

Морфологічні особливості та продуктивний потенціал рослин роду *Vigna* Savі. в умовах Правобережного Лісостепу України

О. П. Бондарчук*, Д. Б. Рахметов, О. М. Вергун, С. О. Рахметова

Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України, вул. Тимірязєвська, 1, м. Київ, 01014, Україна,
*e-mail: bondbiolog@gmail.com

Мета. Провести комплексне дослідження морфологічних особливостей рослин роду *Vigna*, оцінити їх продуктивний потенціал залежно від видових особливостей за умов інтродукції в Правобережному Лісостепу України. **Методи.** Основний метод роботи – порівняльний морфологічний аналіз рослин, вирощених із насіння. Дослідження проводили на інтродукційних ділянках та в лабораторних умовах відділу культурної флори Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України впродовж 2019–2021 рр. Матеріалом для досліджень слугували рослини чотирьох видів роду *Vigna*: *V. radiata* (L.) R.Wilczek, *V. angularis* (Willd.) Ohwi & H. Ohashi, *V. mungo* (L.) Hepper, *V. unguiculata* (L.) Walp. Вивчали закономірності проходження ростових процесів і розвитку рослин залежно від видових особливостей. Визначали ґрунтову схожість насіння без попередньої підготовки залежно від видових особливостей. Використовували польові, лабораторні а також методи дисперсійного аналізу і статистичної оцінки середніх даних з використанням програми Microsoft Excel (2010). **Результати.** Виявлено, що насіння рослин *V. radiata*, *V. angularis*, *V. mungo*, *V. unguiculata* за інтродукції в Правобережному Лісостепу України характеризуються високим рівнем енергії проростання (від 64,8% у *V. angularis* до 78,9% у *V. unguiculata*) та схожості (від 84,3% у *V. radiata* до 99,6% у *V. angularis*), інтенсивністю росту й розвитку наземних і підземних органів упродовж вегетації та продуктивністю насіння (від 468 г/м² у *V. radiata* до 585 г/м² у *V. mungo*). Це свідчить про перспективність їх культивування як вихідного матеріалу для селекційних досліджень та доцільність для використання у рослинництві, що дасть змогу розширити потенціал сировинної бази в доповнення традиційним бобово-злаковим культурам. **Висновки.** Вивчено морфологічні характеристики насіння, вегетативних та генеративних органів рослин видів роду *Vigna*. Установлено особливості формування продуктивності насіння, наземної та підземної частини рослин упродовж вегетації залежно від видоспецифіки в умовах інтродукції в Правобережному Лісостепу України.

Ключові слова: види роду *Vigna*; інтродукція; продуктивність; морфологічні особливості.

Вступ

За даними ООН, в останні десятиліття спостерігається стрімкий приріст населення на планеті [1], тому демографічне питання на сьогодні чи не найактуальніше серед наукової спільноти, зокрема й природничого напрямку [2]. Зокрема, у середині ХХ ст. (станом на 1950 р.) загальна кількість на-

селення становила 2,5 млрд, а наприкінці (1999 р.) – 6 млрд [3]. Нині, у 2022 р., за даними ресурсу «Worldometers» [4], вона сягає приблизно 8 млрд. Такий демографічний бум порушує низку наукових питань, які потребують негайного розв'язання, чільне місце серед яких – це забезпечення продовольчої безпеки людства [5, 6].

Білкова їжа становить основу будь-якого живого організму, зокрема й людського [7]. Серед превалюючих джерел відносно дешевого та корисного протеїну є рослини, зокрема представники родини *Fabaceae* [8–10].

На світовому ринку продуктів землеробства основною зернобобовою культурою сьогодні є соя [*Glycine hispida* (Moench) Max], яку називають культурою ХХІ ст. [11]. Вона потужно ввійшла у світове сільськогоспо-

Oleksandr Bondarchuk
<https://orcid.org/0000-0001-6367-9063>
Dzhamal Rakhmetov
<https://orcid.org/0000-0001-7260-3263>
Olena Vergun
<https://orcid.org/0000-0003-2924-1580>
Svitlana Rakhmetovah
<https://orcid.org/0000-0002-0357-2106>

дарське виробництво, відіграє стратегічну роль у розв'язанні глобальної продовольчої проблеми та є цінним джерелом білка. За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), упродовж останніх десяти років площа посівів сої у світі зросла із 102,4 млн га у 2010 р. до понад 120 млн га, станом на 2021 р. [12, 13]. Але варто зазначити, що разом зі збільшенням посівних площ за роками спостерігається тенденція до зменшення її врожайності. Це пов'язано із низкою екологічних чинників довкілля, зокрема аридизацією кліматичних умов, зменшенням родючості ґрунтів, стійкістю шкочочинних організмів до сучасних методів їх контролювання тощо [14–16].

Серед бобових культур, які сьогодні застосовують на увагу, важливе місце належить рослинам видів роду *Vigna*. Представники цього роду нині викликають значний інтерес серед науковців-інтродукторів та селекціонерів [17, 18]. Рослини роду *Vigna* характеризуються досить тривалою історією споживання як цінна харчова [19], кормова [20], а також технічна культура [21]. У наземній їх частині накопичується велика кількість біологічно активних сполук (мікро- та макроелементів, вітамінів тощо) [22], а насіння є джерелом білка, вміст якого становить від 22 до 28% [23]. Порівняно, наприклад, із такими відомими культурами, як соя та квасоля, – це менше приблизно на 1,5 [24] і 3,0% [8], але на 1,5–2,0% переважає показники нуту [25] та на 1,6–1,9% сочевиці [9].

Відомо, що рослини видів роду *Vigna* характеризуються високою адаптаційною здатністю до умов довкілля, тому в країнах із збіднілими ґрунтами вони набули широкого використання як овочева культура: наземна фітомаса (незрілі боби) вживаються як замітник традиційним салатним культурам, зокрема спаржі, а стигле насіння – бобово-злаковим культурам [26]. Як і всі інші традиційні бобові культури – це джерело відносно дешевого, життєво необхідного для забезпечення потреб людського та тваринного організму протеїну. Стигле насіння, наприклад *Vigna subterranean* L., разом із *Zea mays* L. також використовується для виготовлення протеїнових батончиків, які характеризуються досить тривалим терміном зберігання та енергетичною цінністю [27].

Сьогодні рослини видів роду *Vigna* зарекомендували себе як цінне джерело сировини харчового та кормового напрямку використання в багатьох країнах світу. Спостерігається тенденція до оцінювання видового

складу, а також створених на їхній основі сортів за стійкістю до стресових чинників довкілля, продуктивним потенціалом, можливістю всебічного використання у сільському господарстві тощо [28, 29].

В Україні останніми роками спостерігається тенденція до розширення асортименту представників роду *Vigna* [30–32], водночас цей рід ще й досі залишається маловивченим. Тому створення та поповнення вітчизняного генофонду, проведення всебічних інтродукційних досліджень, добір перспективних зразків для подальшої селекційної роботи дасть змогу значно розширити спектр господарсько-цінних рослин, орієнтованих на розвиток агропромислового сектору та підвищення якості життя суспільства.

Мета досліджень – провести комплексне дослідження морфологічних особливостей рослин роду *Vigna*, оцінити продуктивний потенціал залежно від видових особливостей за умов інтродукції в Правобережному Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили впродовж 2019–2021 рр. на експериментально-селекційних ділянках відділу культурної флори Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України, розташованого в зоні Правобережного Лісостепу України.

