ISSN 3083-7448 (PRINT)
ISSN 3083-7464 ONLINE)

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

УДК 635.652:631.526.32:581.192
DOI https://doi.org/10.32782/3083-7464-2026-2-175-180



Н. В. Яценко
доктор сільськогосподарських наук,
завідувач кафедри овочівництва,
Уманський національний університет (м. Умань, Україна)
E-mail: vorob2807@gmail.com
orcid.org/0000-0003-3752-314X

І. С. Луценко
аспірант кафедри рослинництва,
Уманський національний університет (м. Умань, Україна)
E-mail: lucenko199311@gmail.com
orcid.org/0009-0001-1966-5091



ВМІСТ АСКОРБІНОВОЇ КИСЛОТИ ТА ЦУКРІВ КВАСОЛІ ОВОЧЕВОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ, СТРОКІВ ЗБИРАННЯ ТА ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ

Досліджено закономірності формування біохімічної якості зелених бобів квасолі овочевої залежно від генотипових особливостей сортів, строків збирання та кулінарної обробки. Метою дослідження було наукове обґрунтування оптимального строку збирання зелених бобів, що забезпечує високу врожайність, харчову цінність та збереження біологічно активних сполук. Дослідження проводили у 2024–2026 рр. на дослідних ділянках Уманського національного університету. Вивчали сім сортів спаржевої квасолі та чотири сорти сортотипу флажеоль. Збір бобів здійснювали на 7, 10, 13, 16 і 19 добу після цвітіння. Вміст аскорбінової кислоти та цукрів визначали у сирій і відвареній продукції методом інфрачервоної спектроскопії. Встановлено чітку протилежну спрямованість динаміки досліджуваних показників у процесі достигання: концентрація аскорбінової кислоти закономірно зменшувалася, тоді як вміст цукрів поступово зростав. У спаржевих сортів втрати аскорбінової кислоти були істотнішими, ніж у сортів флажеоль. Найвищу стабільність вітаміну С характеризував Flambeau, у якого його вміст після достигання зменшувався лише на 7%. Найвищий початковий рівень аскорбінової кислоти відзначено у Супернано джалло. Накопичення цукрів найбільш інтенсивно відбувалося у Супернано джалло та Flamingo. Кулінарна обробка спричиняла зниження абсолютного вмісту аскорбінової кислоти та цукрів унаслідок термічної деградації, окиснення і часткового переходу водорозчинних сполук у відвар, проте міжсортові закономірності зберігалися. За комплексом біохімічних показників найвищою харчовою цінністю характеризувалися Flambeau, Супернано джалло та Бергголд. Отримані результати підтверджують перспективність зазначених сортів для виробництва продукції підвищеної біологічної цінності та обґрунтовують доцільність диференційованого підходу до визначення строків збирання. Практичне значення роботи полягає у можливості використання встановлених закономірностей для вибору оптимальної фази збирання, що дає змогу максимально зберегти вітамінний потенціал, смакові властивості та цінні розчинні вуглеводи бобів під час зберігання.
Ключові слова: *квасоля спаржева, флажеоль, аскорбінова кислота, цукри, продуктивність, сорт.*

N. V. Yatsenko
Doctor of Agricultural Sciences,
Head of the Department of Vegetable Growing,
Uman National University (Uman, Ukraine)
E-mail: vorob2807@gmail.com
orcid.org/0000-0003-3752-314X

I. S. Lutsenko
PhD student at the Department of Crop Production,
Uman National University (Uman, Ukraine)
E-mail: lucenko199311@gmail.com
orcid.org/0009-0001-1966-5091

ASCORBIC ACID AND SUGAR ACCUMULATION IN VEGETABLE BEAN AS AFFECTED BY CULTIVAR CHARACTERISTICS, HARVESTING TIME, AND THERMAL PROCESSING

