

DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-2-6

Оригінальна наукова стаття

УДК 631.5/.8:633.85“324”

**ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ВРОЖАЮ РІПАКУ ОЗИМОГО
ЗА ПЛИВУ УМОВ ЖИВЛЕННЯ****Л. А. Гарбар¹, Н. І. Довбаш², *В. О. Венгер¹, A. Benselhoub³, А. П. Іваницька⁴**¹Національний університет біоресурсів і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041²Національний науковий центр
«Інститут землеробства Національної
академії аграрних наук України», вул.
Машинобудівників, 2 Б, смт Чабани,
Фастівський р-н, Київська обл., 08162³Environmental Research Center (C.R.E),
Unnamed Road, Sidi Amar, Annaba,
Algeria⁴Український інститут експертизи
сортів рослин,
вул. Генерала Родимцева, 15, м. Київ,
02000**Про авторів:**Леся ГАРБАР,
кандидат сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0003-4249-0434Надія ДОВБАШ,
кандидат сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0002-4741-2657Василь ВЕНГЕР,
магістр,
науковий керівник Леся Гарбар
ORCID: 0000-0001-8685-8726Aissa BENSELHOUB,
PhD-Associate Researcher
ORCID: 0000-0001-5891-2860Алла ІВАНИЦЬКА,
старший науковий співробітник
ORCID: 0000-0003-3987-4728**Для листування:**Леся ГАРБАР
e-mail: garbarl@ukr.net**Інформація про фінансування:**

Міністерство освіти і науки України

Отримано:

4 вересня 2023 р.

Погоджено до друку:

20 вересня 2023 р.

Установлено, що за результатами дослідження проведеними впродовж 2020–2021 рр. на чорноземах опідзолених важливим показником формування продуктивності ріпаку озимого є структура врожаю. Відмічено, що залежно від варіанту удобрення висота кріплення нижніх гілок змінювалася від 26,6 до 37,4 см, кількість сформованих гілок відповідно становила від 5,5 до 7,7 шт. Найбільшу кількість стручків нараховано у гібриду Гладіус – від 104,8 до 125,9 шт., тоді як у гібриду Ксенон – 102,1 – 124,3 шт. Також відмічено, що найбільшу кількість насіння у стручку сформували рослини ріпаку озимого на варіанті за внесення $N_{32}P_{76}K_{116} + N_{21}S_{24}$. Так, на зазначеному варіанті у рослин гібриду Ксенон кількість насінин у стручку в середньому становила 21,4 шт. на рослині, для гібриду Гладіус – 22,4 шт. на рослині. Отже, результати досліджень показали, що внесення $N_{32}P_{76}K_{116} + N_{21}S_{24}$, відповідно до схеми досліджень, упродовж росту та розвитку рослин ріпаку озимого, забезпечує формування оптимальних показників структури елементів урожаю та урожайності – 3,09–3,25 т/га.

Результати досліджень показали, що застосування добрив за вирощування ріпаку озимого гібридів Гладіус та Ксенон мало позитивний вплив на формування елементів структури врожаю і, відповідно, урожайності. Максимальну врожайність 3,25 т/га було отримано у гібрида Гладіус на варіанті за внесення $N_{32}P_{76}K_{116} + N_{21}S_{24}$. Результати статистичної обробки даних дозволяють зробити висновок щодо наявності між основними елементами структури врожаю та урожайності сильного позитивного кореляційного зв'язку.

Ключові слова: гібриди, коефіцієнт кореляції, ріпак озимий, структурні показники рослин, удобрення, урожайність.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Гарбар Л. А., Довбаш Н. І., Венгер В. О., Benselhoub, А., Іваницька А. П., 2023

Formation of the structure of the winter rapeseed crop under the influence of nutrition conditions

¹National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, St. Heroiv Oborony, 15, Kyiv, 03041

²National Scientific Center "Institute of Agriculture of the NAAS of Ukraine", St. Mashynobudivnykiv, 2B, vill. Chabany, Fastiv district, Kyiv region, 08162

³Environmental Research Center (C.R.E), Unnamed Road, Sidi Amar, Annaba, Algeria

⁴Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, St. Henerala Rodymtseva, 15, Kyiv, 02000

About authors:

Lesia HARBAR

ORCID: 0000-0003-4249-0434

Nadiia DOVBASH

ORCID: 0000-0002-4741-2657

Vasyl VENHER

ORCID: 0000-0001-8685-8726

Aissa BENSELHOUB

ORCID: 0000-0001-5891-2860

Alla IVANYTSKA

ORCID: 0000-0003-3987-4728

For corresponding:

Lesia HARBAR

e-mail: garbarl@ukr.net

Funding information:

