

## The estimation of lentil biological properties, productivity and yield capacity

S. Kholod<sup>1</sup> | O. Chetveryk<sup>2</sup> | V. Liashenko<sup>2</sup> | M. Khomenko<sup>2</sup>

## Article info

Correspondence Author

V. Liashenko

E-mail:

[viktor.liashenko@ukr.net](mailto:viktor.liashenko@ukr.net)<sup>1</sup>Ustymivka Experimental Station of Plant Production, v. Ustymivka, Hlobyne district, Poltava region, 39074, Ukraine<sup>2</sup>Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine**Citation:** Kholod, S., Chetveryk, O., Liashenko, V., & Khomenko, M. (2023). The estimation of lentil biological properties, productivity and yield capacity. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 47–53. doi: 10.31210/spi2023.26.04.09

The value of lentil is presented in the article and the study was conducted as to finding productive samples according to their biological properties, yield indicators and the components in agro-climatic conditions of the Southern Forest-Steppe zone of Ukraine. The research was conducted during 2020–2022 in field and laboratory conditions of V. Ya. Yurieva Ustymivka Experimental Station of Plant Growing of the Institute of Plant Growing, of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. 35 lentil samples (*Lens culinaris* Medik.) from Lebanon were the study material. It has been established that the least variable are the following signs: the duration of seedlings-blooming period and the duration of seedlings-ripening period, while seed weight per plant, the amount of pods on the plant and the amount of seeds on the plant are the most variable signs. The correlation relation between the signs of plant height and the height of the lower pod attachment ( $r = 0.67$ ), between productivity and the amount of pods on the plant ( $r = 0.76$ ), and between productivity and the number of seeds per plant ( $r = 0.84$ ) is the most close positive. In the southern part of the Forest-Steppe of Ukraine, lentil experimental samples formed grain yield from 77 to 167 g/m<sup>2</sup>. The analysis of the average yield during the study years has shown that the most high-yielding are the following samples: 2009S 96568-1, 09S 83210-08, 2009S 96101-5, 09S 83251-21, ILL 7947, 09S 83253-04. On the average, during the research years, the following lentil samples demonstrated the highest productivity: 2009S 96575-6 (3.0 g/m<sup>2</sup>), 09S 83210-08 (3.3 g/m<sup>2</sup>), 09S 83251-21 (2.9 g/m<sup>2</sup>), 09S 83253-04 (2.8 g/m<sup>2</sup>). The plant productivity indicators were high owing to both increased amount of seeds and the amount of pods on the plant. Such samples as 09S 83251-21, 09S 83253-04, ILL 7947, 2009S 96578-1, 09S 83210-08, 09S 83259-13 can be singled out as to the combination of a high level of the following signs' manifestation: the amount of pods on the plant, the amount of seeds in a pod, and thousand-seed weight.

**Keywords:** lentil, samples, growing period, plant height, valuable economic signs, productivity, thousand-seed weight.

## Оцінка біологічних властивостей, продуктивності та врожайності сочевиці

С. М. Холод<sup>1</sup> | О. О. Четверик<sup>2</sup> | В. В. Ляшенко<sup>2</sup> | М. Р. Хоменко<sup>2</sup><sup>1</sup>Устимівська дослідна станція рослинництва Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН, с. Устимівка, Полтавська область, Україна<sup>2</sup>Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

У статті наведено цінність культури сочевиці та проведено дослідження щодо виявлення продуктивних зразків за біологічними властивостями, показниками врожайності та її складниками в агрокліматичних умовах зони південного Лісостепу України. Дослідження проведено впродовж 2020–2022 років у лабораторних і польових умовах в Устимівській дослідній станції рослинництва ІР імені В. Я. Юр'єва НААНУ. У дослідження було залучено 35 зразків сочевиці (*Lens culinaris* Medik.), отриманих з Лівану. Встановлено найменш варіабельні ознаки «тривалість періоду сходи–цвітіння» та «тривалість періоду сходи–дозрівання», а найбільш – «маса насіння з рослини», «кількість бобів на рослині» та «кількість насінин на рослині». До найбільш тісного позитивного відноситься кореляційний зв'язок поміж ознаками «висота рослини» та «висота прикріплення нижнього бобу» ( $r = 0,67$ ), між «продуктивністю» і «кількістю бобів на рослині» ( $r = 0,76$ ) та між «продуктивністю» та «кількістю насінин з рослини» ( $r = 0,84$ ). В умовах південної частини Лісостепу України дослідні зразки сочевиці формували врожай зерна від 77 до 167 г/м<sup>2</sup>. Аналіз середньої врожайності за роки досліджень свідчить, що до найурожайніших зразків належать: 2009S 96568-1, 09S 83210-08, 2009S 96101-5, 09S 83251-21, ILL 7947, 09S 83253-04. В середньому за роки досліджень найбільшу продуктивність показали такі зразки сочевиці: 2009S 96575-6 (3,0 г/м<sup>2</sup>), 09S 83210-08 (3,3 г/м<sup>2</sup>), 09S 83251-21 (2,9 г/м<sup>2</sup>), 09S 83253-04 (2,8 г/м<sup>2</sup>). Показники продуктивності рослини були високими завдяки як підвищеній кількості насінин, так і кількості бобів на рослині. У разі поєднання високого рівня вияву ознак кількості бобів з рослини та насіння на рослині, кількості насіння в бобі, маси 1000 насінин можна виділити такі зразки: 09S 83251-21, 09S 83253-04, ILL 7947, 2009S 96578-1, 09S 83210-08, 09S 83259-13.

