до 140 кг/га [14, с. 79]. Рекомендована норма внесення за другого внесення коливається у межах від 50 до 90 кг/га [10, с. 270] та у третє – 40–80 кг/га відповідно [15, с. 480].

При цьому є дослідження і щодо ефективності застосування якісного четвертого внесення азоту у нормі 5–15 кг/га при застосуванні комплексних мікродобрив, що містять у своєму складі азот [3, с. 437]. У підсумку оптимальність норм азоту за різними дослідженнями коливається від 150 до 325 кг/га у кілька прийомів внесення [4, с. 95]. Проте питання поєднання і раціонального розподілу азоту

по вегетації озимого ріпаку так і залишається дискусійним, особливо для умов Лісостепової зони України [16, с. 189].

З огляду на наведені вище аргументи дослідження азотного живлення озимого ріпаку з конкретизацією розподілу азоту з наростаючим характером щодо реалізації продуктивності гібридів ріпаку озимого залишається важливим завданням, яке потребує наукового узагальнення та уточнення.

Метою дослідження було дослідити ефективність та доцільність застосування дробного внесення азотних добрив з наростаючим характером норм для реалізації урожайного потенціалу озимого ріпаку за його вирощування на сірих лісових ґрунтах в умовах нестійкого зволоження.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження було проведено впродовж двох вегетаційних сезонів ріпаку озимого 2022/2023 та 2023/2024 років в умовах ФГ «ЗОРЯ ВАСИЛІВКИ» смт. Тиврів, Тиврівського району Вінницької області у рамках виконання сумісних наукових досліджень із Вінницьким національним аграрний університетом у рамках ініціативної тематики «Оптимізація адаптивних технологій вирощування хрестоцвітих культур в умовах Лісостепу правобережного» (№ д/р 0122U201054, термін виконання 11.2022–12.2026).

Ґрунтовий покрив господарства був представлений сірими лісовими ґрунтами середньосуглинкового механічного складу на лесах. Даний ґрунтовий покрив є типовим для зони розміщення господарства та відповідає за районуванням першому агроґрунтовому району Вінниччини. За загальним агрохімічним потенціалом ґрунтовий покрив дослідної ділянки віднесено до низького з такими усередненими показниками за період культивування ріпаку озимого відповідно до дослідних варіантів: рН (сол.) – 5,8–6,0; вміст гумусу (за Тюріним) – 2,15%, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 80,5 мг, обмінного калію і рухомого фосфору (за Чиріковим) – відповідно 119 і 102 мг на 1 кг ґрунту. Такий характер ґрунтових умов родючості дозволив додатково оцінити характер застосованих норм азотних добрив у взаємодії з ґрунтовим вбирним комплексом з позиції продуктивної віддачі застосованих норм азоту.

У якості об'єкта досліджень було використано вирощуваний у господарстві гібрид озимого ріпаку Дакс КЛ (DSV).

ДАКС КЛ високо інтенсивний гібрид ріпаку озимого з активним періодом осіннього розвитку, що визначає його придатність до пізніх строків сівби. Крім того гібриду властиві швидкі темпи відростання на весні з відносно коротким періодом до фази цвітіння. Така риса є позитивна як з позиції економного використання ґрунтово-кліматичних ресурсів періоду вегетації, так і з позиції вивчення механізму впливу системи дробного внесення азоту з огляду на вкорочений період від початку відновлення вегетації до цвітіння властивий для вивчаємого гібрида ріпаку озимого.

По результатах зонального екологічного сортовипробування гібрид за рахунок добре розвиненої кореневої системи та вираженого компенсаторного механізму віднесено до посухостійких з комплексною стійкістю до хвороб та шкідників (інтегрований бал стійкості 8,4). Гібрид відноситься до середньостиглої групи за стійкістю та високостійкий за ознакою розтріскування стручків. У підсумку це забезпечує інтенсивний процес дозрівання насіння без потреби додаткової десикації та дозволяє ефективно застосовувати технологію комбайнового збирання. Потенціал урожайності гібрида до 7,1 т/га.

Погодні умови відповідних сезонів 2022/2023 та 2023/2024 років характеризувались як задовільні для росту і розвитку рослин ріпаку озимого з подовженням на 3–7 діб міжфазного періоду від початку весняного відростання до фази цвітіння в обидва вегетаційні сезони вирощування озимого ріпаку. Причиною цього було

нерівномірне зволоження та інтенсивне коливання температурних умов за період квітня–травня місяця (рис. 1). Для умов вегетаційного сезону 2023/2024 років визначено прискорений розвиток плодоеlementів на головному квітконосі та зростання рівня абортів квіток за інтенсивного підвищення температури на фоні короткочасних періодів із низьким рівнем відносної вологості повітря на фоні відсутності опадів протягом 4–6 діб.

Динаміка температурного режиму у зимовий період з мінімальними середньодобовими температурами у значенні $-11,7^{\circ}\text{C}$ для сезону 2022/2023 року та $-10,9^{\circ}\text{C}$ для сезону 2023/2024 року (для обох сезонів ця температура була облікована на другу декаду січня) дозволила за малосніжних зим забезпечити відносно комфортні умови для перезимівлі рослин та їх збереження на період початку весняного відростання. При цьому погодні умови для обох дослідних сезонів у період активного росту до фази початку дозрівання насіння було відмічено як нестійкі з позиції вологозабезпечення за стабільного наростання середньодобових температур.

