



УДК 635.652:631.527:631.559(477.4)  
DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.16.2026.28>

## ГЕНОТИПОВА ЗУМОВЛЕНІСТЬ ФОРМУВАННЯ ГЕНЕРАТИВНИХ ОРГАНІВ І ВРОЖАЙНОЇ СТРУКТУРИ СОРТІВ КВАСОЛІ ОВОЧЕВОЇ В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Н. В. Яценко<sup>1</sup>, І. С. Луценко<sup>2</sup>

Дослідження полягало у встановленні закономірностей генотипової зумовленості формування генеративних органів і врожайної структури сортів квасолі овочевої (*Phaseolus vulgaris* L.) різних сортотипів у Лісостепу України, а також оцінка мінливості основних морфометричних і продуктивних показників у 2024–2025 рр. Дослідження проводили у 2024–2025 рр. в умовах Лісостепу України на посівах квасолі овочевої та класичних сортів типу флажеоль. У процесі досліджень оцінювали формування генеративних органів (кількість квіток, зав'язей і збережених бобів), індивідуальну продуктивність рослин, масу бобів-лопаток, масу насіння (флажеоль), масу одного боба, кількість зерен у бобі, масу 1000 зерен та натуру зерна. Встановлено істотну диференціацію сортів за показниками репродуктивного розвитку та врожайної структури. У середньому на рослині формувалося 27,73 квітки, 21,10 зав'язаного та 14,88 збереженого боба, що підтверджує закономірність поетапної редукції генеративних органів. Традиційні сорти характеризувалися вищою генеративною активністю (26–31 квітка/росл.), ефективнішим зав'язуванням (>70 %) та більшою стабільністю формування врожаю. Сортотип флажеоль формував децю меншу кількість квіток, проте відзначався формуванням масивніших бобів і крупнішого насіння. Середня маса одного боба становила 5,95 г, кількість зерен – 8,95 шт. Маса 1000 зерен варіювала від 148,5 до 234,0 г, натура зерна – від 564 до 712 г/л. Розраховані коефіцієнти варіації основних показників свідчать про переважну роль генотипових факторів у формуванні врожайної структури. Формування генеративних органів і продуктивності квасолі овочевої значною мірою визначається генотиповими особливостями сортів. Традиційні сорти характеризуються вищою стабільністю реалізації генеративного потенціалу, тоді як сортотип флажеоль формує крупніше насіння та більш масивні боби за підвищеною варіабельністю показників. Перспективи досліджень. Подальші дослідження доцільно спрямувати на вивчення взаємодії генотип × середовище та адаптивного потенціалу сортів квасолі різних сортотипів у контексті кліматичних змін.

**Ключові слова:** флажеоль, квітка, боб, маса 1000 зерен, натура.

<sup>1</sup> доктор сільськогосподарських наук, професор,  
завідувач кафедри овочівництва  
(Уманський національний університет, м. Умань)  
e-mail: vorob2807@gmail.com  
ORCID: 0000-0003-3752-314X

<sup>2</sup> здобувач освітньо-наукового ступеня доктор філософії кафедри рослинництва  
(Уманський національний університет, м. Умань)  
e-mail: igorlisogor10@gmail.com  
ORCID: 0009-0001-1966-5091

## GENOTYPIC DETERMINATION OF THE FORMATION OF GENERATIVE ORGANS AND YIELD STRUCTURE OF VEGETABLE BEAN VARIETIES IN THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE

N. V. Yatsenko, I. S. Lutsenko

The study aimed to establish patterns of genotypic determination of the formation of generative organs and yield structure in vegetable bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties of different varietal types in the Forest-Steppe of Ukraine, as well as to assess the variability of the main morphometric and productivity indicators during 2024–2025. The research was conducted in 2024–2025 under the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine using vegetable bean varieties and classical flageolet-type cultivars. The formation of generative organs (number of flowers, pods set, and pods retained), individual plant productivity, pod weight, seed weight (flageolet), weight of a single pod, number of seeds per pod, thousand-seed weight, and seed bulk density were evaluated. Significant differentiation among varieties was established in terms of reproductive development and yield structure indicators. On average, 27.73 flowers, 21.10 pods set, and 14.88 pods retained per plant were formed, confirming the pattern of gradual reduction of generative organs during ontogenesis. Traditional varieties were characterized by higher generative activity (26–31 flowers per plant), more efficient pod set (>70%), and greater stability of yield formation. The flageolet type produced slightly fewer flowers but formed larger pods and bigger seeds. The average weight of one pod was 5.95 g, with 8.95 seeds per pod. Thousand-seed weight ranged from 148.5 to 234.0 g, while seed bulk density varied from 564 to 712 g/L. Calculated coefficients of variation for the main indicators indicate the predominant role of genotypic factors in the formation of yield structure. The formation of generative organs and productivity of vegetable beans is largely determined by the genotypic characteristics of the varieties. Traditional varieties are characterized by higher stability in the realization of their generative potential, whereas the flageolet type forms larger seeds and more massive pods but exhibits greater variability of the indicators. Research prospects. Further studies should focus on investigating genotype × environment interactions and the adaptive potential of bean varieties of different varietal types under conditions of climate change.

**Key words:** flageolet, flower, pod, weight of 1000 seed, seed bulk density.

### Вступ

Квасоля овочева (*Phaseolus vulgaris* L.) є однією з провідних зернобобових культур світового та вітчизняного овочівництва, що поєднує високу харчову цінність із здатністю до біологічної фіксації атмосферного азоту та адаптації до різних ґрунтово-кліматичних умов. За даними FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023), культура стабільно входить до переліку стратегічно важливих зернобобових у системах продовольчої безпеки, що обумовлює зростання інтересу до поглибленого вивчення механізмів формування її продуктивності (Meza-Maicelo et al., 2025, Antova et al., 2026).