**Ключові слова:** сочевиця, зразки, вегетаційний період, висота рослин, продуктивність, цінні господарські ознаки, маса 1000 насінин.**Бібліографічний опис для цитування:** Холод С. М., Четверик О. О., Ляшенко В. В., Хоменко М. Р. Оцінка біологічних властивостей, продуктивності та врожайності сочевиці. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 47–53.

## Вступ

За умов глобального потепління клімату на Землі, що спостерігається в усьому світі, це сприяє зниженню врожаїв сільськогосподарських культур, до яких відносяться й основні зернобобові культури України – горох і соя. Отже, надважливим є розповсюдження у виробництві посухостійких культур, серед яких доцільно виділити сочевицю [1]. Вона достатньо добре пристосована до умов помірно посушливого клімату, тоді як за посухостійкістю практично не поступається нуту та чині [2, 3]. Однак сочевиця на відміну від нуту є більш толерантною до надлишкового зволоження та стійкою до небезпечних хвороб (наприклад, аскохітоз, фузаріоз), що сприяє її більшому розповсюдженню в умовах Лісостепової зони України. В Україні сочевиця малопоширена, однак у країнах Азії та Західної Європи вона лишається цінною продовольчою культурою, адже належить до культур із досить високою посухо- і холодостійкістю, добре пристосована до вирощування в умовах помірного клімату [3].

За кількістю білка сочевиця посідає друге місце після сої та перевищує горох, нут і квасолу. За різними літературними джерелами, вміст білка в зерні варіює в межах від 20 до 36 % [4, 5]. У білку сочевиці багато таких незамінних амінокислот, як аргінін і лізин. У насінні сочевиці містяться вітаміни групи В (тіамін, рибофлавін, ніацин), мінеральні речовини, такі як кальцій, натрій, калій, магній фосфор і залізо [1, 6], високий рівень незамінних амінокислот [7], високий вміст складних вуглеводів, особливо крохмалю, є важливим джерелом енергії [8] та має лікувальне значення [9, 10].

Серед бобових культур сочевиця є важливою харчовою культурою, зважаючи на її глобальне виробництво, торгівлю та популярність серед кінцевих споживачів [11]. Тому широко застосовується як у дієтичному, так і в повсякденному харчуванні. [12, 13]. Вона характеризується великим генетичним потенціалом урожайності та високою поживною цінністю, а також пластичністю до мінливих погодних умов. Сочевиця поряд з іншими зернобобовими культурами виконує важливу функцію у збільшенні азоту в землеробстві, підвищенні родючості ґрунтів, сприянні екологічній стабільності меліорованих агроландшафтів, біологізації сільськогосподарського виробництва тощо [1, 14].

Наразі найбільші посівні площі сочевиці знаходяться в таких країнах, як Австралія, Індія, Канада, Туреччина. Основними експортерами зерна сочевиці є Канада й Австралія [15]. Перспектива щодо вирощування сочевиці в Україні полягає в тому, що наявний кліматичний потенціал дає змогу при використанні наявних сортів отримувати конкурентний урожай. В Україні середній урожай сочевиці перебуває в межах 10...12 ц/га [16]. Але питанню генетики та селекції сочевиці в Україні наразі приділяють недостатньо уваги, що, безсумнівно, гальмує освоєння продуктивних методів селекції цієї цінної продовольчої культури та її поширенню у виробництві.

Урожайність сочевиці наразі залишається на достатньо низькому рівні, як в Україні, так і в інших країнах. Для збільшення продуктивного потенціалу цієї культури важливого значення набуває дослідження її генофонду, напрями збільшення генетичного різноманіття завдяки гібридизації. Отже, найбільш актуальною в цьому напрямі є створення та добір селекційного матеріалу, адаптованого до умов певного регіону, з огляду на мінливість середовища та його лімітуючі фактори.

## Мета дослідження

Мета дослідження проведення морфобіологічної та господарської оцінки зразків сочевиці з метою виділення перспективного вихідного матеріалу за умови стабільного вияву ознак для застосування у селекційних програмах з адаптивності та підвищення продуктивності.

*Завдання дослідження:* здійснити оцінку сприятливості гідротермічного режиму за роки дослідження вирощування сочевиці; дослідити зразки сочевиці за господарсько-біологічними ознаками та визначити межі їх варіювання; проаналізувати кореляційний зв'язок між урожайністю та кількісними ознаками сочевиці; за результатами виділити зразки, які можуть бути використані в селекції зі створення нових сортів сочевиці.

