

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛТАВСЬКА ДЕРЖАВНА АГРАРНА АКАДЕМІЯ

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

РОЖКО ІЛОНА ІВАНІВНА

УДК 633.283:631.559:620.952

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**Рівень формування і мінливість елементів насіннєвої  
продуктивності проса прутоподібного (*Panicum virgatum L.*) в умовах  
центрального Лісостепу України**

Спеціальність: 201 – Агрономія

Галузь знань 20 “Аграрні науки та продовольство”

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

  
\_\_\_\_\_ І. І. Рожко

Науковий керівник: Кулик Максим Іванович,  
доктор сільськогосподарських наук, доцент  
Дисертація є ідентичною іншим примірникам.

Голова спеціалізованої вченої ради ДФ 44.887.005

доктор сільськогосподарських наук, доцент

С. В. Поспелов

Полтава 2021

## АНОТАЦІЯ

*Рожко І. І.* Рівень формування і мінливість елементів насіннєвої продуктивності проса прутоподібного (*Panicum virgatum L.*) в умовах центрального Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агронімія» (галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»). – Полтавська державна аграрна академія Міністерства освіти і науки України, Полтава, 2021.

У дисертаційній роботі представлено вирішення важливого наукового завдання – підвищення врожайності проса прутоподібного шляхом вивчення кращих іноземних та вітчизняних сортозразків за господарсько-цінними ознаками для виокремлення вихідного матеріалу для селекції. Досліджено особливості формування врожайності насіння проса прутоподібного за елементами структури врожаю у залежності від сортового складу, умов вирощування та застосування відповідних науково-обґрунтованих методик вирощування.

На першому етапі дослідження сортозразки проса прутоподібного за тривалістю вегетаційного періоду були розподілені на групи стиглості: ранньостиглі (менше 149 діб), середньостиглі (150–170 діб), та пізньостиглі (понад 170 діб). Визначено, що сорти проса прутоподібного усіх груп стиглості характеризуються високою або середньою стійкістю до вилягання мають найвищу посухо- і морозостійкість окрім сортів Аламо і Канлоу.

За ступенем впливу на врожайність насіння сортів проса прутоподібного елементи продуктивності розподілено в порядку спадання: густина стеблостою → параметри волоті → маса 1000 насінин → висота рослин. З-поміж сортименту проса прутоподібного з високими показниками адаптивності та врожайності виокремлено сорти Кейв-ін-рок, Санбурст, в меншій мірі, але на високому рівні – сорти Картрадж і Форесбург.

За показниками пластичності, стабільності та врожайності насіння сортозразки проса прутоподібного умовно поділені на три групи. До першої групи віднесено сортозразки Кейв-ін-рок, Шелтер, Картадж, Форесбург, Блеквелл і Патфіндер відносяться до високоврожайних (307,2–340,5 кг/га), та характеризуються низькою пластичністю та високою стабільністю. Ці сортозразки здатні забезпечити високу та стабільну врожайність насіння в ґрунтово-кліматичних умовах центрального Лісостепу. До другої групи віднесено сортозразки проса прутоподібного як середньоврожайні за масою насіння (215,4–286,1 кг/га): Шелтер, Санбурст, та Дакота, що мають середній рівень прояву генотипового ефекту. До третьої групи належать інші сортозразки: Небраска, Канлоу та Аламо (урожайність насіння менше 120,0 кг/га), що характеризуються низьким проявом генотипового ефекту.

На другому етапі дослідження за вивчення кращих сортозразків Кейв-ін-рок (ум. ст.), Зоряне, Морозко та Лінія 1307 встановлено, що кількісні показники генеративної частини рослин проса прутоподібного вносять значний вклад у рівень врожайності насіння. Урожайність насіння досліджуваних сортозразків за коефіцієнтом детермінації ознаки (d) залежить на 53–59 % від кількості гілочок першого порядку, на 48–52 % – від кількості волотей, на 12–21 % – від крупності насіння, та на 6–12 % – від довжини та ширини волоті.

Виявлено сортозразки Зоряне і Лінія 1307, що мали найстабільніший прояв за показником маси 1000 насінин. Цей показник мав середній вплив за коефіцієнтом кореляції на врожайність насіння сортозразків Зоряне і Лінії 1307. Інші сортозразки мали середній (Морозко) та значний (Кейв-ін-рок) коефіцієнт варіації за даним показником.

Встановлено, що сортозразки Зоряне і Лінія 1307 формують високий рівень врожайності та вихід схожого насіння в роки, що за ГТК характеризувався як посушливі та оптимальні, інші сорти порівняно високу насінневу продуктивність забезпечували у роки з ГТК близьким до 1.

За ступенем екологічної пластичності показників урожайності насіння (більше 0,5 т/га) та його крупності (більше 1,5 г) найкращу сумісність стабільності з високим проявом генотипового ефекту даних ознак забезпечили сортозразки проса прутіподібного Зоряне та Лінія 1307.

За показниками вегетативної та генеративної частини рослин виокремлено сортозразки Зоряне та Лінія 1307 незалежно від умов вирощування.

Виокремлено сортозразки Зоряне та Лінія 1307, які формують ваговите насіння, високу насінневу врожайність (більше 250 кг/га) схожого насіння (близько 65 %) та можуть бути використані в подальшій селекційній роботі для створення і розширення сортименту проса прутіподібного. Що в перспективі дозволить без додаткових затрат отримувати якісний насінневий матеріал, закладати нові енергоплантації для виробництва біомаси рослин для енергетичних цілей та додаткові продукти для різних галузей промисловості.

Для розширення сортового різноманіття та отримання насінневої врожайності проса прутіподібного на рівні, або більше 0,5 т/га (врожайності сухої біомаси 14,5 т/га) в умовах центрального Лісостепу України рекомендовано:

- як вихідний матеріал для селекції за комплексом господарсько-цінних ознак використовувати українські сорти: Зоряне, Лінію 1307 та сортозразки іноземного походження – Кейв-ін-рок та Картадж;

- як джерела високої насінневої продуктивності використовувати такі сортозразки та сорти : Кейв-ін-рок і Зоряне, та високоадаптивну Лінію 1307;

- заходи допосівної підготовки насіння повинні поєднувати: стратифікацію та послідуочу обробку насінневого матеріалу препаратом «Гуміам» у нормі застосування 0,15 л/т.

*Ключові слова:* просо прутіподібне (світчграс), ґрунтово-кліматичні умови, вихідний матеріал, сортозразок, насіння, елементи структури врожаю, пластичність, стабільність, урожайність.

## ANNOTATION

*Rozhko I. I.* Level of formation and variability of elements of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) seed productivity in the environment of the central Forest-Steppe of Ukraine. – Qualifying scientific work as a manuscript.

A thesis for a Doctor of Philosophy degree by specialty 201 Agronomy (field of study 20 Agrarian and Food Sciences). Poltava State Agrarian Academy of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Poltava. – Poltava State Agrarian University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Poltava, 2021.

The thesis presents a solution to an important scientific problem – increasing the yields of switchgrass by studying the best foreign and national variety samples according to economically valuable traits to specify the source material for selection. The peculiarities of the formation of switchgrass seed yields by the elements of yield structure depending on variety assortment, cultivation conditions, and the use of appropriate scientific-based techniques of cultivation are studied.

At the first stage of the research, the variety samples of switchgrass were divided into maturity groups according to the length of the growing season: early maturing (less than 149 days), mid-maturing (150–170 days), and late-maturing (over 170 days). It is found that varieties of switchgrass of all maturity groups are characterized by high or medium lodging resistance and have the highest drought and frost resistance except for Alamo and Kanlow.

According to the degree of influence on the yields of the seeds of switchgrass varieties, the elements of productivity are presented in decreasing order: density of plant stand → the weight of 1000 seeds → plant height. Among the range of switchgrass varieties with high indices of adaptability and yields, Cave-in-Rock and Sunburst are singled out, to a lesser extent, but at a high level – Carthage and Forestburg varieties.

According to the indices of plasticity, stability, and seed yields, the variety samples of switchgrass are conveniently classified into three groups. The first

group includes the variety samples Cave-in-Rock, Shelter, Carthage, Forestburg, Blackwell, and Pathfinder as high-yielding ones (307.2–340.5 kg/ha), and they are characterized by low plasticity and high stability. These variety samples can provide high and stable seed yields under soil and climate conditions of the central Forest-Steppe. The second group includes the variety samples of average yield in terms of seed yields (215.4–286.1 kg / ha): Shelter, Sunburst, and Dacotah, which have an average level of genotypic effect expression. The third group is represented by other variety samples: Nebraska, Kanlow and Alamo (seed yields is less than 120.0 kg / ha), characterized by low expression of genotypic effect.

At the second stage of the research of the variety samples Cave-in-Rock (conditional standard), Zoriane, Morozko, and Liniia 1307, it was found that the quantitative indices of the generative part of switchgrass plants contribute significantly to the level of seed yields. The seed yields of the variety samples under study according to the coefficient of determination of trait (d) depend on the number of first-order twigs by 53–59%, on the number of heads by 48–52%, on seed size by 12–21% and on the length and width of the head by 6–12%.

The variety samples Zoriane and Liniia 1307 are discovered, they have the most stable manifestation in terms of the weight index of 1000 seeds. This index had a moderate effect by the correlation coefficient on the seed yields of Zoriane and Liniia 1307. Other variety samples had an average (Morozko) and significant (Cave-in-Rock) coefficient of variation by this index.

It was in studies revealing that the variety samples Zoriane and Liniia 1307 form a high level of yields and conditioned seed efficiency in years which according to the hydrothermal coefficient were characterized as arid and optimal, other varieties provided relatively high seed productivity in years with the hydrothermal coefficient close to 1.

According to the degree of ecological plasticity of the seed yields indices (more than 0.5 t / ha) and seed size (more than 1.5 g), the best compatibility of stability with a high expression of the genotypic effect of these traits was provided by Zoriane and Liniia 1307.

By the indices of vegetative and generative part of plants, the variety samples Zoriane and Liniia 1307 were distinguished, regardless of cultivation conditions.

The variety samples Zoriane and Liniia 1307 are pointed out as those which form heavy seeds, high seed yields (more than 250 kg/ha) of germinated seeds (about 65%) and can be used in further selection work to create and expand the range of switchgrass varieties, which in the long run will enable to obtain high-quality seed material without additional costs, to establish new energy plantations to produce plant biomass for energy purposes and additional products for various industries.

To expand varietal diversity and obtain seed yields of switchgrass of about or more than 0.5 t/ha (dry biomass yields 14.5 t/ha) in the central Forest-Steppe of Ukraine, it is recommended:

- to use the Ukrainian varieties Zoriane, Liniia 1307 and the variety samples of foreign origin Cave-in-Rock and Carthage as source material for selection according to a set of economically valuable traits;

- to use such variety samples and varieties as Cave-in-Rock, Zoriane, and highly adaptive Liniia 1307 as sources of high seed productivity;

- pre-sowing seed preparation measures should combine stratification, and subsequent treatment of seed material with the drug "Humiam" at the rate of 0.15 l/t.

*Keywords:* switchgrass, soil and climate conditions, source material, variety sample, seeds, elements of yield structure, plasticity, stability, yields.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

**I. Наукові праці, в яких опубліковані основні результати дисертації:**

**1. Наукові праці у фахових виданнях затверджених МОН:**

1. Кулик М. І., Рожко І. І. Вплив погодних умов вегетаційного періоду на елементи продуктивності та урожайність проса прутоподібного. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Вип. 4 (87), 2017. С. 50–55. (40 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

2. Кулик М. І., Рожко І. І. Урожайні властивості та посівні якості насіння проса прутоподібного залежно від умов вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Вип. 2 (89), 2018. С. 78–84. (50 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

3. Кулик М. І., Рожко І. І. Закономірності формування урожайності насіння проса прутоподібного в умовах Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Вип. 4 (91), 2018. С. 85–99. (40 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

4. Кулик М. І., Сиплива Н. О., Рожко І. І. Урожайність та ефективність виробництва біомаси енергетичних культур залежно від елементів технології вирощування. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2018. Вип. № 104. С. 148–160. (50 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

5. Кулик М. І., Рожко І. І., Сиплива Н. О., Божок Ю. О. Агробіологічні особливості формування врожайності та якості насіння проса прутоподібного. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, 2019. Вип. 4 (104). С. 51–60. (40 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).



6. Кулик М. І., Рахметов Д. Б., Рожко І. І., Сиплива Н. О. Вихідний матеріал проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) за комплексом господарсько-цінних ознак в умовах центрального Лісостепу України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*, 2019. Т. 15, № 4. С. 354–364. (40 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

**2. Наукові праці у періодичних наукових виданнях інших держав, які входять до складу Європейського Союзу:**

7. Kulyk Maksym, Dinets Olha, Rozhko Ilona. Evaluation of switchgrass source material productivity for plant breeding. *New stages of development of modern science in Ukraine and EU countries: monograph* / edited by authors. 7th ed. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2019 : 108–123. URL: <http://www.baltijapublishing.lv/download/all-science-3/133.pdf> (40 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання розділу монографії).

8. Kulyk Maksym, Dekovets Vitaly, Rozhko Ilona, Demin Dmitry, Onoprienko Alexander. The role of innovations in the development and management during the optimization of cultivation technologies of industrial crops in the post-coronavirus world. *The role of information and technology in the construction of the post-coronavirus world* : Monograph / Edited by Magdalena Gawron-Łapuszek, Andrii Karpenko. Katowicach (Polska): Publishing House of Katowice School of Technology, 2020: 173–185. ISBN 978-83-957298-5-0 (20 % авторства, проведення досліджень, аналіз та узагальнення, написання розділу монографії).

