

Сортова продуктивність *Phaseolus vulgaris* L. на зелені боби в умовах Лісостепу України

В. В. Яценко*, Н. В. Воробйова, А. О. Яценко

Уманський національний університет садівництва, вул. Інститутська, 1, м. Умань, 20301, Україна,
*e-mail: slaviksklavin16@gmail.com

Мета. Виявити особливості формування продуктивності сортів квасолі спаржевої різного еколого-географічного походження в умовах Лісостепу України. **Методи.** Упродовж 2020–2021 рр. у польових умовах (м. Умань, 48°46'N, 30°14'E) досліджували шість ранньостиглих сортів квасолі: 'Зіронька', 'Касабланка' (Україна), 'Lila Königin' (Німеччина), 'Laura' (Польща), 'Fruidor' (Франція) та 'Paloma' (Нідерланди). У фазі технічної та повної стиглості культури (ВВСН 75 і 99) аналізували біометричні та продуктивні показники рослин, а також біохімічний склад продукції (зелених бобів). **Результати.** Виділено карликові сорти 'Lila Königin' і 'Касабланка', які надалі можна використовувати в селекції як джерело цієї ознаки. Виявлено сорти з високим прикріпленням нижнього боба, придатні до механізованого збирання врожаю – 'Касабланка', 'Зіронька', 'Laura' і 'Paloma'. Установлено, що найпродуктивнішими сортами є 'Зіронька', 'Касабланка' і 'Paloma', маса бобів у яких була в межах 43,1–86,0 г, а врожайність зелених бобів – 9,39–19,35 т/га. За врожайністю насіння високопродуктивними виявилися сорти 'Зіронька' – 3,51 т/га, 'Касабланка' – 3,78 т/га та 'Lila Königin' – 2,65 т/га. Оцінювання біохімічного складу зелених бобів квасолі не дало змоги виділити сорти за комплексом показників, проте, як джерело ознаки з високим відсотком сухого залишку виділився сорт 'Paloma' (11%), за вмістом протеїну – 'Fruidor' (18,7%), цукрів – 'Lila Königin' (2,60%), за вмістом аскорбінової кислоти – 'Fruidor' (23,0 мг/100 г). Низьким умістом нітратів відзначався сорт 'Lila Königin' (129,0 мг/кг). **Висновки.** Оцінювання сортів квасолі спаржевої за варіабельністю морфологічних ознак та продуктивністю дало змогу рекомендувати для використання у виробництві сорти 'Paloma' і 'Касабланка'. Визначено сорти з поліпшеними показниками біохімічного складу, які можна використовувати як джерела цих ознак для селекції.

Ключові слова: зелені боби; біометричні показники; маса насіння; урожайність; уміст протеїну; уміст цукрів; нодуляційний апарат.

Вступ

Для України квасоля спаржева – порівняно молода культура, яка, здебільшого, вирощується як городня. Одна з головних причин її слабого впровадження у виробництво – висока трудомісткість збирання врожаю вручну, а також відсутність сортів з високою якістю та придатністю до механізованого збирання бобів.

Поділ сортів квасолі на овочеві (спаржеві) та зернові здійснюється залежно від наявності в товщі стулок бобів пергаментного шару й волокна. Специфіка овочевих сортів квасолі – велика кількість недозрілих бобів. У овочевих сортів боби м'ясисті внаслідок сильного розвитку паренхіми й слабого розвитку пергаментного шару. Крім того, склеренхіма судинно-волокнистих пучків у деяких із них не розвинута. Завдяки цьому боби спаржевих сортів залишаються ніжними й придатними до вживання доти, доки не сформується на-

сіння. Боби таких сортів не розтріскуються і погано обмолочуються [1–4].

У напівцукрових сортів пергаментний шар розвивається порівняно пізно і становить у середньому 1/20 товщини стулки бобу. У зв'язку із цим, боби грубішають пізніше і до огрубіння їх можна споживати в їжу [5–7].

Пергаментний шар і волокно розвиваються залежно від умов по-різному. У вологих і прохолодних умовах вони розвинуті слабше. Також установлено, що сорти з плоскими бобами утворюють пергаментний шар у разі затримання зі збором врожаю на два-три дні [8–10].

За висотою прикріплення першого бобу квасоля овочева поділяється на сорти з високим, низьким і проміжним розташуванням бобів. Залежно від умов вирощування (погодних і агротехнічних) цей показник в одного й того ж сорту може змінюватися. Також зазначається, що сорти з високим прикріпленням бобів стійкіші проти збудників хвороб [11–13].

Загалом в овочівництві цінують сорти з округлими й м'ясистими бобами, без пергаментного шару в стулках і без волокон у швах, з підвищеним умістом білка, цукрів та вітамінів [14–18]. Районованих в Україні сортів з перерахованими вимогами мало, по-

Viacheslav Yatsenko

<https://orcid.org/0000-0003-2989-0564>

Natalia Vorobiova

<https://orcid.org/0000-0003-3752-314X>

Anatolii Yatsenko

<https://orcid.org/000-0002-4755-9675>

рівняно з іншими культурами, що й зумовлює актуальність дослідження.

Мета досліджень – виявити особливості формування продуктивності сортів квасолі спаржевої різного еколого-географічного походження в умовах Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили на дослідних ділянках кафедри овочівництва в навчально-виробничому відділі Уманського національного університету садівництва впродовж 2020–2021 рр. Географічні координати за Гринвічем – 48° 46'N, 30° 14'E, висота над рівнем моря – 245 м.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий, з гумусовим горизонтом (уміст гумусу приблизно 1,5%) завглибшки 40–45 см; рН (сольове) – 6,65; гідролітична кислотність – 2,6 мг-екв на 100 г ґрунту, ступінь насиченості основами – 90–95%, сума ввібраних основ – 24,6 мг-екв на 100 г ґрунту. В орному шарі міститься: легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 108,7 мг/кг, рухомого фосфору та обмінного калію (за Чиріковим) – 59 і 120,5 мг/кг відпо-

відно. Об'ємна маса ґрунту – 1,26–1,34 г/см³, найменша польова вологемкість 16,2% в орному і 14,6% у підорному шарах.

Загалом цей тип ґрунту має добрі фізико-хімічні властивості та повністю відповідає потребам культури.

У період проведення досліджень погодні умови були досить сприятливими для вирощування квасолі спаржевої (рис. 1 і 2).