## Матеріали і методи

Дослідження проведені впродовж 2020–2022 років у лабораторних і польових умовах Устимівської дослідної станції рослинництва Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААНУ (УДСР), що належать до центральної частини Кременчуцького району Полтавської області та південної частини зони Лісостепу України (межує зі Степом). У зоні розміщення УДСР клімат помірно континентальний з жарким і часто сухим літом, нестійким зволоженням, холодною зимою. Середньорічна температура повітря становить +8,2 °С, максимальна – +38 °С (липень), мінімальна – -26 °С (січень). Варто відмітити, що за останні 10 років середньорічні температури в регіоні підвищилися більш ніж на 1 °С. Річна кількість опадів коливається від 430 до 480 мм. Ґрунти – середньосуглинкові потужні чорноземи зі вмістом гумусу до 3,84 %.

Матеріалом дослідження послужили 35 зразків сочевиці походженням із Лівану (LBN) (ICARDA). Досліджуваний матеріал є частиною зразків, що надійшли у Національний центр генетичних ресурсів рослин України в рамках екологічного вивчення зарубіжного матеріалу за комплексом господарсько-цінних ознак у різних зонах.

Польові досліді розташовувалися по чорному пару. Агротехніка – загальноприйнята. Проведення дослідів, оцінка й аналіз отриманих результатів за якісними й урожайними показниками проведено відповідно до Методичних рекомендацій з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культур [17]. Сівбу проводили вручну у двократній повторності в оптимальні для сочевиці строки (I–II декада квітня).

Ділянки – трирядкові, довжиною 4 м з міжряддям 0,20 м, площею 2,4 м<sup>2</sup>. Норма висіву – 100 насінин на 1 м<sup>2</sup>. Як стандарт було використано сорт сочевиці українського походження Лінза, який розташовували через 20 номерів. Догляд за посівами – ручне прополювання.

Протягом вегетаційного періоду проводили спостереження й опис сортозразків. Під час вегетації рослин фіксували такі фенологічні фази розвитку сочевиці: сходи (ВВСН09), початок цвітіння (ВВСН60), повне цвітіння (ВВСН65), плодоношення (ВВСН71), повна стиглість (ВВСН89). У фазі масового цвітіння відмічали забарвлення квіток, за 9-бальною шкалою обліковували ураження рослини хворобами. У фазі повної стиглості (ВВСН97) у польових умовах вимірювали висоту рослин і висоту прикріплення нижнього бобу над рівнем ґрунту. Урожай збирали вручну. Після проведення структурного аналізу снопи обмолочували.

У лабораторних умовах проведено структурний аналіз таких кількісних ознак: кількість бобів на рослині, кількість насінин із рослини та зерен з бобу з

огляду на Методику проведення експертизи сортів рослин групи зернобобових та круп'яних на відмінність, однорідність і стабільність [18] та посібник з Ідентифікації ознак зернобобових культур (квасоля, нут, сочевиця) [19]. Математичну обробку отриманих результатів виконували за допомогою дисперсійного аналізу однофакторного польового досліду. Статистичну обробку результатів досліджень і визначення достовірності отриманих експериментальних даних здійснено з використанням стандартних програм (Microsoft Excel).

Метеорологічні умови, що склалися під час вегетації в період дослідження матеріалу, дали змогу проаналізувати інтродуковані сортозразки на адаптивність до умов Південного Лісостепу й оцінити за господарсько-цінними показниками.

Весняно-літній (квітень–липень) період вегетації сочевиці 2020–2022 рр. характеризувався контрастними гідротермічними показниками, особливо кількістю та розподілом опадів упродовж вегетації рослин сочевиці (таблиця 1).

**Таблиця 1**

Гідротермічний режим у роки досліджень сочевиці (2020–2022 рр.)

Місяць	Декада	Середньодобова температура повітря, °С			Х	Кількість опадів, мм			
		Х	2020	2021		2022	2020	2021	2022
Квітень	I		9,4	7,7	10,5		0,0	9,6	9,3
	II	8,9	10,1	10,0	6,9	44	3,3	5,0	55,6
	III		12,8	9,7	12,4		8,6	12,4	5,4
Травень	I		15,8	14,3	14,5		15,3	15,4	20,9
	II	15,9	14,8	17,3	16,4	50	13,1	14,6	19,5
	III		13,7	18,6	17,5		52,8	34,3	22,3
Червень	I		19,5	16,5	21,8		17,4	36,7	20,9
	II	19,5	26,6	22,1	22,9	57	4,2	64,3	0,0
	III		25,5	25,8	21,7		6,1	0,0	22,4
Липень	I		25,9	25,9	23,5		15,4	4,8	17,0
	II	21,0	21,6	26,5	19,8	72	16,0	16,8	57,8
	III		24,5	25,3	22,1		0,0	17,2	17,4
За період			18,3	18,4	17,5		152,2	231,1	268,5

Примітка: Х – середньобогаторічні показники.