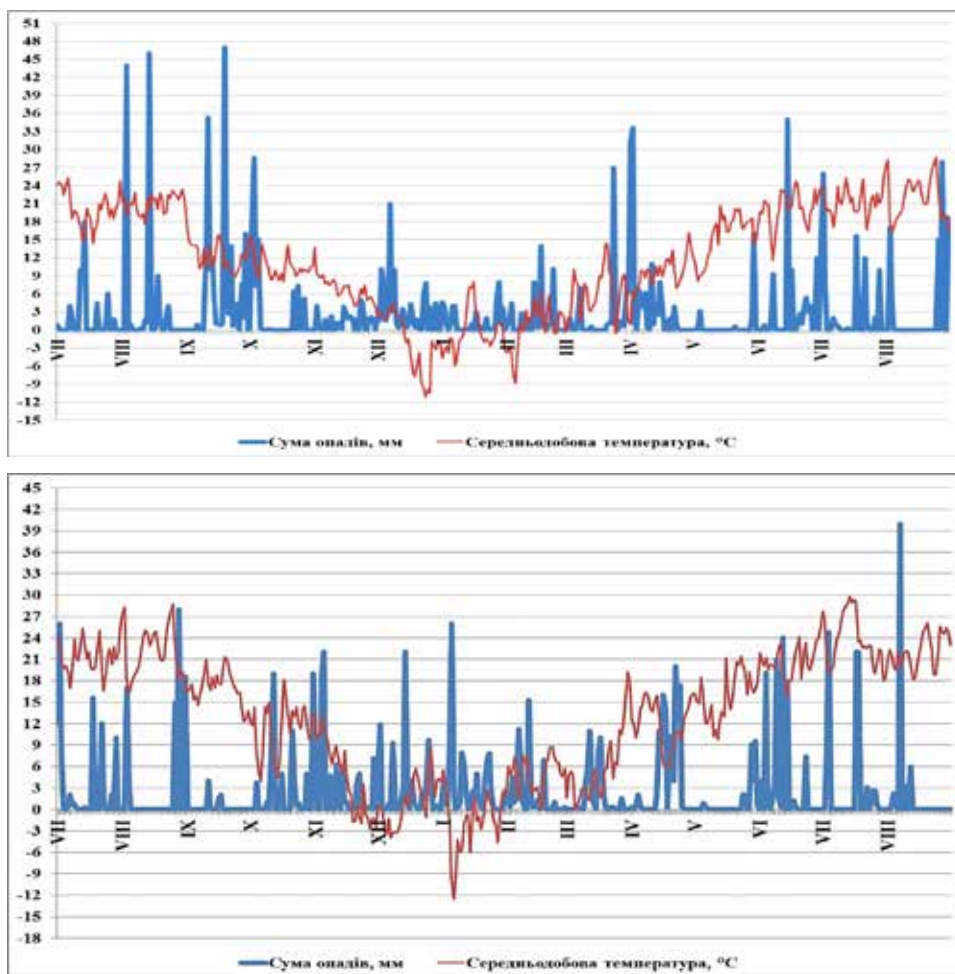


Рис. 1. Динаміка зміни середньодобової температури та кількості опадів послідовно за вегетаційний період ріпаку озимого 2022/2023 та 2023/2024 років

Схема досліду передбачала вивчення наступних варіантів (норми у діючій речовині):

I. Контроль (РК)₉₀ – фон; II. Фон + N₉₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого))); III. Фон + N₁₂₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого))); IV. Фон + N₁₅₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого))); V. Фон + N₁₈₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого))); VI. Фон + N₄₅ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₄₅ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла))); VII. Фон + N₉₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₃₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла))); VIII. Фон + N₉₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла))); IX. Фон + N₉₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₃₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла))); X. Фон + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₃₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + N₃₀ (карбамід, (ВВСН 50–52 (бутонізація))); XI. Фон + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + N₃₀ (карбамід, (ВВСН 50–52 (бутонізація))); XII. Фон + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 50–52 (бутонізація))); XIII. Фон + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 50–52 (бутонізація))); XIV. Фон + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 50–52 (бутонізація))); XV. Фон + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 50–52 (бутонізація))); XVI. Фон + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 50–52 (бутонізація))); XVII. Фон + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 50–52 (бутонізація))); XVIII. Фон + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 50–52 (бутонізація))); XIX. Фон + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 50–52 (бутонізація))); XX. Фон + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 50–52 (бутонізація))).

Для фонових удобрення було використано фосфорні та калійні добрива використано подвійний суперфосфат (46% д.р.) та сульфат калію (50% калію, 18% сірки, 3% магнію). У якості азотного добрива в усіх варіантах досліду використано сечовину (карбамід, 46% д.р.). Для контролю фенологічного розвитку рослин ріпаку озимого було застосовано міжнародну ВВСН шкалу з відповідним кодуванням феностадій.