Ґрунти дослідних ділянок – сірі лісові опідзолені. Глибина орного шару – 20–22 см. Уміст гумусу в ґрунті – 3,26%, рН – 6,7, уміст азоту – 98 мг/кг, фосфору – 373, калію – 66 мг/кг ґрунту.

Матеріалом для досліджень слугували інтродуковані рослини чотирьох видів роду *Vigna*: *V. radiata* (L.) R. Wilczek, *V. angularis* (Willd.) Ohwi & H. Ohashi, *V. mungo* (L.) Hepper, *V. unguiculata* (L.) Walp.

Основний метод роботи – порівняльний морфологічний аналіз рослин, вирощених із насіння, впродовж вегетаційного періоду за фазами розвитку відповідно до методичних вказівок І. П. Ігнат'євої [33].

При описі форми листків, стебла, коренів, квіток, суцвіть, плодів та насіння використовували термінологію, наведену в [34], для порівняльного опису рослин ужито термінологію згідно з працями І. Г. Серебрякова і Т. І. Серебрякової [35–37].

Фенологічні спостереження проводили шляхом реєстрації фаз розвитку з інтервалом 3–5 діб за методикою І. М. Бейдемана [38], Г. М. Зайцева [39] та Методикою фенологічних спостережень в ботаничних садах СРСР [40]. Початок фази визначали за

наявності ознаки у 10%, а повну фазу – у 75% рослин.

Урожай наземної маси обліковували за методикою Г. М. Зайцева [41]. Фактичну продуктивність насіння визначали за кількістю дозрілого насіння. Зразки збирали за однакового ступеня зрілості. Біологічні особливості насіння вивчали за Atlas of seeds and fruits of Central and East-European flora (The Carpathian Mountains Region) [42]. Під час визначення однорідності насіння, його життєздатності та маси 1000 насінин використовували міжнародні правила аналізу насіння [43], ДСТУ 2949-94 «Насіння сільськогосподарських культур. Терміни та визначення».

Отримані результати досліджень обробляли методами дисперсійного аналізу та

статистичної оцінки середніх даних з використанням програми Microsoft Excel (2010).

Результати та обговорення

З'ясовано, що інтродуценти роду *Vigna*, зібрані в колекції відділу культурної флори, – це однорічні трави. Варто зазначити, що в науковій літературі питанню щодо вивчення морфометричних параметрів насінин рослин роду *Vigna* уваги не приділялося, хоча для селекції рослин ці показники мають важливе значення. Установлено, що за морфометричними показниками серед досліджуваних інтродуцентів найбільшими лінійними розмірами та масою 1000 насінин характеризувалися рослини *V. unguiculata*, найменшими – *V. mungo* (рис. 1).

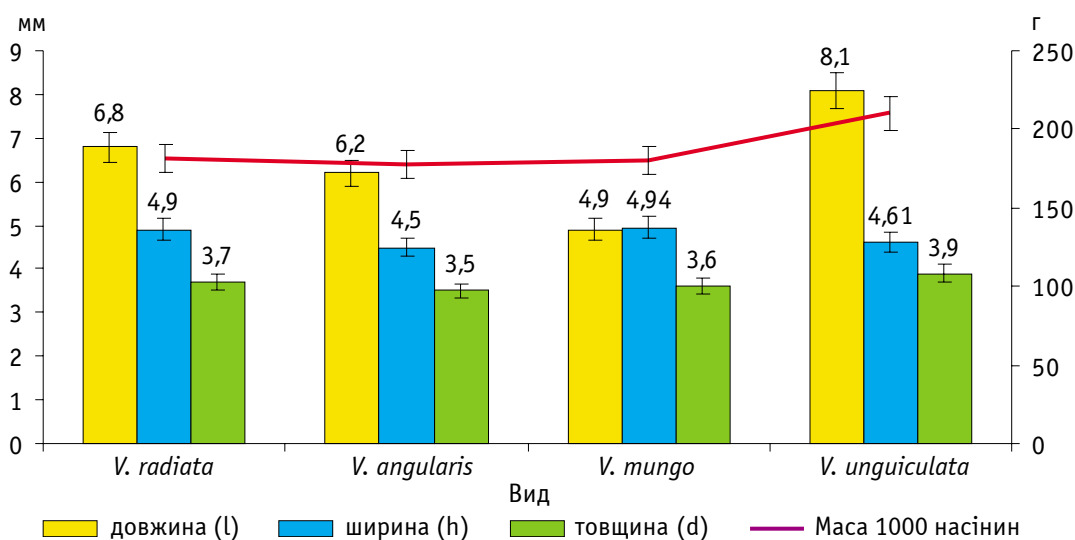


Рис. 1. Розмір та маса 1000 насінин рослин видів роду *Vigna* за умов інтродукції в НБС імені М. М. Гришка НАН України

Поряд із розмірами та масою насіння, важливе значення мають і його морфологічні особливості (форма, забарвлення насінної шкірки та ендосперму тощо) [44]. Виявлено, що насіння рослин видів роду *Vigna* характеризується гетерогенністю морфологічних ознак залежно від виду рослин. За формою насінини у всіх видів переважно ниркоподібної форми (вигляд збоку) та еліптична (вигляд зі сторони насінного рубчика). У поперечному розрізі медіальної частини насінини було виділено ряд важливих ознак, що вирізняли види один від одного. Зважаючи на це, інтродуценти було розподілено на такі групи: за формою поперечного розрізу насінини (яйцеподібна – *V. angularis*, *V. mungo*, округла – *V. radiata*, серцеподібна – *V. unguiculata*); за розміщенням насінного рубчика відносно поверхні насінини (увігнутий – *V. angularis*, *V. mungo*, рівний –

V. unguiculata, випуклий – *V. radiata*). У всіх інтродуцентів насінна шкірка тверда, гладка та блискуча, червоного (у *V. angularis*), зеленого (у *V. radiata*), сірого з плямистістю (у *V. mungo*), світло-коричневого (у *V. unguiculata*) кольору. Ендосперм має біле забарвлення із відтінком кольору насінної шкірки. Насінний рубчик білий, він, головним чином, забезпечує проникність води та поживних речовин до зародка насінини (рис. 2).

Одними з найважливіших показників якості насіння є його схожість та енергія проростання. Схожість насіння визначається його здатністю утворювати добре розвинені проростки, енергія проростання – здатністю до швидкого й дружнього проростання насіння, що характеризує його життєздатність [43]. Серед досліджуваних інтродуцентів у *V. angularis* зафіксовано найвищу схо-