Середньодобова температура в період вегетації сочевиці становила 18,3 °С (2020 р.), 18,4 °С (2021 р.), 17,5 °С (2022 р.) багаторічний показник – 16,3 °С, кількість опадів – 152,2; 231,1 та 268,5 мм відповідно. Погодні умови 2022 р. в період вегетації були найбільш придатними для росту та розвитку сочевиці. В усі три роки вивчення в період сходи–цвітіння була наявна достатня кількість вологи у ґрунті для одержання повноцінних сходів і розвитку рослин. У період сівба–сходи 2020–2022 рр. середньодобова температура була на рівні 10,3 °С. Кількість опадів 2020 р. становила 11,9 мм, 2021 р. – 17,4, 2022 р. – 61,0 мм. У фазі сходи–цвітіння середньодобова температура 2020 р. дорівнювала 15,3 °С, 2021 р. – 15,5 °С, 2022 р. – 16,5 °С при нормі 15,9 °С, кількість опадів – 107,2 мм; 113,4 та 89,0 мм відповідно. Це дало змогу рослинам сочевиці сформувати добру вегетативну масу та повноцінну зав'язь. У період наливу зерна середня температура 2020 р. становила – 23,8 °С, 2021 р. – 22,6 °С, 2022 р. – 22,1 °С. Кількість опадів 2020 р. складала 43,1 мм, 2021 р. – 105,8 мм, 2022 р. – 60,3 мм (за даними метеопосту УДСР).

## Результати та їх обговорення

Результати дослідження дали змогу досить широко оцінити зразки сочевиці за господарсько-біологічними ознаками та визначити межі їх варіювання (таблиця 2).

Незалежно від умов вирощування, найбільший коефіцієнт варіації був у показників «маса насіння з рослини» ( $V = 36,6\%$ ), «кількість бобів на рослині» ( $V = 30,2\%$ ) та «кількість насінин на рослині» ( $V = 27,0\%$ ), а найменший – у показників «тривалість періоду сходи–цвітіння» ( $V = 3,2\%$ ) та «тривалість періоду сходи–дозрівання» ( $V = 2,4\%$ ).

Тривалість вегетаційного періоду є важливою біологічною властивістю рослин і залежить від температурних умов – чим вища середньодобова температура повітря, тим коротший вегетаційний період і, навпаки, чим вона нижча, тим вегетаційний період довший [16].

Довжина вегетаційного періоду та тривалість походження окремих фенологічних фаз дуже важлива при підборі пар для схрещування та у процесі роботи

з гібридним і селекційним матеріалом, оскільки скоростиглі сорти забезпечують проведення своєчасного збирання, отримання повноцінного, високоякісного насіннєвого матеріалу [20].

**Таблиця 2**

Характеристика зразків сочевиці за основними господарсько-біологічними показниками, 2020–2022 рр.

Показник	X	Min	Max	R (max-min)	V, %
Тривалість періоду сходо-цвітіння, дб	48,8	45	50	5	3,2
Тривалість вегетаційного періоду, дб	85,5	82	89	7	2,4
Висота рослини, см	30,3	20,2	33,6	13,4	9,5
Висота прикріплення нижнього бобу, см	13,9	7,8	18,2	10,4	17,2
Кількість бобів на рослині, шт.	40,3	23,2	74,0	50,8	30,2
Кількість насінин на рослині, шт.	59,4	31,4	87,2	55,8	27,0
Кількість насінин в бобі, шт.	1,9	1,2	2,1	0,9	12,8
Довжина бобу, мм	1,5	1,4	1,9	0,5	6,7
Ширина бобу, мм	0,7	0,5	1,1	0,6	20,2
Маса насіння з рослини, г	2,0	0,9	4,5	3,6	36,6
Маса 1000 насінин, г	45,9	30,0	64,7	34,8	18,4

*Примітки:* X, min, max – середнє, мінімальне та максимальне значення відповідно; R (max-min) – розмах варіювання; V – коефіцієнт варіації.

Основна частина дослідного матеріалу (91,4 %) віднесена до середньостиглої групи (тривалість вегетаційного періоду від 84 до 87 дб), нечисельною була група пізньостиглих зразків – 8,6 % (вегетаційний період від 88 до 89 дб). Міжфазний період «сходо-цвітіння» у зразків тривав 37–43 доби та зв'язку між ним і продуктивністю не спостерігали ( $r = 0,11$ ). Але короткий період до цвітіння дозволяє рослинам здійснити швидкий перехід до критичної за водоспоживанням фази, що сприяє більш ефективному використанню запасів вологи у ґрунті.

Удосконалення сортів сочевиці здійснюється згідно зі встановленою обґрунтованою моделлю сорту, яка відображає адаптацію майбутніх сортів до умов механізованого вирощування – високе прикріплення нижніх бобів над поверхнею ґрунту (понад 15 см) та загальну довжину його стебла від 40 см і вище, що дозволяє формувати високий рівень урожаю за умови якісного механізованого збирання [21]. Висота прикріплення нижніх бобів так само, як і довжина стебла належить до ознак, що характеризують технологічність сорту. Високе прикріплення нижніх бобів дає можливість зменшити втрати насіння нижнього ярусу при механізованому збиранні.

У середньому за роки дослідження висота прикріплення нижнього бобу була в межах від 7,8 до 18,2 см і спостерігалася середня варіабельність ознаки. За ознакою «висота прикріплення нижнього бобу» зразки розподілилися таким чином: низьке (< 11 см) розміщення бобів над рівнем ґрунту притаманне двом зразкам, що складає 5,7 % від загальної кількості. Найчисельнішою була група з високою (15–20 см) висотою прикріплення нижнього бобу над рівнем ґрунту – 15 зразків (42,9 %).