Схема варіантів досліду передбачала 4-х разову повторність з ярусним розміщенням повторностей при обліковій площі дослідної ділянки 28 м². Строк сівби для всіх варіантів досліду – перша декада вересня за норми висіву 500 тис. насінин/га та ширини міжрядь 35 см. Після посіву було проведено коткування.

Система догляду за посівами ріпаку озимого передбачала застосування комплексу рекомендованого спектру гербіцидів, інсектицидів та фунгіцидів (гербіцид Бутізан Авант (2,5 л/га), інсектициди кіллітоп (1,5 л/га) та інстрайкер (0,2 л/га), Кларк (0,4 кг/га), Вето (0,5 л/га), Піктор (0,4 л/га) та Біская (0,5 л/га); фунгіциди Дерозал (1 л/га) і Еванс (0,15 л/га)).

Попередник у всіх варіантах досліду – озима пшениця. Основний варіант підготовки ґрунту включав оранку на глибину 23–25 см після дискування.

Основні показники структури індивідуальної насінневої продуктивності рослин ріпаку озимого визначали відповідно до стандартизованої методики рекомендованої для хрестоцвітих культур [17, с. 35–39].

Облік урожайності озимого ріпаку у варіантах проводили методом поділянкового обмолоту з калькуляцією урожайності у перерахунку на 1 га (з врахуванням 100% чистоти та 9% вологості насіння). [17, с. 38–40].

При закладанні дослідів дотримувались принципів організації досліджень із агрохімікатами в агрономії [18, с. 5–12].

Вміст олій та глюкозинолатів в насінні визначали в умовах лабораторії якості та сертифікації продукції ВАТ «Вінолія» (м. Вінниця) у відповідності до стандартів ДСТУ 8175:2015 та ДСТУ ISO 9167-1:2007 відповідно [19, с. 83].

Вміст білку в насінні визначали відповідно до рекомендованої методики оцінки якості зерна та насіння у межах державного сортовипробування сортів та гібридів сільськогосподарських культур [19, с. 85].

Статистична оцінка отриманих результатів дослідів передбачала застосування традиційної схеми дисперсійного аналізу для встановлення істотності різниці між варіантами на 5% рівня значущості а також застосування традиційної системи показників з обробкою отриманого ряду показників у межах повторення дослідів [20, с. 27–33].

Виклад основного матеріалу дослідження. Отримані дані у межах вивчаємих варіантів удобрення засвідчили вплив на формування основних структурних елементів індивідуальної насіннєвої продуктивності рослин ріпаку озимого. В цілому застосування додаткового азотного живлення у всіх варіантах дозування вплинуло на зміну значень показників, проте з різним характером залежно від варіанту розподілу азоту по вегетації культури (табл. 1). При цьому показники структури врожаю потенційно відповідали рівню біологічного врожаю ріпаку озимого у інтервалі 5,5–6,3 т/га, за умови забезпечення його збирання з мінімальними втратами та відсутності високого рівня варіювання за показниками у межах рослин різного ярусу у агроценозі ріпаку, що узгоджується із висновками з досліджень реалізації урожайних властивостей сучасних генотипів ріпаку озимого [1, с. 185; 4, с. 83; 6, с. 500–501]. Разом із тим, це підтверджує статус вивчаємого гібрида ріпаку озимого як високоадаптивний та високоурожайний з огляду на визначені відмінності гідротермічних умов періоду вегетації за вегетаційні сезони досліджень.

Таблиця 1

Базові елементи структури врожаю ріпаку озимого залежно від варіантів застосування азотних добрив (середнє за 2022–2024 рр.)

Варіант удобрення	Число стручків, шт.			Кількість насінин в стручку	Маса 1000 насінин, г
	центральна кисть	бокові галузження	всього на рослині		
I. Контроль (РК) ₉₀ – фон	44,5	94,8	139,3	24,8	4,32
II. Фон + N ₉₀	53,6	142,8	196,4	27,7	4,48
III. Фон + N ₁₂₀	57,8	159,6	217,4	28,5	4,62
IV. Фон + N ₁₅₀	59,6	167,8	227,4	29,8	4,72
V. Фон + N ₁₈₀	60,3	169,8	230,1	30,1	4,70
VI. Фон + N ₄₅ + N ₄₅	55,4	147,9	203,3	28,2	4,54
VII. Фон + N ₉₀ + N ₃₀	60,1	161,8	221,9	29,1	4,70
VIII. Фон + N ₉₀ + N ₆₀	62,8	172,8	235,6	30,2	4,75
IX. Фон + N ₉₀ + N ₉₀	64,5	175,8	240,3	30,7	4,72
X. Фон + N ₃₀ + N ₃₀ + N ₃₀	57,8	152,8	210,6	28,5	4,61
XI. Фон + N ₆₀ + N ₃₀ + N ₃₀	62,3	165,4	227,7	29,5	4,72
XII. Фон + N ₆₀ + N ₆₀ + N ₃₀	65,7	175,8	241,5	30,0	4,68
XIII. Фон + N ₆₀ + N ₆₀ + N ₆₀	67,2	176,3	243,5	30,2	4,64
НІР ₀₅	1.7	8.3	10.9	0,4	0,08

Формування числа стручків на рослинах ріпаку за різних варіантів удобрення азотом мало свої особливості. Враховуючи, що кількість стручків на головній кисті суцвіття має певну генетичну детермінацію [9, с. 85–86; 10, с. 268–270] за загального приросту показника визначеного у всіх варіантах застосування азотних добрив по відношенню до фоновому контролю – значення приростів у середньому були меншими (усереднений індекс редукції у межах варіантів удобрення 1,28).