Середня багаторічна кількість опадів становить 633 мм. Найбільше їх (25–30%) випадає у червні–липні. Кількість опадів за період вегетації рослин квасолі спаржевої під час проведення досліджень у 2020 та 2021 рр. становила 230,9 і 370,7 мм, що менше від середньобагаторічного показника на 105,1 та 34,7 мм відповідно.

Температура повітря за період досліджень істотно переважала середньобагаторічні дані (рис. 2), що, хоч і не істотно, але впливало на проходження фенологічних фаз росту й розвитку рослин.

Погодні умови впродовж 2020–2021 рр. за основними показниками відрізнялися, тому ефективність дослідження оцінено об'єктивно, а отримані дані – достовірні.

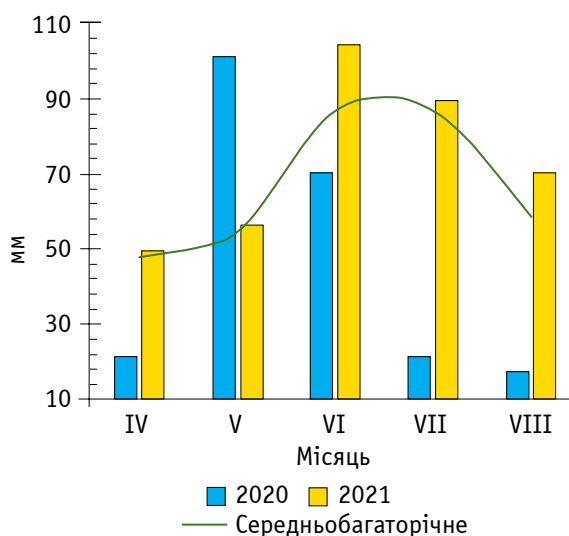


Рис. 1. Кількість опадів (2020–2021 рр.)

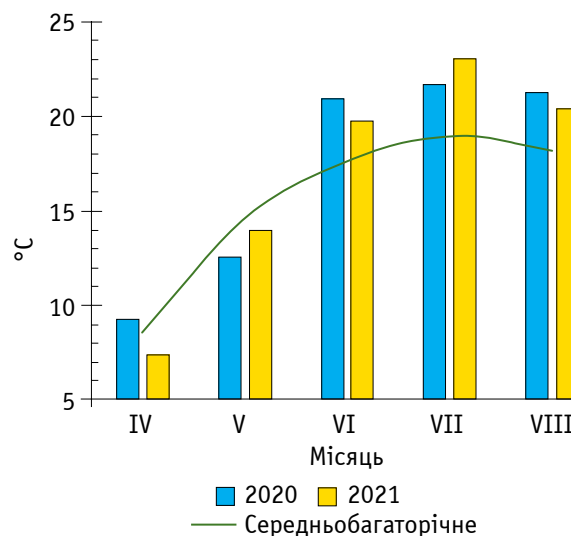


Рис. 2. Середня температура повітря (2020–2021 рр.)

Матеріалом для досліджень були шість сортів квасолі спаржевої різного еколого-географічного походження (табл. 1), які вирощували за загальноприйнятою технологією.

За стандарт (St) було взято польський сорт 'Laura', оскільки на момент досліджень, він був найбільш апробованим та найдовше перебував у Державному реєстрі сортів рослин, придатних до поширення в Україні.

Досліди закладали рендомізовано, повторність – чотирикратна. Площа дослідної ді-

лянки – 10 м². Висівали насіння квасолі 5.04.2020 та 10.04.2021 за схемою 45 × 10 см (222 тис. шт./га). Попередник – озимий часник.

Усі вимірювання й аналізи здійснювали у фазі технічної стиглості бобів (збирання врожаю) – ВВСН 75. Біометричні вимірювання (висота рослини, см; листкова площа, тис. м²; кількість пагонів, шт./роsl.; кількість насінин, шт./біб) та показники індивідуальної продуктивності (маса бобів, г/роsl.,

Таблиця 1

Коротка характеристика досліджуваних сортів квасолі спаржевої

Сорт	Країна походження	Оригінатор	Наявність у Держреєстрі*	Група стиглості
'Paloma'	Нідерланди	Nunhems	+	ранньостиглий
'Fruidor'	Франція	HM.CLAUSE	+	ранньостиглий
'Lila Königin'	Німеччина	Satimex	-	ранньостиглий
'Laura'	Польща	Krakowska Hodowla i Nasiennictwo Ogrodnicze "Polan" Sp. z o.o.	+	ранньостиглий
'Зіронька'	Україна	Харківський національний аграрний університет імені В. В. Докучаєва	+	ранньостиглий
'Касабланка'	Україна	ТМ «Велес»	-	ранньостиглий

*Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні.

маса насіння г/роsl.) проводили у чотирьох повтореннях на 100 типових рослинах у кожному.

Площу листової поверхні встановлювали методом «висічок». З кожної ділянки відбирали по 10 рослин, обривали листки і зважували їх. Потім із 50-ти листків металевим свердлом діаметром 1,4 см² робили висічки. Знаючи площу однієї висічки, масу висічок, їхню кількість і загальну кількість листків, площу листової поверхні визначали за формулою:

$$S = \frac{K + Y}{P} \times B$$

де: S – площа листової поверхні, см²; K – кількість висічок, шт.; Y – площа однієї висічки, см²; P – маса висічок, г; B – маса листків, г.

Обчисливши загальну площу листків у пробі, визначали площу листків на одній рослині, і далі, помноживши цей показник на густоту рослин на 1 га, одержували площу листового апарату рослин, виражену в м²/га.

Урожайність обліковували методом подільного зважування в період технічної стиглості з поділом продукції на стандартну і нестандартну згідно з ДСТУ ЕЭК ООФV-06 [19].

Середню масу бобів і зелених плодів квасолі спаржевої визначали ваговим методом.

Біохімічний склад лопаток квасолі спаржевої досліджували в лабораторії масових аналізів Уманського національного університету садівництва.

Цукри екстрагували з подрібнених (1 г) незрілих бобів водою й аналізували методом високоефективної рідинної хроматографії (high-performance liquid chromatography – HPLC) з використанням хроматографа HPLC Waters-2695. Уміст цукрів визначали з використанням диференціального рефрактометра Waters 410 за методом Johansen та ін. [20].

Сухий залишок у бобах – гравіметричним методом як співвідношення сирої маси та маси після висушування за 105 °C у сушильній шафі СНОЛ58/350А за ДСТУ 7804:2015 [21].