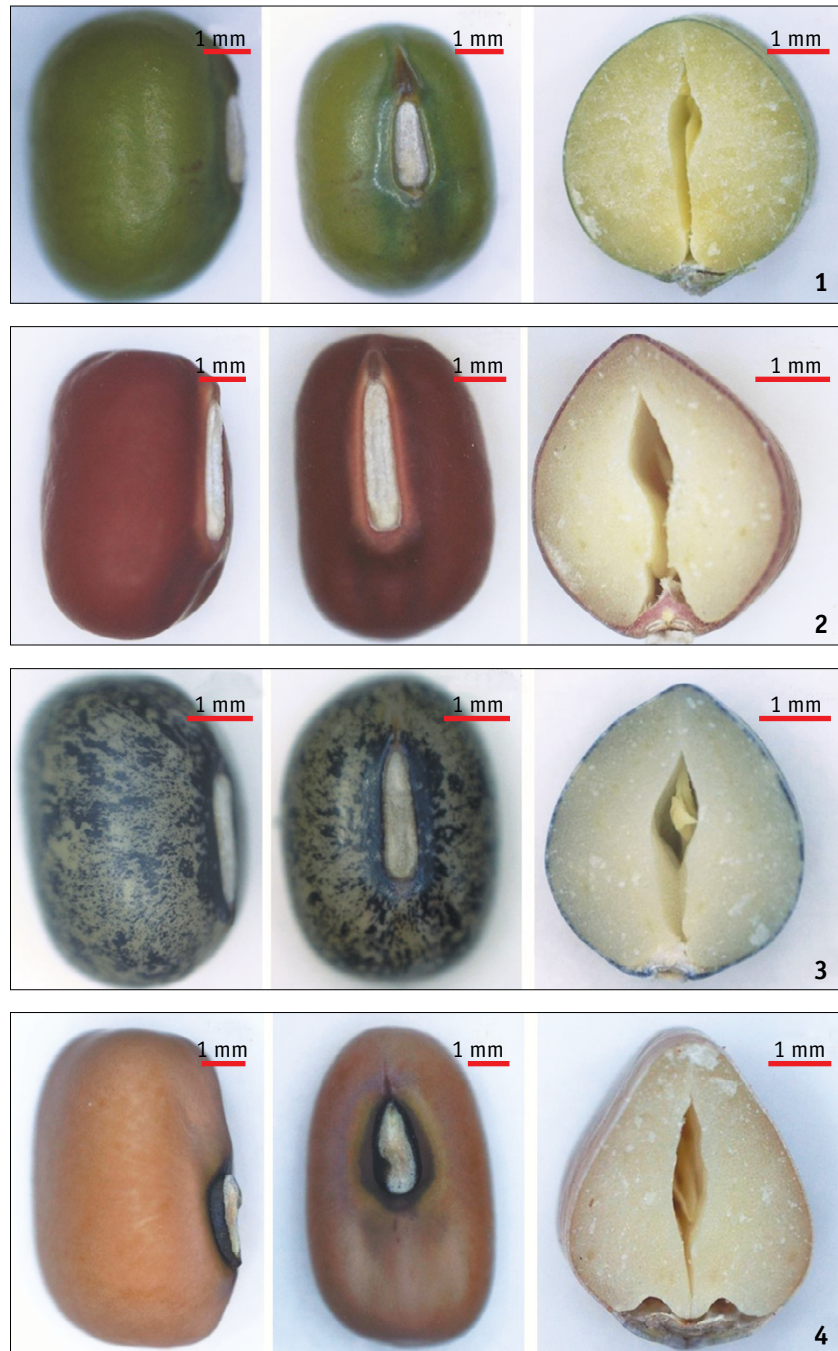


Рис. 2. Морфологія насінин рослин видів роду *Vigna*:
1 – *V. radiata*, 2 – *V. angularis*, 3 – *V. mungo*, 4 – *V. unguiculata*

жість насіння, у *V. unguiculata* – енергію проростання, в решти видів ці показники дещо нижчі (рис. 3). Варто зазначити, що порівняно, наприклад, із дослідженнями Н. А. Равшанової [45], за умов інтродукції в Правобережному Лісостепу України рослини забезпечують приблизно на 25–35% вищу схожість насіння.

Вивчення морфологічних показників залежно від фази розвитку дає змогу не тільки встановити спільні та відмінні особливості рослин, але й оцінити продуктивний потенціал інтродуцентів. Установлено, що пред-

ставники роду *Vigna* характеризуються суттєвою варіабельністю біометричних показників (рис. 4). Наприклад, у дорослих генеративних рослин (фаза плодоношення), коли припиняється наростання вегетативних органів, лінійні розміри пагона варіювали в середньому від 58,13 (*V. angularis*) до 172,05 см (*V. unguiculata*), кореневої системи – від 13,9 (*V. mungo*) до 28,4 см (*V. unguiculata*). Діаметр кореневої шийки найменший спостерігали в рослин *V. angularis* (6,11 мм), найбільший – у *V. mungo* (15,22 мм). Порівнюючи із результатами, отриманими

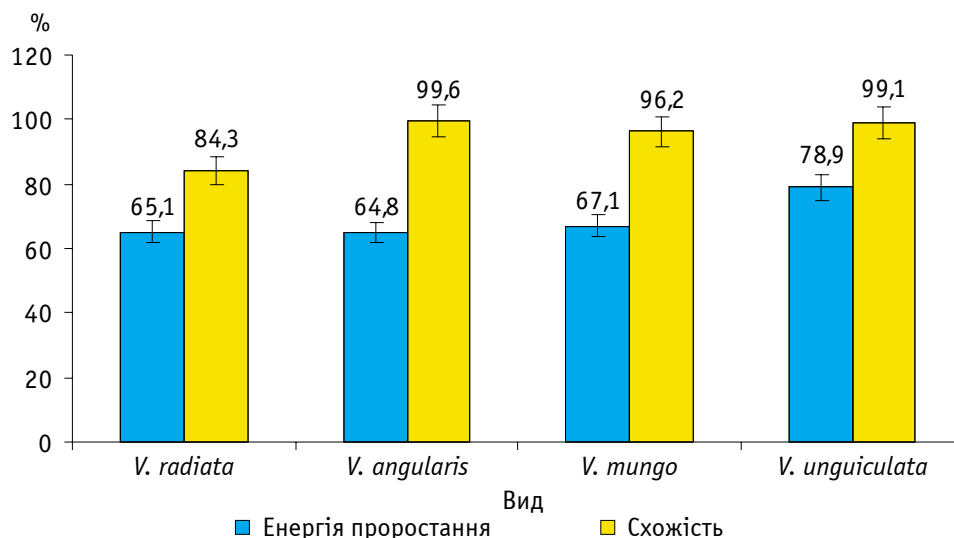


Рис. 3. Енергія проростання та схожість насіння рослин видів роду *Vigna* залежно від видових особливостей

А. З. Багдаловою [46], варто зазначити, що біометричні показники досліджуваних нами

представників наближені, із незначним перевищенням.