The patterns of biochemical quality formation in green vegetable bean pods depending on the genotypic characteristics of cultivars, harvesting time, and culinary processing were studied. The aim of the research was to scientifically substantiate

the optimal harvesting time for green pods that ensures high yield, nutritional value, and preservation of biologically active compounds. The study was conducted in 2024–2026 at the experimental plots of Uman National University. Seven asparagus bean cultivars and four cultivars of the flageolet type were studied. Bean pods were harvested on the 7th, 10th, 13th, 16th, and 19th days after flowering. The content of ascorbic acid and sugars was determined in raw and boiled pods using infrared spectroscopy. A clear opposite pattern in the dynamics of the studied parameters during pod maturation was established: the concentration of ascorbic acid decreased systematically, whereas sugar content gradually increased. Asparagus bean cultivars demonstrated more pronounced losses of ascorbic acid than flageolet-type cultivars. The highest stability of vitamin C was recorded in Flambeau, where its content decreased by only 7% during maturation. The highest initial level of ascorbic acid was observed in Supernano Giallo. The most intensive accumulation of sugars occurred in Supernano Giallo and Flamingo. Culinary processing resulted in a decrease in the absolute content of ascorbic acid and sugars due to thermal degradation, oxidation, and partial transfer of water-soluble compounds into the cooking liquid; however, the inter-cultivar patterns remained unchanged. Based on the complex of biochemical parameters, Flambeau, Supernano Giallo, and Berggold were characterized by the highest nutritional value. The obtained results confirm the prospects of these cultivars for the production of vegetables with enhanced biological value and substantiate the need for a differentiated approach to determining harvesting time. The practical significance of the study lies in the possibility of using the established patterns to select the optimal harvesting stage, which allows maximum preservation of the vitamin potential, sensory properties, and valuable soluble carbohydrates of bean pods during storage.
Key words: *snap bean, flageolet, ascorbic acid, sugars, productivity, cultivar.*

Постановка проблеми. Бобові культури, що споживаються як овочі, містять більше води, менше білка та крохмалю, але більше розчинних вуглеводів, що зумовлює їх привабливіші смакові властивості порівняно із сухим зерном [1]. Вони також є джерелом антиоксидантів і біологічно активних сполук, зокрема каротиноїдів, фенольних сполук, хлорофілу та вітамінів А і С [2]. Завдяки скоростиглості овочеві бобові можуть вирощуватися кілька разів на рік, забезпечуючи ринок свіжою продукцією з обмеженим терміном зберігання [3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris* L.) є фотонейтральною, самозапильною овочевою культурою родини Бобові (*Leguminosae*), походження якої пов'язують із диким видом *Phaseolus aborigineus Burkart*, поширеним у південній частині Мексики та Центральній Америці [4–6]. Культура має важливе продовольче значення завдяки високій цінності молодих бобів і насіння [7, 8]. За морфологічними ознаками виділяють кущові, напіввиткі та виткі форми, при цьому кущова квасоля широко використовується для отримання зелених бобів і сухого насіння [6]. Серед зернобобових культур світу квасоля посідає третє місце після сої та арахісу, а серед овочевих видів – друге за обсягами виробництва [9, 10].

Квасолю вирощують як для споживання зелених бобів, так і для отримання свіжого або сухого насіння [11–13]. Сучасна селекція, особливо в європейських країнах, спрямована на створення сортів із тонкими та надтонкими бобами діаметром відповідно 6,6–8,0 мм і менше 6,5 мм [14, 15]. Зелені боби характеризуються високою харчовою цінністю, містять білки, вуглеводи, клітковину, мінеральні елементи та вітаміни [16, 17]. Збиральна стиглість настає приблизно через 7–14 діб після цвітіння, а надтонкі боби потребують особливо частого збирання, що зумовлено швидким наростанням їхніх розмірів [18–21]. Для експортної продукції рекомендують збирати боби через один-два дні [22].