Вказана відмінність з одного боку узгоджується з визначеними особливостями максимального репродуктивного зусилля за показником кількості стручків на головній кисті високоінтенсивних гібридів ріпаку у значенні до 70–90 шт. на кисть [13, с. 2–3], а з іншого боку свідчить, що загальне зростання насінневої продуктивності ріпаку за суттєвої оптимізації азотного живлення формується за рахунок загального зростання репродуктивного зусилля генеративної частини при посиленні та розвитку додаткового галушення, зниження загальної абортивності плодоеlementів та вирівняності у межах суцвіття за періодом цвітіння квіток та формування менш виражених ознак гетерокарпії.

Такий характер формування встановлений у даних дослідженнях позитивно узгоджується з рядом аналогічних досліджень [7, с. 318–319; 15, с. 479–480; 22, с. 369–370]. Як наслідок відмічених закономірностей за внесення до фону з фосфорно-калійних добрив 90 кг/га азоту забезпечило збільшення кількості стручків на головній кисті на 20,4% при аналогічному показникові на бокових галушеннях на 50,6% з результатом на своїй рослині у значенні 41,0%. Визначено також динамічне затухання величини приростів у варіантах одноразового внесення азоту у ряду від 90 до 180 кг/га. Так, для спів ставного інтервалу 90–120 кг/га одноразового внесення азоту додатковий приріст загальної кількості стручків на рослині склав 15,1%, для інтервалу 120–150 кг/га – 7,1%, а для інтервалу 150–180 кг/га – 2,0%. Такий ефект «затухання» встановлено у системі вивчення максимального агрохімічного навантаження за вирощування ріпаку озимого [10, с. 269–270; 23, с. 168–170] та пояснюється на нашу думку певним порогом фізіологічної спроможності рослини перерозподіляти елементи живлення як на формування загальної вегетативної маси, так і на формування власне генеративної структури, яка у послідовному буде потенційно трансформована в урожайно-формуєчі плодоеlementи. Для ріпаку за помірних та сприятливих умов відмічено супутні процеси зростання як показників накопичення листостеблової маси, так і структурних елементів урожаю насіння, при цьому процеси можуть мати різні темпи формування і як правило вегетативний розвиток домінує над репродуктивним [12, с. 1038–1040; 24, с. 2–4]. За таких процесів, особливо за одноразового внесення високих норм азоту, особливо на фазу активного росту ріпаку озимого за певної густоти стояння рослин – виникає потенційна загроза до вилягання посівів та істотної втрати потенційного врожаю насіння [14, с. 77–79; 25, с. 2979–2980].

Ефективність дробного застосування азотних добрив по відношенню до кількості сформованих стручків у два технологічні прийоми для всіх варіантів виявилася більш ефективною у співставленні до одноразового їх застосування. Це підтверджено результатами оцінки приростів як до фоновому контролю, так і в межах порівняння до варіантів за одноразового застосування відповідних норм добрива. Так для норми у 90 кг/га з її розподілом у дві фази внесення (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого) та ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) забезпечило зростання загальної кількості стручків на рослині на 4,9%. Аналогічний показник з розподілом у дві фенологічні фази для норм азоту 120 кг/га, 150 кг/га та 180 кг/га був на рівні 3,2%, 5,9% та 7,3% відповідно.

Ефективність розподілу визначених норм азоту у три фенологічні фази (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого), ВВСН 34–36 (активний ріст стебла) та ВВСН 50–52 (бутонізація)) величина приростів у порівнянні з бінарним її внесенням була різною виходячи із застосованої норми. Так для норми 90 кг/га величина приросту становила 5,2%, для норм 120, 150 та 180 кг/га відповідно 4,2%, 4,2% та 2,3%, тобто мала характер затухаючої результативності.

На підставі таких особливостей ефективність з позиції загального зростання числа стручків на рослині мала істотно вищу тенденцію до збільшення у варіанті бінарного застосування азоту для норм в інтервалі від 90 до 150 кг/га а у варіанті розподілу норми азоту на три рівні частини в інтервалі від 90 до 120 кг/га.