**3. Наукові праці у іноземному виданні:**

9. Kulyk Maksym, Rozhko Ilona, Kurylo Vasyl, et al. Impact of the soil and climate conditions on the formation of the crop yield and germinating power of the switchgrass (*Panicum virgatum* L.) seeds. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 2018, Vol. 63(4) : 101-105. URL: [http://www.pimr.poznan.pl/biul/2018\\_4\\_KRK.pdf](http://www.pimr.poznan.pl/biul/2018_4_KRK.pdf) (20 % авторства, проведення

*досліджень, отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).*

## **II. Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:**

10. Кулик М. І., Рожко І. І. Зв'язок освіти і науки при викладанні навчальної дисципліни «Енергетичні культури». Матеріали 50-ї науково-методичної конференції викладачів і аспірантів: *Сучасний підхід до викладання навчальних дисциплін в контексті підвищення якості вищої освіти* (м. Полтава, 26-27 лютого 2019 року). Полтава: РВВ ПДАА, 2019. С. 11–12. *(отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання тези).*

11. Рожко І., Дьомін Д., Кулик М. Вивчення сортів проса прутіноподібного вітчизняної та іноземної селекції за продуктивністю та схожістю насіння. *Генетика та селекція сільськогосподарських рослин – від молекули до сорту*: матеріали II Інтернет-конференції молодих вчених (м. Київ, 30 серпня 2018 р.). НААН, СГІ-ННЦ, М-во аграр. політики та прод. України, Укр. Ін-т експертизи сортів рослин. 2018. С. 23. *(отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання тези).*

12. Кулик М. І., Рожко І. І., Погребняк В. Р. Динаміка росту і розвитку рослин та особливості формування урожайності енергетичних культур. Збірник статей тринадцятої всеукраїнської практично-пізнавальної конференції: *Наукова думка сучасності і майбутнього*. Дніпро, 2017. С. 62–66. *(отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання тези).*

13. Кулик М. І., Рожко І. І. Мінливість кількісних ознак проса прутіноподібного залежно від сорту та умов вирощування. Еколого-генетичні аспекти в селекції польових культур в умовах змін клімату: *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 90-річчю з дня народження генетика, селекціонера, професора М. М. Чекаліна* (18–19 квітня 2019 р.). Полтавська державна аграрна академія. Полтава, 2019. С. 33–34.

*(отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання тези).*

14. Кулик М. І., Рожко І. І. Вивчення генотипів проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) за господарсько-корисними ознаками. *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання): Матеріали VI міжнародної наукової конференції / Редкол.: О. О. Непочатенко (відп. ред.) та ін. Умань, 2017. С. 146–148. (отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання тези).*

15. Кулик М. І., Рожко І. І., Тупиця А. М. Агроекологічні особливості використання рослинної сировини для виробництва біопалива. Збірник наукових праць I Міжнародної науково-практичної Інтернет–конференції: *Хімія, екологія та освіта*. Полтава, 2017. С. 187–191. *(отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання тези).*

16. Рожко І. І., Кулик М. І. Огляд селекційно-генетичної роботи з просом прутоподібним за кордоном. *Сучасні виклики науки XXI століття: XVII Міжнародна науково-практична Інтернет–конференція*. Вінниця, 23 лютого 2018 року. Ч. 3. С. 70–74. *(отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання тези).*

17. Кулик М., Сиплива Н., Рожко І. Основні завдання селекції енергетичних культур в умовах змін клімату. *Стан і перспективи розвитку селекції в умовах змін клімату* : збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції, 23 лютого 2018 р. Херсон: ІЗЗ НААН, 2018. С. 104–107. *(отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання тези).*

18. Рожко Ілона, Кулик Максим. Еколого-економічні аспекти та перспективи вирощування проса прутоподібного (світчграсу) в умовах України. Матеріали XXXV Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції: *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації*: Зб. наук. праць. Переяслав-Хмельницький, 2018. Вип. 35.

С. 567–569. *(отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання тези).*

19. Рожко І. І., Кондратюк Р. О., Кулик М. І. Особливості формування продуктивності енергетичних культур місцевого та інтродукованого матеріалу. *Селекційно-генетична наука і освіта* : матер. VII міжнародної наукової конференції, Парієві читання, 19–21 березня 2018 р. / редкол.: О. О. Непочатенко та ін. Умань : Видавець «Сочінський М. М.», 2018. С. 215–218. *(отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання тези).*

20. Кулик М. І., Рожко І. І., Сиплива Н. О. Агроєкологічні особливості формування урожайності насіння проса прутоподібного в умовах Лісостепу. Матеріали II міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції: *Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроєкологічний, соціальний та економічний аспекти*, м. Полтава, 28 листопада 2018 р. С. 200–201. *(отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання тези).*

21. Рожко І. І., Тупиця А. М., Погребняк В. Р. Особливості формування урожайності фітомаси міскантусу гігантського залежно від морфологічних показників рослин та походження генотипу. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва»*, 23–24 жовтня 2017 р. Харків: ХНАУ, 2017. С. 282–285. *(отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання тези).*

22. Kulyk Maksym, Rozhko Iлона. Economic efficiency of switchgrass seeds production in Ukraine. Conference Proceedings of the 2nd International Scientific Conference «*Economic and Social-Focused Issues of Modern World*» (October 16–17, 2019, Bratislava, Slovak Republic). The School of Economics and Management in Public Administration in Bratislava, 2019: 78–82; ISBN 978-80-89654-59-8. *(отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання тези).*

23. Dekovets V. O., Rozhko I. I., Kulyk M. I. Analysis of the assortment of energy crops for growing under the conditions of Ukraine. The 4 th International scientific and practical conference – «Modern science: problems and innovations» (June 28-30, 2020) SSPG Publish, Stockholm, Sweden. 2020 : 11–16. *(отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання тези).*

### **III. Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:**

24. Кулик М. І., Жорник І. І., Рожко І. І. Оптимізація навчального процесу на прикладі вивчення дисципліни «Енергетичні культури» спеціальності «Агрономія». *Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка. Серія : педагогічні науки. 2018. Вип. 1 (36). С. 131–139.*

URL: <http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/1675> *(10 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).*

### **Монографії:**

25. Онопрієнко О. В., Тупиця А. М., Рожко І. І. Потенціал рослинних решток сільськогосподарських і фітомаси енергетичних культур. *Розробка та вдосконалення енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу альтернативних джерел енергії* : колективна монографія / за ред. О. О. Горба, Т. О. Чайки, І. О. Яснолоб. П.: ТОВ «Укрпромторгсервіс», 2017. С. 292–301. *(50 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання розділу).*

26. Кулик М. І., Рожко І. І. Вплив агротехнічних заходів вирощування на формування врожайності насіння проса прутіподібного. *Альтернативні джерела енергії у підвищенні енергоефективності та енергонезалежності сільських територій* : колективна монографія ; за ред. І. О. Яснолоб, Т. О. Чайки, О. О. Горба. Полтава : Видавництво ПП «Астроя», 2019. С. 139–148. URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/21055.pd> *(60 % авторства,*

*проведення досліджень, отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання розділу).*

**Патент на корисну модель:**

27. Патент на корисну модель № 125096. *Спосіб допосівної обробки насіння проса прутоподібного / Кулик М. І., І. І. Рожко, М. А. Галицька (Полтавська державна аграрна академія МОН, Україна). Заяв. № u 2017 12598 від 18.12.2017; Опубл. 25.04.2018, Бюл. № 8. (20 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення).*

**Авторське свідоцтво:**

28. Науковий твір: *Ботаніко-біологічні особливості та потенціал урожайності енергетичних культур*, автори: М. І. Кулик, І. І. Рожко, М. А. Галицька (Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 76724 від 8.02.2018). *(10 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення).*

**Науково-практична рекомендація, наукова методика:**

29. Рожко І. І., Кулик М. І. Науково-практичні рекомендації: вирощування проса прутоподібного на насіння в умовах центрального Лісостепу. Полтава, 2019. 34 с. *(60 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання рекомендацій).*

30. Курило В. Л., Кулик М. І., Рожко І. І. Методичні рекомендації: допосівної підготовки насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum L.*). Полтава, 2019. 28 с. *(40 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання рекомендацій).*

## ЗМІСТ

<b>СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....</b>	<b>18</b>
<b>ВСТУП .....</b>	<b>19</b>
<b>РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ СОРТОВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ Й ПОГОДНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО (огляд літератури) .....</b>	<b>26</b>
1.1. Вплив біологічних та сортових властивостей на врожайність проса прутоподібного.....	30
1.2. Ботанічна характеристика та особливості росту й розвитку рослин проса прутоподібного залежно від умов вирощування .....	34
Висновки до розділу 1.....	46
Публікації до розділу 1.....	47
<b>РОЗДІЛ 2. УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ .....</b>	<b>48</b>
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови місця проведення досліджень.....	48
2.1.1. Ґрунтові умови.....	48
2.1.2. Кліматичні умови.....	51
2.2. Характеристика сортозразків проса прутоподібного та препарату.....	61
2.3. Методика проведення досліджень.....	64
Висновки до розділу 2.....	67
Публікації до розділу 2.....	67
<b>РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ МОРФО-БІОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА ВРОЖАЙНОСТІ НАСІННЯ СОРТОЗРАЗКІВ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО .....</b>	<b>68</b>
3.1. Оцінка колекційного матеріалу проса прутоподібного за рівнем прояву господарсько-цінних ознак.....	68
3.2. Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин проса прутоподібного.....	74
3.3. Адаптивні властивості сортозразків проса прутоподібного .....	77
3.4. Вивчення ознак, що визначають насінневу продуктивність проса прутоподібного .....	83
3.5. Пластичність і стабільність вихідного матеріалу проса прутоподібного.....	95

	16
Висновки до розділу 3.....	101
Публікації до розділу 3.....	103
<b>РОЗДІЛ 4. ВИВЧЕННЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО ЗА КОМПЛЕКСОМ ГОСПОДАРСЬКО-ЦІННИХ ОЗНАК.....</b>	<b>104</b>
4.1. Дослідження кількісних показників рослин вихідного матеріалу проса прутоподібного.....	104
4.2. Кореляційні залежності між кількісними показниками рослин і врожайністю насіння проса прутоподібного.....	112
4.3. Дослідження крупності насіння сортозразків проса прутоподібного.....	115
4.4. Оцінка урожайності насіння сортозразків проса прутоподібного залежно від умов вирощування.....	117
4.5. Пластичність і стабільність кращик сортозразків проса прутоподібного.....	124
Висновки до розділу 4.....	129
Публікації до розділу 4.....	129
<b>РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ НАСІННЄВОГО МАТЕРІАЛУ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО.....</b>	<b>130</b>
5.1. Вплив терміну зберігання насіння та умов його вирощування на посівні якості насіння .....	130
5.2. Вплив заходів допосівної підготовки насіння на посівні якості насіння проса прутоподібного .....	133
5.3. Вплив прийомів допосівної підготовки насіння на темпи проходження початкових етапів онтогенезу проса прутоподібного.....	137
Висновки до розділу 5.....	139
Публікації до розділу 5.....	139
<b>РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО НА НАСІННЯ.....</b>	<b>140</b>
6.1. Економічна ефективність вирощування сортозразків проса прутоподібного на насіння.....	141



	17
6.2. Енергетична ефективність вирощування сортозразків проса прутоподібного на насіння.....	144
6.3. Ефективність застосування заходів допосівної підготовки насіння проса прутоподібного.....	146
Висновки до розділу 6.....	150
Публікації до розділу 6.....	150
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	151
<b>РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ПРАКТИКИ ТА ВИРОБНИЦТВА</b> .....	154
<b>Список використаних джерел</b> .....	155
<b>Додатки</b> .....	175

**СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

- ВН – врожайність насіння  
ГДж/га – гігаджоуль на один гектар  
Гкал/га – гігакалорій на один гектар  
ГТК – гідро-термічний коефіцієнт  
ДНК – дезоксирибонуклеїнова кислота  
ДСС – дослідно-селекційна станція  
ДСТУ – державний стандарт України  
Еі – генотиповий ефект  
ІБКіЦБ – Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків  
МОН – Міністерство освіти і науки України  
МС – метеостанція  
МТН – маса 1000 насінин  
НААН – Національна академія аграрних наук України  
НАН – Національна академія наук України  
НДДКР – науково-дослідна та дослідно-конструкторська робота  
ПЕК – паливно-енергетичний комплекс  
ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю  
b – пластичність  
b<sub>i</sub> – коефіцієнт регресії  
r – коефіцієнт кореляції  
V – коефіцієнт варіації ознаки

## ВСТУП

Просо прутоподібне (*Panicum virgatum L.*) – унікальна багаторічна злакова енергетична культура, що має універсальне використання. Біомаса цієї культури є найбільш придатною сировиною для виробництва різних видів біопалив: твердого, рідкого та газоподібного. Біопалива вироблені із рослинної сировини проса прутоподібного, після відповідної енергоконверсії, забезпечують генерування тепла та виробництво електроенергії.

Посіви проса прутоподібного, за багаторічного циклу вирощування на маргінальних землях, здатні поліпшувати структуру та водний баланс ґрунту; використовують для рекультивації ґрунтів. Рослини цієї культури, завдяки щільного фітоценозу та потужної кореневої системи зменшують ерозійні процеси, підтримуючи родючість ґрунтів та біорізноманіття фітоценозів. Окрім цього, відновлення функціональних та екосистемних властивостей забруднених земель на основі фітомередіації здійснюють за допомогою енергетичних культур, в т.ч. і проса прутоподібного. Біомаса енергетичних культур – джерело лігніну і целюлози, цілком придатна для використання у целюлозно-паперовій промисловості, а в перспективі – цінна біосировина для виробництва біопластику та капсул для ліків. Подрібнена фітомаса проса прутоподібного (листки і стебла) використовуються у тваринництві: для поліпшення кормової бази тварин (силосування кормів), насіння – у птахівництві.

Враховуючи комплексне використання проса прутоподібного та необхідність подальшого впровадження нових альтернативних джерел енергії, залучення їх до практичного використання, постає нагальна проблема вивчення особливостей формування врожайності насіння для забезпечення нових площ енергопосівів. Це в перспективі дозволить закладати нові енергопосіви проса прутоподібного та отримувати значний обсяг фітомаси, що слугуватиме сталим рослинним джерелом поновлювальної енергії.

**Актуальність теми досліджень.** Вивчення сортозразків енергетичних культур, як вихідного матеріалу для селекції, є важливим в плані отримання якісного насінневого матеріалу для закладки нових, високопродуктивних енергоплантацій. Це дозволить отримати поновлювану енергоємну рослинну сировину із енергетичних культур для виробництва біопалив та сприятиме зменшенню енергетичної залежності населення територіальних громад.

В умовах Лісостепу України найбільш адаптованою до умов вирощування та високоврожайною енергетичною культурою є просо прутоподібне (*Panicum virgatum L.*), біомаса якого використовується у якості сировини для виробництва біопалива. Проте, забезпечення сільськогосподарських виробників в достатній кількості насіннєвим матеріалом на даний час не відповідає існуючим вимогам. Окрім цього рівень врожайності, обсяги виробництва та якість біомаси є недостатніми для забезпечення внутрішніх енергетичних потреб. На даний час, не в повній мірі розроблені сортові технології вирощування проса прутоподібного задля отримання високого урожаю насіння, недостатньо вивчені заходи передпосівної підготовки насіння для поліпшення посівних кондицій насінневого матеріалу. Не менш важливим питанням, що потребує обґрунтування – це вивчення сортового складу проса прутоподібного за господарсько-цінними ознаками та насінневою продуктивністю як вихідного матеріалу для селекції.