Метою дослідження було наукове обґрунтування оптимального строку збирання зелених бобів французької квасолі, який забезпечує максимальну реалізацію продуктивного потенціалу сортів, формування високої врожайності та належних показників якості продукції.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проводили на дослідних ділянках кафедри рослинництва, в навчально-виробничому відділі Уманського національного університету у 2024–2026 рр., з географічними координатами за Грінвічем 48° 46' північної широти, 30° 14' східної довготи і висотою над рівнем моря 245 м. У дослідженні застосовували овочеві сорти квасолі, включені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення на території України: Лаура st, Апекс, Бергголд, Каннелліно, Сакса, Супернано джалло, Топкроп, а також інтродуковані класичні сорти типу флажеоль – Chevrier Vert, Elsa, Flambeau та Flamingo. Еталонним був сорт Лаура, оскільки він був найбільш апробований. Досліди закладали з використанням методу рендомізації. Кількість повторень – чотири. Збір товарної продукції виконували на 7, 10, 13, 16 і 19 добу після цвітіння. Через значні розходження рекомендацій по строках збору в різних сортів залежно від зон вирощування за контроль взято 13 добу після цвітіння – для отримання бобів-лопаток; 16 добу – для одержання флажеоль.

Визначення вмісту аскорбінової кислоти та цукрів здійснювали у фазу технічної стиглості (ВВСН 81 – лопатка; ВВСН 89 – флажеоль) сирих та відварених бобів за допомогою аналізатора інфрачервоного для зерна, кормів та харчових продуктів SpectraStar XT Unity Scientific (США) серії SpectraStar™ XT-R. Лопатки відварювали впродовж 7 хв, флажеоль – впродовж 10 хв, після – охолоджували в крижаній воді й одразу виконували аналіз вмісту.

Статистичну обробку отриманих даних виконували з визначенням середнього арифметичного (x) та стандартного відхилення (SD) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel 2024 та StatPlus.

Основні результати дослідження. Аналіз даних за 2024–2026 рр. свідчить, що вміст аскорбінової кислоти у сирих бобах квасолі овочевої істотно залежав від генотипових особливостей сортів та строку збирання врожаю. Для всіх досліджуваних сортів встановлено тенденцію

ISSN 3083-7448 (PRINT)
ISSN 3083-7464 ONLINE)

до зниження концентрації аскорбінової кислоти зі збільшенням віку бобів після цвітіння, що пов'язано з фізіолого-біохімічними процесами достигання, інтенсивністю дихання та поступовим старінням тканин.

Найвищий початковий вміст аскорбінової кислоти на 7-му добу після цвітіння зафіксовано у сорту Супернано джалло, а найнижчий – у Каннелліно. У процесі достигання найбільше зниження показника спостерігалося у Супернано джалло – з 29,58 до 14,22 мг/100 г, або на 52%. Втрати у сортів Сакса, Бергголд, Топкроп, Лаура st та Апекс становили відповідно 47, 43, 46, 38 та 38%.

Для сортотипу флажеоль характерна значно вища стабільність аскорбінової кислоти: у Flambeau її вміст зменшився лише на 7 %, у Elsa – на 11%, тоді як у Chevrier Vert та Flamingo – відповідно на 19 та 23%. Отже, сорти флажеоль характеризувалися вищою стабільністю антиоксидантного потенціалу під час достигання бобів порівняно зі спаржевими сортами (табл. 1).

Аналіз результатів досліджень за 2024–2026 рр. свідчить, що після кулінарної обробки бобів квасолі овочевої загальна тенденція до зниження вмісту аскорбінової кислоти зберігалася, однак її абсолютна концентрація зменшувалася внаслідок термічної деградації. Водночас між сортами зберігалися виражені генотипові відмінності щодо здатності утримувати вітамін С після варіння.

Серед спаржевих сортів найвищий вміст аскорбінової кислоти на ранньому етапі розвитку бобів відзначено у Супернано джалло, а найнижчий – у Каннелліно. У процесі дозрівання найбільші втрати встановлено у Супернано джалло – з 23,66 до 11,09 мг/100 г, або на 53%. У сортів Каннелліно, Сакса, Топкроп, Бергголд, Лаура st та Апекс зниження становило відповідно 52, 47, 50, 46, 43 та 41%.

Сортотип флажеоль характеризувався значно вищою стабільністю показника. У Flambeau вміст аскорбінової кислоти змінювався лише від 20,60 до 20,74 мг/100 г, а у Elsa втрати становили 8,1%. Для Chevrier Vert та Flamingo зниження становило відповідно 17 та 21%, що істотно менше, ніж у спаржевих сортів. (табл. 2).