Уміст аскорбінової кислоти – йодометричним методом Муррі згідно з ДСТУ 4958:2008 [22].

Уміст нітратів і нітритів – спектрометричним методом за ДСТУ ISO 6635:2004 [23].

Уміст білка – методом К'ельдаля відповідно до ДСТУ ISO 5983-2003 [24].

Кількість і масу ризобій на коренях рослин та вміст леоглобіну (леггемоглобіну) визначали за методикою Г. С. Посипанова [25].

Для аналізування мінливості ознак використовували показник коефіцієнта варіації – відношення середнього квадратичного відхилення (SD) до середнього арифметичного (\bar{x}), що виражається у відсотках: $CV = SD/\bar{x}$.

Для порівняння мінливості ознак, що виражені в різних одиницях вимірювання, застосовували коефіцієнт варіації. Ступінь варіювання вимірювали за шкалою відношень: $CV < 10\%$ – варіація слабка; $CV 11-25\%$ – середня; $CV > 25\%$ – значна [26], з використанням комп'ютерних програм Excel та Statistica 10.

Статистичну обробку отриманих результатів проводили з розрахунком середнього арифметичного (\bar{x}) стандартного відхилення (SD), визначеного за допомогою Microsoft Excel 2016. Отримані дані порівнювали, використовуючи дисперсійний аналіз.

Результати досліджень

Продуктивність є одним із головних критеріїв під час дослідження сортів квасолі спаржевої. При агробіологічному оцінюванні її аналізують за такими показниками, як кількість бобів на рослині, маса бобів та насіння з однієї рослини, листової площі посівів, висота рослин і прикріплення першого бобу, кількість пагонів на рослині.

Висота рослин – морфологічний показник, який свідчить про умови проходження процесів росту та відображає їх пристосованість до механізованого вирощування. Висота є сортовою ознакою, проте не менший вплив на неї має схема розміщення рослин та погодні умови, особливо кількість опадів, оскільки через їх надлишок рослини формують переважно вегетативну масу.

Є певні параметри сорту, придатного до механізованого збирання: детермінантний тип росту, компактний невилігаючий кущ заввишки 35–45 см, дружне дозрівання бобів і прикріплення нижнього бобу на висоті не менше ніж 16 см; відстань від кінчика бобу до поверхні ґрунту має становити 6 см.

За висотою стебла заданим вимогам відповідають ‘Lila Königin’ та ‘Касабланка’, тоді як усі інші сорти істотно вищі.

Високим показником кущистості вирізнялися сорти ‘Laura’, ‘Fruidor’ і ‘Касабланка’ –

6–8 пагонів/рослину. Щільним і пряморослим кущем, з невеликою кількістю пагонів характеризувалися ‘Lila Königin’, ‘Paloma’ і ‘Зіронька’ – 4–5 шт./рослину.

Від висоти прикріплення першого бобу залежить придатність сорту до механізованого збирання врожаю, тому цей показник також обліковувався. Проведені дослідження дали змогу виділити сорти з висотою прикріплення першого бобу від 16 до 18 см у кущових форм – ‘Paloma’, ‘Laura’, ‘Зіронька’ і ‘Касабланка’.

Від добре розвинутого листкового апарату та його функціонування залежить продуктивність рослини і посіву загалом. Установлено, що розвиток листкової поверхні досліджуваних сортів варіював слабо – коефіцієнт варіації (CV) = 7%. Дані щодо біометричних показників рослин досліджених сортів квасолі спаржевої наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Біометричні показники сортів квасолі спаржевої (ВВСН 75, середнє за 2020–2021 рр.)

Сорт	Висота рослин, см	Кількість пагонів, шт./роsl.	Висота прикріплення першого бобу, см	Листкова площа посівів, тис. м ² /га
‘Paloma’	54,0 ± 2,8	5 ± 0,13	16 ± 0,3	30,4 ± 1,2
‘Fruidor’	50,0 ± 1,8	7 ± 0,16	14 ± 0,4	28,2 ± 0,8
‘Lila Königin’	45,0 ± 1,4	4 ± 0,21	12 ± 0,4	28,0 ± 1,0
‘Laura’ St	54,0 ± 1,3	8 ± 0,10	18 ± 1,1	28,8 ± 1,4
‘Зіронька’	50,0 ± 3,5	5 ± 0,07	18 ± 0,6	33,7 ± 0,9
‘Касабланка’	48,0 ± 1,4	6 ± 0,25	16 ± 0,1	31,8 ± 1,2
Xmed.	50,2	5,8	15,7	30,2
SD	3,18	1,34	2,13	2,07
CV, %	6	23	14	7
HIP _{0,05}	3,83	0,29	1,02	1,89

Потенційна продуктивність квасолі є досить високою. На одній рослині утворюється від 150 до 200 квіток, але не більше ніж 40% із них утворюють зав’язь, причому детермінантні сорти мають вищий відсоток утворення бобів, ніж індетермінантні [27].

Під час оцінювання колекції виділено найліпші сорти квасолі спаржевої за ознакою кількості бобів на одній рослині – ними виявилися більш високорослі ‘Laura’ і ‘Paloma’. Якіснішими вважаються ті, в яких боби довше не грубіють і не схильні до утворення пергаментного шару й волокна впродовж усього періоду збирання врожаю. Виділені сорти не тільки перевершували інші за кількістю зелених бобів з однієї рослини, а й відповідали вимогам, що пред’являються до якості бобів (табл. 3).

На показники маси бобів з однієї рослини істотно впливали умови вирощування, зокрема забезпеченість вологою. Зокрема, за

оптимальних умов зволоження в роки досліджень вони змінювалися в межах від 9 до 86 г. Загалом за цією ознакою можна відзначити сорти ‘Зіронька’ (86 г), ‘Касабланка’ (50 г) і ‘Paloma’ (43,1 г), показники яких на 7,8–115,0% переважають сорт-стандарт.

Урожайність зелених бобів (лопаток) формується переважно з двох структурних елементів – кількості рослин на одиниці площі й маси бобів з рослини. Ознака врожайності сильно варіювала (CV = 52%) – від 2,02 до 19,35 т/га. За нею виділено сорти ‘Зіронька’, ‘Касабланка’ та ‘Paloma’.