Інтродукція проса прутоподібного, вивчення вихідного матеріалу для селекції на насіннєву продуктивність, розробка дієвих заходів допосівної підготовки насіння, а також вивчення окремих елементів сортової технології вирощування культури і визначає актуальність досліджень, висвітлених у дисертаційній роботі.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження за темою дисертаційної роботи виконані відповідно до державних науково-технічних програм: «Агроекологічні засади вирощування енергетичних культур в умовах України», номер державної реєстрації

0114U004828 (2014–2017 рр.) та «Збільшення урожайності та якості насінневого та посадкового матеріалу енергетичних культур», номер державної реєстрації 0118U004386 (2018–2020 рр.) і є частиною НДДКР «Розробка оптимальних енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу відновлюваних джерел енергії в умовах Лісостепу України» Полтавської державної аграрної академії МОН, номер державної реєстрації 0117U000397 (2017–2019 рр.).

**Мета і завдання дослідження** полягала у встановленні особливостей формування і мінливості елементів насінневої продуктивності культури в умовах центрального Лісостепу України та вивченні вихідного матеріалу проса прутоподібного за господарсько-цінними ознаками для створення нових сортів.

Для досягнення зазначеної мети передбачалося вирішення наступних завдань:

- сформувати колекцію сортів та сортозразків проса прутоподібного шляхом залучення матеріалу вітчизняної та іноземної селекції;
- вивчити сортозразки проса прутоподібного іноземної селекції за адаптивними властивостями, врожайністю біомаси й насіння;
- виокремити та вивчити найкращі сортозразки проса прутоподібного української та іноземної селекції за господарсько-цінними ознаками;
- визначити мінливість кількісних показників генеративних органів рослин проса прутоподібного залежно від ГТК та з'ясувати його вплив на врожайність та вихід схожого насіння за досліджуваними сортозразками;
- виокремити з існуючого сортименту сортозразки з високою і стабільною продуктивністю;
- встановити вплив способів передпосівної підготовки насіння на посівні якості насінневого матеріалу проса прутоподібного;
- провести економічну та енергетичну оцінку вирощування сортів проса прутоподібного на насіння.

*Об'єкт дослідження:* процеси росту й розвитку рослин, особливості формування врожаю насіння проса прутоподібного залежно від генотипових властивостей, агроекологічних умов вирощування насіннєвого матеріалу.

*Предмет дослідження:* зарубіжні сортозразки: Кейв-ін-рок, Блеквелл, Патфіндер, Картадж, Шелтер, Форестбург, Санбурст, Дакота, Небраска, Канлоу, Аламо та сорти української селекції: Зоряне, Морозко, нова Лінія 1307, передпосівна підготовка насіння як елемент сортової технології вирощування.

*Методи дослідження.* Під час проведення досліджень застосовувались як загальнонаукові методи (діалектики, експерименту, аналізу і синтезу, гіпотез), так і спеціальні: польовий, що доповнений лабораторними аналізуваннями та спостереженнями, зокрема візуальний – спостереження за ростом й розвитком рослин, вимірювально-ваговий – визначення біометричних показників рослин та насіннєвої продуктивності; хімічний – визначення агрохімічних показників ґрунту; фізичний – оцінка посівних якостей насінного матеріалу проса прутоподібного; розрахунково-порівняльний – оцінка економічної і енергетичної ефективності; методи математичної статистики: дисперсійний, кореляційний та регресивний аналізи.

*Наукова новизна одержаних результатів* полягає в наступному:  
*вперше:*

- в умовах центрального Лісостепу України вивчено ботаніко-біологічні особливості та потенціал урожайності енергетичних культур (авторське свідоцтво на науковий твір № 76724). Досліджено сортозразки проса прутоподібного різного походження за господарсько-цінними ознаками та виокремлено найбільш адаптивні та високопродуктивні форми, на основі чого відібрано Лінію1307;

- визначено особливості формування морфо-біологічних ознак вегетативної частини та генеративних органів, урожайності насіння та

надземної маси проса прутоподібного залежно від сортових особливостей та погодних умов вегетаційного періоду;

*удосконалено:*

- способи передпосівної обробки насіння проса прутоподібного (пат. № 125096), що передбачають комплекс заходів передпосівної підготовки насіння для підвищення лабораторної та польової схожості насіннєвого матеріалу, а також скорочення темпів проходження міжфазних періодів на початкових етапах органогенезу рослин.

*набуло подальшого розвитку:*

- наукові положення щодо вивчення сортів проса прутоподібного за кількісними показниками рослин, їх адаптивних властивостей та особливостей формування врожайності.

Розраховано економічну та енергетичну ефективність вирощування сортів проса прутоподібного задля отримання схожого насіння як елемента технології вирощування насіннєвих посівів.

**Практичне значення отриманих результатів.** На основі морфологічних особливостей росту й розвитку рослин інтродукованих зразків проса прутоподібного розроблено «Науково-практичні рекомендації до вирощування проса прутоподібного на насіння в умовах центрального Лісостепу України» (Полтава, 2019). На основі комплексних досліджень, що забезпечують умови близькі до оптимальних для проростання насіння у польових умовах, росту і розвитку рослин та формування ними високої насіннєвої продуктивності розроблено «Методичні рекомендації для допосівної підготовки насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.)» (Полтава, 2019).

Відібрані сортозразки проса прутоподібного за господарсько-цінними ознаками, високою пластичністю та насіннєвою продуктивністю, які використовуються у селекційному процесі Веселоподільської дослідно-селекційних станцій ІБКіЦБ НААН (Полтавська обл., Семенівський р-н.) і Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України (м. Київ).

Розроблено елементи сортової технології вирощування проса прутоподібного на насіння впроваджено протягом 2018–2020 рр. у виробництво: ТОВ «Райз-Схід», ТОВ «УНП «АЕУ Дніпро» та СФГ «Нерта» (Полтавська обл.) загальною площею 0,5-1,0 га насінневих посівів.

Наукові результати експериментальних досліджень використовуються в навчальному процесі: при підготовці здобувачів вищої освіти (ЗВО) факультету агротехнологій та екології Полтавської державної аграрної академії МОН України (розроблені завдання до лабораторних робіт з дисциплін кафедри селекції, насінництва та генетики; окремі результати використано для наповнення підручника «Енергетичні культури» для ЗВО спеціальності «Агрономія»).

**Особистий внесок здобувача.** Дисертаційна робота є самостійним дослідженням автора. Здобувачем проаналізовано літературні джерела за темою дисертації, самостійно розроблено програму та схематичні плани дослідів. Також було закладено й проведено польові та лабораторні дослідження згідно з науковими методиками та рекомендаціями, узагальнено експериментальний матеріал. Це дало можливість сформулювати наукові положення, висновки та рекомендації для селекційної практики та виробництва. За результатами проведених досліджень підготовлено та опубліковано розділи монографій, наукові статті, патенти, забезпечено впровадження і науковий супровід результатів досліджень у селекційний та навчальний процес.

**Апробація результатів дисертації.** Результати досліджень щорічно доповідались та обговорювались на наукових семінарах і конференціях, апробовані та обговорені на 14 наукових конференціях різного рівня: міжнародних, всеукраїнських (м. Київ, м. Вінниця, м. Переяслів-Хмельницький, м. Харків, м. Херсон, м. Умань, м. Полтава та ін.), та закладів вищої освіти.

**Публікації.** Матеріали досліджень, що викладені в дисертації, опубліковано в 30 наукових працях: чотири – у колективних монографіях (з



них, дві – мовами ЄС); 9 – у статтях наукових видань, в тому числі – шість статей у фахових виданнях, затверджених МОН України, дві наукові праці у періодичних наукових виданнях інших держав, які входять до складу Європейського Союзу, одна – в іноземному виданні; 14 – в тезах доповідей і матеріалів наукових конференцій; одна науково-практична рекомендація виробництву; одна наукова методика; один патент на корисну модель, одне свідоцтво авторського права на науковий твір.

**Обсяг та структура роботи.** Дисертація у вигляді рукопису викладена на 153 сторінках основного тексту, містить анотацію, вступ, 6 розділів, висновки і рекомендації для селекційному процесу та насінневих посівів проса прутоподібного, 27 таблиць експериментального матеріалу, 43 рисунків, список використаної літератури, що включає 177 джерел, з них 80 латиницею. У додатках подано таблиці й розрахунки, які не ввійшли в основний текст дисертації та матеріали, що підтверджують впровадження результатів наукових досліджень у селекційну роботу науково-дослідних установ, виробництво та навчальний процес закладів вищої освіти.

**РОЗДІЛ 1**  
**ВПЛИВ СОРТОВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ Й ПОГОДНИХ УМОВ**  
**ВИРОЩУВАННЯ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ТА**  
**ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО**  
*(огляд літератури)*

У час стрімкого зниження світових запасів непоновлюваних енергоресурсів, перед людством постала проблема пошуку альтернативних джерел енергії для задоволення власних проблем та існування цивілізації вцілому. Поряд з продовольчою безпекою, кожна країна прагне до енергетичної незалежності. Не виключенням є і Україна, для якої першочерговим завданням, на даному етапі розвитку, є пошук шляхів залучення нових джерел до паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) країни.

До того ж, екологічний вплив антропогенної діяльності стає все більш відчутнішим, а в планетарному масштабі відбуваються незворотні зміни клімату. Що в свою чергу сприяє зростанню тренду середньодобової температури повітря, погіршується водний режим ґрунтів, спостерігаються часті посухи, що змінюються рясними зливами [1, 2]. Саме тому одним з нагальних екологічних проблем ХХІ століття є зміна клімату, яка спричинена для України глобальним потеплінням. Наслідком якого є посухи, котрі негативно впливають на урожайність сільськогосподарських культур, оскільки, погодна складова врожаю у нашій державі становить понад 50 % [3]. Науковці стверджують, що контрастні зміни клімату пов'язані з екологією довкілля мають відчутний вплив як на людський організм, так і на рослинні угруповання [4]. Поряд з цим, визначено, що використання рослинного енергоресурсу не призводить до погіршення довкілля, а й навіть поліпшує ґрунтовий баланс карбону та знижує концентрацію вуглекислого газу в повітрі [5].

Науковці, С. А. Балюк, В. В. Медведєв й Б. С. Носко обґрунтували найкращі агротехнічні заходи для зменшення ризиків недостатнього зволоження ґрунтів та вивчили закономірності динаміки економічних показників в умовах глобальних змін клімату [6].

За даними Національної академії аграрних наук України, за останні десятиліття відбувається фактичне зміщення меж природно-кліматичних зон на 100–150 км на північ. Умови вегетації у традиційній підзоні Північного Степу (Дніпропетровська, Кропивницька області тощо) вже відповідають підзоні Південного Степу. Підзона Північного Степу поступово зміщується на території Черкаської, Полтавської та інших областей, які традиційно були в зоні Лісостепу [7, 8]. Саме тому постає необхідність розширеного вирощування посухостійких культур. Особливо цінним є виробництво із них додаткових продуктів, в т.ч. біопалива. Так як для отримання додаткового джерела енергії науковці рекомендують вирощувати певні види рослин – «енергетичні культури». Для цих рослин властивий високий потенціал врожайності та енерговіддачі, а отримання з них сировини для виробництва біопалив, на основі інноваційних підходів менеджменту, буде досить вагомим чинником розвитку територіальних громад [9].

Враховуючи сприятливі ґрунтово-кліматичні умови нашої країни для вирощування енергорослин, найбільш перспективним напрямом для розвитку ПЕК України є фітоенергетика, яка базується на біосировині рослинного походження. До основних переваг рослинної біомаси, як джерела енергії, відносять: екологічність, порівняно з викопними видами палива, відсутність негативного впливу на баланс вуглекислого газу в атмосфері. Під час згорання біопалива (на основі рослинної біомаси), в атмосферу викидається менше вуглекислого газу, ніж поглинається рослинами в процесі фотосинтезу, утворюється в 20–30 разів менше оксиду сірки і в 3–4 рази менше золи в порівнянні з вугіллям [10]. Побічним продуктом в процесі виробництва рідкого, газоподібного біопалива та в результаті згорання

твердого біопалива є органічна речовина, яку можна використовувати для удобрення сільськогосподарських культур [11].

Основними завданнями фітоенергетики є пошук дешевої біосировини, створення необхідної інфраструктури для вирощування та переробки біомаси енергетичних рослин за допомогою різних способів. При цьому застосовують фізичні, хімічні чи біологічні процеси, отримуючи кінцевий продукт – біопалива: рідкі (етанол, метанол, бутанол, біодизель), газоподібні (метан, синтезгаз, водень) та тверді (паливні гранули, брикети) [12].

Розвиток ринку фітоенергетики є тривалим процесом, який поєднує в собі становлення стабільної сировинної бази та розвиток на її основі промислової переробки енергетичної сировини та отримання додаткового продукту. Нині виробництво біоенергетичних ресурсів в Україні розвинуте слабо, але ринок енергетичної сировини набув бурхливого розвитку з орієнтацією на експорт [13].

Теоретичними обрахунками визначено, що Україна має значний потенціал біомаси для енергетичного використання – близько 27 млн. тон умовного палива на рік [14, 15]. Сюди відносять як основну, так і побічну продукцію сільськогосподарського виробництва, а також фітомасу енергетичних культур. Встановлено, що використання цього потенціалу рослинної сировини може задовольнити близько 13 % потреб України в первинній енергії. При цьому, необхідно обґрунтований підхід до цього питання і в першу чергу з огляду на екологічні та соціально-економічні проблеми [16].

Ґрунтово-кліматичні умови майже усіх областей, та України в цілому є сприятливими для вирощування багаторічних енергетичних рослин. Особливо це стосується рослин групи C4, які здатні інтенсивно акумулювати енергію сонця впродовж свого вегетаційного періоду. Окрім цього, енергетичні культури культивують за спрощеною технологією вирощування на маргінальних землях. Маргінальні землі – малопродуктивні землі, не сільськогосподарського призначення. Також енергетичні культури, не

потребують значного використання добрив та пестицидів. А завдяки щільного фітоценозу та потужної кореневої системи – запобігають ерозії ґрунту, мають фітореMediaційні властивості. Ці комплексні особливості енергокультур сприяють збереженню та покращенню функціонування агроєкосистем [17]. Це дозволяє стверджувати про доцільність вирощування енергетичних рослин на землях, виведених із сівозміни, яких, згідно статистичних даних в Україні, налічується від 3 до 5 млн. га [18].