У структурі врожаю квасолі визначальну роль відіграє формування генеративних органів, яке є результатом складної інтеграції генотипових особливостей і агроекологічних факторів. Репродуктивний розвиток *Phaseolus vulgaris* характеризується поетапною редукацією генеративних структур – від квіток до зав'язей і зрілих бобів – що зумовлено конкуренцією за асиміляти, гормональною регуляцією та реакцією на стресові чинники середовища (Vamber et al., 2024,

Gosgot Angeles et al., 2025). Умови Лісостепу України, які відзначаються контрастністю температурного режиму та нерівномірністю вологозабезпечення у критичні фази онтогенезу, створюють специфічний фон для реалізації генетичного потенціалу сортів (Yatsenko et al., 2023).

Особливої актуальності набуває порівняльна оцінка традиційних овочевих (спаржевих) сортів і сортотипу флажеоль, який відзначається морфологічною та фізіологічною спеціалізацією щодо формування крупнішого насіння та специфічної структури бобів (Campos et al., 2021). Виявлення генотипово зумовлених відмінностей у формуванні врожайної структури, маси 1000 зерен, натури зерна, індивідуальної продуктивності та донорно-акцепторних взаємозв'язків має важливе значення для селекції, адаптивного сортовипробування та оптимізації технології вирощування культури в умовах змін клімату (Catarcione et al., 2023; Pérez et al., 2024).

Згідно з узагальненнями, представленими у наукових публікаціях (Lee et al., 2023), формування врожайної структури квасолі визначається послідовністю морфогенетич-

них процесів, у межах яких кількість квіток є переважно генетично контрольованою ознакою, тоді як ступінь їх редукції істотно залежить від умов середовища. Автори підкреслюють, що співвідношення між потенційною та реалізованою кількістю бобів є інтегральним показником ефективності донорно-акцепторних зв'язків. Подальший розвиток ці положення отримали у працях (El-Ghany et al., 2021; Romero-Astudillo et al., 2024), де наголошено на значній ролі генотип  $\times$  середовище (G $\times$ E) взаємодії у формуванні продуктивності. Дослідники встановили, що коефіцієнт варіації кількості бобів та маси насіння істотно зростає за умов температурного або водного стресу, що узгоджується з концепцією екологічної пластичності сортів.

У багатьох роботах (Desheva et al., 2022; Rogoch-Serifan et al., 2023; Nabibi et al., 2025) доведено, що різні морфотипи *Phaseolus vulgaris* характеризуються відмінностями в архітектоніці рослин і тривалості наливу насіння, що впливає на масу 1000 зерен та співвідношення між кількістю і масою бобів. Зокрема, великонасінні форми мають пролонгований період акумуляції сухої речовини, проте демонструють більшу чутливість до дефіциту вологи.

За даними інших вчених (Bellucci et al., 2023; Losa et al., 2025), редукція частини генеративних органів є фізіологічно зумовленим процесом, який забезпечує оптимізацію навантаження на асиміляційний апарат. Це підтверджує, що збільшення кількості квіток не завжди корелює з підвищенням кінцевої врожайності, якщо донорно-акцепторний баланс є порушеним.

У вітчизняних публікаціях, зокрема в журналі Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин, відзначено, що в умовах Лісостепу України стабільність формування врожаю квасолі значною мірою залежить від погодних умов у період бутонізації та наливу бобів. Автори наголошують на необхідності добору сортів із підвищеною адаптивністю та вирівняністю морфометричних показників (Yatsenko et al., 2023).

В умовах Лісостепу України реалізація генетичного потенціалу значною мірою визначається гідротермічними умовами періоду цвітіння та наливу. Таким чином, результати власних досліджень узгоджуються з сучасними концепціями фізіології продуктивності квасолі та доповнюють їх регіонально специфічними даними щодо генотипової зумовленості формування гене-

ративних органів і врожайної структури сортів різних сортотипів у Лісостепу України.

Мета дослідження полягала у встановленні закономірностей генотипової зумовленості формування генеративних органів і врожайної структури сортів квасолі овочевої різних сортотипів у Лісостепу України впродовж 2024–2025 рр. з урахуванням статистичних параметрів мінливості ознак та їхньої екологічної пластичності.

#### **Матеріал та методи**

Дослідження проводили на дослідних ділянках навчально-виробничого відділу Уманського національного університету у 2024–2025 рр., з географічними координатами за Грінвічем 48° 46' північної широти, 30° 14' східної довготи і висотою над рівнем моря 245 м.

Дослідна ділянка розташована в зоні помірно-континентального клімату. У 2024 році вегетаційний період характеризувався посушливими умовами: кількість опадів становила 153,1 мм, що майже у 1,8 рази менше, ніж у 2025 році (275,2 мм). Опади розподілялися нерівномірно: достатнє зволоження спостерігалось у квітні та червні, тоді як у травні, липні та серпні відзначався значний дефіцит вологи в критичні фази росту та формування бобів. Поєднання високих температур і недостатнього зволоження спричинило водний стрес рослин, прискорення розвитку та зниження врожайності. У 2025 році опади були більш рясними й рівномірно розподіленими, особливо у травні та липні, що збігалось з фазами активного росту та бобоутворення. Помірний температурний режим і достатнє зволоження створили сприятливі умови для росту та формування врожаю.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий.