Ministry of Education and Science of Ukraine

Received:

September 4, 2023

Accepted:

September 20, 2023

It was established that according to the results of research conducted in 2020–2021 on podzolized chernozems, the structure of the crop is an important indicator of the productivity of winter rapeseed. It was noted that depending on the fertilization option, the height of the attachment of the lower branches varied from 26.6 to 37.4 cm, the number of formed branches, respectively, was from 5.5 to 7.7 pcs. The largest number of pods was counted in the hybrid Gladius from 104.8 to 125.9 pcs., while in the hybrid Xenon – 102.1–124.3 pcs. It was also noted that the largest number of seeds in a pod was formed by winter rapeseed plants on the variant with application of $N_{32}P_{76}K_{116} + N_{21}S_{24}$. Thus, in the specified version, the number of seeds in the pod in the plants of the Xenon hybrid was on average 21.4 pcs. per plant, for the Gladius hybrid – 22.4 pcs. on the plant. So, the research results showed that the introduction of $N_{32}P_{76}K_{116} + N_{21}S_{24}$, in accordance with the research scheme, during the growth and development of winter rapeseed plants, ensures the formation of optimal indicators of the structure of the crop elements and productivity – 3.09–3.25 t/ha.

The research results showed that the use of fertilizers for the cultivation of gladius and Xenon winter rapeseed hybrids had a positive effect on the formation of elements of the crop structure and, accordingly, yield. The maximum yield of 3.25 t/ha was obtained from the Gladius hybrid on the variant with $N_{32}P_{76}K_{116} + N_{21}S_{24}$ application. The results of statistical data processing allow us to draw a conclusion about the presence of a strong positive correlation between the main elements of the crop structure and yield.

Keywords: hybrids, correlation coefficient, winter rapeseed, structural parameters of plants, fertilizers, productivity.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Актуальними проблемами, що сьогодні турбують людство є глобальна продовольча та енергетична кризи. Вирішення їх можливе лише за інноваційних підходів у виробничих сферах та сільському господарстві. Зміна кліматичних умов на фоні політичної світової кризи спричиняє зростання на попит продукції галузі рослинництва, яка широко використовується як

продовольство, корми, сировина для технічної переробки, біоенергетики. Саме розвиток швидкими темпами біоенергетики спричиняє загострення проблем [5, 9, 11, 25]. Тому, сьогодні надзвичайно актуальним є пошук біоенергетичних культур та удосконалення технологій вирощування вже поширених, які б були здатні забезпечити біоенергетику сировиною [2, 14, 16, 27]. Ріпак належить саме до таких

культур. Крім цього, ріпак озимий є сільськогосподарською культурою, яка має високу конкурентну спроможність завдяки попиту на олії на міжнародному ринку. Отримання додаткових прибутків за вирощування цієї культури, можливе лише за умови пошуку шляхів, які б забезпечили зростання приростів урожаю завдяки максимальній реалізації генетичного потенціалу конкретного сорту чи гібриду [1, 3, 12, 22].

Площі вирощування під ріпаком в Україні зростають. Ріпаку озимому сьогодні віддають перевагу, попри складні умови перезимівлі цієї культури. Аналіз структури посівів свідчить, що ріпак озимий вирощується на площі, що відповідає 85–90 % усієї площі під ріпаками [8, 20].

Реалізація генетичного потенціалу культур визначається рядом чинників, серед яких агрокліматичні умови регіону, сортові характеристики посівного матеріалу, строки сівби, густота посіву, умови живлення, система захисту, собівартість одиниці врожаю. Вагоме значення за формування продуктивності належить правильному підбору сорту та гібриду, який би був адаптований до умов вирощування, тобто був пластичним та стабільним [4, 17, 20, 21, 23, 24, 29]. Серед технологічних заходів багато уваги приділяється умовам живлення культури, які залежать від кількості добрив, які ми вносимо та строків їх внесення. Це пов'язано з тим, що ріпак є культурою досить чутливою до зміни умов мінерального живлення [10, 13, 18].

Саме тому, сьогодні є багато запитань, щодо оптимізації окремих технологічних процесів, зокрема, удобрення ріпаку. Ключовим чинником за визначення норм внесення добрив є забезпеченість ґрунтів рухомими формами основних елементів живлення [15, 26, 28].

Залежно від норми мінеральних добрив величина приросту врожаю може складати 46–60 % [30]. Внесення азотних добрив чинить найбільший ефект на формування продуктивності ріпаку. За вирощування його на чорноземних ґрунтах дозволяє отримати приріст на рівні 40 %.

