

УДК 631.358

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КВАСОЛІ СОРТУ ЛАСТІВКА

*Зіновій Гошко, к. т. н., Володимир Буртак, к. т. н., Руслан Барабаш, к. т. н.,
Тетяна Кохана, к. е. н., Оксана Березовецька, доктор філософії*
*Львівський національний університет природокористування,
вул. Володимира Великого, 1, м. Дубляни, Львівський р-н, Львівська обл., Україна,
e-mail: zdenuk@gmail.com*

<https://doi.org/10.31734/agroengineering2024.28.016>

Гошко З., Буртак В., Барабаш Р., Кохана Т., Березовецька О. Дослідження фізико-механічних властивостей квасолі сорту Ластівка

Досліджено фізико-механічні властивості квасолі, які варто враховувати під час збирання і подальшого післязбирального обробітку, адже все зерно піддається механічній дії: обмолоту, очищенню, сортуванню, транспортуванню, зберіганню, переробці тощо. Зауважено, що проектування та розрахунок обладнання для здійснення механічних операцій неможливі без знання технологічних властивостей складових зерна (оболонки, ядра). Значення зусилля руйнування оболонки і ядра необхідно знати для встановлення оптимальних та раціональних параметрів робочих органів, а також у проектуванні машин та апаратів збиральної і переробної промисловості.

Для виконання поставлених завдань розроблено програму експериментальних досліджень, яка передбачала визначення таких фізико-механічних властивостей квасолі сорту Ластівка, які добре зарекомендували себе в країнах Європи і добре культивуються в західних областях України: масових і розмірних показників; зусилля, що витрачається на руйнування; модуля пружності.

Отримані результати свідчать, що діапазон коливань значень за розмірно-масовими показниками насіння квасолі сорту Ластівка не суттєвий. Знаючи середню кількість рослин на одному квадратному метрі, кількість стручків на рослині й кількість зернин у стручку, можна легко розрахувати планову врожайність квасолі.

Доведено, що зусилля руйнування насіння є досить високим і має значні межі варіації, що може негативно впливати на його обробку, очищення, транспортування. Неправильно вибрані режими роботи обладнання можуть спричинити руйнування частини насіння.

Ключові слова: квасоля, фізико-механічні властивості, розмірні показники.

Hoshko Z., Burtak V., Varabash R., Kohana T., Berezovetska O. Study of the physical and mechanical properties of Lastivka variety beans

This article focuses on the physical and mechanical properties of beans, which are crucial for their post-harvest processing. All grains undergo mechanical actions such as cleaning, sorting, transportation, storage, and processing, making it essential to understand the technological properties of the grain components (shells and kernels). To design and calculate the equipment for these mechanical operations, one needs to know the force required to break the shell and the kernel. This knowledge helps establish optimal parameters for the working components and is vital for the design of machines and devices used in the processing industry. To address these tasks, a program for experimental research was developed to determine several physical and mechanical properties of the Lastivka variety of beans. This variety is well-regarded in European countries and is commonly cultivated in the western regions of Ukraine. The research focused on measuring mass and dimensional indicators, the force required for destruction, and the modulus of elasticity.

The results indicate that the variations in size and mass of the Lastivka beans are minimal. By calculating the average number of plants per square meter, the number of pods per plant, and the number of grains per pod, one can easily estimate the expected yield of beans. However, the force required to destroy the seeds is relatively high and varies significantly, which can negatively impact processing, cleaning, and transportation. If the operational settings of the equipment are not correctly selected, it may result in the destruction of some seeds.

Keywords: beans, physical and mechanical properties, dimensional indicators.

Постановка проблеми. Фізико-механічні властивості квасолі є важливими показниками, які слід враховувати під час збирання і подальшого післязбирального обробітку, адже надалі все зерно піддається механічній дії: обмолоту, очищенню, сортуванню, транспортуванню, зберіганню, переробці тощо. Проектування та розрахунок обладнання для здійснення

механічних операцій неможливі без знання технологічних властивостей складових зерна. Значення зусилля руйнування зерна необхідно знати для встановлення оптимальних та раціональних параметрів робочих органів, у проектуванні збиральних машин та апаратів переробної промисловості [1-7; 18].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Квасоля звичайна – бобова рослина, придатна для вживання в їжу. У лікувальних цілях використовуються стручки культури.