На рівень урожайності зелених бобів також впливають різноманітні ознаки. Кореляційно-регресійний аналіз впливу показників росту й розвитку на урожайність квасолі спаржевої визначали за допомогою розрахунків коефіцієнтів кореляції та апроксимації. Здійснений аналіз дав змогу встано-

Таблиця 3

**Продуктивні показники квасолі спаржевої
(ВВСН 75 і 99, середнє за 2020–2021 рр.)**

Сорт	Кількість бобів, шт./росл.	Маса лопаток, г/росл.	Урожайність лопаток, т/га	Маса насіння, г/росл.	Урожайність насіння, т/га
'Paloma'	18 ± 1,0	43,1 ± 0,6	9,39 ± 0,3	6,20 ± 0,4	1,42 ± 0,04
'Fruidor'	6 ± 0,2	9,0 ± 0,1	2,02 ± 0,1	2,20 ± 0,1	0,47 ± 0,02
'Lila Königin'	15 ± 1,1	38,0 ± 1,2	8,21 ± 0,1	12,40 ± 0,3	2,65 ± 0,08
'Laura' St	16 ± 0,4	40,0 ± 1,3	8,68 ± 0,3	10,30 ± 0,3	2,31 ± 0,13
'Зіронька'	14 ± 0,4	86,0 ± 2,3	19,35 ± 0,6	16,00 ± 0,9	3,51 ± 0,12
'Касабланка'	12 ± 0,5	50,0 ± 3,4	11,53 ± 0,4	17,00 ± 0,3	3,78 ± 0,19
Xmed.	13,5	44,4	9,9	10,7	2,36
SD	3,82	22,65	5,14	5,22	1,62
CV, %	28	51	52	49	49
HIP _{0,05}	0,67	3,24	0,57	0,82	0,129

вити ступінь взаємозв'язку між змінними та їхній вплив на продуктивність.

У процесі аналізу встановлено кореляційні зв'язки між урожайністю та елементами продуктивності. Зокрема, тисний, майже прямий зв'язок за шкалою Чеддока – $r = 0,99$; $R^2 = 0,99$ виявлено між урожайністю й масою лопаток з рослини: $y = 0,1984 + 0,2268 \cdot x$, де x – урожайність, т/га, y – маса лопаток,

г/росл. Помірний кореляційний зв'язок ($r = 0,48$; $R^2 = 0,23$) виявлено між масою лопаток і їх кількістю на рослині та врожайністю й кількістю бобів на рослині – $r = 0,45$; $R^2 = 0,20$. Оскільки отримані дані достовірні, для полегшення їх сприйняття модель залежності зображено графічно на рисунку 3.

При агробіологічному оцінюванні сортів квасолі важливо враховувати не тільки їхню

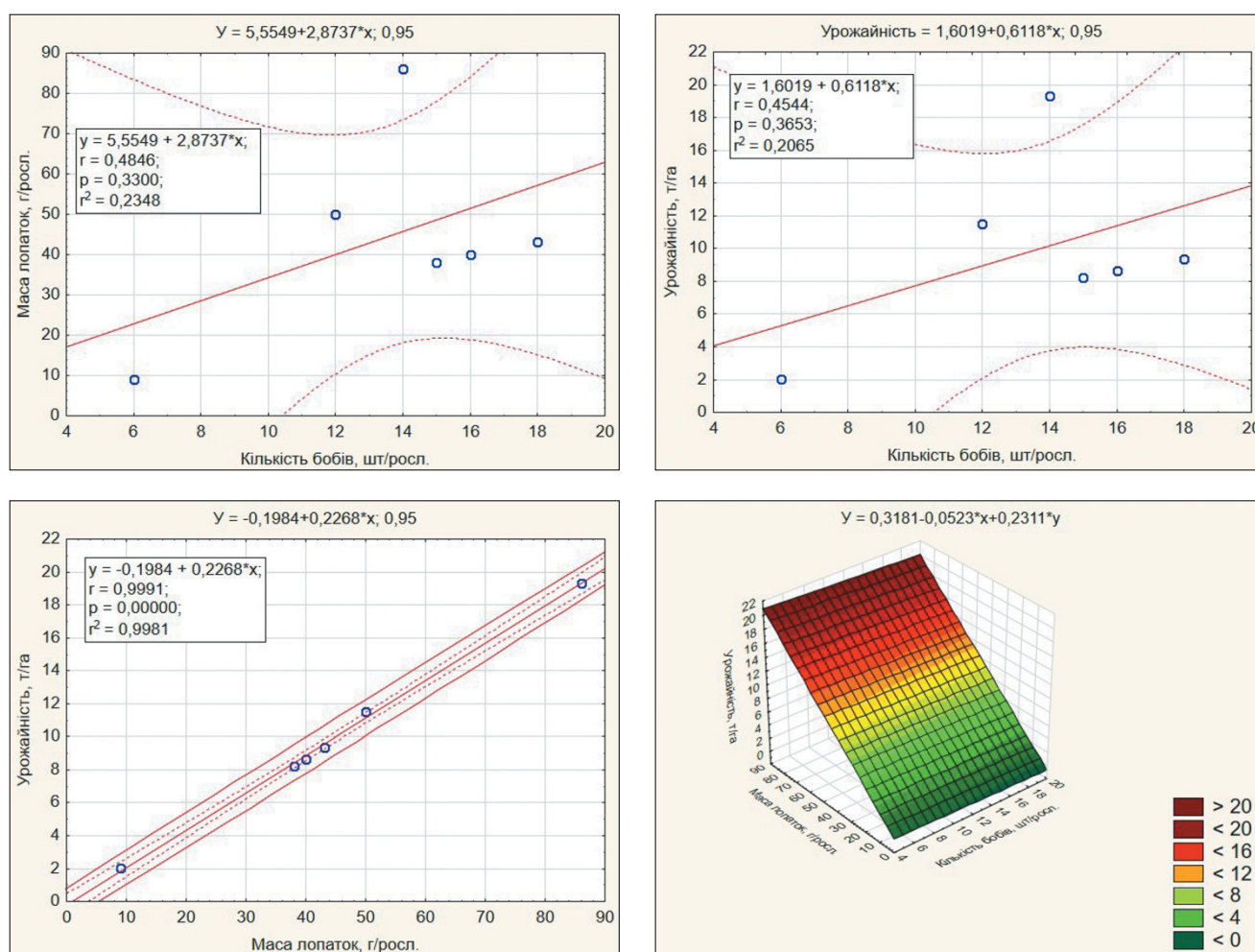


Рис. 3. Точкові графіки й теоретична лінія регресії за прямолінійної кореляції та 3D модель зв'язків між показниками продуктивності квасолі спаржевої

придатність до вирощування товарної продукції, а й створення насінницьких посівів, тому в досліді розглядали також можливість вирощування різних сортів для отримання високоякісного насіння. Установлено, що високим показником індивідуальної продуктивності рослини, а саме маса насіння з однієї рослини, характеризувалися сорти 'Касабланка' і 'Зіронька'.