Меншу ефективність має внесення фосфорних та калійних добрив. Як свідчать літературні джерела, у північно-східній частині Німеччини за повноцінного калійного живлення відмічене підвищення врожайності ріпаку на 0,2–0,3 т/га. Ефективність азотних добрив визначається попередником, вологозабезпеченістю вегетаційного періоду та механічним складом ґрунту [19, 30].

Варто взяти до уваги, що надмірне застосування азотних добрив (120–180 кг/га) спричиняє вилягання та призводить до зниження додаткової продукції на 1 кг азоту, підвищуючи вміст нітратів у насінні [19, 20, 28].

Внесення недостатньої кількості азотних добрив може нівелюватися природними запасами елементу живлення в ґрунті. Існує пряма залежність між показниками вмісту азоту в ґрунті та кількістю внесених добрив у діючій речовині [4, 20, 28].

Фосфор є елементом живлення, який перебуває в тісному зв'язку з вуглеводно-білковим та енергетичним обмінами рослинного організму. Вміст доступного для рослин фосфору визначається гранулометричним складом ґрунту та окремими технологічними способами (строки внесення добрив, їх форма) [4, 20]. Особливе значення сполуки фосфору мають у період проростання насіння та формуванням кореневої системи. Між процесами росту рослин і вмістом у ґрунті сполуки фосфору встановлено тісний взаємозв'язок, підтверджено вмістом його у тканинах, які ростуть [20].

Калій разом із фосфором забезпечує зменшення негативної дії при споживанні рослиною надмірної кількості азоту. Проте, нестача калію знижує фотосинтетичну активність тканин рослини, може спричиняти порушення перебігу основних життєво важливих процесів, знижувати стійкість до впливу шкідливих організмів. Важливим є значення елементу у водному режимі рослинних тканин. Дефіцит калію спричиняє пригнічення ростових процесів у рослин [20]. За оптимального забезпечення

калієм посіви ріпаку озимого характеризуються дружнім цвітінням, підвищенням стійкості до вилягання, покращенням процесів водообміну, що дозволяє підвищити продуктивність культури [4].

Метою досліджень було встановлення впливу умов живлення на формування елементів структури врожаю ріпаку озимого гібридів Ксенон та Гладіус.

Матеріали і методи. Польові дослід проводили на чорноземах опідзолених з умістом гумусу 3,56 %. Ґрунт характеризувався низькою забезпеченістю азотом (46,7 мг/кг), середньою – фосфором (59,3 мг/кг) та калієм (123 мг/кг). Дослід двофакторний. Чинник А – варіанти удобрення: $N_{16}P_{38}K_{58}$; $N_{24}P_{57}K_{87}$; $N_{32}P_{76}K_{116}$; $N_{16}P_{38}K_{58} + N_{21}S_{24}$; $N_{24}P_{57}K_{87} + N_{21}S_{24}$; $N_{32}P_{76}K_{116} + N_{21}S_{24}$; чинник В – гібриди ріпаку озимого Ксенон та Гладіус.

Повторність дослідів чотириразова. Попередник ріпаку озимого – пшениця озима. Висівали ріпак з нормою висіву 500 тис. схожих насінин/га. Площа облікової ділянки – 32 м². Основні елементи живлення вносили у вигляді нітроамофоски $N_{8}P_{19}K_{29}$ під основний обробіток (кількість визначалася варіантом дослідів) та сульфату амонію $N_{21}S_{24}$ – навесні у підживлення.

Визначення елементів структури врожаю проводили методом відбору пробного снопа з кожної ділянки та вимірюванням висоти кріплення нижніх

гілок, визначенням кількості бічних гілок на рослині, стручків та насіння в стручку. Масу 1000 насінин відповідно до ДСТУ 4138-2002.

Облік урожаю здійснювали методом комбайнового обмолоту з площі облікової ділянки. Фактично одержаний урожай перераховували на вологість (8 %) та з урахуванням наявності домішок [6, 7].

Результати та обговорення.

Структура врожаю є важливим показником формування продуктивності ріпаку озимого. Вона включає такі основні параметри: маса 1000 насінин, кількість стручків на 1 рослині та кількість насінин у стручку та визначається ґрунтово-кліматичними умовами, густотою стояння рослин та сортовими особливостями культури. За оптимального співвідношення цих показників, посіви ріпаку озимого здатні максимально реалізувати свій генетичний потенціал.

Показники структури (табл. 1) врожаю є мінливими та залежать від умов, які формують кількісне вираження кожного показника. Для того, аби обґрунтувати показники врожайності, які ми отримали при створенні дослідних варіантів, нами розглянуто її структуру. У даних, які наведені у таблиці можна прослідкувати, як змінювалися структурні елементи ріпаку озимого за впливу різних умов живлення, створених варіантами удобрення.