Середнє розміщення за вказаною ознакою (11–14 см) мали 13 зразків (37,1 %).

Встановлено, що продуктивність рослин сочевиці значною мірою залежить від їх висоти. Це можна пояснити тим, що чим довше рослина (пагін), тим утворюється більша кількість плідних вузлів, бобів і зерен. Сорт сочевиці вважається високотехнологічним, якщо висота рослин становить не менше 40 см [21]. За ознакою «довжина стебла» зразок характеризується не тільки за висотою, а і за його придатністю до прямого механізованого збирання врожаю.

Виявлено, що висока довжина стебла (31–60 см) притаманна 19-ти зразкам, що становить 54,3 % від їх кількості. Середня довжина стебла (21–30 см) була лише у 16-ти зразків (45,7 %). За поєднанням високої довжини стебла з середньою висотою прикріплення нижнього бобу виділено 19 зразків, тобто 54,3 % загальної кількості зразків. Відтак, підтверджується тісний позитивний кореляційний зв'язок між ознаками «висота рослини» і «висота прикріплення нижнього бобу» ( $r = 0,67$ ) (таблиця 3).

До основних компонентів насіннєвої продуктивності відносять такі ознаки: кількість бобів з рослини та насінин на рослині, кількість насіння в бобі, показники параметрів бобу, маса насіння з рослини та маса 1000 насінин.

Кількість бобів на одну рослину була однією з найбільш варіабельних ознак – коефіцієнт варіації змінювався залежно від умов року і в середньому становив 30,2 %. Усі зразки, що вивчали, були розподілені на групи залежно від кількості бобів на рослині. Встановлено, що найбільшу частку становить група зразків із середньою кількістю бобів на рослині (від 56 до 85 % відносно до стандарту) – 20 зразків (57,1 %). Наступні дві групи – це групи з дуже низькою (< 45 %) та низькою кількістю бобів на рослині (від 46 до 56 %), до яких віднесено 2 та 8 зразків, що становить, відповідно, 5,7 та 22,9 %. До групи з високою кількістю бобів на рослині (від 101 до 128 %) віднесено 5 зразків (14,3 %).

У середньому за роки вивчення кількість бобів на рослині варіювала в межах від 23,2 до 74 штук, що в середньому становило 40,3 шт. Переважна більшість зразків сформувала 40–45 бобів на рослині. В середньому за роки вивчення найбільшою вона була у зразків: 09S 96510-12 – 62,0 шт., 09S 83210-08 – 62,2 шт., 09S 83251-21 – 74,0 шт., ILL 7947 – 60,0 шт., 09S 83253-04 – 58,2 шт. Усього виділено 5 зразків, які за роки досліджень мали більшу кількість бобів на рослині порівняно зі стандартом. Ця ознака має високий кореляційний зв'язок з масою насіння з рослини ( $r = 0,76$ ) та кількістю насінин з рослини ( $r = 0,84$ ).

Репродуктивна здатність рослини, що визначається кількістю насіння на рослині, – основна ознака, що забезпечує селективну перевагу генотипу. Кількість насіння на рослині є похідним від кількості бобів на рослині та кількості насіння в бобі [22].

Кількість насіння на рослині в середньому за роки вивчення була в межах від 31,4 до 87,2 шт., розмах варіації становив 55,8 шт., спостерігалася висока варіабельність показника (коефіцієнт варіації – 27 %).

Найбільшу кількість насінин на одній рослині формували зразки 2009S 96511-3 – 72,4 шт., 2009S 96101-2 – 72,8 шт., 2009S 96575-6 – 70,0 шт., 09S 96510-12 – 86,8 шт., 09S 83210-08 – 84,7 шт.,

09S 83259-13 – 76,4 шт., 09S 83251-21 – 78 шт., 09S 83253-04 – 73,1 шт., ILL 7947 – 70,0 шт., ILL 4400 – 72,4 шт., 2009S 96578-1 – 87,2 шт.

**Таблиця 3**

Коефіцієнт кореляції врожайності та кількісних ознак сочевиці (2020–2022 рр.)

Ознака	Урожайність, г/м <sup>2</sup>	Висота рослини, см	Висота прикріплення нижнього бобу, см	Кількість бобів на рослині, шт.	Кількість насінин на рослині, шт.	Ширина бобу, мм	Довжина бобу, мм	Кількість насіння в бобі, шт.	Маса насіння з рослини, г
Висота рослин, см	0,46	–	–	–	–	–	–	–	–
Висота прикріплення нижнього бобу, см	<b>0,53</b>	<b>0,67</b>	–	–	–	–	–	–	–
Кількість бобів на рослині, шт.	0,02	0,02	-0,04	–	–	–	–	–	–
Кількість насінин на рослині, шт.	0,02	-0,02	0,01	<b>0,84</b>	–	–	–	–	–
Ширина бобу, мм	0,24	0,36	0,41	0,04	0,09	–	–	–	–
Довжина бобу, мм	0,00	0,23	0,22	-0,03	-0,14	<b>0,52</b>	–	–	–
Кількість насіння в бобі, шт.	0,21	0,14	0,11	0,21	0,33	0,10	-0,05	–	–
Маса насіння з рослини, г	0,19	0,37	0,22	<b>0,76</b>	<b>0,66</b>	0,37	0,26	0,36	–
Маса 1000 насінин	0,14	<b>0,71</b>	0,42	0,04	0,02	<b>0,53</b>	0,41	-0,03	-0,49

*Примітки:* при значенні коефіцієнта кореляції від 0,10 до 0,29 зв'язок оцінюють як слабкий; від 0,30 до 0,49 – помірний; від 0,50 до 0,69 – значний; від 0,710 до 0,89 – тісний; 0,90 і вище – дуже тісний.