Таблиця 1

Динаміка вмісту аскорбінової кислоти сирих бобів-лопаток та флажеоль сортів квасолі овочевої на різних стадіях стиглості, 2024–2026

Сортотип	Сорт	днів після цвітіння				
		7 діб	10 діб	13 діб*	16 діб**	19 діб
Квасоля овочева	Лаура st	24,32	21,22	19,04	16,43	15,01
	Апекс	23,03	20,43	19,00	15,50	14,33
	Бергголд	27,40	23,50	22,00	19,60	15,51
	Каннелліно	22,09	19,50	16,70	14,30	11,70
	Сакса	25,89	21,60	18,77	16,20	13,62
	Супернано джалло	29,58	25,63	22,00	16,90	14,22
	Топкроп	24,15	21,17	18,67	16,07	13,11
Квасоля овочева сортотипу флажеоль	Chevrier Vert	25,23	24,30	23,55	22,86	20,51
	Elsa	24,70	24,02	23,43	22,78	22,04
	Flambeau	27,10	26,45	26,04	25,65	25,14
	Flamingo	24,31	23,42	22,05	20,06	18,60

** – контроль для квасолі овочевої – 13 діб; ** – контроль для квасолі сортотипу флажеоль – 16 діб*

Таблиця 2

Динаміка вмісту аскорбінової кислоти варених бобів-лопаток та флажеоль сортів квасолі овочевої на різних стадіях стиглості, 2024–2026

Сортотип	Сорт	днів після цвітіння				
		7 діб	10 діб	13 діб*	16 діб**	19 діб
Квасоля овочева	Лаура st	18,80	16,21	14,47	12,24	10,81
	Апекс	17,04	15,00	13,81	11,01	10,03
	Бергголд	22,47	19,08	17,60	15,43	12,10
	Каннелліно	17,01	14,43	12,07	10,15	8,19
	Сакса	19,42	16,37	14,45	12,64	10,35
	Супернано джалло	23,66	20,30	17,38	13,27	11,09
	Топкроп	20,29	17,15	14,94	12,86	10,09
Квасоля овочева сортотипу флажеоль	Chevrier Vert	20,18	19,63	19,17	18,72	16,82
	Elsa	20,25	19,82	19,42	18,91	18,60
	Flambeau	20,60	20,90	20,99	20,85	20,74
	Flamingo	19,93	19,39	18,39	16,87	15,75

** – контроль для квасолі овочевої – 13 діб; ** – контроль для квасолі сортотипу флажеоль – 16 діб*

Таблиця 3

Динаміка вмісту цукрів сирих бобів-лопаток та флажеоль сортів квасолі овочевої на різних стадіях стиглості, 2024–2026

Сортотип	Сорт	днів після цвітіння				
		7 діб	10 діб	13 діб*	16 діб**	19 діб
Квасоля овочева	Лаура st	2,86	2,94	3,11	3,25	3,32
	Апекс	2,82	2,88	2,93	3,07	3,16
	Бергголд	3,44	3,58	3,65	3,71	3,77
	Каннелліно	2,60	2,73	2,83	2,96	3,09
	Сакса	3,22	3,30	3,41	3,54	3,70
	Супернано джалло	3,28	3,46	3,80	3,89	4,04
	Топкроп	2,85	2,92	3,10	3,17	3,27
Квасоля овочева сортотипу флажеоль	Chevrier Vert	2,88	2,94	3,00	3,09	3,16
	Elsa	2,76	2,83	2,90	3,11	3,18
	Flambeau	2,94	3,03	3,20	3,31	3,39
	Flamingo	2,52	2,79	3,10	3,21	3,40

** – контроль для квасолі овочевої – 13 діб; ** – контроль для квасолі сортотипу флажеоль – 16 діб*

Таблиця 4

Динаміка вмісту цукрів варених бобів-лопаток та флажеоль сортів квасолі овочевої на різних стадіях стиглості, 2024–2026