1. Елементи структури врожаю ріпаку озимого, середнє за 2020–2021 рр.

Показник	Норма мінеральних добрив												V, %
	N ₁₆ P ₃₈ K ₅₈		N ₂₄ P ₅₇ K ₈₇		N ₃₂ P ₇₆ K ₁₁₆		N ₁₆ P ₃₈ K ₅₈ +N ₂₁ S ₂₄		N ₂₄ P ₅₇ K ₈₇ +N ₂₁ S ₂₄		N ₃₂ P ₇₆ K ₁₁₆ +N ₂₁ S ₂₄		
	Ксенон	Гладіус	Ксенон	Гладіус	Ксенон	Гладіус	Ксенон	Гладіус	Ксенон	Гладіус	Ксенон	Гладіус	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Висота прикріплення нижніх гілок, см	35,6	36,8	26,6	32,8	36,6	31,7	37,4	30,2	37,2	30,4	36,9	29,7	11,09

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Кількість гілок на рослині, шт.	5,5	6,1	6,5	6,3	7,0	7,3	7,1	7,4	7,3	7,6	7,4	7,7	9,83
Кількість стручків на рослині, шт.	102,1	104,8	117,1	114,8	119,2	122,4	120,1	123,5	121,1	124,3	124,3	125,9	6,47
Кількість насіння в стручку, шт.	17,9	18,3	18,4	18,7	20,2	21,1	20,7	21,9	20,9	22,1	21,4	22,4	7,92
Маса 1000 насінин, г	4,65	4,76	5,29	4,96	5,05	5,34	5,02	5,35	5,07	5,37	5,15	5,49	5,00
Маса насіння з рослини, г	8,50	9,13	11,40	10,65	12,16	13,99	12,48	14,47	12,83	14,75	13,51	15,48	17,68

Одним із вагомих чинників, який впливає на формування структури врожаю, є збереженість рослин, яка визначається густотою стояння рослин, площею живлення та висотою кріплення нижніх гілок. Саме густина стояння рослин визначає висоту кріплення нижніх гілок – чим вона менша, тим нижче кріпляться гілки та кількість сформованих стручків.

Висота кріплення нижніх гілок змінювалася від 26,6 до 37,4 см (відмічено середній рівень варіації $V = 11,09\%$). Відповідно кількість гілок, які рослини сформували, становила від 5,5 до 7,7 шт. (рівень варіювання низький $V = 9,83\%$), у залежності від варіанту удобрення.

Кількість стручків на рослинах гібрида Ксенон варіювала від 102,1 до 124,3 шт., Гладіус – 104,8–125,9 шт.

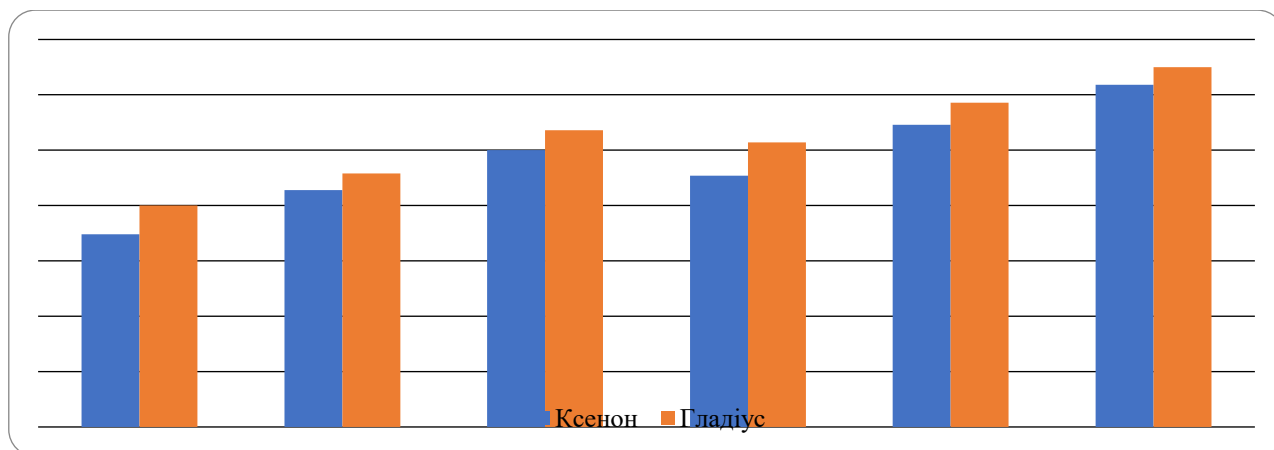
Найбільшу кількість насіння у стручку сформували рослини ріпаку озимого за внесення $N_{32}P_{76}K_{116} + N_{21}S_{24}$. Така тенденція прослідковувалася в обох сортів. У рослин гібриду Ксенон кількість

насінин у стручку у середньому становила на зазначеному варіанті – 21,4 шт. на рослині, Гладіус – 22,4 шт. на рослині.