Залежно від кількості насіння в бобі зразки були розподілені на відповідні групи. Найбільшу частку становила група зразків із середньою кількістю (1,1–2,0 шт.) насінин у бобі – 96,5 %, і значно меншу частку – група із малою кількістю (лише по одній насінині) – 3,5 %. Залежно від року вивчення кількість насінин у бобі варіювала від 1,2 до 2,1 шт. і в середньому становила 1,9 штуки. По 3 насінини у бобі формували зразки: 2009S 96501-5, 2009S 96101-5.

Довжина бобу в середньому за роки вивчення була в межах від 14 до 19 мм, розмах варіації становив 5 мм, спостерігалася слабка варіабельність (коефіцієнт варіації – 6,7 %). Найдовші боби зафіксовано у зразків ILL 7947 – 19 мм, 09S 96504-02 і 09S 96102-08 – по 18 мм. Ширина бобу у зразків сочевиці становила в середньому 7 мм. Виділено 23 зразки (65,7 %), які мали ширину бобу на рівні 4–7 мм., а 9 зразків (25,7 %) – на рівні 8–10 мм. Найширші боби зафіксовано у зразків 09S 96102-08 – 11 мм, 2009S 96575-6 – 11 мм, 2009S 96101-5 – 11 мм.

Варто зазначити, що колір зерна сочевиці є важливим параметром якості, оскільки він впливає на сприйняття споживачами і, отже, на вартість продукту із сочевиці [23]. Весь матеріал сочевиці, який вивчали, мав світле забарвлення насінневої оболонки та опуклу форму насінин.

Урожайність сочевиці залежить від продуктивності її рослин, яка, зі свого боку, зумовлює взаємодію низки показників структури врожаю. Одним із таких елементів є маса 1000 насінин, яка значною мірою визначає продуктивність сорту, а також є важливим компонентом, що характеризує продовольчі переваги сорту [24].

У середньому за роки вивчення маса 1000 насінин варіювала в межах від 29,96 до 64,72 грама. Найбільшу частку становить група зразків із середньою масою 1000 насінин 41–60 г – 22 зразки,

що становить 62,9 % від їх загальної кількості. До другої групи із малою масою 21–40 г віднесено 11 зразків (31,4 %), і 2 зразки – до групи з великим насінням (61–80 г) – 9,7 %. Найбільш крупне насіння формують зразки: ILL 4400 – 64,1 г, 2009S 96578-1 – 51,9 г, ILL 7947 – 64,9 г, 2009S 96568-1 – 58,3 г, 09S 96506-08 – 54,1 грама.

Встановлено, що маса 1000 насінин має негативний кореляційний зв'язок із кількістю насіння в бобі ( $r = -0,03$ ), що унеможливує проведення селекційної роботи одночасно на підвищення рівня обох цих показників. Тому селекцію сортів сочевиці потрібно вести на збільшення кількості насіння в бобі при збереженні маси 1000 насінин на одному рівні.

Продуктивність однієї рослини в середньому за роки вивчення у досліді становила 2,04 грама. Встановлено, що найбільшу частку має група зразків із середньою продуктивністю від 71 до 100 % відносно до стандарту – 12 зразків (34,3 %); друга, менша, група з масою 50–70 % – 10 зразків (28,6 %); наступною за кількістю є група з дуже високою масою ( $> 101$  %) – 9 зразків (25,7 %). Низьку масу зерна з однієї рослини ( $< 40$  %) мали 4 зразки (11,4 %).

У середньому за роки вивчення найбільш продуктивними були такі зразки: 2009S 96575-6 – 3,0 г, ILL 7947 – 4,5 г, 09S 83210-08 – 3,3 г, 09S 83251-21 – 2,9 г, 2009S 96578-1 – 2,8 г, ILL 919 – 2,6 г, 09S 83253-04 – 2,8 г, 2009S 96101-5 – 2,6 грамів. Наші дослідження свідчать, що продуктивність рослини має суттєвий позитивний зв'язок з кількістю бобів на рослині ( $r = 0,76$ ) та кількістю насінин з рослини ( $r = 0,66$ ).

Серед вивченого набору зразків сочевиці виділено зразки за комплексом господарсько-цінних ознак, що можуть бути використані як джерела у практичній селекції зі створення нових сортів сочевиці з необхідними показниками (таблиця 4).

Таблиця 4

Зразки сочевиці, виділені за комплексом господарсько-цінних ознак (2020–2022 рр.)