Враховуючи, що ознака кількості насінин у стручку у сучасних генотипів ріпаку озимого також є ознакою з високою часткою генетичної детермінації (на підставі [1, с. 184–185; 26, с. 267–268]) значення величини показника у межах застосованих варіантів удобрення мало як нижче значення між варіантною варіації (за значенням коефіцієнту варіації) ніж для показника кількості стручків на рослині, а також мали і менші значення приростів, які у співставленні до фонового контролю, так і у порівнянні варіантів з одинарним, бінарним та потрійним розподілом азоту по вегетації ріпаку озимого. Зокрема коефіцієнт варіації значень загальної кількості стручків у межах застосованих варіантів удобрення був на рівні 10,0%, а для величини кількості насінин у стручку – 5,58% при співвідношенні усереднених приростів за показником кількості стручків та кількості насінин у стручку у співвідношенні 1:0.69. Стосовно впливу застосованих варіантів на показник кількості насінин у стручку то він мав різномірний характер залежно від норми азоту та специфіки його розподілу по вегетації озимого ріпаку (табл. 1). Так застосування додаткового до фонового азотного живлення у нормі 90 кг/га за одноразового його внесення забезпечило приріст показника на рівні 11,7%. Послідовне збільшення норми з інтервалом у 30 кг/га діючої речовини в технологічному інтервалі 120–180 кг/га забезпечило послідовні прирости показника у наступному ряду: 14,9%, 20,2% та 21,4% відповідно.

Розподіл азоту на два внесення змінило характер приростів показника кількості насінин у стручку з усередненим приростом показника на рівні 2,1% у співставленні до усередненого приросту показника у інтервалі 90–180 кг/га за одноразового застосування азотних добрив. При цьому найбільш продуктивні варіанти двохразового застосування азоту були на рівнях 120–150 кг/га з приростами кількості насінин у стручку до варіанту одинарного внесення у значенні 2,4–3,3% відповідно. За варіанту трьохразового застосування азотних добрив отримання прирістного формування показника у співставленні до варіанту бінарного використання відмічена лише за внесення 90 та 120 кг/га азоту з приростом 1,2% та 1,6% відповідно. Для варіанту внесення 150 та 180 кг/га азоту для цього ж співставлення відмічено навпаки зниження кількості насінин у стручку на 0,8% та 2,0% відповідно. Такий характер формування кількості стручків на рослині та кількості насінин у стручку підтверджує наші висновки щодо домінування вегетативного розвитку рослин ріпаку за формату дробного внесення високих норм азоту в інтервалі 150–180 кг/га що хоч сприяло формуванню більшої загальної кількості стручків на рослині проте з меншим насіннєвим потенціалом. Для озимого ріпаку подібний ефект, особливо на ґрунтах низького потенціалу родючості відмічено у ряді досліджень [4, с. 83–85; 11, с. 3–5; 13, с. 3–5; 27, с. 3–5], що підтверджує та верифікує отримані нами результати.

Визначено, що зростаючі норми азотних добрив з огляду на їх поєднання в одинарному, бінарному та потрійному внесенні забезпечують зміни у масі 1000 зерен, незважаючи на вже згадуваний високий рівень детермінації показника маси 1000 насінин у ріпаку [14, с. 77–78; 28, с. 657–658]. При цьому особливості формування показника були подібними, що й для ознаки кількості насінин у стручку. Так за одноразового застосування азоту у різних нормах внесення усереднений приріст показника становив 7,2%. У варіанті подвійного та потрійного розподілу норми азоту 90–180 кг/га вказаний приріст становив 8,3% та 7,9%. Тобто загальний позитивний ріст по всіх варіантах внесення азоту спостерігався до варіанту з подвійним розподілом азоту по вегетації озимого ріпаку. Для варіанту потрійного дробного застосування зростання показника відмічено лише для варіанту розподілу норми 90 та 120 кг/га у значенні 1,65 та 0,5% у співставленні до аналогічної норми за бінарного її внесення. Такий характер ще раз підтверджує визначену особливість впливу норм добрив понад 120 кг/га зі спряженим посиленням впливу як на формування вегетативної маси, так і на репродуктивний розвиток за негативного впливу у форматі зниження як кількості насінин у стручку, так і маси 1000 насінин з наближенням рівно порційного розподілу азоту по трьох критичних періодах росту і розвитку один з яких максимально наближений до власне формування стручків та насіння.

Зроблені вище висновки мали логічне відображення у формуванні рівня урожайності ріпаку озимого у межах варіантів (табл. 2). За загального усередненого приросту урожайності за одноразового застосування азоту на рівні 49,8%, двохразового внесення рівними дозами 63,5% та відповідно трьохразового на рівні 69,0%. Це вказує на істотно вищі рівні урожайності озимого ріпаку за застосування варіанту дробного внесення азоту у критичні періоди росту і розвитку рослин. При цьому за рівнем урожайності максимального її значення в середньому за два роки досліджень було досягнуто у варіанті застосування 120 кг/га азоту із розподілом у три фенологічні періоди (варіант XI) із приростом до контрольного фонового варіанту у значенні 76,56%. Другим по значимості відмічено варіант за трьохразового внесення рівними дозами 150 кг/га азоту з приростом до фонового контролю 70,57%. Тобто з господарської точки зору ефективність дробного внесення азоту зростала по мірі збільшення кількості рівно порційного внесення азоту. Так, у варіанті з розподілом на три рівних частини за використання в основні періоди активного росту усереднена різниця до одноразового внесення була на рівні 20%.