Результати досліджень показали, що внесення $N_{32}P_{76}K_{116} + N_{21}S_{24}$, відповідно до схеми досліджень, упродовж росту та розвитку рослин ріпаку озимого, забезпечує формування оптимальної площі листової поверхні, збереженість рослин, накопичення сухої речовини, і як результат, – збільшення урожайності культури (рис. 1).

Результати досліджень показали, що максимальні показники урожайності було отримано у гібрида Гладіус на варіанті за внесення $N_{32}P_{76}K_{116} + N_{21}S_{24}$ 3,41 та 3,25 т/га, за урожайності рослин у гібриду Ксенон – 3,09 т/га.

У результаті проведення кореляційного аналізу між елементами структури врожаю рослин ріпаку озимого та урожайністю були встановлені залежності між показниками, які ми вивчали (табл. 2, 3).



Примітка: фон мінерального живлення (1 – $N_{16}P_{38}K_{58}$; 2 – $N_{24}P_{57}K_{87}$; 3 – $N_{32}P_{76}K_{116}$; 4 – $N_{16}P_{38}K_{58} + N_{21}S_{24}$; 5 – $N_{24}P_{57}K_{87} + N_{21}S_{24}$; 6 – $N_{32}P_{76}K_{116} + N_{21}S_{24}$). HN_{05} для факторів, т/га: для фактора А – 0,12 т/га, В – 0,07 т/га; для взаємодії АВ – 0,3 т/га.

Рис. 1. Урожайність гібридів ріпаку (2020–2021 рр.), т/га

2. Коефіцієнти кореляції між елементами структури врожаю та урожайністю ріпаку озимого гібриду Ксенон

Показники	Висота прикріплення нижніх гілок, см	Кількість гілок на рослині, шт.	Кількість стручків на рослині, шт.	Кількість насіння в стручку, шт.	Маса 1000 насінин, г	Маса насіння з рослини, г	Урожайність, т/га
Висота прикріплення нижніх гілок, см	1,0000						
Кількість гілок на рослині, шт.	-0,4740	1,0000					
Кількість стручків на рослині, шт.	-0,8828	0,8200	1,0000				
Кількість насіння в стручку, шт.	-0,7442	0,7899	0,9144	1,0000			
Маса 1000 насінин, г	-0,7600	0,5456	0,7290	0,4187	1,0000		
Маса насіння з рослини, г	-0,8713	0,7563	0,9998	0,8973	0,7214	1,0000	
Урожайність, т/га	-0,9664	0,6414	0,9572	0,8775	0,7307	0,9523	1,0000

3. Коефіцієнти кореляції між елементами структури врожаю та урожайністю ріпаку озимого гібриду Гладіус

Показники	Висота прикріплення нижніх гілок, см	Кількість гілок на рослині, шт.	Кількість стручків на рослині, шт.	Кількість насіння в стручку, шт.	Маса 1000 насінин, г	Маса насіння з рослини, г	Урожайність, т/га
1	2	3	4	5	6	7	8
Висота прикріплення нижніх гілок, см	1,0000						
Кількість гілок на рослині, шт.	-0,9055	1,0000					

1	2	3	4	5	6	7	8
Кількість стручків на рослині, шт.	-0,9837	0,9500	1,0000				
Кількість насіння в стручку, шт.	-0,9015	0,9978	0,9442	1,0000			
Маса 1000 насінин, г	-0,9447	0,9851	0,9814	0,9818	1,0000		
Маса насіння з рослини, г	-0,9427	0,9935	0,9766	0,9918	0,9971	1,0000	
Урожайність, т/га	-0,7345	0,7693	0,8055	0,7435	0,8334	0,7941	1,0000

Результати статистичної обробки даних свідчать про наявність між елементами структури урожаю та урожайністю культури як прямого, так і зворотно-кореляційного зв'язку різної сили.

Так, у рослин гібрида Ксенон встановлено сильний кореляційний зв'язок між масою насіння з рослини та кількістю гілок на рослині (0,7563), кількістю стручків на рослині (0,9998), кількістю насінин у стручку (0,8973). Між масою 1000 насінин та масою насіння з рослини коефіцієнт кореляції становив 0,7214, що свідчить також про сильний взаємозв'язок між показниками.