Схема досліду: сорти квасолі овочевої, що занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні – Лаура st, Апекс, Бергголд, Каннеліно, Сакса, Супернано джалло, Топкроп та інтродуковані класичні сорти типу флажеоль – Chevriert Vert, Elsa, Flambeau та Flamingo. За стандарт брали сорт Лаура, оскільки він був найбільш апробованим.

Закладання дослідів виконували методом рендомізації (Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві, 2001). Повторність досліду – чотириразова. Площа дослідної ділянки 10 м<sup>2</sup>. Посів насіння квасолі проводили за схемою 45 $\times$ 10 см (22200 шт./га). Попередник – часник озимий.

У дослідженні оцінювали формування генеративних органів (кількість квіток, зав'язей і збережених бобів), індивідуальну продуктивність рослин, масу бобів-лопаток, масу насіння (флажеоль), масу одного боба, кількість зерен у бобі, масу 1000 зерен та натуру зерна за загальноприйнятими методами (Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві, 2001; ДСТУ, 2007; ДСТУ, 2002)

Статистичну обробку отриманих результатів проводили з розрахунком середнього арифметичного ( $\bar{x}$ ) стандартного відхилення (SD), розрахованого за допомогою Microsoft Excel 2024 StatPlus.

### Результати

Аналіз формування генеративних органів квасолі овочевої (*Phaseolus vulgaris* L.) у 2024–2025 рр. засвідчив істотні відмінності між сортотипами за інтенсивністю цвітіння, рівнем зав'язування та збереженням бобів до технічної стиглості, що відображає взаємодію генетичних особливостей і екологічних чинників у регуляції репродуктивного розвитку. У середньому по досліді сформувалося 27,73 квітки, 21,10 зав'язаного та 14,88 збереженого боба на рослину, що свідчить про поетапну редукцію генеративних структур у процесі онтогенезу.

Традиційні сорти характеризувалися вищою генеративною активністю (26–31 квітка/росл.) і ефективністю зав'язування (>70 %, у сорту Бергголд – до

87 %), а також кращою збереженістю бобів (до 80 %), що вказує на збалансованість морфологічної організації та ефективне забезпечення репродуктивних органів асимілятами. Сортотип флажеоль формував дещо меншу кількість квіток (25–31 шт./росл.), проте окремі сорти (Elsa, Flambeau) відзначалися високою реалізацією потенціалу зав'язування. Водночас Chevrier Vert і Flamingo демонстрували нижчу збереженість бобів (10–12 шт./росл.), що може бути пов'язано з підвищеною чутливістю до температурного та водного режимів у період формування зав'язей (рис. 1).

Коефіцієнт варіації для кількості квіток становив 9 %, для зав'язаних бобів – 15 %, для збережених – 24 %, що свідчить про зростання впливу абіотичних факторів на пізніших етапах формування врожайної структури. Отже, традиційний сортотип забезпечує вищу стабільність реалізації генеративного потенціалу, тоді як флажеоль характеризується більшою варіабельністю та спеціалізацією на якості продукції, що обґрунтовує диференційований підхід до добору сортів залежно від умов вирощування та напряму використання.

Аналіз індивідуальної продуктивності квасолі овочевої (*Phaseolus vulgaris* L.) у 2024–2025 рр. засвідчив істотну залежність формування маси товарної продукції від сортотипу та генетично зумовлених особливостей реалізації генеративного потенціалу.

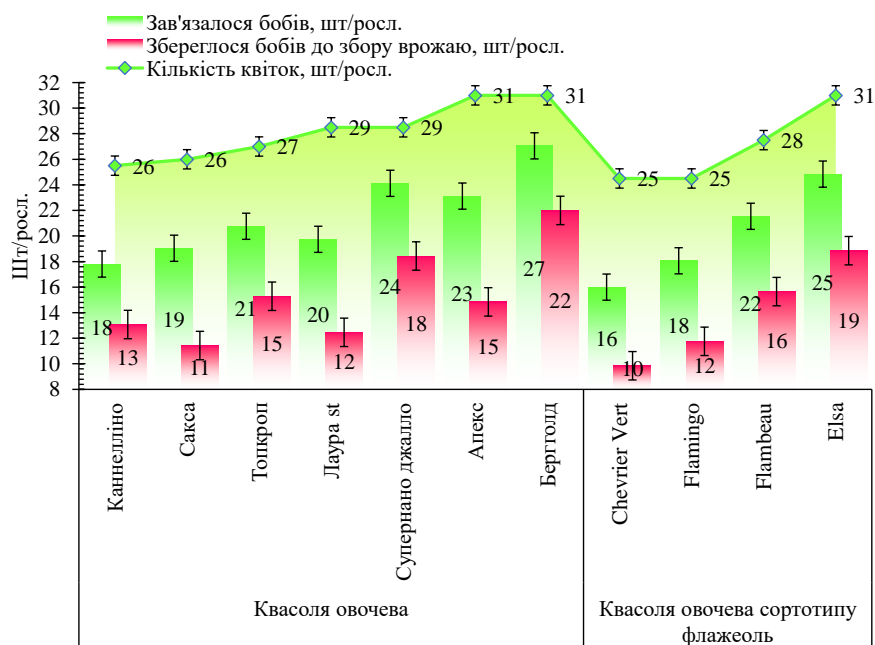


Рис. 1. Формування генеративних органів квасолі овочевої, 2024–2025 роки

У середньому маса бобів-лопаток становила 86,29 г/росл., маса флажеоль – 49,19 г/росл., що відображає відмінності у спрямованості донорно-акцепторних відносин і розподілі асимілятів залежно від господарського використання сорту (рис. 2).