Наші дослідження структурних елементів продуктивності підтверджують: кількість бобів, маса насіння й бобів з рослини піддаються впливу умов вирощування. Коефіцієнт варіювання ознак, розрахований на основі середньорічних показників, становив 28, 51 і 49% відповідно.

У результаті досліджень встановлено не тільки показники придатності до вирощу-

вання на споживання у свіжому вигляді, а й вивчено потенціал насінневої продуктивності в умовах Правобережного Лісостепу.

Біохімічний склад бобів квасолі спаржевої не є постійним, він піддається мінливості залежно від її виду й сорту, а також умов вирощування. Показники біохімічного складу є найважливішим складником, який відображає ефективність і безпечність вирощування культури, тому досліджувані сорти ретельно аналізувалися щодо вмісту низки біохімічних компонентів. Як наслідок, було виділено сорти з найвищою часткою сирого протеїну в сухій речовині: 'Fruidor' – 18,7%, що вище від стандарту на 2%, дещо нижчим цей показник був у сорту 'Lila Königin' – 17,2% (+0,5%) (табл. 4).

Таблиця 4

Уміст деяких біохімічних компонентів у лопатках сортів квасолі спаржевої (ВВСН 75, середнє за 2020–2021 рр.)

Сорт	Сухий залишок, %	Частка протеїну, %	Частка цукрів, %	Уміст аскорбінової кислоти, мг/100 г	Уміст нітратів, мг/кг
'Paloma'	11,00 ± 0,30	16,1 ± 0,3	2,10 ± 0,06	16,40 ± 0,86	150,0 ± 4,3
'Fruidor'	9,00 ± 0,23	18,7 ± 1,0	2,50 ± 0,07	23,00 ± 0,81	146,0 ± 5,8
'Lila Königin'	9,30 ± 0,49	17,2 ± 0,8	2,60 ± 0,12	17,00 ± 0,31	129,0 ± 5,7
'Laura' St	9,00 ± 0,30	16,7 ± 0,6	2,50 ± 0,02	17,00 ± 0,44	137,0 ± 3,8
'Зіронька'	8,60 ± 0,35	13,1 ± 0,5	2,00 ± 0,07	14,00 ± 0,23	145,0 ± 4,3
'Касабланка'	8,80 ± 0,25	15,0 ± 0,5	2,40 ± 0,09	14,90 ± 0,25	152,0 ± 5,4
Xmed.	9,30	16,1	2,4	17,1	143,2
SD	0,80	1,76	0,22	2,88	7,90
CV, %	9	11	9	17	6
HIP _{0,05}	0,58	1,18	0,14	0,97	8,7

Сухий залишок лопаток квасолі варіював неістотно, проте найвищим був у сорту 'Paloma' – 11,0%, дещо вищим проти стандарту – в 'Lila Königin' – 9,3%. Вищу концентрацію цукрів, порівняно зі стандартом (на 4,0%), відзначено лише в сорту 'Lila Königin' – 2,60 мг/100 г.

Найвищий уміст аскорбінової кислоти визначено в сорту 'Fruidor' – 23,0 мг/100 г. Накопичення нітратів було в межах норми (максимально допустимий рівень – 220 мг/кг).

Виявлено сортові особливості формування симбіотичного апарату квасолі спаржевої. Зокрема, сорт 'Lila Königin' формував невелику кількість (8 шт./росл.) бульбочок з високою концентрацією (14,6 мг/г) леоглобіну, що є одним із якісних показників ефективності симбіотичного апарату. Активність азотфіксації більше залежить від вмісту леоглобіну в бульбочках, ніж від їхньої кількості та маси. Досить високою концентрацією леоглобіну відзначився сорт 'Зіронька' – 14,0 мг/г (табл. 5).

Таблиця 5

Формування нодуляційного апарату квасолі спаржевої (ВВСН 75, середнє за 2020–2021 рр.)

Сорт	Кількість бульбочок, шт./росл.	Маса бульбочок, мг/росл.	Уміст у бульбочках леоглобіну, мг/г
'Paloma'	14,0 ± 0,5	55,0 ± 1,2	9,8 ± 0,2
'Fruidor'	15,0 ± 0,2	63,0 ± 0,3	12,2 ± 0,3
'Lila Königin'	8,0 ± 0,2	31,1 ± 7,5	14,6 ± 0,4
'Laura' St	12,0 ± 0,5	51,0 ± 1,0	13,4 ± 0,1
'Зіронька'	13,0 ± 0,8	36,0 ± 1,6	14,0 ± 0,4
'Касабланка'	17,0 ± 0,5	68,0 ± 1,7	9,0 ± 0,4
Xmed.	13,2	50,7	12,2
SD	2,79	13,34	2,10
CV, %	21	26	17
HIP _{0,05}	0,52	2,03	0,49

Наведені результати статистичного аналізу відображають не тільки залежність росту та розвитку азотфіксувальних бульбочок, а й накопичення леоглобіну, адже саме від його концентрації і залежить ефективність симбіотичної фіксації азоту. З даних рисунка 4 випливає, що наявний високий зворотний зв'язок між умістом леоглобіну й ма-