Список використаної літератури

1. Агротехнологічні основи вирощування насіння ріпаку озимого в умовах Західного Лісостепу України / І. С. Волошук та ін. Львів : Сполом, 2017. 212 с.
2. Волошук О. П., Косовська Р. Ю. Насіннєва продуктивність і посівні якості ріпаку озимого залежно від норм висіву насіння та рівнів мінерального живлення рослин. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 57. С. 43–50.
3. Гайдаш В. Д., Климчук М. М., Макар М. М. Ріпак. Івано-Франківськ : Сіверсія. 1998. 214 с.
4. Гарбар Л. А., Яцишина Т. П., Самолук О. П. Вплив удобрення на перезимівлю ріпаку озимого. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 1. С. 74–77. DOI: 10.31210/visnyk2018.01.12.
5. Доля М., Бондарева Л. Ресурсоощадна технологія вирощування озимого ріпаку. *Пропозиція*. 2015. № 07–08. С. 12–14.
6. Дослідна справа в агрономії : навчальний посібник : у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 316 с.

Аналогічні залежності було отримано і за аналізу показників рослин гібриду Гладіус.

Проте, варто зазначити, що між усіма показниками було виявлено сильний кореляційний зв'язок.

Висновки. За вирощування ріпаку озимого гібридів Гладіус та Ксенон, застосування мінеральних добрив позитивно впливали на формування елементів структури рослин і, відповідно, урожайність.

Кореляційний аналіз дав можливість встановити сильний позитивний зв'язок між елементами структури врожаю ріпаку озимого та його урожайністю у гібриду Ксенон з показниками від 0,7214 до 0,9998, у гібриду Гладіус – 0,7435-0,9978.

References

1. Agrotechnological basics of growing winter rapeseed in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine / I. S. Voloshuk et al. Lviv : Spolom, 2017. 212 p.
2. Voloshchuk O. P., Kosovska R. Yu. Seed productivity and sowing qualities of winter rape depending on seed sowing rates and plant mineral nutrition levels. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2015. Vol. 57. P. 43–50.
3. Haidash V. D., Klymchuk M. M., Makar M. M. Colza. Ivano-Frankivsk : Siversiia, 1998. 214 p.
4. Harbar L. A., Yatsyshyna T. P., Samoliuk O. P. Effect of fertilizer on wintering of winter rape. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2018. No 1. P. 74–77. DOI: 10.31210/visnyk2018.01.12.
5. Dolia M., Bondarieva L. Resource-saving technology of growing winter rape. *Propozytsiia*. 2015. No 07–08. P. 12–14.
6. Research in agronomy: textbook manual: in 2 books. Kn. 1. *Theoretical aspects of research* / A. O. Rozhkov et al.; for order A. O. Rozhkova. Kharkiv : Maidan, 2016. 316 p.

7. Дослідна справа в агрономії : навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 2. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 341 с.

8. Забарний О. С., Забарна Т. А. Вплив погодних умов на перезимівлю озимого ріпаку залежно від факторів інтенсифікації. *Корми і кормовиробництво*. 2023. Вип. 95. С. 97–107. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202395-08.

9. Збагачення біорізноманіття польових культур в умовах зміни клімату / С. Каленська та ін. *Український екологічний журнал*. 2019. № 9 (1). С. 19–24.

10. Індикаційні стресові індекси технологічного характеру для ріпаку озимого / Н. А. Пасічник та ін. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2020. № 3 (85). DOI:10.31548/dopovidi2020.03.007.

11. Каленська С. М. Продовольча безпека та інноваційні рішення в рослинництві. *Plant and Soil Science*. 2022. № 13 (2). С. 14–26. DOI: 10.31548/agr.13(2).2022.14-26.

12. Каленська С. М., Юник А. В. Вплив норм висіву насіння на фотосинтетичну діяльність посівів ріпаку ярого. *Новітні агротехнології*. 2020. № 8. 9 с. DOI: 10.21498/na.8.2020.226087.

13. Марчук І. У., Макаренко В. М., Розстальний В. Є. Агрохімія: добрива та їх використання. Київ : ЦП «Компринт», 2016. 330 с.

14. Савчук Ю. М., Антоненко О. Ф. Залежність урожайності та посівних якостей насіння ріпаку озимого від сортів та технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 2 (93). С. 20–27.

15. Сидякіна О. В., Павленко С. Г. Ефективність застосування мікроелементів у системі живлення рослин соняшнику (огляд літератури). *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 118. С. 152–158. DOI: 10.32851/2226-0099.2021.118.19.