Квасоля звичайна є популярною городньою культурою і вирощується повсюдно. Частина сортів має довге в'юнке стебло, у деяких різновидів воно пряме. Рослина гілляста, має черешкове трійчасте складне листя і прилистки. Квасоля зазвичай викидає від двох до шести квіток метеликового типу з довгими квітконіжками. Їхній колір варіюється від білого до рожевого або темно-фіолетового. Квітки зібрані в пазушні кисті. Після цвітіння рослина утворює висячі боби прямого або зігнутого типу. Їхнє забарвлення може бути різним – блідим жовтим або насиченим фіолетовим. У бобах дозріває від двох до восьми насінин (або від трьох до семи). Форма насіння еліптична, колір – однотонний або мозаїчний.

Насіння рослини – джерело рослинного білка, вміст якого сягає 30%. Для квасолі характерний високий рівень вуглеводів — до 50-60%. Також у ній присутні вільні амінокислоти й органічні кислоти, фітостерини, вітаміни групи С, калій, кальцій, магній, фосфор, залізо, мідь, цинк. У плодах міститься кобальт і нікель [9; 10; 14-16].

Рід об'єднує близько 230 видів, з яких тільки 20 обробляють, інші – дикорослі.

Із зерен квасолі можна приготувати безліч страв: супи, соуси, гарніри, чудові консерви тощо. Додавання квасоляної муки при випічці хліба значно підвищує його білковість і поживність. Крім цього, незрілі лопатки квасолі використовують для приготування салатів, других страв, їх маринують і заморожують. Квасоля – дієтичний продукт, її рекомендують при лікуванні хвороб печінки і жовчного міхура, а також гострих інфекційних захворювань центральної нервової системи.

Квасолію продовольчу поділяють на типи за формою і кольором:

- квасоля біла, овальної або подовженої форми,
- квасоля кольорова однотонна (зелена, жовта, коричнева, червона різних відтінків) круглої або овальної форми,
- квасоля кольорова строката (світла або темна).

Квасоля за своїми поживними якостями займає одне з перших місць серед овочевих культур. Вона дає ранню продукцію, багату білками, цукром, вітамінами. У молодих бобах квасолі міститься від восьми до 15 % сухої речовини, яка на $\frac{1}{3}$ складається з азотистих речовин і на 50-56 % з вуглеводів. Також міститься до 31% високоякісного рослинного

білка, що легко засвоюється, до складу якого входять незамінні амінокислоти лізин – 2-4% і триптофан – 0,1-0,2%; до 3,6% жиру; вітаміни групи А, В (0,5 мг, В2 – 0,2 мг, В3 – 1,2 мг, В6 – 0,9 мг, В9 – 90,0 мкг), РР, Е, вітамін З; фосфор, що сприяє виведенню з організму радіоактивних і токсичних елементів (541,0 мг); мідь, необхідна для процесів кровоутворення і обміну речовин (480,0 мкг); цинк, для зміцнення клітин головного мозку (3210,0 мкг); калій, для зміцнення серцево-судинної системи (1100,0 мг), а також йод (12,1 мкг) [8-13; 19].

Найпопулярніші сорти квасолі цінують за смак, тонку шкірку, яка легко розварюється, й високий вміст білка.

За високий вміст білка (до 26%) та раннє дозрівання відзначено сорти «Зіронька» (рожева), «Первомайська» та «Докучаєвська» (білі «бомбочки»), «Грибівська 92», «Ластівка» «Золотиста», «Подільська кущова», «Харківська штамова», «Рубін», «Мрія господині» [8; 11].

Ластівка – назвою зобов'язана малюнку на плодах, схожому на бардовий ластівчин хвіст на білому тлі. Цінується за посухостійкість, хороший імунітет, невибагливість у догляді. Достатньо швидко вариться, стає м'якою без порушення цілісності оболонки.