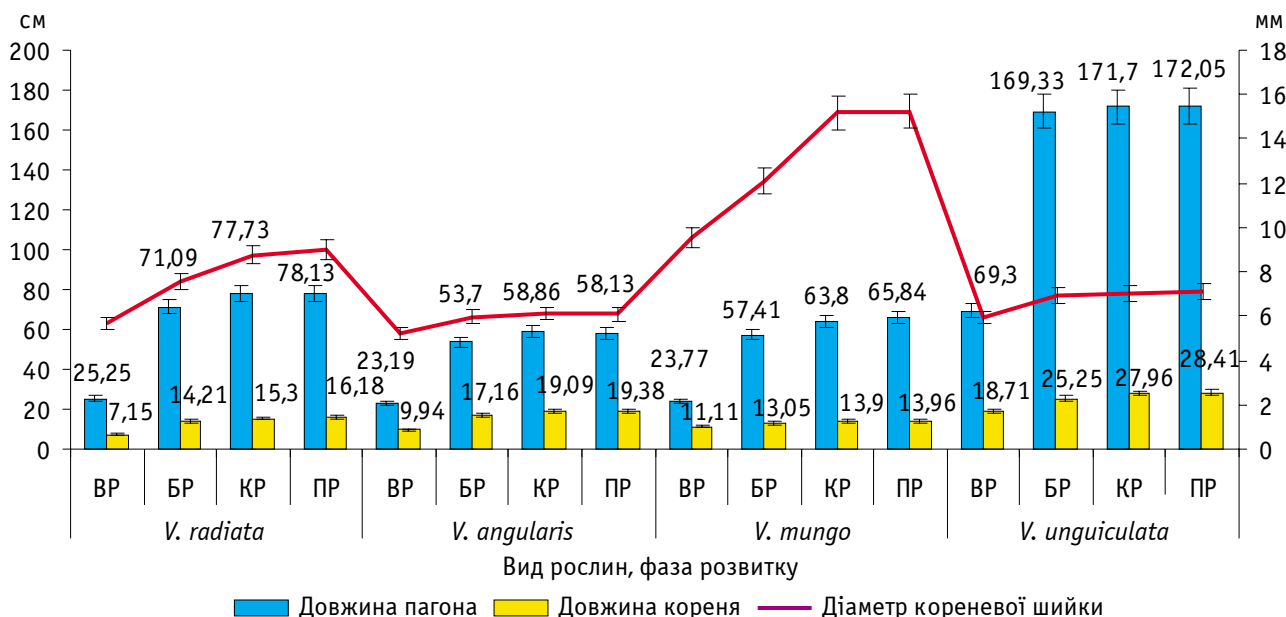


Рис. 4. Біометричні показники наземної та підземної частин рослин роду *Vigna* залежно від видових особливостей та фази розвитку (BP – вегетаційна фаза, BR – бутонізація, KP – квітування, PR – плодоношення)

В усіх інтродуцентів активно наростає листкова маса. Разом зі збільшенням лінійних розмірів пагона спостерігається збільшення кількості листків та їх лінійних параметрів. Активне збільшення біометричних показників листка відбувається між фазами відростання та квітування рослин, надалі ріст припиняється, а всі метаболічні процеси спрямовуються на формування врожаю. Серед досліджуваних інтродуцентів найбільшими лінійними розмірами нижніх листків характеризувалися рослини *V. radiata*

(44,10 см), найменшими – *V. unguiculata* (22,12 см). Така ж тенденція була характерна для листків середнього та верхнього ярусу (табл. 1). Порівнюючи із результатами досліджень за умов інтродукції в Нижньому Поволжі [46], варто зазначити, що рослини в умовах інтродукції у Правобережному Лісостепу також забезпечують відносно вищі параметри листкової пластинки.

Відомо, що дослідження кількості квіток та бобів на рослині дає змогу визначити потенційну та реальну їх продуктивність [47].

Таблиця 1

Біометричні показники листкової пластинки* рослин видів роду *Vigna* за інтродукції в Правобережному Лісостепу України

Вид	Фаза розвитку	Довжина листкової пластинки, см		
		нижній	середній	верхній
<i>V. radiata</i>	ВР	22,09 ± 0,33	21,17 ± 0,10	8,77 ± 0,07
	БР	37,04 ± 0,12	29,05 ± 0,03	20,76 ± 0,11
	КР	42,55 ± 0,07	31,58 ± 0,16	21,23 ± 0,15
	ПР	44,10 ± 0,21	31,13 ± 0,04	22,02 ± 0,09
<i>V. angularis</i>	ВР	16,40 ± 0,17	9,88 ± 0,07	4,06 ± 0,04
	БР	28,32 ± 0,31	17,50 ± 0,11	9,31 ± 0,03
	КР	30,04 ± 0,13	19,91 ± 0,18	10,03 ± 0,01
	ПР	30,97 ± 0,03	19,28 ± 0,20	10,15 ± 0,07
<i>V. mungo</i>	ВР	15,79 ± 0,15	7,31 ± 0,09	4,34 ± 0,02
	БР	29,55 ± 0,10	15,16 ± 0,07	11,08 ± 0,06
	КР	31,00 ± 0,31	16,17 ± 0,10	13,01 ± 0,04
	ПР	31,31 ± 0,24	16,32 ± 0,01	13,45 ± 0,12
<i>V. unguiculata</i>	ВР	9,66 ± 0,11	8,09 ± 0,03	4,11 ± 0,05
	БР	20,22 ± 0,18	14,76 ± 0,16	7,07 ± 0,02
	КР	22,03 ± 0,14	17,81 ± 0,11	9,11 ± 0,03
	ПР	22,12 ± 0,10	18,83 ± 0,03	10,59 ± 0,13

*аналізували по 10 рослин кожного виду в чотирикртній повторності.

Примітка. ВР – вегетативна фаза, БР – бутонізація, КР – квітання, ПР – плодоношення.

Для представників роду *Vigna* цьому питанню на сьогодні уваги не приділено, тому нами було вирішено вивчити ці особливості. Таким чином, варто зазначити, що всі рослини одночасно вступали у фазу квітання та плодоношення, що, своєю чергою, забезпечило добре запилення квіток. Майже в усіх представників кількість утворених бобів відповідає кількості квіток. Різницю між потенційною та реальною про-

дуктивністю рослин фіксували в межах 1% для *V. unguiculata*, що, найімовірніше, пов'язано зі сланкою стратегією розвитку пагонової системи, внаслідок чого деякі квітки стають недоступними для запилення комахами. Для рослин *V. radiata* ця різниця очевидно пов'язана із тим, що квітки верхнього ярусу є дрібними й слабо розвинутими, тому не відбувається зав'язування бобів (рис. 5).

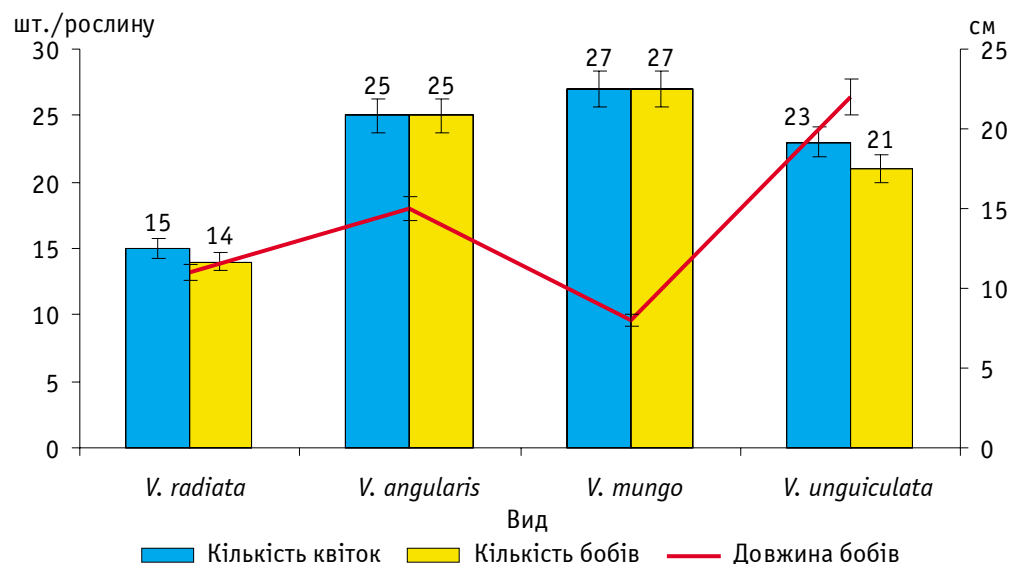


Рис. 5. Біометричні показники генеративних органів рослин видів роду *Vigna*

Установлено, що тривалість вегетаційного періоду рослин видів роду *Vigna* становить у середньому від 64 (*V. radiata*) до 75 (*V. unguiculata* та *V. angularis*) діб. Щодо

питання врожайного потенціалу рослин цього роду в науковій літературі приділено мало уваги, переважно дослідження спрямовані на вивчення продуктивних показни-

ків зелених бобів [48, 49]. Оскільки одним із найважливіших показників, які відображують загальну продуктивність рослин, є насінна продуктивність, ми звернули на це увагу в наших дослідженнях. Таким чином

було встановлено, що рослин *V. unguiculata* забезпечують найбільші показники продуктивності насіння – в межах 564 г/м², найменші зафіксовано в рослин *V. radiata* (табл. 2).