16. Формування продуктивності ріцини залежно від ширини міжрядь та густоти стояння / Б. О. Мазуренко та ін. *Plant and Soil Science*. 2022. Т. 13, № 3. С. 38–48. DOI: 10.31548/agr.13(3).2022.38-48.

17. Фурманець О. А. Продуктивність озимого ріпаку на дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся у різні дози основного добрива. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 121. С. 109–114. DOI: 10.32851/2226-0099.2021.121.15.

18. Чабан В. І., Подобєд О. Ю. Надходження мікроелементів у ґрунт із побічною продукцією сільськогосподарських культур у сівозмінах степової зони. *Вісник Інституту сільськогосподарства Степової зони НААН України*. 2015. № 8. С. 112–117.

19. Шаббїр Г. Урожайність і якість насіння ріпаку ярого залежно від комплексного застосування мінеральних добрив та

7. Research in agronomy : textbook manual: in 2 books. Kn. 2. *Theoretical aspects of research* / A. O. Rozhkov et al.; for order A. O. Rozhkova. Kharkiv : Maidan, 2016. 341 p.

8. Zabarnyi O. S., Zabarna T. A. The influence of weather conditions on overwintering of winter rape depending on the factors of intensification. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2023. Vol. 95. P. 97–107. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202395-08.

9. Enrichment of biodiversity of field crops in conditions of climate change / S. Kalenska et al. *Ukrainskyi ekolohichnyi zhurnal*. 2019. No 9 (1). P. 19–24.

10. Indication stress indices of technological nature for winter rape / N. A. Pasichnyk et al. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2020. No 3 (85). DOI:10.31548/dopovidi2020.03.007.

11. Kalenska S. M. Food security and innovative solutions in crop production. *Plant and Soil Science*. 2022. No 13 (2). P. 14–26. DOI: 10.31548/agr.13(2).2022.14-26.

12. Kalenska S. M., Yynyk A. V. The influence of seed sowing norms on the photosynthetic activity of spring rape crops. *Novitni ahrotekhnologii*. 2020. No 8. 9 p. DOI: 10.21498/na.8.2020.226087.

13. Marchuk I. U., Makarenko V. M., Rozstalny V. Ye. Agrochemistry: fertilizers and their use. Kyiv : TsP «Komprynt», 2016. 330 p.

14. Savchuk Yu. M., Antonenko O. F. Dependence of yield and sowing qualities of winter rape on varieties and cultivation technology in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2019. No 2 (93). P. 20–27.

15. Sydiakina O. V., Pavlenko S. H. Effectiveness of the use of trace elements in the nutrition system of sunflower plants (literature review). *Tavriyskyi naukovyi visnyk*. 2021. No 118. P. 152–158. DOI: 10.32851/2226-0099.2021.118.19.

16. Formation of castor productivity depending on the width of the rows and the density of the stand / B. O. Mazurenko et al. *Plant and Soil Science*. 2022. Vol. 13, No 3. P. 38–48. DOI: 10.31548/agr.13(3).2022.38-48.

17. Furmanets O. A. Productivity of winter rape on sod-podzolic soils of the Western Polissia in different doses of the main fertilizer. *Tavriyskyi naukovyi visnyk*. 2021. No 121. P. 109–114. DOI: 10.32851/2226-0099.2021.121.15.

18. Chaban V. I., Podobied O. Yu. Entry of trace elements into the soil with by-products of agricultural crops in crop rotations of the steppe zone. *Visnyk Instytutu silskoho hospodarstva Stepovoi zony NAAN Ukrainy*. 2015. No 8. P. 112–117.

19. Shabbir H. The yield and quality of spring rapeseed depending on the complex application of mineral fertilizers and foliar feeding in the conditions of the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Tavriyskyi naukovyi visnyk*. 2020. No 111. P. 166–173. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.111.23.

позакореневого підживлення в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 111. С. 166–173. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.111.23.

20. Юник А. В., Гарбар Л. А. Ефективність використання макроелементів рослинами ріпаку ярого. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2022. Т. 13, № 1. С. 67–73. DOI: 10.31548/agr.13(1).2022.67-73.

21. Canola Produced under Boreal Climatic Conditions in Newfoundland and Labrador Have a Unique Lipid Composition and Expeller Press Extraction Retained the Composition for Commercial Use / A. A. Sey. *J. Adv. Res.* 2020. V. 24. P. 423–434. DOI: 10.1016/j.jare.2020.05.002.

22. Cowling, W. A. Genetic Diversity in Australian Canola and Implications for Crop Breeding for Changing Future Environments. *Field Crops Res.* 2007. V. 104. P. 103–111. DOI: 10.1016/j.fcr.2006.12.014.