Постановка завдання. Наше завдання – визначення фізико-механічних властивостей квасолі сорту Ластівка як об'єкта збирання і післязбирального обробітку.

Виклад основного матеріалу. Під час проектування переробних машин, їхніх вузлів та механізмів, необхідно знати фізико-механічні властивості продукції збирання, у нашому випадку зерна квасолі сорту Ластівка [6; 17].

Для вирішення поставлених завдань була розроблена програма експериментальних досліджень, яка передбачала визначення таких фізико-механічних властивостей квасолі сорту Ластівка:

- розмірні показники (*l*-товщина) (рис. 1а);
- маса (*m*) (рис. 1б) [5; 6];
- роботу, що затрачається на руйнування оболонки квасолі (рис. 2) [1; 3];
- модуль пружності.

Для визначення максимального зусилля руйнування зернового матеріалу використовують лабораторну установку (рис. 3 а, б).

Для проведення досліджень здійснювалась вибірка з 40 здорових повноцінних насінин квасолі сорту Ластівка. Дослідження проводили у лабораторних умовах з допомогою перерахованого вимірювального обладнання.

Лабораторна установка для дослідження зусилля стиску зернового матеріалу складається зі столу 4, на якому закріплена пластина 3 (комплект змінних пластини різної жорсткості),

мікрометра 1, індикатора годинникового типу 5 з ціною поділки 0,01 мм.



а)



б)

Рис. 1. Вимірювання розмірних **а** і масових показників квасолі **б**
Fig. 1. Measurement of dimensional **a** and mass indices of beans **b**

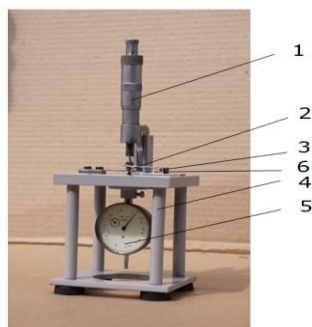


Рис. 2. Процес визначення зусилля руйнування квасолі
Fig. 2. The process of determining the breaking force of beans

Для визначення максимального зусилля руйнування зернового матеріалу використовуємо лабораторну установку (рис. 3 а, б).

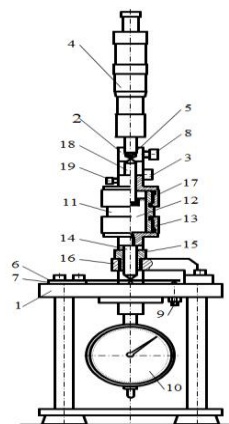
Для проведення досліджень здійснювалась вибірка з 40 здорових повноцінних насінин квасолі сорту Ластівка. Дослідження проводили у лабораторних умовах з допомогою перерахованого вимірювального обладнання.

Лабораторна установка для дослідження зусилля стиску зернового матеріалу складається зі столу 4, на якому закріплена пластина 3 (комплект змінних пластини різної жорсткості), мікрометра 1, індикатора годинникового типу 5 з ціною поділки 0,01 мм.



а)

- 1.-мікрометр
- 2.-насіння
- 3.-пластина
- 4.-стіл
- 5.-індикатор годинникового типу
- 6.-калібрована пластина



б)

Рис. 3. Лабораторна установка для визначення зусилля стиску:
а) загальний вигляд; б) схема пристрою

Fig. 3. Laboratory installation for determining the compression force: a) general view; b) scheme of the device

Розроблений пристрій належить до обладнання для визначення в лабораторних умовах зусилля руйнування зернових матеріалів. Пристрій містить столик 1 зі стійкою 2, верхня частина якої виконана у вигляді вертикальної вилки. В пазу вилки на пальці 3 шарнірно встановлена скоба вимірювальної частини мік-

рометра 4, що контактує з упором 5 й затиснена фіксованом 8.

До столика 1 через проставку 7 прикріплена двоопорна пластинчаста динамометрична балка 6, оберта в конусні вершини гвинтових упорів 9, а під цим столиком встановлений індикатор 10 прогину балки 6.