Назва зразка	Урожайність, г/м <sup>2</sup>	Висота, см		Кількість насіння, шт.		Маса насіння з рослини, г	Маса 1000 насінин, г	Тривалість періоду вегетації, діб
		рослин	прикріплення нижнього бобу	з рослини	у бобі			
Лінза, ст.	112	39,8	22,0	57,4	70,5	2,5	61,6	89
2009S 96511-3	114	30,2	12,6	46,2	72,4	2,4	44,6	87
2009S 96101-2	117	29,2	12,4	46,4	72,8	1,7	40,0	82
2009S 96575-6	120	32,4	14,0	45,0	70,0	3,0	50,6	87
2009S 96568-1	132	32,8	12,4	33,6	47,2	2,2	58,3	84
ILL 919	113	31,4	12,6	37,8	55,6	2,6	52,0	87
09S 96510-12	114	31,2	15,0	62,0	86,8	2,3	46,5	84
09S 83210-08	167	30,6	16,6	62,2	84,7	3,3	40,1	84
09S 83259-13	121	30,2	16,8	48,2	76,4	2,5	41,9	87
09S 96506-08	103	33,0	13,8	30,2	36,2	1,7	54,1	84
2009S 96101-5	142	30,2	14,0	48,4	68,8	2,6	42,3	87
09S 83251-21	147	27,8	10,8	74,0	78,0	2,9	43,0	84
09S 83253-04	132	28,8	12,0	58,2	73,1	2,8	54,0	87
ILL 7947	146	33,2	16,6	60,0	70,0	4,5	64,7	89
ILL 4400	114	32,0	15,2	36,2	72,4	2,3	64,1	89
2009S 96501-5	115	30,4	16,8	39,6	63,2	2,1	42,3	87
2009S 96578-1	113	32,6	14,4	48,6	87,2	2,8	51,9	87

Виділені зразки перевищують стандарт Лінза за масою насіння з рослини (на 2–80 %), кількості бобів на рослині (на 2–30 %) та кількості насінин з бобу (на 3–30 %). Також переважна більшість зразків (80,3 %) має меншу тривалість вегетаційного періоду або на рівні стандарту.

### Висновки

За результатами досліджень проаналізовані зразки сочевиці, що мають походження з Лівану, за параметрами технологічності, продуктивністю та її складовими елементами. Визначено, що до найменш варіабельних ознак належать «тривалість періоду сходи–цвітіння» та «тривалість періоду сходи–дозрівання», а до найбільш варіабельних – «маса насіння з рослини», «кількість бобів на рослині» та «кількість насінин на рослині». Найбільш тісним позитивним є кореляційний зв'язок між ознаками «висота рослини» і «висота прикріплення нижнього бобу» ( $r = 0,67$ ), між «продуктивністю» і «кількістю бобів на рослині» ( $r = 0,76$ ) та між «продуктивністю» та «кількістю насінин з рослини» ( $r = 0,84$ ).

В умовах південної частини Лісостепу України дослідні зразки сочевиці формували врожай зерна від 77 до 167 г/м<sup>2</sup>. Показники продуктивності рослини були високими завдяки як підвищеній кількості насінин, так і кількості бобів на рослині.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні продуктивності сочевиці залежно від передпосівної обробки насіння та мінерального живлення в умовах південної частини зони Лісостепу України.

### Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

### References

- Kulinich, O., Kandaurova, K., & Kobos, I. (2021). Study of lentil varieties from Canada and Turkey in the northern steppe of Ukraine. *Genetični Resursi Roslin (Plant Genetic Resources)*, 29, 20–28. <https://doi.org/10.36814/pgr.2021.29.02>
- Klysha, A. I., Kulinich, O. O., & Korzh, Z. V. (2017). Vzaimozv'язok oznak produktyvnosti u sochevytsi. *Zernovi Kultury*, 1 (1), 6–20. [in Ukrainian]
- Didur, I., & Korshevnyuk, S. (2021). Formation of a symbiotic apparatus of lentil depending on inoculation and processing of seeds with microelements. *Agriculture and Forestry*, 4, 52–66. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-4-5>
- Klysha, A. I., Kulinich, O. O., & Korzh, Z. V. (2016). Pokaznyky produktyvnosti sochevytsi ta yii selektsiia. *Zernovi Kultury*, 10, 20–36. [in Ukrainian]
- Orehivskiy, V. D., Sichkar, V. I., Ovsiannykova, L. K., Mamatov, M. O., & Solomonov, R. V. (2017). Sochevytsia – dzherelo roslinnoho bilka. *Zernovi Produkty i Kombikormy*, 17 (4), 22–30. [in Ukrainian]
- Prajapati, A., Singh, R. P., Kumar, B., & Kewat, R. N. (2020). Physical and biochemical studies of lentil (*Lens culinaris* Medik.) varieties. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 11, 20–27.
- Kumar, S. K., Barpete, S., Kumar, J., Gupta, P., & Sarker, A. (2013). Global lentil production: constraints and strategies. *SATSA Mukhapatra – Annual Technical*, 17, 1–13.
- Plaza, J., Morales-Corts, M. R., Pérez-Sánchez, R., Revilla, I., & Vivar-Quintana, A. M. (2021). Morphometric and nutritional characterization of the main spanish lentil cultivars. *Agriculture*, 11 (8), 741. <https://doi.org/10.3390/agriculture11080741>
- Sichkar, V., Kryvenko, A., & Solomonov, R. (2020). Lentil in world and Ukraine: current state and prospects. *Journal of Native and Alien Plant Studies*, 16, 178–193. <https://doi.org/10.37555/2707-3114.16.2020.219830>
- Vus, N. A., Bezuglaya, O. N., Kobzyeva, L. N., Bozhko, T. N., Vasilenko, A. A., & Shelyakina, T. A. (2020). A feature collection of lentil (*Lens culinaris* Medik.) by nutritious value of seeds. *Plant Breeding and Seed Production*, 117, 25–36. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2020.206962>
- Kaale, L. D., Siddiq, M., & Hooper, S. (2022). Lentil (*Lens culinaris* Medik.) as nutrient-rich and versatile food legume: A review. *Legume Science*, 5 (2), Portico. <https://doi.org/10.1002/leg3.169>
- Kobzyeva, L. N., Bezhuhla, O. M., & Bozhko, T. M. (2008). Analiz natsionalnoi kolektsii sochevytsi Ukrainy za prydatnistiu zrazkiv do mekhanizovanoho zbyrannia urozhaiu. *Henetychni Resursy Roslyn*, 5, 132–136. [in Ukrainian]