23. Enrichment of field crops biodiversity in conditions of climate changing / S. Kalenska et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. V. 9, No 1. P. 19–24.

24. Evaluation of Agronomic Performance and Seed Oil Composition of 15 Sunflower Genotypes in South Madagascar / A. Calamai et al. *Agricultural Sciences*. 2018. No 9. P. 1337–1353. DOI: 10.4236/as.2018.910093.

25. Factors Affecting the Quality of Canola Grains and Their Implications for Grain-Based Foods / R. Sabbahi et al. *Foods*. 2023. V. 12, No 11. P. e2219. DOI: 10.3390/foods12112219.

26. Management Factors Determining Spring and Winter Canola Yield in North America / Y. Assefa et al. *Crop Sci.* 2018. V. 58. P. 2875–2880. DOI: 10.2135/cropsci2017.02.0079.

27. Possibilities of using oilseed oil for biodiesel production / M. Gumbyte et al. *Agricultural Sciences*. V. 20, No 1. P. 1–9. DOI: 10.6001/zemesukiomokslai.v20i1.2633.

28. Sieling K., Böttcher U. Kage H. Sowing date and N application effects on tape root and aboveground dry matter of winter oilseed rape in autumn. *Eur. J. Agric.* 2017. V. 83. P. 40–46. DOI: 10.1016/j.eja.2016.11.006.

29. The economic efficiency of the fertilizers application under agricultural crops for different soil tillage / A. Bykin et al. *Plant and Soil Science*. 2019. V. 10, No 2. P. 62–69. DOI: 10.31548/agr2019.02.062.

30. Zero Tillage of Rapeseed and Mustard Cultivation in Thoubal District of Manipur : an Economic Analysis / A. Monika et al. *New Delhi Publishers*. 2014. V. 59, N 3. P. 335–343. DOI: 10.5958/0976-4666.2014.00002.3.

20. Yunyk A. V., Harbar L. A. Efficiency of use of macroelements by spring rape plants. *Roslynnystvo ta hruntoznavstvo*. 2022. Vol. 13, No 1. С. 67–73. DOI: 10.31548/agr.13(1).2022.67-73.

21. Canola Produced under Boreal Climatic Conditions in Newfoundland and Labrador Have a Unique Lipid Composition and Expeller Press Extraction Retained the Composition for Commercial Use / A. A. Sey. *J. Adv. Res.* 2020. Vol. 24. P. 423–434. DOI: 10.1016/j.jare.2020.05.002.

22. Cowling, W. A. Genetic Diversity in Australian Canola and Implications for Crop Breeding for Changing Future Environments. *Field Crops Res.* 2007. Vol. 104. P. 103–111. DOI: 10.1016/j.fcr.2006.12.014.

23. Enrichment of field crops biodiversity in conditions of climate changing / S. Kalenska et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9, No 1. P. 19–24.

24. Evaluation of Agronomic Performance and Seed Oil Composition of 15 Sunflower Genotypes in South Madagascar / A. Calamai et al. *Agricultural Sciences*. 2018. No 9. P. 1337–1353. DOI: 10.4236/as.2018.910093.

25. Factors Affecting the Quality of Canola Grains and Their Implications for Grain-Based Foods / R. Sabbahi et al. *Foods*. 2023. Vol. 12. No 11. P. e2219. DOI: 10.3390/foods12112219.

26. Management Factors Determining Spring and Winter Canola Yield in North America / Y. Assefa et al. *Crop Sci.* 2018. Vol. 58. P. 2875–2880. DOI: 10.2135/cropsci2017.02.0079.

27. Possibilities of using oilseed oil for biodiesel production / M. Gumbyte et al. *Agricultural Sciences*. Vol. 20, No 1. P. 1–9. DOI: 10.6001/zemesukiomokslai.v20i1.2633.

28. Sieling K., Böttcher U. Kage H. Sowing date and N application effects on tape root and aboveground dry matter of winter oilseed rape in autumn. *Eur. J. Agric.* 2017. Vol. 83. P. 40–46. DOI: 10.1016/j.eja.2016.11.006.

29. The economic efficiency of the fertilizers application under agricultural crops for different soil tillage / A. Bykin et al. *Plant and Soil Science*. 2019. Vol. 10, No 2. P. 62–69. DOI: 10.31548/agr2019.02.062.

30. Zero Tillage of Rapeseed and Mustard Cultivation in Thoubal District of Manipur : an Economic Analysis / A. Monika et al. *New Delhi Publishers*. 2014. Vol. 59. No 3. P. 335–343. DOI: 10.5958/0976-4666.2014.00002.3.