У групі традиційних сортів варіювання індивідуальної продуктивності було ширшим: маса бобів-лопаток змінювалася від 51,31 до 128,41 г/росл., маса флажеоль – від 22,73 до 62,28 г/росл. Найвищі показники відзначено у сортів Бергголд, Супернано джалло, Топкроп і Апекс, що свідчить про їхню підвищену здатність до накопичення й ефективного перерозподілу пластичних речовин. Натомість Лаура st і Каннелліно характеризувалися нижчою продуктивністю, ймовірно через обмеження фотосинтетичної активності або скорочений період наливу.

Сортотип флажеоль вирізнявся більш вирівняними показниками (68,82–102,64 г/росл. для бобів-лопаток і 55,25–68,06 г/росл. для флажеоль). Найпродуктивнішим був сорт Elsa, який поєднував інтенсивне накопичення генеративної маси зі збалансованими донорно-акцепторними відносинами. Менш продуктивні Chevriert Vert і Flamingo демонстрували стабільну, але помірну реалізацію потенціалу.

Коефіцієнт варіації становив 25 % для маси бобів-лопаток і 27 % для маси фла-

жеоль, що підтверджує вагомий вплив генотипу й умов вирощування на процеси продуктоутворення. Вища мінливість насінневої маси свідчить про більшу чутливість наливу до стресових факторів. Отже, традиційні сорти характеризуються високою потенційною продуктивністю за підвищеної пластичності, тоді як флажеольні форми – стабільністю та консервативнішою стратегією формування врожаю, що обґрунтовує їх диференційоване використання залежно від рівня агротехнології та спеціалізації виробництва.

Аналіз динаміки маси одного боба-лопатки та кількості зерен у бобі квасолі овочевої у 2024–2025 рр. засвідчив істотну диференціацію показників залежно від сортотипу та генотипових особливостей. У середньому по досліді маса одного боба становила 5,95 г, кількість зерен – 8,95 шт./боб, що характеризує рівень реалізації репродуктивного потенціалу культури в умовах років досліджень.

У групі традиційної квасолі овочевої маса боба варіювала в межах 4,02–6,63 г, а кількість зерен – 8–11 шт./боб. Мінімальну масу зафіксовано у сорту Лаура st, максимальну – у Топкроп, що свідчить про виражену генотипову мінливість інтенсивності наливу генеративних органів. Сорти Супернано джалло і Топкроп поєднували відносно високу масу боба з підвищеною кількістю зерен, що вказує на ефективну координа-

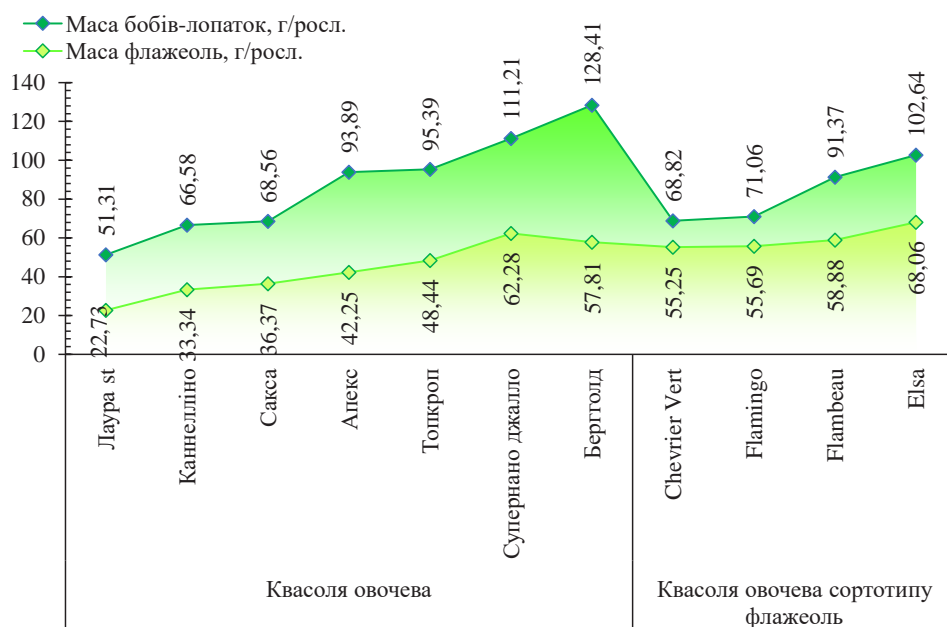


Рис. 2. Динаміка індивідуальної продуктивності рослин квасолі овочевої, 2024–2025 роки

цію процесів закладання та асиміляційного забезпечення насіння.

Сортотип флажеоль характеризувався вужчим діапазоном варіювання маси боба (5,56–7,04 г) за кількості зерен 8–11 шт./біб. Найбільшу масу формували Chevrier Vert, найменшу – Elsa; максимальну насінневу насиченість відзначено у Flamingo. Загалом флажеольні форми формували більш масивні та морфологічно вирівняні боби, тоді як істотних систематичних відмінностей за кількістю зерен між групами не виявлено (рис. 3).

Коефіцієнт варіації становив 13 % для маси боба і 12 % для кількості зерен (SD – 0,78 г і 1,08 шт.), що свідчить про помірну мінливість ознак і домінування генетичної детермінації над короткочасними екологічними флуктуаціями. Отже, традиційні сорти більшою мірою реалізують стратегію підвищення насінневої насиченості, тоді як сортотип флажеоль – оптимізації маси окремого боба та стабільності морфометричних показників, що має враховуватися при доборі сортів за напрямом використання.