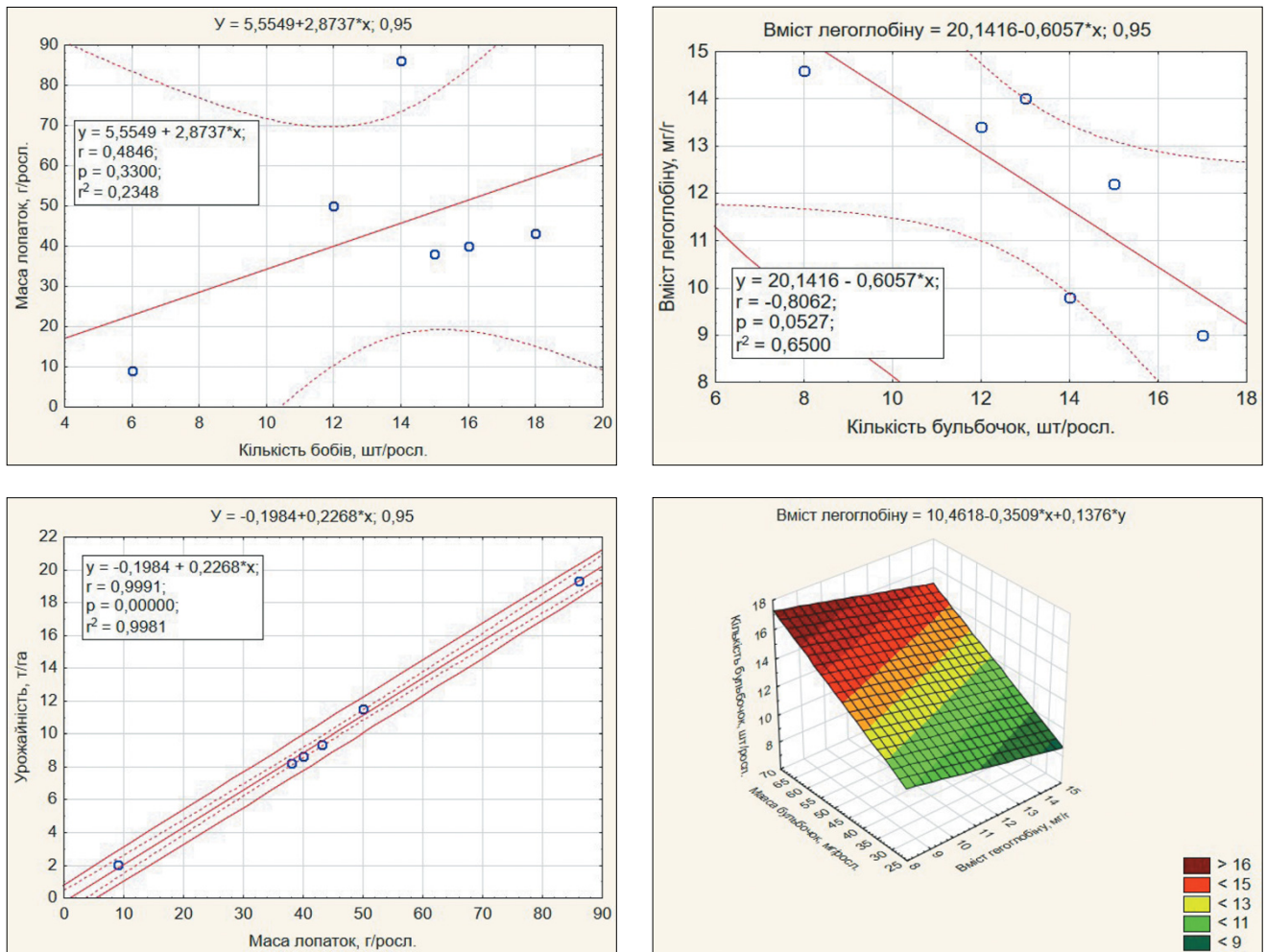


Рис. 4. Точкові графіки і теоретична лінія регресії при прямолінійній кореляції та 3D модель зв'язків між показниками продуктивності нодуляційного апарату квасолі спаржевої

сою та кількістю бульбочок ($r = -0,82$ і $-0,80$), а також висока залежність між масою бульбочок і їх кількістю.

Отже, що сорти квасолі спаржевої по-різному реагують на умови вирощування, а їхня продуктивність істотно залежить від сортових особливостей.

Висновки

За результатами вивчення виділено сорти квасолі спаржевої, які мали високу технологічність та врожайність, зокрема:

– ‘Lila Königin’ і ‘Касабланка’ – високопродуктивні карликові сорти з компактним кущем, які надалі можна використовувати як ущільнювальні культури або висівати за загущеною схемою;

– ‘Paloma’, ‘Laura’, ‘Зіронька’ і ‘Касабланка’ – сорти з високим прикріпленням першого бобу (16–18 см), що свідчить про їхню придатність до механізованого збирання врожаю;

– ‘Зіронька’, ‘Касабланка’ і ‘Paloma’ – високопродуктивні сорти, що суттєво перева-

жали сорт-стандарт ‘Laura’ за врожайністю зелених бобів (лопаток) – на 10,7; 2,8 та 0,7 т/га, або на 123,0; 32,8 та 8,2% відповідно.

Використана література

- Bateman A. Variation Within French Bean Varieties. *Annals of Applied Biology*. 1952. Vol. 39, Iss. 1. P. 129–138. doi: 10.1111/j.1744-7348.1952.tb01005.x
- Thapa R., Lamsal A., Ghimire J., Chand P. B. Evaluation of French Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes for Growth, Yield and Seed Production at Khumaltar. *Malaysian Journal of Halal Research*. 2022. Vol. 5, Iss. 1. P. 17–23. doi: 10.2478/mjhr-2022-0003
- Kumar A., Dhillon T. Stability analysis in French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes using GGE biplot technique. *Agricultural Research Journal*. 2019. Vol. 56, No. 3. P. 401–409. doi: 10.5958/2395-146X.2019.00065.6
- Mataa M., Kalima P., Lungu D. Morphophysiological Responses of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes to Water Stress. *University of Zambia Journal of Agricultural and Biomedical Sciences*. 2021. Vol. 5, Iss. 1. P. 1–17. doi: 10.53974/unza.jabs.5.1.611
- Безугла О. М., Кобизєва Л. Н. Генетичні ресурси рослин у вирішенні проблем селекції квасолі в Україні. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннізнавства та сортовивчення*. 2015. Вип. 26. С. 74–85.