Сортотип	Сорт	днів після цвітіння				
		7 діб	10 діб	13 діб*	16 діб**	19 діб
Квасоля овочева	Лаура st	2,06	2,13	2,27	2,37	2,44
	Апекс	1,99	2,04	2,09	2,23	2,31
	Бергголд	2,55	2,67	2,78	2,85	2,94
	Каннелліно	1,72	1,83	1,90	2,02	2,13
	Сакса	2,29	2,39	2,50	2,62	2,76
	Супернано джалло	2,23	2,37	2,64	2,75	2,88
	Топкроп	2,00	2,06	2,21	2,27	2,36
Квасоля овочева сортотипу флажеоль	Chevrier Vert	2,09	2,16	2,22	2,33	2,43
	Elsa	1,95	2,01	2,11	2,28	2,37
	Flambeau	2,27	2,36	2,50	2,60	2,67
	Flamingo	1,90	2,12	2,38	2,48	2,66

** – контроль для квасолі овочевої – 13 діб; ** – контроль для квасолі сортотипу флажеоль – 16 діб*

Аналіз результатів досліджень, проведених упродовж 2024–2026 рр., свідчить про наявність чітко виражених закономірностей формування та накопичення цукрів у бобах квасолі овочевої залежно від сортотипу, генотипових особливостей сорту та строків збирання врожаю. На відміну від аскорбінової кислоти, вміст якої закономірно зменшується в процесі достигання, концентрація цукрів у бобах усіх досліджуваних сортів поступово зростала від ранніх до пізніших стадій розвитку, що є наслідком активізації процесів фотосинтетичної асиміляції, транспортування пластичних речовин до генеративних органів та накопичення резервних вуглеводів у тканинах бобів (табл. 3).

У спаржевих сортів на сьому добу після цвітіння вміст цукрів варіював від 2,60 г/100 г у Каннелліно до 3,44 г/100 г у Бергголд. У процесі достигання відзначено стабільне накопичення цукрів у всіх сортів, найбільш інтенсивне у Супернано джалло – на 23%, тоді як у Каннелліно, Сакса, Топкроп та Бергголд приріст становив відповідно 19, 15, 15 та 10%.

У сортотипу флажеоль також спостерігалося послідовне підвищення концентрації цукрів. Найбільший приріст зафіксовано у Flamingo – з 2,52 до 3,40%, або на 35%, що є максимальним показником серед досліджених генотипів. Високою інтенсивністю накопичення цукрів характеризувалися також Elsa та Flambeau, тоді як Chevrier Vert мав більш помірну динаміку.

На контрольних строках збору врожаю вміст цукрів у спаржевих сортів становив 2,83–3,80 г/100 г, а у флажеоль – 3,09–3,31 г/100 г. Отже, з достиганням бобів відбувалося певне

ISSN 3083-7448 (PRINT)
ISSN 3083-7464 ONLINE)

вирівнювання показників між сортотипами, хоча Супернано джалло та Бергголд зберігали підвищений рівень накопичення цукрів.

Після кулінарної обробки загальна тенденція змін зберігалася, проте вміст цукрів знижувався через частковий перехід розчинних вуглеводів у відвар. У варених бобах спаржевої квасолі показник зростав від 1,72–2,55 до 2,13–2,94 г/100 г. Найвищі значення протягом досліджень забезпечував сорт Бергголд, найнижчі – Каннелліно. Для всіх генотипів характерним було поступове підвищення вмісту цукрів із віком бобів. У сортотипу флажеоль показники були стабільнішими. Найвищий вміст відзначено у Flambeau (2,27–2,67 г/100 г), а найбільший приріст – у Flamingo (1,90–2,66 г/100 г, майже 40%) (табл. 4).

Висновки. Формування біохімічної якості бобів квасолі овочевої визначається генотипом і строками збирання. У процесі достигання вміст аскорбінової кислоти зменшувався, тоді як концентрація цукрів зростала. Флажеоль характеризувався вищим і стабільнішим вмістом аскорбінової кислоти. Варіння знижувало абсолютні значення показників, але не змінювало міжсортових закономірностей. Найвищу комплексну харчову цінність мали сорти Flambeau, Супернано джалло та Бергголд.

Подяки. Дане дослідження виконувалося у 2024–2026 роках відповідно до загальноуніверситетської наукової тематики Уманського національного університету «Збалансоване використання, прогнозування та управління природно-ресурсним потенціалом агроекосистем України» (0121U112521) та «Природні ресурси України – збереження, раціональне (збалансоване) використання інноваційних технологій» (0126U000146).