Для виробництва біопалива із рослинної сировини використовують наступні рослини: просо прутоподібне, міскантус гігантський, сорго цукрове та багаторічне, сіду, павловнію, й інші енергетичні культури. Із цих рослин просо прутоподібне є однією з небагатьох культур, яка має високі адаптивні властивості та щорічно формує сталу врожайність біомаси. При цьому визначено високу ефективність вирощування не тільки енергокультур поза сівозміною, а й сільськогосподарських у сівозміні, що забезпечує високу економічну та енергетичну ефективність [19, 20]. В той же час, питання особливостей формування насінневої продуктивності проса прутоподібного в умовах України, вивчено не в повній мірі. В свою чергу, якісний насінневий матеріал – це в перспективі основа високопродуктивних енергоплантацій та сировина для біопалив. Тому, використання альтернативних видів палив із кожним днем набуває важливого значення. Що сприятиме посиленню енергетичної складової України та поліпшенню екології довкілля.

Для отримання високих урожаїв насіння багаторічних трав, в тому числі і проса прутоподібного важливим є якість посівного матеріалу. Визначено, що високу врожайність насіння отримують за вирощування сортів, адаптованих до умов даного регіону. При цьому, рослини, вирощені з насіння таких сортів, краще переносять несприятливі умови росту і розвитку, володіють підвищеною стійкістю до шкідливих організмів, водночас поліпшуючи структуру ґрунту [21]. Що підтверджено дослідженнями зарубіжних вчених, які визначили здатність багаторічних трав, в т.ч і проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) впливати на зміну властивостей ґрунту

за обґрунтованого менеджменту посівів [22]. Сучасними дослідженнями вітчизняних науковців визначено, що монокультура проса прутоподібного позитивно впливає на родючість ґрунту, збільшення вмісту в ньому органічної речовини. Багаторічні дані свідчать, що вирощування енергетичних культур із високою продуктивністю біомаси, в т.ч. і в бінарних посівах із бобовими травами, забезпечує значне надходження органічних речовин у ґрунт. Це пов'язано із діяльністю кореневої системи та післяжнивними рослинними рештками, що у взаємодії із ґрунтовою біотою сприяють нагромадженню гумусних сполук у верхньому шарі ґрунті. Відсутність механічного обробітку ґрунту під час вирощування енергокультур сприяє стабілізації видового та кількісного складу ґрунтової мікрофлори, перебігу ґрунтоутворних процесів згідно з генетичними особливостями ґрунтового покриву [23].

### **1.1. Вплив біологічних та сортових властивостей на врожайність проса прутоподібного**

Для отримання високих і стабільних врожаїв проса прутоподібного потрібно мати в наявності сорти, що адаптовані до різних ґрунтово-кліматичних умов. А отже, сорт є найважливішим чинником в отриманні сталої врожайності. Оскільки сорт являє собою штучно відібрану кількість рослин у межах одного і того самого ботанічного таксона з притаманними їм біологічними властивостями. Це визначає їхню спадковість, яка має хоча б одну відмінність від відомих сукупностей рослин того ж ботанічного таксона і може вважатися єдиною з погляду придатності для відтворення сорту. Сорти мають різну тривалість вегетаційного періоду, неоднозначні показники зимо- і посухостійкості, стійкості до хвороб і шкідників. Відмінність вмісту органічної речовини визначає різне господарське призначення сортів рослин, які належать до одного ботанічного виду. Адже

сорти проса прутоподібного по-різному реагують на умови й агротехнічні способи вирощування. Отож, між сортом і ботанічною формою існують докорінні відмінності.

Згідно визначення Г. В. Гуляєва і Ю. Л. Гужова, сортом називають групу подібних за господарськими, біологічними властивостями й морфологічними ознаками культурних рослин, відібраних та розмножених для вирощування за відповідних природних і виробничих умов з метою підвищення врожайності та якості продукції [24].

Сорт відіграє важливу роль в формуванні лабораторної та польової схожості насіння та продукування вегетативної маси для формування основної продукції [25]. У світовій практиці зростання врожайності культур в цілому забезпечується однаковою мірою як за рахунок агротехніки, так і за впровадження нових, досконаліших сортів і гібридів. Проте потенціальні можливості сорту чи гібрида песної культури можуть бути реалізовані лише при високій якості насіння [26, 27, 28].

Просо прутоподібне (*Panicum virgatum* L.) відноситься до родини тонконогових (*Poaceae*) роду просових [29]. Рід *Panicum* містить більш ніж 450 різних видів, що різняться за морфологічними ознаками генеративних органів та мають п'ять різних базових хромосомних чисел (від 8 до 15 шт.) [30, 31, 32].

Вибір сорту проса прутоподібного для вирощування має важливе значення для росту і розвитку рослин певної місцевості, стійкості рослин до несприятливих факторів та стабільного отримання біомаси. Сорти проса прутоподібного за морфо-екологічними характеристиками поділяються на височинні (екологічні типи гірських видів) та низинні типи. Вони відрізняються між собою особливостями росту й розвитку рослин та продуктивністю [33, 34, 35].

Височинні і низинні типи, як правило, називають «екотипами». Цей термін, походить від еволюційної екології, та поєднує генетичні варіації в межах виду. Приналежність до певного екотипу обумовлене

приспосовувальними реакція рослин до певних географічних умов середовища існування. Екотипи, іноді описані як підвиди та відрізняються за своєю морфологією або фізіологією. Це дозволяє їм краще пристосуватись до різних умов середовищ, здатністю рослин до запилення і формування потомства, що відповідають цьому виду. Щонедавно ці групи також називалися цитотипами високогірних і низовинних рослин, посилаючись на дані діагностичної послідовності ДНК, що містяться в їх пластидах [36].

Низовинні екотипи проса прутоподібного мають особливо високий ризик загибелі в зимовий період першого року вегетації. Для мінімізації таких ризиків, виробники практикують сівбу суміші сортів височинних і низинних екотипів [37]. Наприклад, сорт Канлоу висівають із сортом Кейв-ін-рок, або ж сортом Картадж. Враховуючи, що сорти проса прутоподібного повинні ввійти в зиму у фазі завершення вегетації, то у цей період усі пластичні речовини переміщуються до вузла кушіння та кореневої системи, що сприяє успішній перезимівлі рослин. Суміші різних екотипів проса прутоподібного, як правило, мають дуже високі показники врожайності та характеризуються стабільністю врожаю. Височинні екотипи забезпечуть добру перезимівлю рослин за умови збору врожаю після закінчення вегетації культури. Що по термінам припадає на пізньоосінній період після перших осінніх заморозків. Визначено, що для забезпечення хорошої зимостійкості сорту Канлоу можна висівати разом з сортом Кейв-ін-рок. Поряд з цим, визначено, що основною проблемою дрібнонасінних сортів, таких як Канлоу, Аламо є ризик низької схожості та густоти стеблостою, особливо на важких глинистих ґрунтах [38].

Генотипи *Panicum virgatum*, що належать до екологічного гірського виду, зазвичай тонкіші стебла за діаметром та нижчий стеблостій ніж ті, що ідентифікуються як низовинні. До цього екотипу відносять як правило, краще адаптовані до сухих і прохолодних умов середовищ рослини. В той час, низовинні екотипи мають переваги за продуктивністю в більш теплих та вологих місцях культивування. Всі ідентифіковані сорти низинного екотипу є



тетраплоїдними ( $2n = 4x = 36$ ), тоді як височинні складаються з генотипів, що є як тетраплоїдними, так і октоплоїдами ( $2n = 8x = 72$ ) [39]. Тільки нещодавно в невеликій кількості ліній низинного екотипу були виявлені восьмиплоїдні рослини. Також зустрічається їх синонімічна назва – цитотиби, використовуючи різні молекулярні маркери [40].

Відомо, що найкращі посівні якості насіння проса прутоподібного досягаються за різних способів його сортування, що також пов'язуються із інтенсивністю росту й розвитку рослин на початкових етапах органогенезу [41]. Однак, на сьогодні обмежена інформація щодо чинників, що впливають на тривалість фенофаз та особливості росту та розвитку вегетативних та генеративних елементів світлорасу. Науковці Van G. A. Esbroeck, M. A. Nussey, та M. A. Sanderson провели дослідження розвитку листкового апарату по сортам проса прутоподібного з різним періодом дозрівання (Кейв-ін-рок, Канлоу та Аламо). Що дозволило отримати вхідні дані для здійснення моделювання та визначити залежність між тривалістю вегетаційного періоду та швидкістю появи листків або кінцевою їх кількістю на рослинах. Було встановлено, що кінцева кількість листків весняних посівів по сортах коливалася від 9 до 11 шт./рослину, тоді як літні посіви – близько семи листків. Терміни між з'явленням двох послідовних листків для всіх сортів збільшувалися із збільшенням числа листків. Високі середні значення кількісних показників рослин були пов'язані з пізньою появою волоті [42].

Основним сортом проса прутоподібного, який науковці використовують для проведення досліджень є Кейв-ін-рок. Оскільки даний сортотразок демонстрував високу зимостійкість, врожайність та придатність до вирощування на різних типах ґрунтів. На його основі розроблені синтетичні лінії, що походять від сорту Кейв-ін-рок. Ці нові генотипи формують більш високі врожаї біомаси з дещо меншою зимостійкістю та вищими адаптивними властивостями до вологих ґрунтів. Сортотразок Кейв-ін-рок досить адаптований, але в прохолодних зонах він може вимерзати в особливо прохолодні роки [43, 44].

Отже, на даний час вивчено екологічні генотипи проса прутоподібного, їх відношення до умов навколишнього середовища. Але не в повній мірі досліджено особливості формування врожайності проса прутоподібного залежно від сортових властивостей. Особливо нагальним питанням є визначення закономірностей формування насінневої продуктивності сортів проса прутоподібного залежно від умов вирощування.

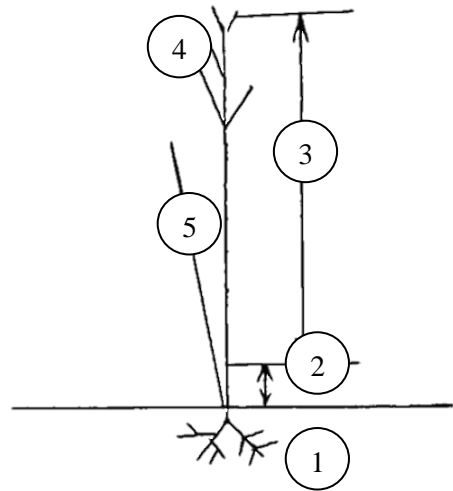
## **1.2. Ботанічна характеристика та особливості росту й розвитку рослин проса прутоподібного залежно від умов вирощування**

Просо прутоподібне, або світчграс (*Panicum virgatum* L.) – прямостояча, теплолюбна і стійка в умовах посухи та високої температури культура. Глибокопроникаюча (до 2,5 м) мичкувата коренева система дає можливість рослинам витримувати короткотермінові затоплення. У висоту світчграс досягає 0,5–3,0 м. Число продуктивних пагонів на рослині сягає від 12–14 до 30–35 шт. Рослини залежно від морфологічної надземної будови за своєю формою бувають прямі і напіврозлогі. Суцвіття у проса прутоподібного – волоть, здебільшого розлогої форми. Вона складається з основної осі, що розгалужується на гілочки першого, другого та наступного порядків. На кінцях гілочок розміщуються колоски, в яких формується насіння. У більшості генотипів проса прутоподібного формується розлога волоть з відхиленням гілочок від центральної осі на 45° з супротивно-почерговим галуженням; кожен сорт відрізняється від іншого за елементами структури волоті та кількістю квіток у ній, з яких після запилення та запліднення розвивається плід [45].

Загальний вигляд та морфологічна будова рослин проса прутоподібного наведено на рис. 1 (Kulyk M., at all., 2019).



Загальний вигляд



Морфологічна схема рослини

**Рис. 1. Просо прутіоподібне (*Panicum virgatum* L.)**

*Примітка:* 1 – коренева система (мичкувата, утворює дрібні ризоми), 2 – висота зрізу, 3 – біопаливна частина рослини, 4 – суцвіття (волоть), 5 – нові пагони.

Плід у проса прутіоподібного – однонасінна дрібна зернівка, яка складається із зародку, щитка, ендосперму і двох оболонок: внутрішньої насінної та зовнішньої – плодової. Просо прутіоподібне має дрібне насіння з гладкою поверхнею та високим рівнем стану спокою, особливо відразу після збирання. Маса 1000 насінин залежить від агрометеорологічних умов навколишнього середовища та сортових властивостей і змінюється в межах 1,0–2,0 г на 1000 насінин. Відповідно до крупності, насіння проса прутіоподібного поділяють на: крупне – маса 1000 насінин  $\geq 1,8$  г, середнє – маса 1000 насінин 1,5–1,8 г, дрібне – маса 1000 насінин  $\leq 1,5$  г [46].

Просо прутіоподібне проходить повний цикл розвитку в умовах України (від насіння до насіння) протягом першого вегетаційного періоду. Завершує вегетацію в жовтні–листопаді, що залежить від сортових властивостей генотипу. Після перезимівлі, рано навесні починається інтенсивне відростання рослин. Фаза куцїння настає в травні, вихід в трубку – відмічається з 2-ї декади липня. Цвітіння проходить з 3-ї декади липня до 1-ї декади серпня. Достигання насіння відмічають на кінець вересня – середини жовтня. Вегетаційний період може тривати від 125 до 185 діб [47, 48].

Встановлено, що просо прутіоподібне потребує ретельної підготовки поверхні ґрунту: вирівнювання, допосівного і післяпосівного ущільнення, що забезпечує дружність і рівномірність появи сходів. Що впливає на формування оптимальної густоти посіву для реалізації генетичного потенціалу закладеного у сорту. Крім того, передпосівний обробіток ґрунту повинен сприяти знищенню бур'янів, хвороб і шкідників. В умовах Лісостепу встановлено, що на фоні напівпарового осіннього обробітку весняна культивуація ґрунту, в подальшому – передпосівна культивуація з сівбою проса прутіоподібного в єдиному технологічному комплексі з коткуванням поверхні поля кільчато-зубчастими котками до і після сівби, в порівнянні з варіантами де культивуацію проводили один раз, або двічі (без коткування), в посушливих умовах весни сприяла кращому збереженню ґрунтової вологи у верхньому шарі ґрунту. Цей комплекс агрозаходів, порівняно з іншими варіантами дослідів, дозволив отримати більший рівень урожайності проса прутіоподібного за сухою масою [49]. Весняний обробіток ґрунту має включати вирівнювання, розпушування та коткування поверхні поля, який відрізняється тим, що у розпушеному шарі ґрунту розмір грудочок визначається із виразу:  $d = (0,25 \dots 5) \times b$ , де  $d$  – розмір грудочок ґрунту, мм;  $b$  – товщина насіння, мм, причому грудочок такого розміру повинно бути не менше 80 % [50].