У 2024–2025 рр. встановлено істотну диференціацію маси 1000 зерен і натури зерна залежно від сортотипу квасолі овочевої. У групі традиційних сортів маса 1000 зерен варіювала від 148,5 г (Лаура) до 180,5 г (Супернано джалло), розмах становив 32,0 г (21,5 %), що свідчить про помірну внутрішньогрупову мінливість. У сортотипі флажеоль варіація була значно вищою – 172,0–234,0 г (Flamingo–Elsa), розмах 62,0 г (36,0 %), що вказує на більш контрастну

генетичну детермінацію крупності насіння. Усі флажеольні сорти перевищували стандарт Лаура на 15,8–57,6 % (рис. 4).

Середнє значення маси 1000 зерен становило 179,6 г (SD = 25,87 г; CV = 14 %), що характеризує ознаку як середньо варіабельну та переважно генотипово зумовлену. Найвищі показники зафіксовано у Flambeau (215,5 г) та Elsa (234,0 г), що свідчить про реалізацію потенціалу формування крупного зерна.

Натура зерна демонструвала зворотну тенденцію: у традиційних сортів вона була вищою (644–712 г/л), ніж у флажеольних (564–680 г/л). Загальне середнє становило 663 г/л (CV = 6 %), що вказує на високу стабільність показника. Виявлено негативну асоціацію між крупністю та натурою зерна, що відображає компроміс між об'ємом і щільністю насіння. Традиційні сорти формують більш компактне зерно, тоді як флажеоль – крупніше, але менш щільне, що важливо для селекційної та технологічної оцінки.

### Обговорення

Отримані дані щодо значно вищого рівня генеративної активності у традиційних овочевих сортів квасолі щодо кількості квіток і коефіцієнта трансформації квіток у зав'язі узгоджуються з висновками інших вчених (Geleta et al., 2024), які показали, що генотипові особливості значною мірою визначають загальну ефективність репродуктивного процесу у *Phaseolus vulgaris* при різних умовах вирощування (Geleta et al., 2024). У їхньому дослідженні генотипові відмінності в цвітінні й зав'язуванні були статис-

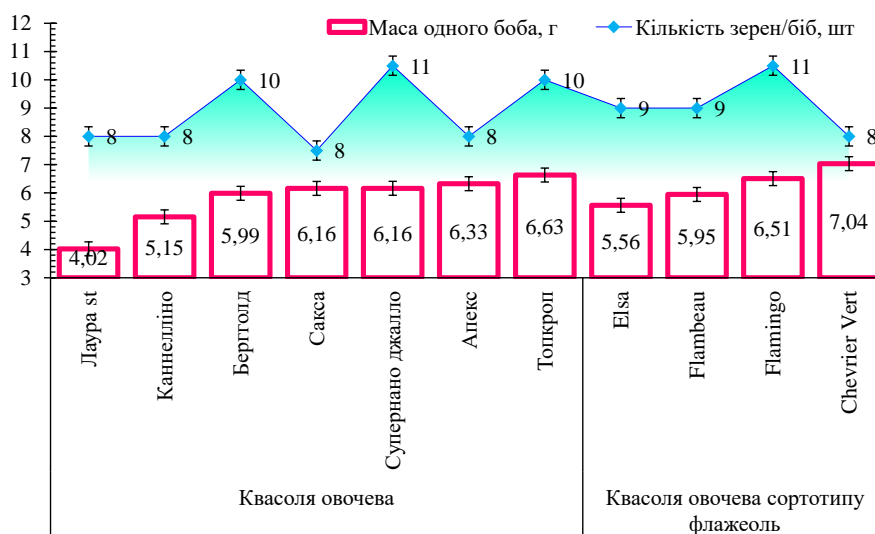


Рис. 3. Маса одного боба-лопатки квасолі овочевої та кількість зерен у бобі, 2024–2025 роки

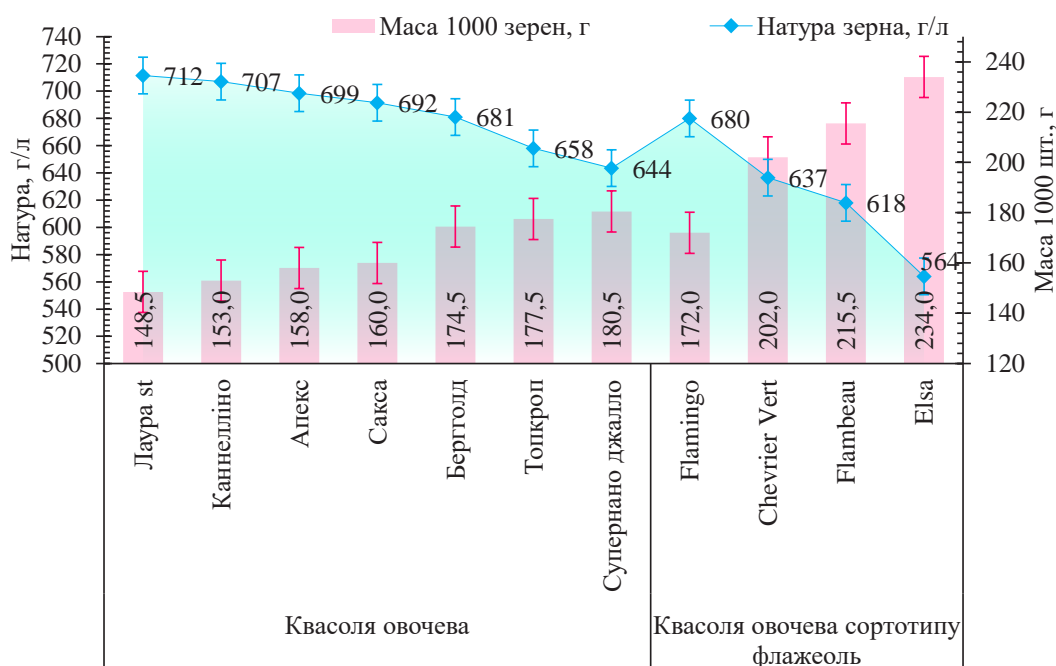


Рис. 4. Маса 1000 та натура сухого зерна квасолі овочевої, 2024–2025 роки

тично значущими, навіть за впливу абіотичних стресів.