Таблиця 2

Тривалість вегетаційного періоду та врожайність насіння рослин видів роду *Vigna* за інтродукції в Правобережному Лісостепу України

Вид	Тривалість вегетаційного періоду, днів	Продуктивність насіння, г/рослину	Урожайність насіння, г/м ²
<i>V. radiata</i>	64 ± 3,6	36 ± 1,7	468 ± 9,10
<i>V. unguiculata</i>	75 ± 1,5	47 ± 1,1	564 ± 10,25
<i>V. angularis</i>	76 ± 1,5	43 ± 1,3	516 ± 5,80
<i>V. mungo</i>	69 ± 1,0	45 ± 0,9	585 ± 5,01

Висновки

Вивчено морфологічні особливості насіння, наземних та підземних органів рослин видів роду *Vigna* залежно від видових особливостей та фази розвитку, з'ясовано їх продуктивний потенціал за умов інтродукції в Правобережному Лісостепу України.

Установлено, що досліджені інтродуценти в умовах культури характеризуються досить високою схожістю (зокрема, *V. angularis* – 99,6%) та енергією проростання (зокрема, *V. unguiculata* – 78,9%) насіння. З'ясовано, що тривалість вегетаційного періоду в рослин становить у середньому від 64 (*V. radiata*) до 75 (*V. unguiculata* та *V. angularis*) днів. Усі види рослин забезпечують високу врожайність насіння (найвища у *V. unguiculata* – 564 г/м²). Серед досліджуваних рослин видів роду *Vigna* найбільшу продуктивність (зокрема зеленої фітомаси) в усі роки досліджень забезпечували інтродуценти *V. unguiculata*. У зв'язку із цим, ці види можна використовувати у селекційних дослідженнях з метою розширення потенціалу сировинної бази в доповнення традиційним бобово-злаковим культурам.

Використана література

- Băcescu-Cărbunaru A. World Demographic Evolution and their Impact on the Economic Growth. *Romanian Statistical Review*. 2019. No 1. P. 3–21.
- Egidi G., Salvati L., Falcone A. et al. Re-Framing the Latent Nexus between Land-Use Change, Urbanization and Demographic Transitions in Advanced Economies. *Sustainability*. 2021. Vol. 13, Iss. 2. Article 533. doi: 10.3390/su13020533
- Sardak S., Korneyev M., Dzhyndzhoian V. et al. Current trends in global demographic processes. *Problems and Perspectives in Management*. 2018. Vol. 16, Iss. 1. P. 48–57. doi: 10.21511/ppm.16(1).2018.05
- Worldometers. URL: <https://www.worldometers.info/>
- Prosekov A. Y., Ivanova S. A. Food security: The challenge of the present. *Geoforum*. 2018. Vol. 91. P. 73–77. doi: 10.1016/j.geoforum.2018.02.030
- Cole M. B., Augustin M. A., Robertson M. J. et al. The science of food security. *npj Sci Food*. 2018. Vol. 2. Article 14. doi: 10.1038/s41538-018-0021-9

- Martinez-Preciado A. H., Ponce-Simental J. A., Schorno A. L. et al. Characterization of nutritional and functional properties of “Blanco Sinaloa” chickpea (*Cicer arietinum* L.) variety, and study of the rheological behavior of hummus pastes. *Journal of Food Science and Technology*. 2020. Vol. 57. P. 1856–1865. doi: 10.1007/s13197-019-04220-8
- Rezende A. A., Pacheco M. T. B., Silva V. S. N. D., Ferreira T. A. P. D. C. Nutritional and protein quality of dry Brazilian beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Science and Technology*. 2018. Vol. 38, Iss. 3. P. 421–427. doi: 10.1590/1678-457x.05917
- Subedi M., Khazaei H., Arganosa G. et al. Genetic stability and G × E interaction analysis for seed protein content and protein yield of lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Crop Science*. 2020. Vol. 61, Iss. 2. P. 342–356. doi: 10.1002/csc2.20282
- Рахметов Д. Б. Нові та нетрадиційні бобові культури в Україні: інтродукція, селекція та використання. *Інновації в освіті, науці та виробництві*: матер. V Міжнар. наук.-практ. конф. Київ: НУБіП, 2019. С. 134–136.
- Paniagua-Zambrana N. Y., Bussmann R. W., Romero C. *Glycine max* (L.) Merr. *Fabaceae. Ethnobotany of the Andes* / N. Paniagua-Zambrana, R. Bussmann (Eds). Cham: Springer, 2020. P. 1–3. doi: 10.1007/978-3-319-77093-2_132-1
- Glycine max* (L.) Merr. / The Food and Agriculture Organization (FAO). URL: <https://www.fao.org/>
- Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Стратегічна роль сої в розв'язанні глобальної продовольчої проблеми. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Т. 69. С. 11–19.
- Асадова А. И. Селекционная ценность исходного материала вигны (*Vigna Savi*) в Азербайджане. *Зерновое хозяйство России*. 2019. № 3. С. 59–63. doi: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-59-63
- Чебукин П. А., Бурляева М. О. Сравнительное изучение сортов овощной вигны разных периодов селекции при интродукции в Приморском крае. *Овощи России*. 2017. № 4. С. 38–45. doi: 10.18619/2072-9146-2016-4-38-45
- Joehnke M. S., Jeske S., Ispiryan L. et al. Nutritional and anti-nutritional properties of lentil (*Lens culinaris*) protein isolates prepared by pilot-scale processing. *Food Chemistry*. 2021. Vol. 9. Article 100112. doi: 10.1016/j.fochx.2020.100112
- Antova G. A., Stoilova T. D., Ivanova M. M. Proximate and lipid composition of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) cultivated in Bulgaria. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2014. Vol. 33, Iss. 2. P. 146–152. doi: 10.1016/j.jfca.2013.12.005
- Фотев Ю. В., Белоусова В. П. Прорастание семян вигны [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] в связи с продолжительностью их хранения в условиях лаборатории. *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 5. С. 703–703.
- Kongjaimun A., Kaga A., Tomooka N. et al. The genetics of domestication of yardlong bean, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. ssp. *unguiculata* cv.-gr. *sesquipedalis*. *Annals of Botany*. 2012. Vol. 109, Iss. 6. P. 1185–1200. doi: 10.1093/aob/mcs048