6. Meena J., Dhillon T. S., Meena A., Singh K. K. Studies on performance of French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes for yield and quality traits under protected conditions. *Plant Archives*. 2017. Vol. 17, Iss. 1. P. 615–619.
7. Вітанов О. Д., Гарбовська Т. М., Щербина С. О. та ін. Біологічні особливості сортів квасолі овочевої та економічна ефективність її вирощування. *Овочівництво і баштанництво*. 2019. Вип. 66. С. 47–54. doi: 10.32717/0131-0062-2019-66-47-54
8. Безугла О. М., Безугла Л. Н. Наукові основи формування ознакової колекції квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.). *Генетичні ресурси рослин*. 2014. Вип. 14. С. 50–61.
9. Thakur N., Uppulari T., Kanwar H., Malik A. Seed Production Technology of Peas and Beans: French Bean, Pea and Cluster Bean. *Seed Production Technology* / N. Singh, A. Malik, H. Punia (Eds.). Chikkamagaluru : INSC International Publishers, 2022. P. 128–155.
10. Kakon S. S., Mian M. A. K., Saha R. R. et al. Phenology, Growth and Pod Yield of French Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) as Influenced by Temperature Variations Under Different Sowing Dates. *Bangladesh Agronomy Journal*. 2019. Vol. 21, Iss. 2. P. 25–32. doi: 10.3329/baj.v21i2.44489
11. Muthal K., Patil H. B., Pawar G., Sable P. A. Correlation studies in French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) for growth, yield and yield attributing characters. *Ecology, Environment and Conservation*. 2015. Vol. 21, Iss. 1. P. 449–451.
12. Безугла О. М. Джерела квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.) за придатністю до механізованого збирання. *Генетичні ресурси рослин*. 2017. № 21. С. 41–52.
13. Luitel B. P., Kalauni S., Bhandari B. B. Morphological and Yield Traits of Pole-Type French Bean Genotypes. *Journal of Nepal Agricultural Research Council*. 2021. Vol. 7, Iss. 1. P. 2392–4543. doi: 10.3126/jnarc.v7i1.36914
14. Ma H., Rana D. Evaluation of French Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes for Growth, Pod Yield and Quality under Sub-Tropical Condition of Garhwal Hills. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2020. Vol. 9, Iss. 7. P. 974–980. doi: 10.20546/ijcmas.2020.907.114
15. Reddy B., Pandey M., Singh J., Singh P. M. et al. Principal Component Analysis and Stability of Genotypes in French Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Legume Research – An International Journal*. 2021. Article LR-4569. doi: 10.18805/LR-4569
16. Гарбовська Т. М. Тривалість міжфазних періодів росту і розвитку квасолі овочевої залежно від схеми розміщення рослин. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2020. Вип. 9, Ч. 1. С. 457–467. doi: 10.31395/2415-8240-2020-96-1-457-467
17. Jhanavi D. R., Patil H. B., Justin P. et al. Genetic variability, heritability and genetic advance studies in french bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. *Indian Journal of Agricultural Research*. 2018. Vol. 52, Iss. 2. P. 162–166. doi: 10.18805/IJAR.A-4923
18. ДСТУ ЕЭК 000 FFV–06:2007. Квасоля. Настанови щодо постачання і контролювання якості. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 7 с.
19. Johansen H. N., Glitso V., Knudsen K. E. B. Influence of extraction solvent and temperature on the quantitative determination of oligosaccharides from plant materials by high-performance liquid chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1996. Vol. 44, Iss. 6. P. 1470–1474. doi: 10.1021/jf950482b
20. ДСТУ 7804:2015. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення сухих речовин або вологи. Київ : Держспоживстандарт України, 2015. 19 с.
21. ДСТУ 4958:2008. Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Метод визначення аскорбінової кислоти. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 4 с.
22. ДСТУ ISO 6635:2004. Фрукти, овочі та продукти перероблення. Визначення вмісту нітратів та нітритів спектрометричним методом молекулярної абсорбції. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 7 с.
23. ДСТУ ISO 5983–2003. Корми для тварин. Визначення вмісту азоту і обчислювання вмісту сирого білка. Метод К'ельдаля. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 12 с.
24. Посыпанов Г. С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. Москва : Агропромиздат, 1991. 200 с.
25. Shing M., Ceccarelli S., Hambling J. Estimation of heritability from varietal trials data. *Theoretical and Applied Genetics*. 1993. Vol. 86, Iss. 4. P. 437–441. doi: 10.1007/bf00838558
26. Chacon M., Pickersgill P., Debouck D. Domestication patterns in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and the origin of the Mesoamerican and Andean cultivated races. *Theoretical and Applied Genetics*. 2005. Vol. 110, Iss. 3. P. 432–444. doi: 10.1007/s00122-004-1842-2

References

1. Bateman, A. (1952). Variation Within French Bean Varieties. *Annals of Applied Biology*, 39(1), 129–138. doi: 10.1111/j.1744-7348.1952.tb01005.x
2. Thapa, R., Lamsal, A., Ghimire, J., & Chand, P. B. (2022). Evaluation of French Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes for Growth, Yield and Seed Production at Khumaltar. *Malaysian Journal of Halal Research*, 5, 17–23. doi: 10.2478/mjhr-2022-0003
3. Kumar, A., & Dhillon, T. (2019). Stability analysis in French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes using GGE biplot technique. *Agricultural Research Journal*, 56(3), 401–409. doi: 10.5958/2395-146X.2019.00065.6
4. Mataa, M., Kalima, P., & Lungu, D. (2021). Morphophysiological Responses of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes to Water Stress. *University of Zambia Journal of Agricultural and Biomedical Sciences*, 5(1), 1–17. doi: 10.53974/unza.jabs.5.1.611
5. Bezugla, O. M., & Kobzyieva, L. N. (2015). Plant genetic resources for solving problems of bean breeding in Ukraine. *Collected Scientific Articles Plant Breeding and Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivars Investigation*, 26, 74–85. [In Ukrainian]
6. Meena, J., Dhillon, T. S., Meena, A., & Singh, K. K. (2017). Studies on performance of French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes for yield and quality traits under protected conditions. *Plant Archives*, 17(1), 615–619.
7. Vitanov, O. D., Harbovska, T. M., Shcherbyna, S. O., Uriupina, L. M., Zelendin, Yu. D., & Chefonova, N. V. (2019). Biological features of varieties of the vegetable bean and economic efficiency of growing. *Vegetables and Melon Growing*, 66, 47–54. doi: 10.32717/0131-0062-2019-66-47-54 [In Ukrainian]
8. Bezugla, O. M., & Bezugla, L. N. (2014). Scientific bases of formation of a characteristic collection of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant Genetic Resources*, 14, 50–61. [In Ukrainian]
9. Thakur, N., Uppulari, T., Kanwar, H., & Malik, A. (2022). Seed Production Technology of Peas and Beans: French Bean, Pea and Cluster Bean. In N. Singh, A. Malik, & H. Punia (Eds.), *Seed Production Technology* (pp. 128–155). Chikkamagaluru: INSC International Publishers.
10. Kakon, S., Mian, M., Saha, R., Nasreen, S., Naher, Q., & Hossain, M. (2019). Phenology, Growth and Pod Yield of French Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) as Influenced by Temperature Variations Under Different Sowing Dates. *Bangladesh Agronomy Journal*, 21(2), 25–32. doi: 10.3329/baj.v21i2.44489
11. Muthal, K., Patil, H. B., Pawar, G., & Sable, P. A. (2015). Correlation studies in French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) for growth, yield and yield attributing characters. *Ecology, Environment and Conservation*, 21(1), 449–451.
12. Bezugla, O. M. (2017). Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) sources of suitability for mechanized harvesting. *Plant Genetic Resources*, 21, 41–52. [In Ukrainian]
13. Luitel, B. P., Kalauni, S., & Bhandari, B. B. (2021). Morphological and Yield Traits of Pole-Type French Bean Genotypes. *Journal of Nepal Agricultural Research Council*, 7(1), 2392–4543. doi: 10.3126/jnarc.v7i1.36914