Фінансування дослідження. Автори заявляють, що дослідження виконано без зовнішнього фінансування.

Конфлікт інтересів. Авторський колектив дослідження погодився з вимогами European Association of Science Editors (EASE), щодо розкриття інформації про конфлікт інтересів та заявляють про його відсутність.

Авторський внесок.

Яценко Н. В.: визначення концепції дослідження; підготовка рукопису – перегляд і редагування; наукове керівництво; адміністрування процесу.

Луценко І. С.: визначення концепції дослідження; підбір методів дослідження; валідація відтворюваності результатів; аналіз даних; проведення експерименту; забезпечення ресурсами та обладнанням; управління даними; адміністрування процесу; підготовка рукопису – первинний текст; підготовка рукопису – перегляд і редагування; графічне представлення результатів.

Декларація використання генеративного штучного інтелекту. Під час підготовки рукопису генеративні інструменти штучного інтелекту / ШІ-асистовані технології не використовувалися.

References

1. De Paiva Gouvêa, L., Caldeira, R.F., Azevedo, T.D.L., Antoniassi, R., Galdeano, M.C., Felberg, I., Lima, J.R., Mellinger, C.G. (2024). Nutritional properties of common bean protein concentrate compared to commercial legume ingredients for the plant-based market. *Current Research in Food Science*, 9, Article 100937. https://doi.org/10.1016/j.crfs.2024.100937.

2. Nadeem, M.A., Yeken, M.Z., Shahid, M.Q., Habyarimana, E., Yılmaz, H., Alsaleh, A., Hatipoğlu, R., Çilesiz, Y., Khawar, K.M., Ludidi, N. et al. (2021). Common bean as a potential crop for future food security: An overview of past, current and future contributions in genomics, transcriptomics, transgenics and proteomics. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 35, pp. 759–787. https://doi.org/10.1080/13102818.2021.1920462.

3. Dhakal, R., Bhardwaj, H. (2024). Alternative use of black and navy beans as green shell beans. *HortScience*, 59(6), pp. 831–832. https://doi.org/10.21273/HORTSCI17827-24.

4. Parker, T.A., Gallegos, J.A., Beaver, J., Brick, M., Brown, J.K., Cichy, K., Debouck, D.G., Delgado-Salinas, A., Dohle, S., Ernest, E. et al. (2022). Genetic resources and breeding priorities in *Phaseolus* beans: Vulnerability, resilience, and future challenges. *Plant Breeding Reviews*, 46, pp. 289–420.

5. Oriama, S.O., Kulohoma, B.W., Nyaboga, E., Masheti, Y.O., Otsyula, R. (2024). Genetic analysis of scab disease resistance in common bean (*Phaseolus vulgaris*) varieties using GWAS and functional genomics approaches. *CABI Agriculture and Bioscience*, 5, Article 35. https://doi.org/10.1186/s43170-024-00237-y.

6. Galan, P.-M., Ivanescu, L.-C., Leti, L.-I., Zamfirache, M.M., Gorgan, D.-L. (2024). Comparative effects of water scarcity on the growth and development of two common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes with different geographic origin (Mesoamerican/Andean). *Plants*, 13(15), Article 2111. https://doi.org/10.3390/plants13152111.

7. Sharma, A.K., Dwivedi, S.V., Kumar, D., Mishra, L.K., Tiwari, I.K., Sharma, S. (2025). Assessment of correlation coefficients between yield and its components in French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Pant Anupama. *International Journal of Research in Agronomy*, 8(1), pp. 237–239. https://doi.org/10.33545/2618060X.2025.v8.i1d.2393.

8. Richmond, J., Maness, N., Goad, C., Brandenberger, L., Mason, T., Kathi, S., Chrz, D., Hu, B. (2024). Yield and quality of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars from successive harvests in spring and fall production seasons in Oklahoma. *HortScience*, 59(12), pp. 1815–1822. https://doi.org/10.21273/HORTSCI18146-24.