20. Гуркина М. В. Образцы коллекции ВИР – исходный материал для селекции вигны в условиях Астраханской области. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2009. Т. 28, № 3. С. 69–73.
21. Zia-Ul-Haq M., Ahmad S., Bukhari S. A. et al. Compositional studies and biological activities of some mash bean (*Vigna mungo* (L.) Hepper) cultivars commonly consumed in Pakistan. *Biological Research*. 2014. Vol. 47, Iss. 1. Article 23. doi: 10.1186/0717-6287-47-23
22. Adeleke O. R., Adiamo O. Q., Fawale O. S. Nutritional, physicochemical, and functional properties of protein concentrate and isolate of newly-developed Bambara groundnut (*Vigna subterranea* L.) cultivars. *Food Science & Nutrition*. 2018. Vol. 6, Iss. 1. P. 229–242. doi: 10.1002/fsn3.552
23. Gupta P., Singh R., Malhotra S. et al. Characterization of seed storage proteins in high protein genotypes of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. *Physiology and Molecular Biology of Plants*. 2010. Vol. 16, Iss. 1. P. 53–58. doi: 10.1007/s12298-010-0007-9
24. Xue Z., Wang C., Zhai L. et al. Bioactive compounds and antioxidant activity of mung bean (*Vigna radiata* L.), soybean (*Glycine max* L.) and black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) during the germination process. *Czech Journal of Food Sciences*. 2016. Vol. 34, Iss. 1. P. 68–78. doi: 10.17221/434/2015-CJFS
25. Li J., Chen Y., Dong X. et al. Effect of chickpea (*Cicer arietinum* L.) protein isolate on the heat-induced gelation properties of pork myofibrillar protein. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2020. Vol. 101, Iss. 5. P. 2108–2116. doi: 10.1002/jsfa.10833
26. Ogwu M. C., Ahana C. M., Osawaru M. E. Sustainable food production in Nigeria: a case study for Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc. *Fabaceae*). *Journal of Energy and Natural Resource Management*. 2018. Vol. 1, Iss. 1. P. 68–77. doi: 10.26796/jenrm.v1i1.125
27. Ahaotu I., Ichendu M. O., Maduka N. Microbiological, nutritional and sensory evaluation of snack bars developed using Bambara groundnut (*Vigna subterranean* L.) and maize (*Zea mays*). *African Journal of Microbiology Research*. 2022. Vol. 16, Iss. 1. P. 8–23. doi: 10.5897/AJMR2021.9583
28. Bangar P., Chaudhury A., Tiwari B. et al. Morphophysiological and biochemical response of mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] varieties at different developmental stages under drought stress. *Turkish Journal of Biology*. 2019. Vol. 43, Iss. 1. P. 58–69. doi: 10.3906/biy-1801-64
29. Gondwe T. M., Alamu E. O., Mdziniso P., Maziya-Dixon B. Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) for food security: An evaluation of end-user traits of improved varieties in Swaziland. *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9, Iss. 1. Article 15991. doi: 10.1038/s41598-019-52360-w
30. Овсянникова Л. К., Валецька Л. О., Орлова С. С. та ін. Харчова цінність та споживні властивості дрібнонасінневих бобових культур. *Web of Scholar*. 2018. Т. 2, № 1. С. 7–9.
31. Рахметов Д. Б., Корабльова О. А., Стаднічук Н. О. та ін. Каталог рослин відділу нових культур. Київ : Фітосоціоцентр, 2015. 112 с.
32. Рахметов Д. Б., Ковтун-Водяницька С. М., Корабльова О. А. та ін. Колекційний фонд енергетичних, ароматичних та інших корисних рослин НБС імені М. М. Гришка НАН України. Київ : ФОРП Паливода А. В., 2020. 208 с.
33. Игнатъева И. П. Онтогенетический морфогенез вегетативных органов травянистых растений. 2-е изд. Москва : ТСХА, 1989. 61 с.
34. Зиман С. М., Мосякін С. Л., Гродзинський Д. М. та ін. Ілюстрований довідник з морфології квіткових рослин. Вид. 2-ге, випр. й доп. Київ : Фітосоціоцентр, 2012. 176 с.
35. Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. Москва : Высшая шк., 1962. 378 с.
36. Серебряков И. Г. Жизненные формы высших растений и их изучение. *Полевая геоботаника* / А. А. Корчагин, Е. М. Лавренко (ред.). Ленинград : Наука, 1964. Т. 3. С. 146–205.
37. Серебрякова Т. И. Учение о жизненных формах растений на современном этапе. *Итоги науки и техники. Серия Ботаника*. 1972. Т. 1. С. 84–169.
38. Бейдеман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск : Наука, 1974. 155 с.
39. Зайцев Г. Н. Фенология травянистых многолетников. Москва : Наука, 1978. 148 с.
40. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. *Методики интродукционных исследований в Казахстане*. Алма-Ата : Наука, 1987. 136 с.
41. Зайцев Г. Н. Методика биометрических расчетов. Москва : Наука, 1978. 256 с.
42. Bojňanský V., Fargašová A. Atlas of seeds and fruits of Central and East-European flora (The Carpathian Mountains Region). Dordrecht : Springer, 2007. 1079 p. doi: 10.1007/978-1-4020-5362-7
43. International rules of the seeds analysis. Rules 1999 / International Seed Testing Association (ISTA). Zurich, 1999.
44. Молоцький М. Я., Васильківський С. П., Князюк В. І., Власенко В. А. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин. Київ : Вища освіта, 2006. 463 с.
45. Равшанова Н. А. Рост і розвиток сортів маша в залежності від схеми і норми посєва. *Актуальні проблеми сучасної науки*. 2019. № 1. С. 91–95.
46. Багдалова А. З. Еколого-морфобіологічна, селекційна змінливість вихідного матеріала сортів вигни (*Vigna Savi*) при інтродукції в умовах Нижнього Поволж'я : автореф. дис. ... канд. біол. наук : спец. 06.01.05 «Селекція і семеноводство» / Всерос. науч.-исслед. ин-т сахар. свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова). Рамонь, 2015. 23 с.
47. Вишнякова М. А. Генетичний фонд зернобобових культур і адаптивна селекція як фактори біологізації і екологізації рослинництва. *Сільськогосподарська біологія*. 2008. № 3. С. 3–23.
48. Бобось І. М., Кубишкіна О. О. Вплив комплексного мікробного препарату фосфонітрагїну на урожайність бобів-лопаток кущових сортів вігні овочевої (*Vigna sesquipedalis* (L.) ws wight.). *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2012. № 15. С. 77–80.
49. Бобось І. М. Господарсько-цінні показники сортів вігні овочевої залежно від впливу мікробного препарату «фосфонітрагїну». *Научные труды SWorld*. 2014. Т. 34, № 1. С. 74–77.