Пристрій також оснащений стискачем насіння у вигляді порожнистого циліндра 11 з відібраним зразком 12. Знизу на циліндр 11 нагвинчена чашка 13, до якої прикріпленій установлюваний шток 14, розташований у напрямній втулці 15 консолі 16. На верх циліндра 11 нагвинчена кришка 17 з навантажувальним ковзним штоком 18, переміщення якого обмежене фіксатором 19.

Поступово збільшується переміщення штока вимірювальної частини мікрометра 4. Стискається відібраний зразок 12 до моменту руйнування зразка, тобто утворення тріщин, сколів.

Лабораторна установка працює так: дослідний зразок поміщається між мікрометром і пластиною, через мікрометр передаємо зусилля на натискну пластину 3, вона тисне на досліджуваний матеріал 2 і притискає його до каліброваної пластини 6, аж до моменту руйнування зразка (зернини). Прикладене зусилля стиску передається через калібровану пластину 6 на індикатор годинникового типу 5. Під дією навантаження шток індикатора переміщається, відхиляючи стрілку індикатора. Зусилля, що діє на досліджуваний матеріал 2 через калібровану пластину 6 передається штоку мікрометра 10, який переміщається відхиляючи стрілку на його циферблаті. Знаючи ціну поділки мікрометра, можемо визначити зусилля руйнування дослідного зразка.

У процесі випробувань визначаємо максимальне зусилля стиску P , яке необхідне для руйнування зерна. На основі результату експериментальних досліджень визначаємо максимальне зусилля стиску P , яке розрахуємо за формулою [3; 4; 6]:

$$P = kn. \quad (1)$$

де P – максимальне прикладене зусилля до натискної пластини, Н;

Таблиця 1. Результати статистичних досліджень за масою плодів квасолі сорту Ластівка

Table 1. Results of statistical studies on the weight of beans of the Lastivka variety

Мінімальне значення, г	Y_{\min}	0,5
Максимальне значення, г	Y_{\max}	1,2
Величина вибірки, шт	N	40
Кількість інтервалів	k	7
Крок інтервалу, г	ΔV	0,1
Математичне сподівання	Y_c	0,920
Серед.-квадр. відхилення	σ	0,144
Коефіцієнт варіації	ν	0,156

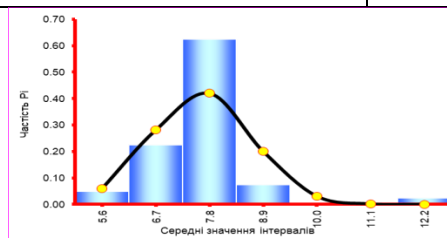


Рис. 5. Гістограма розподілу плодів квасолі за товщиною, h мм
Fig. 5. Histogram of the distribution of bean fruits by thickness, h mm

k – жорсткість каліброваної пластини, Н/мм;

n – покази індикатора, мм.

Основні механічні характеристики при стисканні можна визначити за такими формулами:

1. Відносний стиск

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}, \quad (2)$$

де Δl – абсолютна деформація насінини, мм;

l – товщина зразка насінини, мм.

2. Нормальне напруження (межа міцності)

$$\sigma = \frac{P_{\max}}{F}, \quad (3)$$

де P_{\max} – максимальне зусилля руйнування, Н;

F – площа перерізу плунжера, мм².

3. Модуль пружності першого роду

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}. \quad (4)$$

На основі отриманих експериментальних даних було побудовано гістограми, полігони та криві накопичених дослідних ймовірностей (рис. 4-7) і таблиці результатів досліджень (табл. 1-7).