9. Chefonova, N.V., Vitanov, O.D., Alfyorov, O.I., Ivanin, D.V., Datsenko, S.M., Chaiuk, O.O. (2024). Vegetable bean in polycropping. *Vegetable and Melon Growing*, 75, pp. 46–58. https://doi.org/10.32717/0131-0062-2024-75-46-58.

10. Tran, T.H.D., Tran, D.H. (2023). Biology of the vegetable leafminer, *Liriomyza sativae* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) on kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and pak choi (*Brassica rapa* var. *chinensis*).

Agricultural Science Digest, 43(3), pp. 378–381. https://doi.org/10.18805/ag.DF-536.

11. Petropoulos, S.A., Fernandes, Â., Plexida, S., Chrysargyris, A., Tzortzakis, N., Barreira, J.C.M., Barros, L., Ferreira, I.C.F.R. (2020). Biostimulants application alleviates water stress effects on yield and chemical composition of greenhouse green bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agronomy*, 10(2), Article 181. https://doi.org/10.3390/agronomy10020181.

12. Soler-Garzón, A., Hart, J.P., Miklas, P.N. (2025). Snap bean diversity for resistance to bean common mosaic and necrosis viruses examined using new and existing candidate gene-linked markers. *Molecular Breeding*, 45, Article 98. https://doi.org/10.1007/s11032-025-01605-w.

13. Porcher, M.H. (2005). *Introducing Flageolet Beans*. Multilingual Multiscript Plant Name Database. The University of Melbourne. Available at: https://www.plantnames.unimelb.edu.au/Sorting/Flageolet.html.

14. Pavlovic, P., Colquhoun, J.B., Korres, N.E., Landau, C.A., Liu, R., Lowry, C.J. et al. (2025). Associations among weed communities, management practices, and environmental factors in U.S. snap bean (*Phaseolus vulgaris*) production. *PLoS One*, 20(9), Article e0332925. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0332925.

15. Davis, W.V., Weber, C., Wechsler, S., Lucier, G., Wakefield, H., Vaiknoras, K. (2023). *Vegetables and Pulses Outlook*. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service. Available at: https://www.ers.usda.gov/publications/pub-details/?pubid=108153.

16. Beaver, J., Fernandez, F. (1993). Effect of genotype, planting date and level of moisture at harvest on the yield and quality of green-shelled beans. *HortScience*, 28(5), pp. 454b–454. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.28.5.454b.

17. Shafi, S., Tahir, M., Bawa, V., Jan, F., Choudhary, N., Khan, M.A., Singh, Y., Kumar, U., Bhat, B.A., Dar, W.A. et al. (2024). Biochemical defense arsenal, genes/QTLs and transcripts for imparting anthracnose resistance in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant Stress*, 14, Article 100609. https://doi.org/10.1016/j.stress.2024.100609.

18. Aghora, T.S., Thangam, M., Patil, N. (2023). Legume vegetables for human nutrition and entrepreneurship. In: Singh, B., Kalia, P. (eds.). *Vegetables for Nutrition and Entrepreneurship*. Singapore: Springer, pp. 477–505. https://doi.org/10.1007/978-981-19-9016-8_20.

19. Bala, R.A., Fagam, A.S., Garba, A.A. et al. (2022). Growth, phenology and yield response of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to various sowing dates and nutrient sources in Bauchi State, Nigeria. *Journal of Horticultural Science and Research*, 5(1), pp. 200–208. Available at: https://scholars.direct/Articles/horticulture/jhsr-5-026.pdf.

20. Njau, S.N., Parker, T.A., Duitama, J., Gepts, P., Arunga, E.E. (2024). QTL mapping for pod quality and yield traits in snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Frontiers in Plant Science*, 15, Article 1422957. https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1422957.

21. 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), pp. 79–94. https://doi.org/10.48077/scihor7.2023.79.

22. Abebe, A., Tsige, A., Work, M., Enyew, A. (2020). Optimizing irrigation frequency and amount on yield and water productivity of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Northwest Amhara, Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture*, 6, Article 1773690. https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1773690.

Дата першого надходження статті до видання: 03.09.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 14.10.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 24.11.2026