У свою чергу група дослідників (Liu et al., 2022; Losa et al., 2025), виявили, що репродуктивні процеси у квасолі значно чутливі до температурного стресу, особливо у фазі цвітіння і запилення, що виражається у зміні коефіцієнту зав'язування та кількості збережених бобів. Схожа тенденція була також зафіксована у цьому дослідженні, де сортотип флажеоль демонстрував нижчу стабільність зав'язування, ймовірно внаслідок чутливішої реакції на температурні коливання (Lee et al., 2023).

Результати щодо поступового зниження кількості квіток → зав'язей → збережених бобів підтверджують загальновізану концепцію фізіологічної редукції репродуктивних органів (Lee et al. 2023). Автори визначили, що деякі етапи морфогенезу мають значну ймовірність втрат, особливо при обмеженому донорно-акцепторному балансі, що виражається як зниження репродуктивної ефективності.

Вченими з'ясовано, що максимальна кількість квіток і зав'язей не гарантує пропорційного збільшення кінцевої врожайності бобів, оскільки частина генеративних структур може бути відкинута під впливом абіотичних обмежень та конкуренції за асиміляти (Romero-Astudillo et al., 2024).

Висока варіабельність продуктивних показників у традиційних сортах та більша

стабільність у флажеольних формах підтверджує диференційовані адаптаційні стратегії.

#### Висновки

У 2024–2025 рр. в умовах Лісостепу України встановлено виражену генотипову зумовленість формування генеративних органів і врожайної структури квасолі овочевої (*Phaseolus vulgaris* L.). Виявлено статистично обґрунтовану диференціацію між традиційними сортами та сортотипом флажеоль за інтенсивністю цвітіння, рівнем зав'язування, збереженістю бобів, індивідуальною продуктивністю та морфометричними показниками насіння.

Традиційні сорти характеризувалися вищою генеративною активністю та стабільністю формування врожаю, що свідчить про ефективні донорно-акцепторні взаємозв'язки й оптимальний баланс між вегетативним і репродуктивним ростом. Сортотип флажеоль формував масивніші боби та крупніше насіння, однак відзначався більшою варіабельністю реалізації потенціалу, що відображає стратегію оптимізації маси окремого органа за меншої їх кількості.

Встановлено аллометричну залежність між масою 1000 зерен і натурою: зі збільшенням крупності знижувалася насипна щільність. Отже, диференційований добір сортів є доцільним з урахуванням напряму використання та рівня агротехнології.