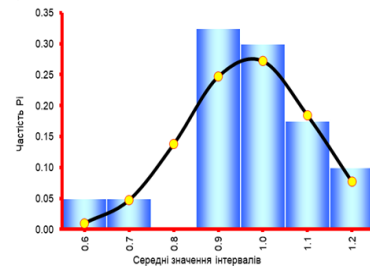


Рис. 4. Гістограма розподілу насіння квасолі за масою, m г

Fig. 4. Histogram of the distribution of bean seeds by mass, m g

Таблиця 2. Результати статистичних досліджень за товщиною плодів квасолі сорту Ластівка
Table 2. Results of statistical studies on the thickness of beans of the Lastivka variety

Мінімальне значення, мм	Y_{\min}	5
Максимальне значення, мм	Y_{\max}	12,8
Величина вибірки, шт	N	40
Кількість інтервалів	k	7
Крок інтервалу, мм	ΔY	1,1
Математичне сподівання	Y_c	7,619
Серед.-квадр. відхилення	σ	1,044
Коефіцієнт варіації	ν	0,137

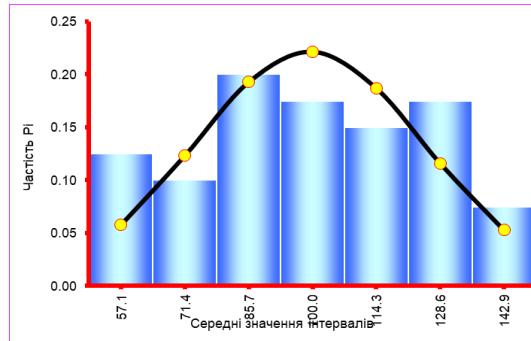


Рис. 6. Гістограма розподілу плодів квасолі за зусиллям руйнування, PH
Fig. 6. Histogram of the distribution of bean fruits according to the force of destruction, PH

Таблиця 3. Результати статистичних досліджень за зусиллям руйнування плодів квасолі сорту Ластівка

Table 3. Results of statistical studies on the effort of destruction of beans of the Lastivka variety

Мінімальне значення, H	Y_{\min}	50
Максимальне значення, H	Y_{\max}	150
Величина вибірки, $шт$	N	40
Кількість інтервалів	k	7
Крок інтервалу, H	ΔY	14,3
Математичне сподівання	Y_c	99,286
Серед.-квадр. відхилення	σ	25,744
Коефіцієнт варіації	ν	0,259

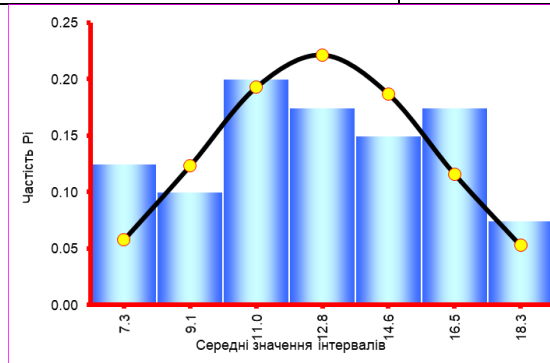


Рис. 7. Гістограма розподілу плодів квасолі за нормальним напруженням, σMPa
Fig. 7. Histogram of distribution of bean fruits according to normal stress, σMPa

Таблиця 4. Результати статистичних досліджень за нормальним напруженням плодів квасолі сорту Ластівка

Table 4. Results of statistical studies on the normal stress of beans of the Lastivka variety

Мінімальне значення, MPa	Y_{\min}	6,4
Максимальне значення, MPa	Y_{\max}	19,2
Величина вибірки, шт	N	40
Кількість інтервалів	k	7
Крок інтервалу, MPa	ΔY	1,8
Математичне сподівання	Y_c	12,709
Серед.-квадр. відхилення	σ	3,295
Коефіцієнт варіації	ν	0,259

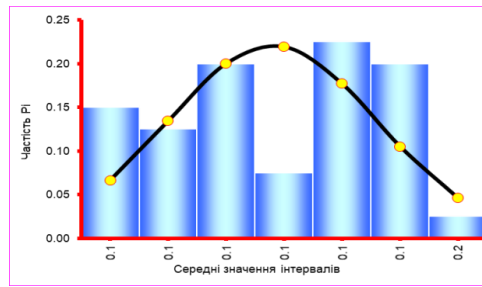


Рис. 8. Гістограма розподілу плодів квасолі за відносним стиском, ϵ
Fig. 8. Histogram of the distribution of bean fruits by relative compression, ϵ