References

- Băcescu-Cărbunaru, A. (2019). World Demographic Evolution and their Impact на Economic Growth. *Romanian Statistical Review*, 1, 3–21.
- Egidi, G., Salvati, L., Falcone, A., Quaranta, G., Salvia, R., Vclakovska, R., & Giménez-Morera, A. (2021). Re-Framing the Latent Nexus between Land-Use Change, Urbanization and Demographic Transitions in Advanced Economies. *Sustainability*, 13(2), Article 533. doi: 10.3390/su13020533
- Sardak, S., Korneyev, M., Dzhyndzhoian, V., Fedotova, T., & Tryfonova, O. (2018). Current trends in global demographic processes. *Problems and Perspectives in Management*, 16(1), 48–57. doi: 10.21511/ppm.16(1).2018.05
- Worldometers. Retrieved from <https://www.worldometers.info/>
- Prosekov, A. Y., & Ivanova, S. A. (2018). Food security: The challenge of the present. *Geoforum*, 91, 73–77. doi: 10.1016/j.geoforum.2018.02.030
- Cole, M. B., Augustin, M. A., Robertson, M. J., & Manners, J. M. (2018). The science of food security. *npj Sci Food*, 2, Article 14. doi: 10.1038/s41538-018-0021-9
- Martinez-Preciado, A. H., Ponce-Simental, J. A., Schorno, A. L., Contreras-Pacheco, M. L., Michel, C. R., Rivera-Ortiz, K. G., & Soltero, J. F. A. (2020). Characterization of nutritional and functional properties of “Blanco Sinaloa” chickpea (*Cicer arietinum* L.) variety, and study of the rheological behavior of hummus pastes. *Journal of Food Science and Technology*, 57, 1856–1865. doi: 10.1007/s13197-019-04220-8

8. Rezende, A. A., Pacheco, M. T. B., Silva, V. S. N. D., & Ferreira, T. A. P. D. C. (2018). Nutritional and protein quality of dry Brazilian beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Science and Technology*, 38(3), 421–427. doi: 10.1590/1678-457x.05917
9. Subedi, M., Khazaei, H., Arganosa, G., Etukudo, E., & Vandenberg, A. (2020). Genetic stability and G × E interaction analysis for seed protein content and protein yield of lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Crop Science*, 61(2), 342–356. doi: 10.1002/csc2.20282
10. Rakhmetov, D. B. (2019). New and non-traditional legumes in Ukraine: introduction, selection and use. innovations in education, science and industry. In *Innovations in education, science and production: Proceedings of the V International scientific-practical conference* (pp. 134–136). Kyiv, Ukraine. [In Ukrainian]
11. Paniagua-Zambrana, N. Y., Bussmann, R. W., & Romero, C. (2020) *Glycine max* (L.) Merr. *Fabaceae*. In N. Paniagua-Zambrana, & R. Bussmann (Eds.), *Ethnobotany of the Andes*. Cham: Springer. doi: 10.1007/978-3-319-77093-2_132-1
12. FAO. *Glycine max* (L.) Merr. Retrieved from <https://www.fao.org>
13. Babych, A. O., & Babych-Poberezhna, A. A. (2011). The strategic role of soybeans in solving the global food problem. *Feeds and Feed Production*, 69, 11–19. [In Ukrainian]
14. Asadova, A. I. (2019). The breeding value of vîgna (*Vigna Savi*) initial material in Azerbaijan. *Grain Economy of Russia*, 3, 59–63. doi: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-59-63 [In Russian]
15. Chebukin, P. A., & Burliaeva, M. O. (2017). Comparatively study of varieties of vegetable cowpea of different breeding periods in Primoriye region. *Vegetable crops of Russia*, 4, 38–45. doi: 10.18619/2072-9146-2016-4-38-45 [In Russian]
16. Joehnke, M. S., Jeske, S., Ispiryani, L., Zannini, E., Arendt, E. K., Bez, J., ... & Petersen, I. L. (2021). Nutritional and anti-nutritional properties of lentil (*Lens culinaris*) protein isolates prepared by pilot-scale processing. *Food Chemistry*, 9, Article 100112. doi: 10.1016/j.fochx.2020.100112
17. Antova, G. A., Stoilova, T. D., & Ivanova, M. M. (2014). Proximate and lipid composition of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) cultivated in Bulgaria. *Journal of Food Composition and Analysis*, 33(2), 146–152. doi: 10.1016/j.jfca.2013.12.005
18. Fotev, Yu. V., & Belousova, V. P. (2015). Germination of seeds of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] in connection with the duration of their storage in the laboratory. *Modern Problems of Science and Education*, 5, 703–703. [In Russian]
19. Kongjaimun, A., Kaga, A., Tomooka, N., Somta, P., Vaughan, D. A., & Srinives, P. (2012). The genetics of domestication of yard-long bean, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. ssp. *unguiculata* cv.-gr. *sesquipedalis*. *Annals of Botany*, 109(6), 1185–1200. doi: 10.1093/aob/mcs048
20. Gurkina, M. V. (1999). Samples of the VIR collection are the starting material for cowpea breeding in the conditions of the Astrakhan region. *International Journal of Applied and Fundamental Research*, 28(3), 69–73. [In Russian]
21. Zia-Ul-Haq, M., Ahmad, S., Bukhari, S. A., Amarowicz, R., Ercisli, S., & Jaafar, H. Z. (2014). Compositional studies and biological activities of some mash bean (*Vigna mungo* (L.) Hepper) cultivars commonly consumed in Pakistan. *Biological Research*, 47(1), Article 23. doi: 10.1186/0717-6287-47-23
22. Adeleke, O. R., Adiamo, O. Q., & Fawale, O. S. (2018). Nutritional, physicochemical, and functional properties of protein concentrate and isolate of newly-developed Bambara groundnut (*Vigna subterrenea* L.) cultivars. *Food Science & Nutrition*, 6(1), 229–242. doi: 10.1002/fsn3.552
23. Gupta, P., Singh, R., Malhotra, S., Boora, K. S., & Singal, H. R. (2010). Characterization of seed storage proteins in high protein genotypes of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 16(1), 53–58. doi: 10.1007/s12298-010-0007-9
24. Xue, Z., Wang, C., Zhai, L., Yu, W., Chang, H., Kou, X., & Zhou, F. (2016). Bioactive compounds and antioxidant activity of mung bean (*Vigna radiata* L.), soybean (*Glycine max* L.) and black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) during the germination process. *Czech Journal of Food Sciences*, 34(1), 68–78. doi: 10.17221/434/2015-CJFS
25. Li, J., Chen, Y., Dong, X., Li, K., Wang, Y., Wang, Y., ... Bai, Y. (2020). Effect of chickpea (*Cicer arietinum* L.) protein isolate on the heat-induced gelation properties of pork myofibrillar protein. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(5), 2108–2116. doi: 10.1002/jsfa.10833
26. Ogwu, M. C., Ahana, C. M., & Osawaru, M. E. (2018). Sustainable food production in Nigeria: a case study for Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc. *Fabaceae*). *Journal of Energy and Natural Resource Management*, 1(1), 68–77. doi: 10.26796/jenrm.v1i1.125
27. Ahaotu, I., Ichendu, M. O., & Maduka, N. (2022). Microbiological, nutritional and sensory evaluation of snack bars developed using Bambara groundnut (*Vigna subterranea* L.) and maize (*Zea mays*). *African Journal of Microbiology Research*, 16(1), 8–23. doi: 10.5897/AJMR2021.9583
28. Bangar, P., Chaudhury, A., Tiwari, B., Kumar, S., Kumari, R., & Bhat, K. V. (2019). Morphophysiological and biochemical response of mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] varieties at different developmental stages under drought stress. *Turkish Journal of Biology*, 43(1), 58–69. doi: 10.3906/biy-1801-64
29. Gondwe, T. M., Alamu, E. O., Mdziniso, P., & Maziya-Dixon, B. (2019). Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) for food security: An evaluation of end-user traits of improved varieties in Swaziland. *Scientific Reports*, 9(1), Article 15991. doi: 10.1038/s41598-019-52360-w
30. Ovsianynkova, L. K., Valevska, L. O., Orlova, S. S., Orekhivskiy, V. D., & Mamatov, M. O. (2018). Nutritional value and consumer properties of small-seeded legumes. *Web of Scholar*, 2(1), 7–9. [In Ukrainian]
31. Rakhmetov, D. B., Korabliova, O. A., Stadnichuk, N. O., Andrushchenko, O. L., & Kovtun-Vodianytska, S. M. (2015). *Katalog roslyn viddilu novykh kultur* [Catalog of plants of the Department of New Cultures]. Kyiv: Fitosotsiotsentr. [In Ukrainian]
32. Rakhmetov, D. B., Kovtun-Vodianytska S. M., Korabliova, O. A., Dzhurenko, N. I., Chetvernia, S. O., Vergun, O. M., ... Fishchenko, V. V. (2020). *Kolektsiyni fond enerhetychnykh, aromatychykh ta inshykh korysnykh roslyn NBS imeni M. M. Hryshka NAN Ukrainy* [Collection fund of energy, aromatic and other useful plants of M. M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine]. Kyiv: FOP Palyvoda A. V. [In Ukrainian]
33. Ignateva, I. P. (1989). *Ontogeneticheskiy morfogenez vegetativnykh organov travyanistykh rasteniy* [Ontogenetic morphogenesis of vegetative organs of herbaceous plants]. (2nd ed.). Moscow: Timiryazev Agricultural Academy. [In Russian]
34. Zyman, S. M., Mosyakin, S. L., Hrodzynskyy, D. M., Bulakh, O. V., & Dremliuha, N. H. (2012). *Ilustrovanyi dovidnyk z morfolohii kvitkovykh roslyn* [Illustrated guide to the morphology of flowering plants]. (2nd ed., rev. and enl.). Kyiv: Fitosotsiotsentr. [In Ukrainian]
35. Serebryakov, I. G. (1962). *Ekologicheskaya morfologiya rasteniy* [Ecological plant morphology]. Moscow: Visshaya shkola. [In Russian]
36. Serebryakov, I. G. (1964). Life forms of higher plants and their study. In E. M. Lavrenko, & A. A. Korchagin (Eds.), *Polevaya geobotanika* [Field geobotany] (Vol. 3, pp. 146–205). Moscow: Nauka. [In Russian]
37. Serebryakova, T. I. (1972). The doctrine of the life forms of plant at the present stage. *Itogi nauki i tekhniki. Seriya Botanika*, 1, 84–169. [In Russian]
38. Beydeman, I. N. (1974). *Metodika izucheniya fenologii rasteniy i rastitelnykh soobshchestv* [Method of studying the plants and plant communities]. Novosibirsk: Nauka. [In Russian]
39. Zaytsev, G. N. (1978). *Fenologiya travyanistykh mnogoletnikov* [Phenology of perennials herbs]. Moscow: Nauka. [In Russian]
40. The method of observation in the botanical gardens of the USSR. (1987). In *Metodiki introduktsionnykh issledovaniy v Kazakhstane* [Methods of introductory research in Kazakhstan]. Alma-Ata: Nauka. [In Russian]