Інший спосіб вирощування проса прутіоподібного передбачає основний обробіток ґрунту та сівбу насіння по спеціально сформованих навесні гребнях, який відрізняється тим, що сівбу здійснюють за відповідною схемою посіву сумісно з коткуванням шляхом створення овальних профілів рядків та комбінованої схеми чергування основних і технологічних міжрядь відповідно до ширини захвату посівного агрегату [51].

Підготовка ґрунту для вирощування проса прутіоподібного передбачає знищення бур'янів та очищення поля для послідувочої сівби культури. У США світчґрас в основному вирощується без застосування гербіцидів. Проте більшість посівів цієї культури особливо у перший рік вегетації потребують

проведення заходів по боротьбі з бур'янами. Зазвичай бур'янів з'являється настільки багато, що на полі складно відрізнити їх від сходів світчграсу. Тому, надання конкурентних переваг на полі рослинам проса прутоподібного порівняно із бур'янами є дуже важливим моментом. Використання гербіцидів проти широколистяних бур'янів та їх скошування, залишаються найбільш ефективними заходами забезпечення конкурентоспроможності посівів проса прутоподібного [52, 53, 54, 55]. В даних дослідженнях встановлено, що бур'яни мали вплив на ріст рослин проса прутоподібного лише в перший рік вирощування культури. У цей період світчграс росте повільно і його сходи слабше розвиваються порівняно із бур'янами. Тому бур'яни – це одна із причин нерівномірного розвитку травостою світчграсу, а іноді й повної загибелі рослин [52]. В подальшому рослини проса прутоподібного пригнічують бур'яни в посівах за рахунок інтенсивного кущення; на широкорядних посівах відбувалася саморегуляція травостою, що має вплив на кінцеву врожайність фітомаси світчграсу.

У технології вирощування проса прутоподібного, боротьбу з бур'янами розпочинають заздалегідь – з підготовки ґрунту попереднього року. На сьогодні жоден гербіцид не зареєстрований для використання на посівах проса прутоподібного в Україні [56]. Проте у іноземних вчених є практика використання атразину як досходового гербіциду, а за ним рекомендують застосування квінклорак. Останній гербіцид застосовують на посівах, коли у фазі 3–4 листків на рослинах (приблизно через 1 місяць після сівби). За надмірної забур'яненості посівів можливе застосування спеціальних заходів – зрізання бур'янів вище рослин проса прутоподібного. За необхідності зрізання бур'янів проводять один-два рази протягом вегетації. Головним недоліком цієї стратегії є небезпека травмування точки росту проса прутоподібного [57]. Отже, комплексний план боротьби з бур'янами є важливим і починається успішно з боротьби з багаторічними бур'янами за рік до сівби.

Розміри насіння проса прутоподібного значно різняться. Тому виробники повинні калібрувати сівалку для кожного використовуваного сорту. Насіння проса прутоподібного дрібне і потребує спеціальних сівалок, що забезпечать розміщення насіння на рівномірній і невеликій глибині (1,0–1,5 см). Сівбу насіння здійснюють за допомогою звичайної зернової сівалки, сівалки для кормових трав та за допомогою сівалок точного висіву. Сівбу насіння проса проводять за прогрівання ґрунту до температури не менше 10 °С. Найкращим періодом для проростання насіння є досягнення температури ґрунту більше 12°С. Ранню сівбу проса прутоподібного практикують переважно, щоб зменшити ризик втрати накопиченої вологи з ґрунту [58].

Норма висіву проса прутоподібного становить 8–10 кг/га схожого насіння [59]. Відсоток посівної придатності насіння в партії визначається множенням показника чистоти на відсоток схожості насіннєвого матеріалу. Щойно зібране насіння проса прутоподібного може мати високий відсоток насіння, що перебуває в стані спокою. Для щойно зібраного насіння показник схожості може становити лише 10 % або навіть менше. Селекціонери працюють над усуненням проблеми спокою насіння, а нові інтродуковані сорти можуть мінімізувати цю проблему в майбутньому [60].

Ще однією проблемою якості насіння проса прутоподібного є те, коли насіння має високу схожість, але воно занадто мілке. Більш крупне насіння буде мати більшу польову схожість, ніж дрібне насіння. В цьому випадку поділ його за крупністю має важливе значення для поліпшення його посівних якостей [61] особливо за обґрунтованого менеджменту вирощування сортів світчграсу [62].

Також вивчаються питання підбору температурних факторів для прискорення «пробудження» насіння та поліпшення його схожості. Що досягається комплексом заходів як у природному середовищі, так і в лабораторних умовах, та завдяки застосуванню препаратів хімічного походження [63, 64].

Дослідження зарубіжних авторів свідчать, що більш крупне насіння проса прутоподібного має здатність до більш швидкого проростання. При цьому рослини на початкових етапах росту й розвитку мають кращий стан та швидкіші темпи приросту, порівняно з менш ваговитим насінням [65, 66]. Цю думку підтвердили науковці з університету Небраска [67]. Згідно з їхніми дослідженнями, з крупного насіння проса прутоподібного утворювалися більш розвинені проростки, рослини та зародкові корінці мали більший приріст, ніж рослини, що були вирощені з менш крупного насіння. Оскільки ріст і розвиток рослин із ваговитого і більш легкого насіння були подібними після появи сходів, автори дійшли висновку, що коли рослини утворюють два або більше корінців, розмір насіння більше не впливає на стан посівів культури.

В умовах України урожайність надземної фітомаси проса прутоподібного в період появи волоті становить 42,0–64,0 т/га, в період цвітіння – 42,7–70,2 т/га, сухої маси – 10,0–15,0 т/га; насіння – 500–600 (іноді до 1000) кг/га. Енергопродуктивність рослин – 40–60 (до 80) Гкал/га [68].

За кордоном було визначено оптимальні агроприйоми під час вирощування проса прутоподібного на корм чи насіння. Коли рослини сформували насіння, виробники оцінювали свої посіви, щоб визначити, чи залишити рослини на насіннєві цілі або ж використати на біомасу, чи використати фітомасу на корм тваринам, або для виробництва сіна [69]

У випадку скошування проса прутоподібного на насіння його збирають шляхом безпосереднього комбайнування культури або шляхом валкового збирання з наступним обмолотом після підсихання волотей. Найкращий строк збирання урожаю насіння проса прутоподібного – це період, коли у більшості колосків волотей досягне насіння, з частковим відділенням насіння від квіткових лусок. Основною перевагою прямого комбайнування є те, що цей захід потребує менше операцій по полю. Роздільний спосіб зі збиранням валків дозволяє зрізати рослини до моменту самовисипання

насіння з волотей, що у деяких сортів збільшує вихід насіння. Після збирання урожаю, насіння доводять до кондицій. Для цього видаляють відходи, насіння бур'янів, насіння сільськогосподарських культур та інших матеріалів. Типовий тест на насіння проса прутоподібного повинен відповідати встановленим нормам: чистота насіння повинна бути на рівні або більше 95 %, схожість – не менше 40 %, спокій насіння  $\geq 50$  % [70].

Важливим чинником успішного вирощування проса прутоподібного є отримання оптимальних сходів. Враховуючи те, що просо прутоподібне має порівняно дрібне насіння, а маса 1000 шт. сягає до 1,0-2,0 г й володіє високим рівнем спокою, що пояснюється пристосуванням дикоростучих рослин до можливих несприятливих ґрунтових і погодних умов, тому значна частина насіння від загальної маси знаходиться в стані органічного спокою [71, 72]. Це пов'язано із тривалим терміном післязбирального досягання та будовою насінних лусок, які перешкоджають надходженню води до насінини. Тому, для підвищення схожості насіння використовують різні способи підвищення цього показника: обробка розчином солей та кислот, скарифікацію, сортування за аеродинамічними властивостями, відбір за питомою масою тощо [73].

В умовах України встановлено, що значна частина насіння проса прутоподібного від загальної маси знаходиться в стані органічного спокою, який для кожної окремої партії насіння може тривати один, два, три і більше років. Так, Л. П. Філіпась та О. П. Біленко при вивченні різноякісності насіння культури залежно від розміщення насіння на пагонах різних порядків встановили наступне. За результатами підрахунків середньої схожості насіння проса прутоподібного має різницю в 1 %. Середня лабораторна схожість насіння I порядку становила 11 %, насіння II порядку – 10 % [74].

Визначено, що насіння проса прутоподібного, вирощене на збіднених на поживні речовини ґрунтах з низьким вмістом гумусу, має більш подовжений термін післязбирального дозрівання і нижчу схожість навіть при тривалому зберіганні, порівняно з тим, що вирощували на ґрунтах із середнім



вмістом гумусу. Посереднє значення за даними показниками має середнє за крупністю насіння, на його лабораторну схожість не впливають умови вирощування материнських рослин. Маса 1000 насінин також має вплив на цей показник. У ваговитого насіння швидше настає післязбиральне досягання та підвищується лабораторна схожість. Що пов'язано із пристосувальними реакціями на несприятливі умови вирощування материнських рослин, які спадково передаються його потомству шляхом накопичення запасних речовин у зернівці. Поряд з вивченням впливу погодних умов на формування врожайності насіння проса прутоподібного, терміну зберігання його, нами було проведено вивчення впливу способу підготовки насінневого матеріалу. Що поєднувало використання заздалегідь стратифікованого та відкаліброваного насіння з наступною обробкою його препаратом гумінової природи (Гуміам). Заспропонований спосіб, у порівнянні з контролем (насіння пророщене у дистильованій воді) поліпшував посівні якості насінневого матеріалу проса прутоподібного – енергію проростання, лабораторну і польову схожість насіння [75].

За даними науковців відмічено окремі випадки захворювань проса прутоподібного. Існують такі хвороби проса прутоподібного: антракноз, іржа та сажка та ін., що притаманні і рослинам проса прутоподібного. Вони спричинюються ураження рослин *Tilletia maclaganii*. Зараження сажкою впливає на ріст й розвиток рослини, спричиняючи затримку сходів, провокує раннє цвітіння (на 2–3 тижні порівняно із контрольними варіантами), а спори здавні поширюватись по всій волоті. Вважається, що спори уражують рослини через їх коріння та основи стебла. Спори можуть розмножуватися у великій кількості в волоті, де вони знаходяться і легко розсіюється вітром.

На сьогоднішній день вивчення шкодочинності комах з економічної точки зору не було проведено. Проте, два основних шкідника, які викликають занепокоєння все ж є, це: мотильова міль та жовчна мошка. Основною проблемою є личинки, що пошкоджують бруньки та міжвузля нижньої частини рослин. Сама імаго пошкоджують волоті, що викликає її

передчасне старіння. Це легко ідентифікувати наявністю змертвілих волотей серед темно-зелених волотей на рослинах проса прутоподібного. Також деякі комахи були визнані потенційними шкідниками проса прутоподібного: стовбурна гусениця (*Blastobasis repartella* Dietz.), новий вид *Chilophaga virgate* Gagne (Diptera: Cecidomyiidae), ковалики (Orthoptera) [76].

Оптимальний час збирання врожаю залежить від обраного сорту проса прутоподібного до вирощування. Визначено, що у перший рік вегетації просо прутоподібне не збирають, оскільки врожайність біомаси низька, а рослини ще не досить вкорінені. Що допомагає успішній перезимівлі рослин та відростання отави навесні. Просо прутоподібне зазвичай краще розвивається на другий і наступні роки, оскільки щорічно збільшує кореневу систему та кількість рослин на площі. Обробка ґрунту навесні та внесення підживлень дозволяють збільшити доступність поживних речовин для росту рослин. Що ж стосується менеджменту боротьби з бур'янами, то дане питання потребує більш глибокого вивчення для нарощування енергетичного посіву [77].

Як відмічають D. D. Wolf, D. A. Fiske, добрим попередником для проса прутоподібного є яра пшениця. Дана культура спрощує боротьбу з бур'янами, може сприяти надходженню поживних речовин із щойно обробленого ґрунту та допомагати швидко придушувати встановлення однорічних трав як монокультури. Яра пшениця виявляється кращою суміжною культурою, оскільки має порівняно невелику висоту та скоростиглість [78]. А враховуючи наявність значної кількості маргінальних земель в нашій країні та багаторічність проса прутоподібного, його рекомендовано вирощувати поза сівозміною.

За даними вітчизняного науковця, М. Я. Гументика [79] визначено, що сприятливі умови для проростання насіння проса прутоподібного з урахуванням агробіологічних особливостей у зоні Західного Лісостепу можна створити комплексом агрозаходів. Що передбачає застосування 3-разовий передпосівний обробіток ґрунту боронами та сівбу насіння проса

прутоподібного разом з маячною культурою гірчицею білою за оптимальної ширини міжрядь 30 см.

Просо прутоподібне слабо реагує на внесення калійних та фосфорних добрив. Рослини цієї культури формують потужну кореневу систему, яка добре розподілена вглиб ґрунтового профілю. Це сприяє ефективному засвоєнню поживних речовин із різних шарів ґрунту. Багаторічні насадження світчґрасу можуть мати 10-15 т/га підґрунтової кореневої маси, що сягає 3 метрів вглиб ґрунту. В більшій мірі для засвоєння елементів живлення проса прутоподібного відіграє мікориза. Мікориза – допомагає поліпшити надходження поживних речовин у рослину. Сходи проса прутоподібного зазвичай з'являються через 5–15 днів після сівби, а нестачі вологи, відсутності оптимальних температур, та низької схожості насіння цей термін значно подовжується [80].

Потреби в добривах для проса прутоподібного залежать комплексу факторів, основні з яких – родючість ґрунту, кліматичні фактори, методи управління посівами. Більшість досліджень з питань вивчення удобрення проса прутоподібного зосереджені на нормах і способах внесення азотних добрив є найбільш необхідним для росту рослин [81, 82,83]. Але, основні дослідження до 1990 року стосувалися вивчення впливу удобрення на просо прутоподібне, що вирощувалося на корм, а не на біоенергію [84].

Оптимальні дози азоту для проса прутоподібного, що вирощують для біоенергетичних цілей залежать від географічного регіону, екологічних та погодних умов. Вивченню впливу азоту на урожайність світчґрасу присвячена значна кількість зарубіжних праць [85–88]. У більшості випадків азотні підживлення не потрібні на першому році вирощування, адже вони можуть провокувати надмірне розростання бур'янів. Рослинам проса прутоподібного першого року достатньо тих поживних речовин, що наявні у ґрунті. Калійні та фосфорні добрива під час першого року вегетації культури теж не застосовуються, окрім випадків коли їх рівень в ґрунті – низький.