13. Barrios, A., Aparicio, T., Rodríguez, M. J., Pérez de la Vega, M., & Caminero, C. (2016). Winter sowing of adapted lines as a potential yield increase strategy in lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Spanish Journal of Agricultural Research*, 14 (2), e0702. <https://doi.org/10.5424/sjar/2016142-8092>
14. Reda, A. (2015). Lentil (*Lens culinaris* Medikus) current status and future prospect of production in Ethiopia. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 2 (2), 45–53. <https://doi.org/10.15406/apar.2015.02.00040>
15. Choukri, H., Hejjaoui, K., El-Baouchi, A., El haddad, N., Smouni, A., Maalouf, F., Thavarajah, D., & Kumar, S. (2020). Heat and drought stress impact on phenology, grain yield, and nutritional quality of lentil (*Lens culinaris* Medikus). *Frontiers in Nutrition*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.596307>
16. Sichkar, V. I., Orekhovsky, V. D., Kryvenko, A. I., Mamatov, N. A., & Solomonov, R. V. (2018). Osoblyvosti biologii rozvytku sochevtsi. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 1, 190–203. [in Ukrainian]
17. Kobzyieva, L. N., Bezuhla, O. M., Sylenko, S. I., Kolotylov, V. V., Sokol, T. V., Dokukina, K. I., Vasylenko, A. O., Bezuhlyi, I. M., & Vus, N. O. (2016). *Metodychni rekomendatsii z vyvchennia henetychnykh resursiv zernobovykh kultur*. Kharkiv: NAAN, Instytut roslynnytstva im. V. Ya. Yurieva [in Ukrainian]
18. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy zernobovykh ta krupianykh na vidminnist, odnorodnist i stabilnist* (2-he vydannia vypravlene i dopovnene). Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian]
19. Kyrychenko, V. V., Kobzyieva, L. N., Petrenkova, V. P., Riabchun, V. K., Bezuhla, O. M., & Markova, T. Yu. (2009). *Identyfikatsiia oznak zernobovykh kultur (kvasolia, nut, sochevtsia): navchalnyi posibnyk*. Kharkiv: IR im. V. Ia. Yurieva UAAN [in Ukrainian]
20. Vitko, G. I. (2017). Izuchenie ishodnogo materiala ovoschnogo goroha po kompleksu hozyaystvenno poleznykh priznakov. *Vestnik Belorusskoy Gosudarstvennoy Selskohozyaystvennoy Akademii*, 3, 57–62 [in Russian]
21. Sorokina, I. Yu., & Kumacheva, V. D. (2022). Izuchenie kolleksiionnykh obraztsov chechevitsy dlya sozdaniya novykh sortov v usloviyakh yuga Rossii. *Mezhdunarodnyy Nauchno-Issledovatel'skiy Zhurnal*, 1 (115), 140–142. [in Russian]
22. Semenova, E. V., & Sobolev, D. V. (2009). Produktivnost obraztsov goroha (*Pisum sativum* L.) iz kolleksii VIR v usloviyakh Leningradskoy oblasti. *Trudy po Prikladnoy Botanike, Genetike i Selekcii*, 166, 242–249. [in Russian]
23. Shahin, M. A., & Symons, S. J. (2001). A machine vision system for grading lentils. *Canadian Biosystems Engineering*, 43, 7–14.
24. Kholod, S. M., Kuzmyshyna, N. V., Tryhub, O. V., & Kirian, V. M. (2023). Characteristics of introduced lentil varieties (*Lens culinaris* Medik.) in the Southern Forest Steppe zone of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 19 (2), 72–80. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.19.2.2023.282548>

#### ORCID

- S. Kholod  <https://orcid.org/0000-0002-2443-0879>  
 O. Chetveryk  <https://orcid.org/0000-0002-1986-1316>  
 V. Liashenko  <https://orcid.org/0000-0003-0177-6209>



2023 Kholod S. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.