41. Zaytsev, G. N. (1978). *Metodika biometricheskikh raschetov* [Method of biometric payments]. Moscow: Nauka. [In Russian]
42. Bojňanský, V., & Fargašová, A. (2007). *Atlas of seeds and fruits of Central and East-European flora (The Carpathian Mountains Region)*. Dordrecht: Springer. doi: 10.1007/978-1-4020-5362-7
43. International Seed Testing Association (ISTA). (1999). *International rules of the seeds analysis. Rules 1999*. Zurich, Switzerland: ISTA.
44. Molotskyi, M. Ya., Vasylykivskyi, S. P., Kniazuk, V. I., & Vlasenko, V. A. (2006). *Seleksiia i nasynnytstvo silskohospodarskykh roslyn* [Breeding and seed production of agricultural plants]. Kyiv: Vyshcha osvita. [In Ukrainian]
45. Ravshanova, N. A. (2019). Growth and development of mung bean varieties depending on the scheme and sowing rate. *Actual Problems of Modern Science*, 1, 91–95. [In Russian]
46. Bagdalova, A. Z. (2015). *Ecological-morphobiological, selection variability of initial material of cowpea varieties (Vigna Savi) during introduction in the conditions of the Lower Volga region* (Extended Abstract of Cand. Biol. Sci. Diss.). The A. L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar, Ramon, Russia. [In Russian]
47. Vishnyakova, M. A. (2008). Grain legumes gene pool and adaptive reeding as factors of biologization and ecologization of plant industry (review). *Agricultural Biology*, 3, 3–23. [In Russian]
48. Bobos, I. M., & Kubyshkina, O. O. (2012). Influence of the complex microbial preparation of phosphonitragin on the yield of bean blades of bush varieties of vegetable cowpea (*Vigna sesquipedalis* (L.) ws wight.). *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 15, 77–80. [In Ukrainian]
49. Bobos, I. M. (2014). Economically valuable indicators of vegetable cowpea varieties depending on the effect of the microbial preparation «phosphonitragin». *Scientific works SWorld*, 34(1), 74–77. [In Ukrainian]

UDC 582.736:[581.522.4+581.95](477.4:292.485)

Bondarchuk, O. P.*, Rakhmetov, D. B., Vergun, O. M., & Rakhmetova, S. O. (2022). Morphological features and productive potential of plants of the genus *Vigna* Savi. in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 18(1), 4–13. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.1.2022.257582> [In Ukrainian]

*M. M. Gryshko National Botanical Garden, NAS of Ukraine, 1 Tymiriazivska St., Kyiv, 03004, Ukraine, *e-mail: bondbiolog@gmail.com*

Aim. To conduct a comprehensive study of morphological features of the genus *Vigna* plants, to assess their productive potential depending on the species characteristics under the conditions of introduction in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** The main method of work was a comparative morphological analysis of plants grown from seeds. The research was carried out at the introduction sites and in the laboratory of the Department of Cultural Flora of the M. M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine during 2019–2021. Plants of four species of the genus *Vigna*: *V. radiata* (L.) R.Wilczek, *V. angularis* (Willd.) Ohwi & H. Ohashi, *V. mungo* (L.) Hepper, *V. unguiculata* (L.) Walp were the material for the study. We studied the patterns of growth processes and plant development depending on species characteristics. Soil germination of seeds without prior preparation was determined depending on species characteristics. Field, laboratory and methods of analysis of variance and statistical evaluation of average data using Microsoft Excel (2010) were used. **Results.** It was revealed that the seeds of plants *V. radiata*, *V. angularis*,

V. mungo, *V. unguiculata* being introduced in the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine were characterized by a high level of sprouting energy (from 64.8% in *V. angularis* to 78.9% in *V. unguiculata*) and germination (from 84.3% in *V. radiata* to 99.6% in *V. angularis*), the intensity of growth and development of aboveground and underground organs during the growing season and seed productivity (from 468 g/m² in *V. radiata* to 585 g/m² in *V. mungo*). This indicates the prospects of their cultivation as a source material for breeding research and the advisability of use in crop production, which will expand the potential of the raw material base in addition to traditional legumes and cereals. **Conclusions.** The morphological characteristics of seeds, vegetative and reproductive organs of plants of the genus *Vigna* were studied. Peculiarities of formation of seed productivity, aboveground and underground part of plants during vegetation depending on species specificity in the conditions of introduction in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine were determined.

Keywords: species of the genus *Vigna*; introduction; productivity; morphological features.

Надійшла / Received 03.03.2022
Погоджено до друку / Accepted 24.03.2022