З огляду на статистичну оцінку отриманих результатів доцільність застосування високих норм азоту обґрунтована лише у форматі одноразового внесення. У варіанті двохразового внесення азоту статистична різниця між варіантами 120–180 кг/га спостерігається лише між крайніми варіантами інтервалу на рівні мінімальної істотності. За варіанту трьохразового внесення статистично обґрунтовано застосування вже згадуваних варіантів норм азоту в удобрення на рівні 120 та 150 кг/га. Такі результати позитивно узгоджуються із висновками [4, с. 82–85; 12, с. 1039–1041; 13, с. 2–3; 29, с. 3–5] відповідно до яких система реакції рослин озимого ріпаку на зростаючі норми удобрення має затухаючий характер формування у співставленні до попередньої норми внесення, що пояснюється з позиції створення ризиків вегетативного переростання агроценозу культури, формування більшої кількості плодоеlementів за одночасного зростання їх недорозвиненості, а тому більш ефективним є дозування елемента живлення з розподілом на кілька критичних фаз по вегетації культури з намаганням сформувати системи розподілу загальної норми по спадній динаміці розпочинаючи з максимальної дози до

мінімальної, сконцентрувавши увагу на періоді формування плодоеlementів за рахунок застосування мікродобрив та рістрегулюючих речовин. Саме такі висновки отримано за результатами наших оцінок.

Таблиця 2

Урожайність ріпаку озимого залежно від варіантів застосування азотних добрив, 2022–2024 рр.

Варіант удобрення	Урожайність, т/га			Приріст до фону	
	2023	2024	Середня	т/га	%
I. Контроль (РК) ₉₀ – фон	2,97	2,32	2,65	–	–
II. Фон + N ₉₀	4,09	2,89	3,49	0,84	31,69
III. Фон + N ₁₂₀	4,49	3,37	3,93	1,28	48,30
IV. Фон + N ₁₅₀	4,69	3,67	4,18	1,53	57,73
V. Фон + N ₁₈₀	4,77	3,79	4,28	1,63	61,51
VI. Фон + N ₄₅ + N ₄₅	4,38	3,27	3,82	1,17	44,15
VII. Фон + N ₉₀ + N ₃₀	4,92	3,94	4,43	1,78	67,17
VIII. Фон + N ₉₀ + N ₆₀	5,01	3,91	4,46	1,82	68,62
IX. Фон + N ₉₀ + N ₉₀	4,98	3,98	4,48	1,85	69,81
X. Фон + N ₃₀ + N ₃₀ + N ₃₀	4,83	3,88	4,36	1,71	66,80
XI. Фон + N ₆₀ + N ₃₀ + N ₃₀	5,10	4,11	4,61	1,96	76,56
XII. Фон + N ₆₀ + N ₆₀ + N ₃₀	5,12	3,91	4,52	1,87	70,57
XIII. Фон + N ₆₀ + N ₆₀ + N ₆₀	4,91	3,84	4,38	1,73	65,41
НІР ₀₅	0,08	0,05	–	–	–

Слід відмітити, що застосована система удобрення відобразилась і на формуванні якісних показників сформованого врожаю (табл. 3), впливаючи на формування показників олійності та білковості насіння. Відомо [4, с. 95–96; 22, с. 369–370; 30, с. 293–294], що оптимізація азотного живлення забезпечує певну динаміку у зниженні олійності на фоні зростання загальної білковості насіння, що узгоджується з певним антагонізмом між накопиченням рослинної олії та рослинного білку як в самій рослині, так і особливо в насінні. Такий характер цілком відповідає визначеним особливостям у розрізі застосованих варіантів удобрення ріпаку озимого.

Визначено, що усереднений рівень вмісту олії в насінні у розрізі варіантів одноразового застосування азоту був на рівні 45,1%, для варіанту бінарного розподілу норми 44,75%, а для варіанту потрійного застосування 44,35%. При цьому у співставленні до фонового контролю вміст олії у насінні у межах одно-, двох та трьохразового застосування азоту був меншим на 5,8%, 6,7% та 7,4% у відносному виразі.

При цьому, показник білковості мав зворотній характер формування у межах варіантів удобрення – у усереднено 21,75% за одноразового застосування азоту, 22,10% за двохразового та 22,45% за трьохразового. При аналогічному співставленні до фонового контролю вміст олії у насінні у межах одно-, двох та трьохразового застосування азоту було вищим на 14,9%, 16,7% та 18,8% у відносному виразі. У результаті підсумку вихід олії з га усереднено для варіантів одноразового використання азоту склав 1,79 т/га, за двох- та трьохразового внесення – 1,92 т/га

та 1,98 т/га відповідно. Аналогічні показники для виходу білку з га були на рівні 0,87 т/га, 0,95 т/га та 1,01 т/га. Визначено найкращий варіант одночасного поєднання олійності та білковості насіння, де було внесено 120 кг/га азоту з рівним розподілом на трьохразове застосування з приростом до фонового контролю за олійністю 0,78 т/га а за вмістом білку – 0,50 т/га та варіант за тієї ж схеми внесення з розподілом 150 кг/га азоту за аналогічних приростів до фонового контролю 0,72 т/га та 0,50 т/га відповідно.