### Список використаної літератури

- ДСТУ 4138–2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Київ : Держстандарт України, 2003. 173 с.
- ДСТУ ЕЭК ООН FFV-06:2007. Квасоля. Настанови щодо постачання і контролювання якості. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2007. 24 с.
- Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / за ред. Г. Л. Бондаренка, К. І. Яковенка. Харків : Основа, 2001. 369 с.
- Antova G., Stoilova T., Chavdarov P. Nutritional Value and Bioactive Lipid Constituents in Seeds of *Phaseolus* Bean Cultivated in Bulgaria. *AppliedChem*. 2026. Vol. 6. No 1. P. 4. <https://doi.org/10.3390/appliedchem6010004>
- Bamber N., Arulnathan V., Puddu L. та ін. Life Cycle Inventory and Assessment of Canadian Faba Bean and Dry Bean Production. *Sustainable Production and Consumption*. 2024. Vol. 46. P. 442–459. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.02.034>
- Bellucci E., Benazzo A., Xu C. та ін. Selection and adaptive introgression guided the complex evolutionary history of the European common bean. *Nature Communications*. 2023. Vol. 14. P. 1908. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37332-z>
- Campos K., Schwember A. R., Machado D., Ozores-Hampton M., Gil P. M. Physiological and yield responses of green-shelled beans (*Phaseolus vulgaris* L.) grown under restricted irrigation. *Agronomy*. 2021. Vol. 11. P. 562. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030562>
- Catarcione G., Paolacci A. R., Alicandri E. та ін. Genetic Diversity and Population Structure of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Landraces in the Lazio Region of Italy. *Plants*. 2023. Vol. 12. No 4. P. 744. <https://doi.org/10.3390/plants12040744>
- Desheva G., Valchinova E., Deshev M. Ex-situ Conservation of PGR in the National Seed Genebank of Bulgaria – Past, Present and Future. *Bulgarian Journal of Crop Science*. 2022. Vol. 59. P. 3–8. [Електронний ресурс]. URL: <https://agriacad.eu/ojs/index.php/bjcs/article/view/1832/1703> (дата звернення: 06.03.2026).
- El-Ghany M. F. A., El-Kherbawy M. I., Abdel-Aal Y. A. та ін. Comparative Study between Traditional and Nano Calcium Phosphate Fertilizers on Growth and Production of Snap Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Plants. *Nanomaterials*. 2021. Vol. 11. No 11. P. 2913. <https://doi.org/10.3390/nano11112913>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAOSTAT statistical database. Rome : FAO, 2023. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.fao.org/faostat/> (дата звернення: 06.03.2026).
- Geleta R. J., Roro A. G., Terfa M. T. Phenotypic and Yield Responses of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Varieties to Different Soil Moisture Levels. *BMC Plant Biology*. 2024. Vol. 24. P. 242. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-04856-5>
- Gosgot Angeles W., Banda Martinez D., Barrena Gurbillón M. Á. та ін. Productivity and Morphological Adaptation of *Phaseolus vulgaris* L. in Agrivoltaic Systems with Different Photovoltaic Technologies: A Case Study in Chachapoyas, Amazonas, Peru. *Agronomy*. 2025. Vol. 15. No 3. P. 529. <https://doi.org/10.3390/agronomy15030529>
- Habibi S., Aryan S., Seerat A. Y., Saighani K., Haidari M. D. Maximizing Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Productivity Through Application of Organic and Inorganic Fertilizers in Alkaline Soil. *Applied Biosciences*. 2025. Vol. 4. No 2. P. 22. <https://doi.org/10.3390/applbiosci4020022>
- Lee Z., Kim S., Choi S. J. та ін. Regulation of Flowering Time by Environmental Factors in Plants. *Plants*. 2023. Vol. 12. P. 3680. <https://doi.org/10.3390/plants12213680>
- Liu C., Yang X., Yan Z., Liu D., Feng G. Identification and Characterization of a Mutant PV-PUR Gene Responsible for the Purple Phenotype of Snap Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *International Journal of Molecular Sciences*. 2022. Vol. 23. No 3. P. 1265. <https://doi.org/10.3390/ijms23031265>
- Losa A., Sala T., Toppino L. та ін. Genetic Diversity and Distinctiveness of Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Between Landraces and Formal Cultivars Supporting Ex Situ Conservation Policy: The Borlotti Case Study in Northern Italy. *Agronomy*. 2025. Vol. 15. No 4. P. 786. <https://doi.org/10.3390/agronomy15040786>
- Meza-Maicelo W., Balcázar-Zumaeta C. R., Santillan Culquimboz H. W., Oliva-Cruz M., Lozano-Isla F. Global Trends in Biotic and Abiotic Stress Mitigation Strategies for Common Bean: A Bibliometric Study. *International Journal of Plant Biology*. 2025. Vol. 16. No 4. P. 135. <https://doi.org/10.3390/ijpb16040135>
- Pérez R., Fernández C., Laca A., Laca A. Evaluation of Environmental Impacts in Legume Crops: A Case Study of PGI White Bean Production in Southern Europe. *Sustainability*. 2024. Vol. 16. No 18. P. 8024. <https://doi.org/10.3390/su16188024>

Poroch-Serițan M., Greculeac P. M., Dobrinu D. S. та ін. Chemical and Physical Characterization of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Landraces by North–North-Western Extremity of Romania. *Food and Environment Safety*. 2023. Vol. 22. P. 79–88. <http://dx.doi.org/10.4316/fens.2023.008>

Romero-Astudillo M. J., Tapia C., Giménez de Azcárate J., Montalvo D. Diversity of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and Runner Bean (*Phaseolus coccineus* L.) Landraces in Rural Communities in the Andes Highlands of Cotacachi–Ecuador. *Agronomy*. 2024. Vol. 14. No 8. P. 1666. <https://doi.org/10.3390/agronomy14081666>

Yatsenko V., Poltoretskiy S., Yatsenko N., Poltoretska N., Mazur O. Agrobiological assessment of green bean varieties by adaptability, productivity, and nitrogen fixation. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26. No 7. P. 79–94. <https://doi.org/10.48077/scihor7.2023.79>

## References

DSTU 4138–2002 (2003). Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti [Seeds of agricultural crops. Methods for determining quality]. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy. 173 p. [in Ukrainian].

DSTU UNECE FFV-06:2007 (2007). Kvasolia. Nastanovy shchodo postachannia i kontroliuvannia yakosti [Beans. Guidelines for supply and quality control]. Kyiv: DP “UkrNDNTs”. 24 p. [in Ukrainian].

Bondarenko, H.L.; & Yakovenko, K.I. (Eds.). (2001). *Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi* [Methodology of experimental work in vegetable and melon growing]. Kharkiv: Osnova. 369 p. [in Ukrainian].

Antova, G., Stoilova, T., & Chavdarov, P. (2026). Nutritional Value and Bioactive Lipid Constituents in Seeds of *Phaseolus* Bean Cultivated in Bulgaria. *AppliedChem*, 6(1), 4. <https://doi.org/10.3390/appliedchem6010004>. [in English].

Bamber, N., Arulnathan, V., Puddu, L., Smart, A., Ferdous, J., & Pelletier, N. (2024). Life Cycle Inventory and Assessment of Canadian Faba Bean and Dry Bean Production. *Sustain. Prod. Consum*, 46, 442–459. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.02.034>. [in English].

Bellucci, E., Benazzo, A., Xu, C., Bitocchi, E., Rodriguez, M., Alseekh, S., Di Vittori, V., Gioia, T., Neumann, K., Cortinovis, G., et al. (2023). Selection and adaptive introgression guided the complex evolutionary history of the European common bean. *Nat. Commun.* 14, 1908. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37332-z>. [in English].

Campos, K., Schwember, A. R., Machado, D., Ozores-Hampton, M., & Gil, P. M. (2021). Physiological and yield responses of green-shelled beans (*Phaseolus vulgaris* L.) grown under restricted irrigation. *Agronomy*. Vol. 11. Article 562. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030562>. [in English].