Таблиця 5. Результати статистичних досліджень за відносним стиском плодів квасолі сорту Ластівка

Table 5. Results of statistical studies on the relative compression of beans of the Lastivka variety

Мінімальне значення	Y_{\min}	0,047
Максимальне значення	Y_{\max}	0,17
Величина вибірки, шт	N	40
Кількість інтервалів	k	7
Крок інтервалу	ΔY	0,0
Математичне сподівання	Y_c	0,105
Серед.-квадр. відхилення	σ	0,032
Коефіцієнт варіації	n_{ii}	0,302

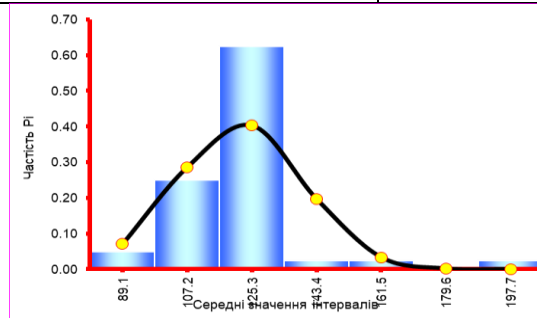


Рис. 9. Гістограма розподілу плодів квасолі за модулем пружності, E МПа
Fig. 9. Histogram of the distribution of bean fruits according to the modulus of elasticity, E МПа

Таблиця 6. Результати статистичних досліджень за модулем пружності плодів квасолі сорту Ластівка

Table 6. Results of statistical studies on the modulus of elasticity of beans of the Lastivka variety

Мінімальне значення, МПа	Y_{\min}	80
Максимальне значення, МПа	Y_{\max}	206,7
Величина вибірки, шт	N	40
Кількість інтервалів	k	7
Крок інтервалу, МПа	ΔY	18,1
Математичне сподівання	Y_c	122,083
Серед.-квадр. відхилення	σ	17,589
Коефіцієнт варіації	n_{ii}	0,144

Таблиця 7. Результати досліджень плодів квасолі сорту Ластівка

Table 7. Results of studies of beans of the Lastivka variety

Вид деформації	Площа поперечного перерізу F , мм ²	Абсолютне скорочення зразка Δ , мм	Нормальне напруження (граничне) σ , МПа	Модуль пружності E , МПа
Стиск	47,8	0,105	19,2	122

Висновки. Аналізуючи отримані результати експериментальних досліджень та побудовані на їх основі експериментальні криві, можна дійти таких висновків щодо насіння квасолі сорту Ластівка:

- маса насінин коливається в межах
 $m_{\min} = 0,5$ г, $m_{\max} = 1,2$ г, $m_{\text{cp}} = 0,9$ мм,

$V_{\text{коэф. варіац.}} = 15,6$ %;

- товщина насінин коливається в межах

$h_{\min} = 5$ мм, $h_{\max} = 12,8$ мм, $h_{\text{cp}} = 7,6$ мм,

$V_{\text{коэф. варіац.}} = 13,7$ %;

- зусиллям руйнування насіння

$P_{\min} = 50$ Н, $P_{\max} = 150$ Н, $P_{\text{cp}} = 99$ Н,

$V_{\text{коэф. варіац.}} = 25,9$ %;

- модуль пружності коливається в межах $E_{\min} = 50$ МПа, $E_{\max} = 150$ МПа, $E_{\text{ср}} = 99$ МПа, $V_{\text{коэф. варіац.}} = 14,4\%$.

Отримані результати свідчать, що діапазон коливань значень за розмірно-масовими показниками насіння квасолі сорту Ластівка не суттєвий, а коефіцієнт варіації перебуває в межах 15%. Знаючи середню кількість рослин на одному квадратному метрі, кількість стручків на рослині і кількість зернин у стручку, можна легко розрахувати планову врожайність квасолі.