Таблиця 3

Біохімічний склад насіння ріпаку озимого залежно від варіантів застосування азотних добрив (середнє за 2022–2024 рр.)

Варіант удобрення	Вміст, %			Вихід, т/га	
	олії	білку	глюкозинолатів	олії	білку
I. Контроль (РК) ₉₀ – фон	47,9	18,9	0,69	1,27	0,50
II. Фон + N ₉₀	45,8	20,6	0,59	1,60	0,72
III. Фон + N ₁₂₀	45,3	21,4	0,55	1,78	0,84
IV. Фон + N ₁₅₀	44,8	22,3	0,53	1,87	0,93
V. Фон + N ₁₈₀	44,5	22,6	0,57	1,90	0,97
VI. Фон + N ₄₅ + N ₄₅	45,3	21,1	0,58	1,73	0,81
VII. Фон + N ₉₀ + N ₃₀	45,0	21,8	0,57	1,99	0,97
VIII. Фон + N ₉₀ + N ₆₀	44,5	22,5	0,51	1,98	1,00
IX. Фон + N ₉₀ + N ₉₀	44,2	22,8	0,55	1,98	1,02
X. Фон + N ₃₀ + N ₃₀ + N ₃₀	45,0	21,6	0,56	1,96	0,94
XI. Фон + N ₆₀ + N ₃₀ + N ₃₀	44,5	22,2	0,55	2,05	1,02
XII. Фон + N ₆₀ + N ₆₀ + N ₃₀	44,1	22,9	0,51	1,99	1,04
XIII. Фон + N ₆₀ + N ₆₀ + N ₆₀	43,8	23,1	0,50	1,92	1,01
НІР ₀₅	1,55	0,28	0,03	–	–

Відносно глюкозинолатів підтверджено висновки [28. с. 657] що оптимізація азотного живлення ріпаку озимого за рахунок збільшення норми азоту у загальній системі удобрення сприяє загальному зниженню вмісту глюкозинолатів. За результатами представлених даних поступове розподіл застосованих норм азоту за двохразового та трьохразового внесення зменшило у середньому у межах застосованих норм вміст глюкозинолатів на 0,03 та 0,08% відповідно.

Висновки і перспективи подальших досліджень. У результаті підсумку доведена ефективна система удобрення ріпаку озимого на сірих лісових ґрунтах, яка передбачає застосування норми азоту в інтервалі 120–150 кг/га додатково до основного фонового застосування (РК)₉₀ з розподілом зазначених норм при застосуванні карбаміду у трьохразове внесення: 60 кг/га (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + 30–60 кг/га (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + 30 кг/га (ВВСН 50–52 (бутонізація)), що забезпечило урожайність насіння ріпаку озимого на рівні 4,52–4,61 т/га з виходом олії 1,99–2,05 т/га та білку 1,02–1,04 т/га за вмісту глюкозинолатів в насінні на рівні 0,51–0,55%.

Перспективою для подальших досліджень буде деталізація ефективності цієї системи з позиції впливу на архітектуру посіву, формування фактичних ризиків

вилягання посівів та можливість комбінування вивчаємих варіантів азотного живлення із ретардант ними компонентами та регуляторами росту, а також комплексними халатними мікродобривами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Bouchet A.S., Nesi N., Bissuel C. Genetic control of yield and yield components in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown under nitrogen limitation. *Euphytica*. 2014. Vol. 199. № 1–2. P. 183–205.
2. Vazquez-Carrasquer V., Laperche A., Bissuel-Bélaygue C., Chelle M., Richard-Molard C. Nitrogen uptake efficiency, mediated by fine root growth, early determines temporal and genotypic variations in nitrogen use efficiency of winter oilseed rape. *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 12. e 641459.
3. Béreš J., Bečka D., Tomášek J., Vašák J. Effect of autumn nitrogen fertilization on winter oilseed rape growth and yield parameters. *Plant. Soil and Environment*. 2019. Vol. 65. P. 435–441.
4. Rathke G.W., Behrens T., Diepenbrock W. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2006. Vol. 117. № 2–3. P. 80–108.
5. Heuermann D., Hahn H., von Wirén N. Seed yield and nitrogen efficiency in oilseed rape after ammonium nitrate or urea fertilization. *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 11. 608785.
6. Carter C., Schipanski M.E. Nitrogen uptake by rapeseed varieties from organic matter and inorganic fertilizer sources. *Plant and Soil*. 2022. Vol. 474. P. 499–511.
7. Bečka D., Bečková L., Tomášek J., Mikšík V., Viciánová M. Effects of various nitrogen fertilisers applied in autumn on growth parameters, yield and quality of winter oilseed rape. *Plant Soil Environ*. 2024. Vol. 70. № 6. P. 317–325.
8. Varényiová M., Ducsay L. Evaluation of effect of autumn nitrogen dose and nitrogen nutrition status on oilseed rape yield. *Journal of Central European Agriculture*. 2016. Vol. 17. P. 1082–1095.
9. Rafiqul I., Hakim H.T.H.M.F., Haque M.N. Yield and yield components of rapeseed as influenced by nitrogen and sulphur fertilization. *Journal of Oilseed Brassica*. 2018. Vol. 9. P. 84–95.
10. Al-Solaimani S.G., Alghabari F., Ihsan M.Z. Effect of different rates of nitrogen fertilizer on growth, seed yield, yield components and quality of canola (*Brassica napus* L.) under arid environment of Saudi Arabia. *International Journal of Agronomy & Agricultural Research*. 2015. Vol. 6. № 4. P. 268–274.
11. Zhan N., Xu K., Ji G., Yan G., Chen B., Wu X., Cai G. Research progress in high-efficiency utilization of nitrogen in rapeseed. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023. Vol. 24. 7752.
12. Meng Z., Liu C., Sheng Q., Xiong Z., Fang Y., Zhao J., Yu Q., Wang K., Li X., Ren T., Lu J. Effects of nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizer application on the yield increase of winter oilseed rape and the degree of yield reduction due to freezing stress. *Acta Agronomica Sinica*. 2025. Vol. 51. № 4. P. 1037–1049.
13. Yahbi M., Nabloussi A., Maataoui A., El Alami N., Boutagayout A., Daoui K. Effects of nitrogen rates on yield, yield components, and other related attributes of different rapeseed (*Brassica napus* L.) varieties. *OCL*. 2022. Vol. 29. 8.
14. Cong R., Wang Y., Li X., Ren T., Lu J. Differential responses of seed yield and yield components to nutrient deficiency between direct sown and transplanted winter oilseed rape. *International Journal of Plant Production*. 2019. Vol. 14. № 1. P. 77–92.
15. Naderifar M., Daneshian J. Effect of different nitrogen and biofertilizers effect on growth and yield of *Brassica napus* L. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 2012. Vol. 4. P. 478–482.