Зарубіжними вченими J. C Madakadze, K Stewart, P. R Peterson та іншими встановлено, максимальний врожай сорту проса прутоподібного Канлоу досягається при оптимальній системі удобрення. Що полягає у внесенні 448 кг/га азоту, що застосовується в системі 3-х зрізів рослин [81]. Проте, щороку багаторазові врожаї та високі показники застосування азоту, мали більший негативний вплив на середньорічне виробництво біомаси, ніж система єдиного врожаю протягом чотирьох років у одному з двох досліджуваних ділянок і не була економічно доцільною. Дослідники S. C. Aravindhakshan та інші [85] прийшли до висновку, що один раз на рік підживлення нормою 69 кг/га азоту є більш економічно вигідним варіантом удобрення проса прутоподібного в типових умовах.

При порівнянні системи одно- або двох укосів врожаю та внесення азоту (50 кг/га після кожного збирання фітомаси). Науковець R. Lemus із співаторами [87] визначили, що вилучення азоту було значно більшим у системі з двома укосами через високу його концентрацію у середині літа. Незважаючи на те, що середня врожайність у проса прутоподібного була дещо більшою в системі двох укосів із внесенням сумарної кількості азоту 100 кг/га, ніж у системі один укіс і 50 кг/га азоту, вони дійшли висновку, що витрати на додаткові ресурси та більші показники внесення азоту не є прибутковим.

Зарубіжні автори V. R. Mulkey та інші [88] визначили, що застосовуючи 56 кг/га азоту збільшується біомаса культури. Поряд з цим, в Айові зафіксовано лінійне збільшення врожайності проса прутоподібного при внесенні азоту у дозі до 220 кг/га [89].

Азот рекомендують вносити навесні для посилення процесу росту і розвитку рослин за одночасної ефективної боротьби з бур'янами. У Західній Європі просо прутоподібне зазвичай збирають після закінчення вегетації в зимовий період. За такого строку збирання вміст азоту в рослинах мінімальний, навіть якщо культура вирощується протягом багатьох років без удобрення. Зниження вмісту азоту (через перетворення його у рослині) у

поєднанні з високим рівнем атмосферних опадів та загальним підвищеним вмістом азоту в ґрунті, ймовірно, сприяє зменшеній кількості його в рослинах проса прутоподібного [90].

Меншу кількість досліджень було здійснено щодо вивчення впливу фосфору та калію на ріст та розвиток рослин проса прутоподібного та формування ним врожаю фітомаси. Рекомендації щодо застосування фосфору та калію базуються на агрохімічних аналізах ґрунту. D. Christian із співавторами вивзначили, що врожайність світчграсу збільшується при сумісному внесенні P та N або P, K та N разом із застосування вапна [91]. Також встановлено, що рослини проса прутоподібного, що вирощувалися на кислих ґрунтах (рН 5), можуть відчувати нестачу фосфору і краще розвиватися у випадку симбіозу з мікроорганізмами [92, 93].

Дослідження, що проведені D. K Lee із співавторами [94], порівнювали варіанти внесення азоту в ґрунт (0, 112, та 224 кг/га). Мінеральні добрива вносили разом із гноєм або аміачною селітрою. Вони встановили, що динаміка парникових газів зростає з середньою швидкістю застосування будь-якого джерела азоту. Здійснено припущення, що це може бути пов'язано з повільним вивільненням азоту з гною в порівнянні з швидкою доступністю його з аміачної селітри. Поряд з цим, обґрунтовано, що відношення обсягу переробки біомаси проса прутоподібного лінійно збільшується з використанням гною при нормі від 0 до 600 кг/га азоту [95].

Вітчизняні науковці встановили [96, 97, 98], що багаторічні злаки (світчграс та міскантус) не вибагливі до родючості ґрунту. Лімітуючими факторами за вирощування енергокультур є температурний режим та наявність вологи в ґрунті. Особливо ці чинники впливають у період проростання насіння та в початковий період формування кореневої системи проса прутоподібного.

Отже, у більшості випадків єдиною операцією з третього року вегетації проса, необхідною після збирання врожаю восени, є застосування азотного добрива навесні. Для весняного підживлення у дозі 60–70 кг/га азоту

достатньо для отримання врожайності біомаси на рівні 8–10 т/га. Надмірне підживлення азотом зазвичай призводить до вилягання рослин. А це, в свою чергу призводить до зменшення обсягу біомаси та ускладнює збір врожаю. Період збору врожаю біомаси може включати наступні періоди: пізню осінь, середину зими (в безсніжних умовах) або початок весни [99].

За осіннього збору врожаю найкраще залишати як мінімум десяти сантиметрову стерню, щоб забезпечити високий відсоток виживання рослин взимку. Низький зріс рослин збільшує ризик затримання відростання рослин наступної весни, а також знижує врожай біомаси. А отже, десяти сантиметрова висота стерні допомагає підтримувати транслокацію вуглеводів від основи стебла до пагонів рослин та кореневої системи. Наявність достатньої кількості вуглеводів у підземній частини проса прутіподібного забезпечує виживання рослин взимку та інтенсивне відростання наступної весни. Висота зрізу рослин світчграсу також допомагає затримати сніг взимку, що збільшить вологозабезпечення рослин навесні. До основних проблеми, які були виявлені після перезимівлі рослин на полях можна віднести сильне вилягання стеблостою, самоосипання насіння та полонку волоті. До ключових же недоліків при вирощуванні проса прутіподібного можемо віднести: слабку конкурентоспроможність з бур'янами у початковий період росту та розвитку, вимогливість до вологи під час першого року вегетації, частковий самовисів насіння [100, 101].

### ***Висновок до розділу 1:***

Нині методи створення сортів енергетичних культур та їх оцінка ґрунтуються на даних продуктивності й стійкості рослин до дії стресових чинників середовища. Визначено, що високі і сталі врожаї проса прутіподібного можливо отримувати за умови використання кращих, адаптованих та високопродуктивних сортозразків.

Зарубіжними дослідженнями встановлено, що підбір сортів проса прутіподібного на основі відповідного екотипу збільшує життєздатність та

продуктивність рослини. Виявлено суттєву залежність між ареалом походження та врожайністю проса прутоподібного за екотипами. Отже, сорти повинні бути обрані на основі екотипу та широти походження. До кращих якостей проса прутоподібного можемо віднести: стійкість до шкідників і хвороб, адаптивність, невибагливість до ґрунтових умов.

На основі сучасних наукових публікацій наведено узагальнення даних з особливостей закладки енергоплантацій, вирощування культури на біопаливо та насіння. В огляді літератури акцентована увага на необхідності більш детального вивчення нових генотипів, сортозразків та сортів проса прутоподібного як вихідного матеріалу для селекційної роботи.

Проаналізовано та узагальнено дані з вивчення різних екотипів проса прутоподібного за кордоном, та в умовах України, наведено їх адаптивні властивості. Визначено шляхи збільшення врожайності юіомаси та насіння проса прутоподібного агротехнічними шляхами.

Публікації до розділу: 9, 45, 46, 76.

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Ґрунтово-кліматичні умови місця проведення досліджень

##### 2.1.1. Ґрунтові умови

Дослідження проводились протягом 2014–2019 рр. в польових умовах Веселоподільської ДСС та на базі «Колекції енергетичних культур» Полтавської державної аграрної академії МОН (Полтавської ДАА), а протягом 2019–2020 років – виробничих перевірок. Також окремі дослідження здійснювалися в сертифікованій науковій лабораторії агроекологічного моніторингу Полтавської ДАА.

Польові дослідження проводилися в умовах Полтавської області, що територіально відносять до центральної частини України зони Лісостепу та характеризуються різноманітністю ґрунтових умов та помірно-континентальним кліматом. Загальна протяжність території із півночі на південь сягає 213,5 км, із заходу на схід – 245 км. Сільськогосподарські угіддя займають 75,3 %, що свідчить про можливість отримання значного обсягу аграрної продукції при вирощуванні культур. За виробництва валової продукції сільського господарства Полтавська область займає третю позицію, а от за територією – 7 місце в Україні (4,6 % площі), за обсягом виробництва зернових культур займає друге місце [102].

На сьогодні у Полтавській області налічується 53 види ґрунтів з-поміж яких найпоширеніші 12 агровиробничих груп (чорноземи, лучно-чорноземні, дерново-підзолисті, опідзолені, лучні, лучно-болотні, болоті, торфино-болотні, торфовища, дернові, солонці та солоді). Дані ґрунти вирізняються потужним гумусованим профілем (80–120 см), який утворено завдяки щорічному надходженню відмерлих рослинних решток за умов панування



лучних степів, а також глибокому проникненню вологи, що перерозподіляла гумус. На Полтавщині найчастіше зустрічаються чорноземи – 64 %. Механічний склад ґрунтів змінюється із заходу до південного сходу – з легкосуглинкових до важкосуглинкових, решта території – середньосуглинкові. Піщані та супіщані знаходяться на першій надзаплавній терасі річок. Середньогумусні відмінності чорноземів поширені на схід від долини Ворскли, а малогумусні – на захід від неї. Загалом зустрічається близько 8 типів ґрунтів. Ґрунтовий покрив області залежить від існуючого рельєфу. Окрім того, Лісостепова зона Полтавської області відрізняється від інших лісостепових областей наявністю близько третини площі орних земель та сільськогосподарських угідь, що мають засолені ґрунти. Найбільші масиви солонцюватих ґрунтів поширені на півдні області. Вони приурочені в умовах близького залягання ґрунтових вод. Важливими показниками ґрунтів є забезпеченість їх поживними речовинами, до яких відносять гумус ґрунту та основні біогенні елементи (азот, фосфор, калій), які впливають на ріст і розвиток рослин. За результатами агрохімічної паспортизації у 2014 р., більшість ґрунтів агропідприємств Полтавської області (49,2 %) мають середній вміст гумусу та значна частка (37,5 %) – підвищений. Високий і дуже високий рівні характерні для відповідно 10,5 % та 0,7 % обстежених ґрунтів. У середньому в області цей показник досягає 3,33 %. Кількість мікроелементів у ґрунтах місця проведення досліджень достатня для оптимального живлення сільськогосподарських культур. Ґрунти мають найбільший дефіцит у цинку, середньозабезпечені міддю та марганцем та достатньо забезпечені бором [103].

Незважаючи на наявність чорноземів та високий вміст гумусу в ґрунтах, в Полтавській області спостерігаються процеси, що зменшують родючість ґрунту. Основними чинниками зниження гумусу є ерозія, інтенсивна мінералізація органічної речовини, некомпенсоване відчуження основних елементів живлення з урожаєм культур. На зниження родючості ґрунтів також впливають процеси деградації земель. Сільськогосподарські

угіддя характеризуються слабо та середньодифляційними процесами. Виняток у цьому – Диканський район, який має сильну вітрову ерозію. Зниження родючості ґрунтів унаслідок ерозійних процесів поширене в Чутівському, Решетилівському та Карлівському районах. 749 тис. га сільськогосподарських угідь області зазнають впливу водної та вітрової ерозій (18,3 % та 18,8 % відповідно до загальної площі). Більшість земель (64,2 %) Полтавської області за агрохімічною оцінкою належить до земель підвищеної якості (50–60 балів), але спостерігається тенденція до її зниження. Територія Полтавської області входить до переліку умовно чистих земель, що дає змогу віднесення земель до спеціальних сировинних зон та вирощування на них органічної продукції. Ґрунтові ресурси є найвагомішою передумовою розвитку сільського господарства та спеціалізації в галузі рослинництва.

Полтавська область поділяється на 4 зони [104], які характеризуються певними особливостями:

I зона – Західна Лісостепова, в якій переважають чорноземи глибокомалогумусні та здебільшого легко- та середньосуглинисті ґрунти, значну площу займають опідзолені та деградовані, суглинкові ґрунти легкомеханічного складу.

II зона – Східна Лісостепова, більше 50 % зони займають чорноземи мало- та середньогумусні, у центральній та північних частинах – суглинисті ґрунти та опідзолені чорноземи.

III зона – Перехідна-Південна, має рівнинний рельєф, основні ґрунти – чорноземи глибокосередньогумусні, малогумусні легкого або середнього механічного складу, інколи зустрічаються й чорноземи солонцюваті.

IV зона – Південно-Західна, що має більшість ґрунтів – чорноземи глибокі, слабосолонцюваті та залишковосолонцюваті, місцями залягають засолені, лучні й болотні солонцюваті та солончакові ґрунти.

Велику роль у вологозабезпеченості території відіграють її водні ресурси. Територія Полтавської області розташована в межах

Придніпровської низовини на лівобережжі басейну річки Дніпра. Місцевість являє собою рівнину, розділену річковими долинами та ярами. Поверхні водойми займають 5,2 % загальної площі області [105]. Таким чином, Полтавська область розташовується на території із сприятливими умовами з агропоказниками близьких до оптимальних для розвитку сільського господарства. Більша її частина належить до сприятливої біокліматичної зони, окрім невеликої північної ділянки, що має її оптимальний рівень.

Для формування високої врожайності біомаси, просо прутоподібне рекомендовано вирощувати на ґрунтах із рівнем кислотності (рН) близькою до нейтральної. На таких ґрунтах рослини ефективно використовують елементи живлення, що необхідні для їхнього росту і розвитку. Небажаними для вирощування проса прутоподібного на землях, що засмічені злаковими бур'янами, знищення яких у посівах досить проблематичне. Якщо на полі, відведеному під закладку енергоплантації проса прутоподібного, є значна кількість багаторічних бур'янів, з осені перед оранкою їх треба знищити внесенням препарату суцільної дії [106, 107].

Отже, ґрунти Полтавської області в цілому придатні для вирощування всіх сільськогосподарських культур, в тому числі і проса прутоподібного.

### **2.1.2. Кліматичні умови**

Визначено, що зміна агрокліматичних умов на фоні негативних явищ потребує перегляду спеціалізованих зон насінництва польових та енергетичних культур для одержання високих врожаїв насіння з відмінними посівними якістьями [108].

Встановлено, що найбільш сприятливі території для вирощування енергокультур, це ті, де середньорічна кількість опадів становить не менше 420 мм на рік, а оптимальна – понад 550 мм. Поряд з цим, при характеристиці природних умов території України для вирощування сільськогосподарських та енергокультур необхідно враховувати комплекс еколого-кліматичних

чинників: коефіцієнт зволоження, вологість клімату, середньорічну температуру повітря, лісистість території та ін. [109].

Рівень зволоження Полтавської області в цілому – нерівномірний: у центральній частині характеризуються недостатнім зволоженням, у південно-східній – посушливими умовами. Полтавська область в цілому поділяється на 4 зони, які характеризуються певними особливостями за температурою та кількістю опадів.