14. Ma, H., & Rana, D. (2020). Evaluation of French Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes for Growth, Pod Yield and Quality under Sub-Tropical Condition of Garhwal Hills. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(7), 974–980. doi: 10.20546/ijcmas.2020.907.114
15. Reddy, B., Pandey, M., Singh, J., Singh, P. M., & Rai, N. (2021). Principal Component Analysis and Stability of Genotypes in French Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Legume Research – An International Journal*, Article LR-4569. doi: 10.18805/LR-4569
16. Harbovska, T. M. (2020). The interphase periods duration of the vegetable bean growth and development depending on the plants layout. *Collection of Scientific Papers of Uman National University of Horticulture*, 96(1), 457–467. doi: 10.31395/2415-8240-2020-96-1-457-467 [In Ukrainian]
17. Jhanavi, D. R., Patil, H. B., Justin, P., Hadimani, H., Mulla, S. W. R., & Cholin, S. (2018). Genetic variability, heritability and genetic advance studies in french bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. *Indian Journal of Agricultural Research*, 52(2), 162–166. doi: 10.18805/IJARE.A-4923
18. DSTU (State standard of Ukraine) ECE LLC FV-06: 2007. *Beans. Guidelines for supply and quality control*. (2009). Kyiv: Derzhspozhyvstandart. [In Ukrainian]
19. Johansen, H. N., Glitso, V., & Knudsen, K. E. B. (1996). Influence of extraction solvent and temperature on the quantitative determination of oligosaccharides from plant materials by high-performance liquid chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(6), 1470–1474. doi: 10.1021/jf950482b
20. DSTU (State standard of Ukraine) 7804:2015. *Fruit and vegetable processing products. Methods for determination of dry matter or moisture*. (2015). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. [in Ukrainian]
21. DSTU (State standard of Ukraine) 4958:2008. *Fruits, vegetables and derived products. Methods for determination of corbin acid*. (2008). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. [in Ukrainian]
22. DSTU (State standard of Ukraine) ISO 6635:2004. *Fruits, vegetables and derived products. Determination of nitrite and nitrate content molecular absorption spectrometric method*. (2004). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. [in Ukrainian]
23. DSTU (State standard of Ukraine) ISO 5983-2003. *Animal feeding stuffs – Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content – Kjeldahl method*. (2006). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. [In Ukrainian]
24. Posypanov, G. S. (1991). *Metody izucheniya biologicheskoy fiksatcii azota vozdukh* [Methods for studying the biological fixation of nitrogen in the air: a reference guide]. Moscow: Agropomizdat. [In Russian]
25. Shing, M., Ceccarelli, S., & Hambling, J. (1993). Estimation of heritability from varietal trials data. *Theoretical and Applied Genetics*, 86(4), 437–441. doi: 10.1007/bf00838558
26. Chacon, M., Pickersgill, P., & Debouck, D. (2005). Domestication patterns in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and the origin of the Mesoamerican and Andean cultivated races. *Theoretical and Applied Genetics*, 110(3), 432–444. doi: 10.1007/s00122-004-1842-2

UDC 631.526.3:635.652:633.36/37](477.46)

Yatsenko, V. V.*, **Vorobiova, N. V.**, & **Yatsenko, A. O.** (2022). Variety productivity of *Phaseolus vulgaris* L. for green pods in the Forest-Steppe of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 18(1), 57–65. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.1.2022.257588> [In Ukrainian]

*Uman National University of Horticulture, 1 Instyutaska St., Uman, Cherkasy region, 20305, Ukraine, *e-mail: slaviksklavina16@gmail.com*

Purpose. To reveal the features of productivity formation of French bean varieties of different ecological and geographical origin in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** During 2020–2021 six early maturing varieties of beans – ‘Zironka’, ‘Casablanca’ (Ukraine), ‘Lila Königin’ (Germany), ‘Laura’ (Poland), ‘Fruidor’ (France) and ‘Paloma’ (the Netherlands) were studied in the field (Uman, 48°46’N, 30°14’E). Biometric and productivity indicators of plants, as well as the biochemical composition of products (green beans) were analyzed in technical and full maturity of the culture (BBCH 75 and 99). **Results.** The dwarf varieties ‘Lila Königin’ and ‘Casablanca’ were identified, which can be used in breeding as a source of this trait. Varieties with high attachment of the lower bean, suitable for mechanized harvesting – ‘Casablanca’, ‘Zironka’, ‘Laura’ and ‘Paloma’ were identified. It was revealed that the most productive varieties were ‘Zironka’, ‘Casablanca’ and ‘Paloma’, the mass of beans in which was in the range of 43.1–86.0 g, and the yield

of green beans was 9.39–19.35 t/ha. In terms of seed yield, the varieties ‘Zironka’ turned out to be highly productive – 3.51 t/ha, ‘Casablanca’ – 3.78 t/ha and ‘Lila Königin’ – 2.65 t/ha. Evaluation of the biochemical composition of green beans of French bean did not allow to distinguish varieties by a set of indicators, however, as a source of traits with a high percentage of dry residue stood out variety ‘Paloma’ – 11%; by the share of protein – ‘Fruidor’ – 18.7%; for the share of sugars – ‘Lila Königin’ – 2.60%, for the content of ascorbic acid ‘Fruidor’ – 23.0 mg/100 g and with low content of nitrates – the variety ‘Lila Königin’ – 129.0 mg/kg. **Conclusions.** The evaluation of French bean varieties by morphological variability and productivity allowed to recommend ‘Paloma’ and ‘Casablanca’ varieties for use in production. Varieties with improved biochemical parameters that can be used as sources of traits for breeding were identified.

Keywords: seed weight, yield; protein; sugars; nodulation apparatus.

*Надійшла / Received 21.02.2022
Погоджено до друку / Accepted 03.05.2022*