Зусилля руйнування насіння є досить високим і має значні межі варіації 25,6%, що може негативно впливати на його обробку, очистку, транспортування. Неправильно вибрані режими роботи обладнання можуть спричинити руйнування частини насіння.

Отже, в процесі проєктування сортувальних та калібрувальних машин суттєвих проблем під час розділення плодів квасолі виникати не буде, а от у процесі обробітку такі особливості слід враховувати.

Бібліографічний список

1. Хайліс Г.А., Гошко З.О. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: навч. посіб. Луцьк: РВВ ЛДТУ, 1998. 268 с.
2. Царенко О.М., Войтюк Д.Г. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: навч. посіб. Київ: РВВ «Мета», 2003. 441 с.
3. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: практикум / М. В. Бакум та ін. Харків: РВВ ХНТУСГ, 2005. 193 с.
4. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: навч. посіб. / Кобець А. С., Іщенко Т. Д., Волик Б. А., Демидов О. А. Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. 84 с.
5. Головченко Г. С., Калнагуз О. М., Сіренко Ю. В. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: конспект лекцій. Суми: РВВ СНАУ, 2012. 59 с.
6. Крупич О.М., Левко С. І., Крупич Р. О. Спосіб визначення об'єму тіл неправильної форми. *Каталог інноваційних розробок*. 2014. № 14. Львів, 2014. С. 63.
7. Подпратов Г.І., Рожко В.І., Скалецька Л.Ф. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва: підручник. Київ: Аграрна освіта, 2014. 393 с.
8. Силенко С. І. Аналіз сортотразків квасолі звичайної за придатністю до механізованого збирання врожаю. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 3. С. 68–71.
9. Дупляк О. Т., Бовгира В. А. Використання непрямих ознак та індексів у селекції квасолі звичайної на стабільну продуктивність. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 102. С. 106–111.
10. Дупляк О. Т., Ганіна О. О. Особливості прояву господарсько-цінних ознак квасолі звичайної в умовах Північного Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2009. Вип. 97. С. 113–118.
11. Іванюк С. В., Глявин А. В. Оцінка сортотразків квасолі звичайної на основі кореляції кількісних ознак та індексів. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 101. С. 192–197.
12. Овчарук О. В. Агроекологічна характеристика сортів квасолі звичайної та їх продуктивність в умовах західного Лісостепу. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2014. № 84. С.107–112.
13. Кобизева Л. Н., Безугла О.М., Тертишний О.В. Потенціал зернобобових культур для створення сортів придатних для механізованого збирання. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 102. С. 10–15.
14. Овчарук О. В. Характеристика сортів квасолі звичайної в умовах Лісостепу Західного. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2013. Вип. 17 (1) С. 236–239.
15. Оліфірович С. Й. Вивчення сортотразків квасолі звичайної на придатність до механізованого збирання в умовах південної частини Західного Лісостепу. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного ін.* 2015. Вип. 26 (66). С. 148–153.
16. Мазур О. В., Паламарчук В. Д., Роїк М. В., Мазур О. В. Порівняльна оцінка сортотразків квасолі звичайної за зерновою продуктивністю та адаптивністю. *Сільське господарство та лісівництво : збірник наукових праць*. 2016. № 4. С. 143–152.
17. Omae H., Kumar A., Egawa E. and other. Assessing drought tolerance of snap bean (*Phaseolus vulgaris*) from genotypic differences in leaf water relations, shoot growth and photosynthetic parameters. *Plant Production Science*. 2007. Vol. 10. P. 28–35.
18. Omae H., Kumar A., Egawa E. and other. Genotypic differences in plant water status and relationship with reproductive responses in snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) during water stress. *Japanese Journal of Tropical Agriculture*. 2005. Vol. 49. P. 1–7.
19. Vdovenko S. A., Pansyryeva G. V., Palamarchuk, I. I., Lytvyniuk H. V. Symbiotic

potential of snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.)
depending on biological products in agrocoenosis
of the Right-Bank Forest-steppe of Ukraine.

Ukrainian Journal of Ecology. 2018. Vol. 8, № 3.
P. 309–314.

Стаття надійшла 05.03.2024