Catarcione, G., Paolacci, A. R., Alicandri, E., Gramiccia, E., Taviani, P., Rea, R., Costanza, M. T., De Lorenzis, G., Puccio, G., Mercati, F., & Ciaffi, M. (2023). Genetic Diversity and Population Structure of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Landraces in the Lazio Region of Italy. *Plants*, 12(4), 744. <https://doi.org/10.3390/plants12040744>. [in English].

Desheva, G., Valchinova, E., & Deshev, M. (2022). Ex-situ Conservation of PGR in the National Seed Genebank of Bulgaria—Past, Present and Future. *Bulg. J. Crop Sci.* 59, 3–8. [Electronic resource] URL: <https://agriacad.eu/ojs/index.php/bjcs/article/view/1832/1703>. [in English].

El-Ghany, M. F. A., El-Kherbawy, M. I., Abdel-Aal, Y. A., El-Dek, S. I., & Abd El-Baky T. (2021). Comparative Study between Traditional and Nano Calcium Phosphate Fertilizers on Growth and Production of Snap Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Plants. *Nanomaterials*, 11(11), 2913. <https://doi.org/10.3390/nano11112913>. [in English].

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2023). *FAOSTAT statistical database*. Rome: FAO. [Electronic resource] URL: <https://www.fao.org/faostat/> (access date 06.03.2026) [in English].

Geleta, R.J., Roro, A.G., Terfa, M.T. (2024). Phenotypic and Yield Responses of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Varieties to Different Soil Moisture Levels. *BMC Plant Biol.*, 24, 242. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-04856-5>. [in English].

Gosgot Angeles, W., Banda Martinez, D., Barrera Gurbillón, M. Á., Espinoza Canaza, F. I., Santillan Gomez, H., Mori Servan, D. C., Yalta Chappa, M., Huanes Mariños, M. A., Gamarra-Torres, O. A., & Oliva-Cruz, M. (2025). Productivity and Morphological Adaptation of *Phaseolus vulgaris* L. in Agrivoltaic Systems with Different Photovoltaic Technologies: A Case Study in Chachapoyas, Amazonas, Peru. *Agronomy*, 15(3), 529. <https://doi.org/10.3390/agronomy15030529>. [in English].

Habibi, S., Aryan, S., Seerat, A. Y., Saighani, K., & Haidari, M. D. (2025). Maximizing Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Productivity Through Application of Organic and Inorganic Fertilizers

in Alkaline Soil. *Applied Biosciences*, 4(2), 22. <https://doi.org/10.3390/applbiosci4020022>. [in English].

Lee, Z., Kim, S., Choi, S.J., Joung, E., Kwon, M., Park, H.J., & Shim, J.S. (2023). Regulation of Flowering Time by Environmental Factors in Plants. *Plants*, 12, 3680. <https://doi.org/10.3390/plants12213680>. [in English].

Liu, C., Yang, X., Yan, Z., Liu, D., & Feng, G. (2022). Identification and Characterization of a Mutant *PV-PUR* Gene Responsible for the Purple Phenotype of Snap Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *International Journal of Molecular Sciences*, 23(3), 1265. <https://doi.org/10.3390/ijms23031265>. [in English].

Losa, A., Sala, T., Toppino, L., Fricano, A., Rossi, G., Gipli, V., & Landoni, M. (2025). Genetic Diversity and Distinctiveness of Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Between Landraces and Formal Cultivars Supporting Ex Situ Conservation Policy: The Borlotti Case Study in Northern Italy. *Agronomy*, 15(4), 786. <https://doi.org/10.3390/agronomy15040786>. [in English].

Meza-Maicelo, W., Balcázar-Zumaeta, C. R., Santillan Culquimboz, H. W., Oliva-Cruz, M., & Lozano-Isla, F. (2025). Global Trends in Biotic and Abiotic Stress Mitigation Strategies for Common Bean: A Bibliometric Study. *International Journal of Plant Biology*, 16(4), 135. <https://doi.org/10.3390/ijpb16040135>. [in English].

Pérez, R., Fernández, C., Laca, A., & Laca, A. (2024). Evaluation of Environmental Impacts in Legume Crops: A Case Study of PGI White Bean Production in Southern Europe. *Sustainability*, 16(18), 8024. <https://doi.org/10.3390/su16188024>. [in English].

Poroch-Serițan, M., Greculeac, P.M., Dobrințu, D.S., Jarcău, M., Matei, A.L., & Chicaroș, T. (2023). Chemical and Physical Characterization of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Landraces by North–North–Western Extremity of Romania. *Food Environ. Saf.*, 22, 79–88. <http://dx.doi.org/10.4316/fens.2023.008>. [in English].

Romero-Astudillo, M. J., Tapia, C., Giménez de Azcárate, J., & Montalvo, D. (2024). Diversity of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and Runner Bean (*Phaseolus coccineus* L.) Landraces in Rural Communities in the Andes Highlands of Cotacachi–Ecuador. *Agronomy*, 14(8), 1666. <https://doi.org/10.3390/agronomy14081666>. [in English].

Yatsenko, V., Poltoretskiy, S., Yatsenko, N., Poltoretska, N., & Mazur, O. (2023). Agrobiological assessment of green bean varieties by adaptability, productivity, and nitrogen fixation. *Scientific Horizons*, 26(7), 79–94. <https://doi.org/10.48077/scihor7.2023.79>. [in English].

Дата першого надходження статті до видання: 06.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 22.05.2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)