I зона – Західна Лісостепова, найбільш вологозабезпечена (середня кількість опадів становить близько 550 мм), але менш забезпечена теплом (сума ефективних температур – у межах 2600–2700°).

II зона – Східна Лісостепова з більш посушливим кліматом (середня кількість опадів становить 508 мм) та вищим тепловим режимом (сума ефективних температур підвищується до 2700–2800°).

III зона – Перехідна-Південна, найбільш посушлива зона (середня кількість опадів становить 480 мм) з найвищим тепловим режимом (сума ефективних температур сягає до 2800–2900°).

IV зона – Південно-Західна, кліматичні показники якої збігаються з показниками Східної Лісостепової зони [104].

Наші дослідження були розташовані у 2 точках, до яких відносяться метеостанції (МС): МС Полтава та МС Веселий Поділ.

МС Полтава. Середня річна температура повітря за даними МС Полтава +9.7°, що вище минулого року на 0.7° та вище середньо багаторічного значення на 2.1°. Найхолоднішим був січень з середньою температурою повітря 5.9° морозу, у третій декаді січня відмічалось зниження мінімальної температури повітря до 21.2° морозу. Найтеплішим був серпень з середньою температурою повітря +23.2°, максимум температури повітря був у першій декаді серпня і становив +35.7 градусів. Річна сума опадів склала 443мм, що становить 78% середньо багаторічного значення. За теплий період (квітень – жовтень) випало 199 мм опадів (56% ).

МС Веселий Поділ. Середня річна температура повітря склала  $+9.8^{\circ}$ , що вище минулого року на  $0.7^{\circ}$  та вище середньо багаторічного значення на  $2.1^{\circ}$ . Найхолоднішим був січень з середньою температурою повітря  $6.1^{\circ}$  морозу, мінімальна температура повітря у третій декаді січня знижувалася до  $22.6^{\circ}$  морозу. Найтеплішим був серпень з температурою повітря  $+23.2^{\circ}$ , максимальна температура повітря у першій декаді серпня підвищувалася до  $+36.7^{\circ}$  градусів. Річна сума опадів склала 451мм, що становить 88% середньо багаторічного значення. За теплий період (квітень – жовтень) їх сума склала 238 міліметрів (73% норми) [110].

Характеризуючи погодні умови місця проведення досліджень протягом вегетаційного періоду проса прутоподібного за травень-жовтень, відмічаємо нерівномірності опадів. В окремі періоди росту й розвитку рослин фіксували відсутність опадів, що дозволило оцінити реакцію рослин на стійкість до посухи. Відмічено також періоди надмірного зволоження на фоні підвищених температур, що дало можливість визначити стійкість рослин проса прутоподібного до різких коливань погодних умов (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

**Кількість опадів протягом років дослідження, 2015-2019 рр.**

Рік	Місяць	1декада	2декада	3декада	Середнє за місяць	Середнє багаторічне
2016	Січень	41,1	54,7	106,4	67,4	8,7
	Лютий	10,9	14,5	11,3	12,2	7,7
	Березень	17,1	2,8	39,9	19,9	10,3
	Квітень	9,9	8,9	17,1	12,0	12,0
	Травень	16,5	26,9	46,1	29,8	15,3
	Червень	0,0	53,7	5,4	19,7	24,0
	Липень	8,9	16,5	12,1	12,5	22,0
	Серпень	1,7	22,5	41,4	21,9	42,7
	Вересень	0,0	0,0	6,3	2,1	11,0
	Жовтень	51,0	24,2	8,0	27,7	13,3
	Листопад	53,9	13,6	13,3	26,9	13,7
	Грудень	29,6	9,1	3,6	14,1	13,0
	Середнє	<b>20,1</b>	<b>20,6</b>	<b>25,9</b>	<b>22,2</b>	-

## Продовження табл. 2.1

Рік	Місяць	1 декада	2 декада	3 декада	Середнє за місяць	Середнє багаторічне
2017	Січень	45,5	2,1	0,4	16,0	8,7
	Лютий	14,0	0,0	8,7	7,6	7,7
	Березень	0,0	8,6	1,3	3,3	10,3
	Квітень	2,6	4,6	8,7	3,5	12,0
	Травень	0,0	28,0	2,6	10,2	15,3
	Червень	1,3	1,1	12,3	4,9	24,0
	Липень	6,7	39,5	46,0	30,7	22,0
	Серпень	0,0	0,0	3,7	1,2	42,7
	Вересень	26,5	0,0	9,6	12,0	11,0
	Жовтень	12,9	13,5	24,1	16,8	13,3
	Листопад	17,3	9,5	3,0	9,9	13,7
	Грудень	30,2	39,0	10,2	26,5	13,0
	Середнє	<b>13,1</b>	<b>12,2</b>	<b>10,9</b>	<b>12,1</b>	-
2018	Січень	6,3	25,6	8,2	13,4	8,7
	Лютий	20,3	5,9	15,2	13,8	7,7
	Березень	47,4	39,4	17,1	34,6	10,3
	Квітень	0,4	2,3	7,1	3,3	12,0
	Травень	3,7	24,0	0,0	9,2	15,3
	Червень	3,6	13,2	15,0	10,6	24,0
	Липень	1,0	31,4	15,5	16,0	22,0
	Серпень	0,7	2,5	0,0	1,1	42,7
	Вересень	24,5	1,7	26,8	17,7	11,0
	Жовтень	4,7	0,0	11,6	5,4	13,3
	Листопад	0,0	10,4	21,6	10,7	13,7
	Грудень	51,5	20,0	42,7	38,1	13,0
	Середнє	<b>13,7</b>	<b>14,7</b>	<b>15,1</b>	<b>14,5</b>	-
2019	Січень	9,9	8,7	43,8	20,8	8,7
	Лютий	0,0	21,0	0,2	7,1	7,7
	Березень	3,5	8,0	6,6	6,0	10,3
	Квітень	0,0	26,0	2,6	9,5	12,0
	Травень	49,6	7,6	73,5	43,6	15,3
	Червень	61,6	0,0	1,1	20,9	24,0
	Липень	5,6	4,3	46,4	18,8	22,0
	Серпень	11,0	3,3	0,0	4,8	42,7
	Вересень	1,4	13,6	14,8	9,9	11,0
	Жовтень	30,9	0,0	0,0	10,3	13,3
	Листопад	17,0	0,0	14,3	10,4	13,7
	Грудень	8,3	5,2	14,1	9,2	13,0
	Середнє	<b>16,6</b>	<b>8,1</b>	<b>18,1</b>	<b>14,3</b>	-

В умовах 2016 року під час відновлення вегетації проса прутоподібного за 1-2 декаду квітня випало практично рівнозначна кількість опадів (9-10 мм). Спостерігалось збільшенням їх кількості на 3 декаду, що у середньому за місяць становило 12,0 мм. У травні відмічено значне збільшення опадів – від 16,5 до 46,1 мм (середнє за місяць – 29,8 мм). За подальшої вегетації фітоценозу проса прутоподібного, на початку червня фіксували відсутність опадів, в 2 декаді червня випало 53,7 мм, а у 3 декаді відмічали значне зниження даного показника до 5,4 мм. Протягом 1 та 2 декади липня за кількістю опадів була на рівні 8,9–16,5 мм відповідно, та уже в 3 декаді липня було значне зменшення кількості опадів на 4,4 мм в порівнянні з 2 декадою. У 1 декаді серпня кількість опадів була на рівні 1,7 мм, а от у 2 та 3 декадах спостерігалось значне збільшення кількості опадів (22,5 і 41,4 мм відповідно). На 1 та 2 декади вересня відмічено відсутність опадів, тільки у 3 декаді вересня була не значна їх кількість. У порівнянні із середньо-багаторічними значеннями за вересень випало на 8,9 мм менше.

Під час відновлення вегетації проса прутоподібного у 2017 році за 1-2 декаду квітня кількість опадів була незначною – на рівні 2,6 і 4,6 мм відповідно. А от у 3 декаді квітня цей показник дещо збільшився до 8,7 мм. На початку травня не було опадів, значне збільшення опадів відмічали в 2 декаді травні та різке їх зменшення у 3 декаді (від 28,0 мм до 2,6 мм). У порівнянні із середньо багаторічними значеннями кількість опадів за травень була менше на 5,1 мм .

Червень місяць, за кількістю опадів значно різнився в порівнянні з 2016 роком оскільки 1 та 2 декада за кількістю опадів була в межах 1,3-1,1 мм, а в 3 декаді відмічали збільшення опадів в порівнянні з минулим роком на 6,9 мм. У 1-й декаді липня кількість опадів була на рівні 6,7 мм, у 2 та 3 декаді місяця було значне збільшення кількості опадів до 39,5 і 46,0 мм відповідно. Відмічено, що 1 та 2 декада серпня була без опадів, лише в 3 декаді було незначне їх збільшення до 3,7 мм. У 1 декаді вересня кількість

опадів значно відрізнялась від 2016 року, оскільки була на рівні 26,5 мм, друга ж декада була без опадів, як і минулого року, та тільки у 3 декаді вересня випала незначна їх кількість (9,6 мм). У порівнянні із середньобогаторічними значеннями кількість опадів за вересень була більше на 1 мм.

Умови 2018 року за кількістю опадів були значно посушливішими в порівнянні з 2016 та 2017 роками, оскільки вже під час відновлення вегетації в 2018 році середня кількість опадів за місяць становила 3,3 мм. У травні відмічено збільшення опадів – від 3,7 до 24,0 мм у 1 та 2 декадах відповідно. При цьому у 3 декаді опадів незафіксовано, а тому середня кількість опадів за місяць була на рівні 9,2 мм. Червень місяць, в порівнянні із середньобогаторічними значеннями мав кількість опадів менше на 13,4 мм. 1 декада липня за кількістю опадів була на рівні 1,0 мм, а уже у 2 декаді липня було значне збільшення кількості опадів до 31,4 мм. У середньому за місяць випало 16,0 мм, що менше від середньо богаторічних значень на 6 мм. На початку серпня (1 декада) кількість опадів була на рівні 0,7 мм, у 2 декаді – 2,5 мм, та в 3 декаді опадів не було. У вересні випало в середньому за місяць 17,7 мм, що більше в порівнянні із середньобогаторічними значеннями кількості опадів.

В умовах 2019 року під час відновлення вегетації проса прутоподібного за 1 декаду квітня опади були відсутні, у 2 декаді суттєво збільшилась до 26,0 мм, та в середньому за місяць становила 9,5 мм. У травні відмічено значне збільшення опадів у першій декаді до 49,6 мм, різке зниження у другій – до 7,6 мм, та знову різке збільшення до 73,5 мм, що в середньому за місяць дорівнювало 43,6 мм. Перша декада червня за кількістю опадів була найбільшою (61,6 мм), 2 – без опадів, а третя – на рівні 1,1 мм. Відмічено, що опади 1 та 2 декади липня були на рівні 5,6 і 4,3 мм, у 3 декаді спостерігалось збільшення опадів до 46,4 мм. В середньому за місяць кількість опадів була на рівні 18,8 мм, що в порівнянні із середньо богаторічними значеннями була менше на 3,2 мм. У 1 декаді серпня кількість опадів була на рівні 11,0 мм, у 2



декаді зменшилася до 3,3 мм, а вже в 3 декаді опадів не зафіксовано. У порівнянні із середньо багаторічними значеннями кількість опадів за серпень була менше. У вересні середня кількість опадів становила 9,9 мм, що менше середньбагаторічного значення.

Визначено, що середньодобова температура повітря протягом років вегетації проса прутоподібного була нерівномірною та мала відхилення від середньо багаторічних показників у сторону збільшення (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

**Середньодобова температура повітря протягом років дослідження,  
2015-2019 рр.**

Рік	Місяць	1декада	2декада	3декада	Середнє за місяць	Середнє багаторічне
2016	Січень	-9,7	-2,7	-5,8	-6,1	-7,0
	Лютий	-0,1	1,5	3	1,5	-6,7
	Березень	6,3	2,9	3,9	4,4	-1,2
	Квітень	13	15,1	13,2	13,8	7,0
	Травень	15,9	15,4	19,3	16,9	15,0
	Червень	17,4	21,3	25,8	21,5	17,9
	Липень	22,2	26,1	23,9	24,1	20,4
	Серпень	25	20,7	22,8	22,8	20,0
	Вересень	21,1	16,4	12,1	16,5	14,1
	Жовтень	13,5	4,3	3,4	7,1	7,7
	Листопад	5,4	1,3	-2	1,6	0,5
	Грудень	-2,9	-3,2	-1,6	-2,6	-4,8
	Середнє	<b>10,6</b>	<b>9,9</b>	<b>9,8</b>	<b>10,1</b>	-
2017	Січень	-4,9	-5,4	-7	-5,8	-7,0
	Лютий	-7,1	-2,6	3	-2,2	-6,7
	Березень	6,1	4,3	7,6	6,0	-1,2
	Квітень	12,6	8,8	13,1	11,5	7,0
	Травень	17,2	12,8	19,5	16,5	15,0
	Червень	20,7	20,8	24,1	21,9	17,9
	Липень	21,3	21,9	24,3	22,5	20,4
	Серпень	27,3	27,3	19,9	24,8	20,0
	Вересень	17,6	21,4	15,3	18,1	14,1
	Жовтень	10,7	11,9	5,9	9,5	7,7
	Листопад	5,9	4,1	0,1	3,4	0,5
	Грудень	3,8	3,9	3	3,6	-4,8
	Середнє	<b>10,9</b>	<b>10,8</b>	<b>10,7</b>	<b>10,8</b>	-

Рік	Місяць	1 декада	2 декада	3 декада	Середнє за місяць	Середнє багаторічне
2018	Січень	1,5	-3,2	-6,2	-2,6	-7,0
	Лютий	-0,4	-1,4	-7,7	-3,2	-6,7
	Березень	-4,3	-1,6	0,7	-1,7	-1,2
	Квітень	11,0	14,4	16,0	13,8	7,0
	Травень	22,7	17,3	20,8	20,3	15,0
	Червень	19,9	24,1	22,5	22,2	17,9
	Липень	22,3	23,9	25,2	23,8	20,4
	Серпень	24,9	26,8	26,3	26,0	20,0
	Вересень	22,2	19,7	13,6	18,5	14,1
	Жовтень	11,7	13,6	9,8	11,7	7,7
	Листопад	5,0	-0,9	-3,4	0,2	0,5
	Грудень	-0,4	-2,3	-2,3	-1,7	-4,8
	Середнє	<b>11,3</b>	<b>10,9</b>	<b>9,6</b>	<b>10,6</b>	-
2019	Січень	-5,2	-4,2	-5,5	-5,0	-7,0
	Лютий	0,3	0,8	-0,4	0,2	-6,7
	Березень	3,8	4,9	5,8	4,8	-1,2
	Квітень	11,2	8,9	14,7	11,6	7,0
	Травень	14,1	20,2	21,1	18,5	15,0
	Червень	23,8	25,9	24,0	24,6	17,9
	Липень	22,4	20,9	23,5	22,3	20,4
	Серпень	20,6	22,4	23,0	22,0	20,0
	Вересень	21,8	16,7	11,3	16,6	14,1
	Жовтень	10,3	14,4	8,5	11,1	7,7
	Листопад	9,6	5,9	-1,1	4,8	0,5
	Грудень	1,0	3,1	4,5	2,9	-4,8
	Середнє	11,1	11,7	10,8	11,2	-

Характеризуючи погодні умови вегетаційного періоду проса прутноподібного за травень-жовтень, відмічаємо, що середня температура повітря, порівняно із середньобагаторічним показником, була більшою, а опадів випало в окремі періоди менше або більше від середньобагаторічних значень. Також звертаємо увагу, що опади, які випали, розподілилися вкрай нерівномірно на протязі усього вегетаційного періоду.