16. Сендецький В.М., Мельничук Т.В., Сендецький І.В. Продуктивність ріпаку озимого за удо-сконалення технології вирощування в умовах Лісостепу Західного. Таврійський науковий віс-ник. 2023. Вип. 131. С. 188–195.
 17. Сайко В.Ф. Особливості проведення досліджень з хрестоцвітими олійними культурами. К.: «Інститут землеробства НААН». 2011. 76 с.
 18. Лісовал А. П. Методи агрохімічних досліджень. Київ: НАУ. 2021. 190 с.
 19. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Український інститут експертизи сортів рослин; ред. Ткачик С.О.; Києнко З.Б. Присяжнюк Л.М. та ін. Вінниця. 2016. 159 с.
 20. Snedecor G.W., Cochran W.G. Statistical Methods. 8th Edition. Wiley-Blackwell. 1991. 524 p.
 21. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів : навч. посіб. / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Айлант. 2009. 372 с.
 22. Tian X.Q., Zhao Y.N., Chen Z.Y., Li Z., Liu Y.H. Effects of nitrogen fertilization on yield and nitrogen utilization of film side planting rape-seed (*Brassica napus* L.) under different soil fertility conditions. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2023. Vol. 23. P. 368–379.
 23. Ma B.L., Herath A.W. Timing and rates of nitrogen fertiliser application on seed yield, quality and nitrogen-use efficiency of canola. *Crop Pasture Science*. 2016. P. 167–180.
 24. He H., Yang R., Li Y. Genotypic variation in nitrogen utilization efficiency of oilseed rape (*Brassica napus* L.) under contrasting N supply in pot and field experiments. *Frontiers in Plant Science*. 2017. Vol. 8. 1825.
 25. Lin Y., Watts D.B., Torbert H.A., Howe J.A. Influence of nitrogen rate on winter canola production in the southeastern United States. *Agronomy*. 2020. Vol. 112. P. 2978–2987.
 26. Zhang Z., Song H., Liu Q. Responses of seed yield and quality to nitrogen application levels in two oilseed rape (*Brassica napus* L.) varieties differing in nitrogen efficiency. *Plant Production Science*. 2012. Vol. 15. № 4. P. 265–269.
 27. Riar A., Gill G., McDonald G.K. Rate of nitrogen rather than timing of application influence yield and NUE of canola in south Australian Mediterranean environments. *Agronomy*. 2020. Vol. 10. № 10. 1505.
 28. Zuo Q., Liu J., Wang L. Yield, dry matter and N characteristics in canola as affected by fertilizer N rate and split-application ratio under high soil fertility condition. *Journal of Plant Nutrition*. 2019. Vol. 43. № 5. P. 655–666.
 29. Li J., Zhou Y., Gu H., Lu Z., Cong R., Li X., Ren T., Lu J. Synergistic effect of nitrogen and potassium on seed yield and nitrogen use efficiency in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *European Journal of Agronomy*. 2023. 148.
 30. Baghdadi A, Halim RA, Shahriari A. 2014. Canola production under nitrogen fertilizer at different stages of plant growth in a crop rotation system Canola production under nitrogen fertilizer at different stages of plant growth in a crop rotation system. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 2014. Vol. 12. № 2. P. 292–295.
-