Погодні умови кінця квітня-початку травня місяця були сприятливими для сівби проса прутноподібного і отримання дружних сходів. Температура

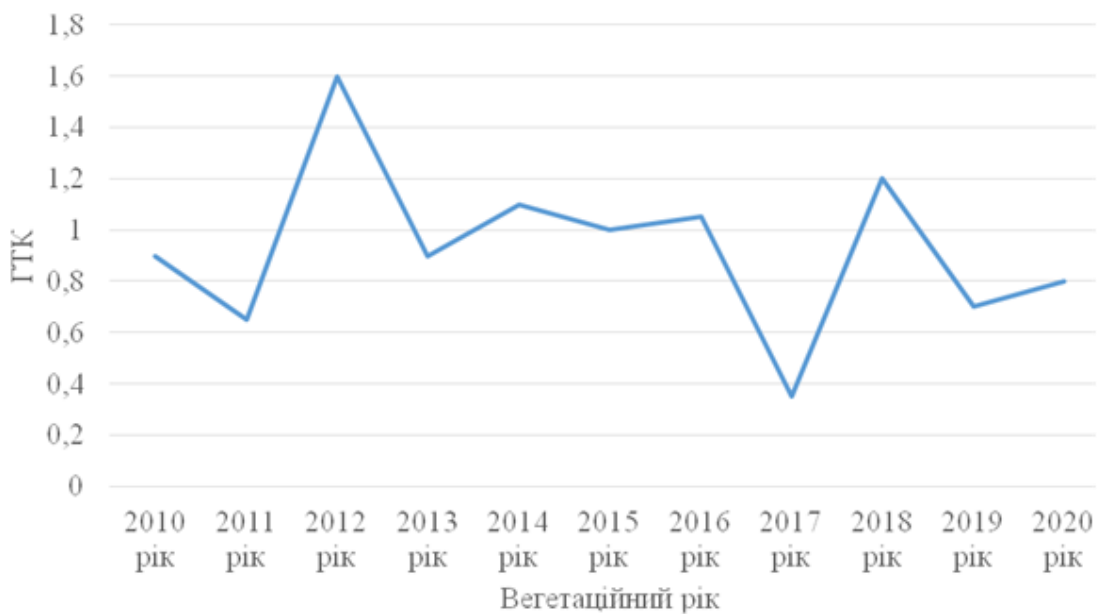
грунту на глибині 10 см в цей період була більшою  $10^{\circ}\text{C}$ , а перед посівом відмічалось випадання опадів, що було достатнім для проростання насіння проса прутоподібного. Що стосується дощів, то вони були малої інтенсивності, що не призвело до запливання ґрунту і утворення ґрунтової кірки. Хоча в цілому за травень місяць випало в окремі роки значна кількість опадів, інколи – значно менше середньо багаторічного значення, але це не вплинуло негативно на початковий ріст рослин проса прутоподібного. Особливо багатими на опади були червень та липень місяці. Так, в червні за середньобагаторічного значення 87,0 мм випало 92,0 мм опадів, а в липні місяці при 92,0 мм недобір склав всього 10,7 мм. Показники температурного режиму в цей період були вищими на  $1,5^{\circ}\text{C}$  та  $3,5^{\circ}\text{C}$  від середньо багаторічних показників. В цей період проходив інтенсивний ріст проса прутоподібного, а також і бур'янів. Наступні місяці вегетаційного періоду – серпень та вересень – за рівнем опадів були протилежними двом попереднім. В серпні місяці випало всього 3,3 мм, а в вересні 1,0 мм опадів, недобір в порівнянні з середніми багаторічними даними складав 64,7 мм та 45,0 мм. Температура повітря в цей період була на 2,2 і  $2,7^{\circ}\text{C}$  вищою від середніх показників. Але незважаючи на такі екстремальні умови рослини проса прутоподібного розвивалися нормально, особливо після утворення вторинної кореневої системи.

Жовтень місяць був дощовим, випала практично двомісячна норма опадів – при 30,0 мм випало 72,3 мм. Температура повітря була вищою від середньо багаторічних показників на  $0,5^{\circ}\text{C}$ . Для рослин проса прутоподібного відмічено нормальні умови для вегетації.

Для активного росту та розвитку рослин проса прутоподібного температура впродовж періоду вегетації має бути в межах  $15\text{--}35^{\circ}\text{C}$ , а вегетаційний період – досить тривалим. Якщо температура нижче  $15^{\circ}\text{C}$  або перевищує  $35^{\circ}\text{C}$ , вегетація рослин сповільнюється або припиняється. За оптимальних умов зволоження підвищується куцистість рослин [111].

Отже, погодні умови вегетаційного періоду років дослідження були задовільними для отримання сходів і нормального росту та розвитку рослин проса прутоподібного в подальшому. Основна вимога при цьому була – боротьба з бур'янами в початковий період росту й розвитку енергокультури. Згодом, рослини проса прутоподібного самі є добрими конкурентами в боротьбі за світло та поживні речовини. Це відбувалося за рахунок інтенсивного розростання фітоценозу та змикання міжрядь.

Загалом кліматичні умови в роки проведення досліджень були контрастними, з відхиленням від середньобагаторічних показників в окремі періоди росту і розвитку рослин проса прутоподібного (Додаток А). Це дозволило об'єктивно оцінити реакції досліджуваних сортозразків на погодні умови вирощування за гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) та визначити їх адаптивні властивості сортозразків (рис. 2.1).



**Рис. 2.1. Гідротермічний коефіцієнт періоду вегетації проса прутоподібного, 2010-2019 рр.**

У зоні недостатнього зволоження (центральна частина Лісостепу) ГТК за період вегетації проса прутоподібного змінювався у межах – від 0,6 до 1,4. Найменш сприятливими (посушливими) погодні умови були протягом вегетаційного періоду 2012, 2013, 2017 (посуха) і 2019 років, близькі до

оптимального значення за ГТК погодні умови були у 2010, 2014, 2015 і 2016 роках (ГТК близький до 1), надмірно зволожений був 2012, 2018 рік (ГТК більше 1,2).

Отже, ґрунтово-кліматичні умови за температурним чинником та кількістю опадів, місця проведення досліджень відповідають біології багаторічних злакових трав, в т. ч. і проса прутоподібного. За роками погодні умови були нерівномірними: посушливі в умовах 2017 і 2019 рр., близькими до оптимальних у 2014-2016 роках, з дещо надмірним зволоженням у 2018 році.

## 2.2. Характеристика сортозразків і сортів проса прутоподібного та препарату

За походженням більшість сортозразків проса прутоподібного, що були залучені до вивчення походять із Америки, незначна кількість із України, а їхня характеристика наведена в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

### Характеристика сортозразків проса прутоподібного

Сортозразок		Маса 1000 насінин, г	Оригігатор	Похо- джен ня	Рік реє- страці ї
Українська назва	Латинська назва				
Картадж	Carthage	1,48	NRCS Нью-Джерсі, Центр рослинних матеріалів	US	2006
Блеквелл	Blackwell	1,42	Центр рослинних матеріалів, Служба охорони ґрунтів, Манхеттен, Канзас; Канзаська сільськогосподарська ДС	US	1944
Патфіндер	Pathfinder	1,87	Небраська сільськогосподарська ДС; USDA-ARS	US	1967
Шелтер	Shelter	1,79	Служба охорони ґрунтів; Корнельський університет; Відділ охорони навколишнього середовища риб та дикої природи Нью-Йорка у Пенсильванії	US	1986
Кейв-ін-рок	Cave-In-Rock	1,66	Центр рослинних матеріалів, Служба охорони ґрунтів, Elsberry, Міссурі; Міссурійська сільськогосподарська ДС	US	1973

Сортозразок		Сортозразок	Оригінатор	Походження	Рік реєстрації
Українська назва	Українська назва				
Форестбург	Forestburg	1,46	Центр рослинних матеріалів, Служба охорони ґрунтів, Бісмарк, Північна Дакота; USDA-ARS; Північна Дакота, Південна Дакота, штат Міннесота, сільськогосподарська ДС	US	1987
Санбурст	Sunburst	1,98	Південна Дакота, Сільськогосподарська ДС	US	1983
Дакота	Dacotah	1,48	USDA-ARS; Центр рослинних матеріалів, Служба охорони ґрунтів, Бісмарк, Північна Дакота; Північна Дакота та Міннесота, сільськогосподарські ДС	US	1989
Небраска	Nebraska	1,62	Небраська сільськогосподарська дослідна станція; USDA-ARS; Відділ розплідників, Служба охорони ґрунтів	US	1949
Канлоу	Kanlow	0,85	Канзаська сільськогосподарська ДС; Відділ науки про рослини APC	US	1963
Аламо	Alamo	0,94	Центр рослинних матеріалів, Служба охорони ґрунтів, Нокс-Сіті, Техас; Техаська сільськогосподарська ДС	US	1978
Морозко*	Morozko	1,49	Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України	UA	2015
Зоряне*	Zoriane	1,78	Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка Національної академії наук України	UA	2015

Примітка: US – США, ДС – дослідна станція.

\* Інтернет-ресурс [112].

Згідно існуючого поділу за морфо-ознаками та біологічними особливостями рослин, сортимент проса прутоподібного поділяють за еколого-географічним підходом. Згідно цього розподілу визначено, що до височинного еко типу відносять сорти проса прутоподібного – Картадж, Шелтер, Форестбург, Санбурст, Дакота, Кейв-ін-рок, Небраска, Блеквелл, Патфіндер, до низовинного – Канлоу, Аламо. Визначено, що низовинні еко типи менш вологостійкі, рослини формують високі, товсті, грубі стебла, які ростуть кущами. Височинний екологічний тип рослин більш адаптований

до сухого клімату, рослини мають тонші стебла, ніж низовинні та більшу їх кількість у куці [113].

Сортозразки проса прутоподібного за масою 1000 насінин мають незначне варіювання у групі височинних сортів – від 1,42 до 1,98 г, а у низовинних екотипів крупність насіння виявилась значно меншою та змінювалася у межах – від 0,85 до 0,94 г [112].

*Характеристика препарату Гуміам-08.* Препарат Гуміам-08 створений виробником ТОВ агрофірма «Гермес». Призначення препарату – регулятор росту. Хімічний клас препарату: 4. Основна діюча речовина: гумат амонію. Концентрація діючої речовини: 10–45 г/л. Препарат застосовують для передпосівної обробка насіння – 0,2 л/т, або для позакореневого підживлення рослин у фазі 3-5 листків, в нормі витрат препарату – 0,07 г/т. Розчинність у воді – повна, застосовується як у відкритому так і закритому ґрунті. Сумісний з більшістю засобів захисту рослин та добрив. Препарат не токсичний.

Гуміам-08 – буровугільний гумат амонію, який виробляється з природньої окисленої форми бурого вугілля (леонардита) та є стимулятором – адаптогеном рослин. Препарат являє собою темно-коричневу рідину з аміачним запахом і високим вмістом гумінових речовин.

До складу гумінових кислот входить вуглець (50–62 %), водень (2,8–6,6 %), кисень (30–40 %), азот (3,5–6,0 %) і зольні елементи, фульвокислоти містять вуглець (41–49 %), водень (4–5 %), азот (2–4 %) та кисень (44–49 %).

*Переваги застосування препарату:* покращує стійкість рослин до захворювань, та до несприятливих абіотичних та біотичних факторів; підвищує енергію проростання та схожість насіння, регулює вміст нітратів у ґрунті; за вегетативного розмноження сприяє кращому укоріненню рослин; покращує умови росту і розвитку рослин [114].

### 2.3. Методика проведення досліджень

Дослідні ділянки закладено відповідно до методики дослідної справи в агрономії з рендомізованим розміщенням варіантів в чотирикратній повторності згідно методик [115, 116], агротехніка – відповідно рекомендацій [117]. Облікова площа ділянки становила 5 м<sup>2</sup>. Досліди розміщено на ґрунтах з низьким або середнім вмістом гумусу за методом Тюріна (відповідно менше 2,0 % і близько 4,0 %), що характеризуються наступними агрохімічними показниками: вміст азоту, фосфору та калію – середній або підвищений.

Програмою наукових досліджень передбачено проведення наступних дослідів.

*Дослід 1.* Визначити біологічні, морфологічні особливості та врожайність насіння сортозразків проса прутоподібного різного еколого-географічного походження: Картрадж, Блеквелл, Шелтер, Кейв-ін-рок, Форестбург, Патфіндер, Санбурст, Дакота, Небраска, Аламо, Канлоу.

*Дослід 2.* Вивчити вихідний матеріал проса прутоподібного за комплексом господарсько-цінних ознак: варіант 1 – сортозразок Кейв-ін-рок, варіант 2 – сортозразок Морозко, варіант 4 – сортозразок Зоряне, варіант 4 – сортозразок Лінія 1307.

*Дослід 3.* Розробити заходи допосівної підготовки насіння залежно від умов вирощування. *Перелік досліджуваних чинників:* фактор А – родючі ґрунти з вмістом гумусу 4 %, та низькородючі ґрунти (маргінальні землі) з вмістом гумусу менше 2 %; фактор Б – погодні умови за ГТК під час формування та досягання насіння: посушливі, оптимальні та вологі.

На завершальному етапі програми дослідження передбачалося визначити економічну та енергетичну ефективність вирощування сортів на насінневих посівах проса прутоподібного.

Супутні обліки та аналізування проводили за загальноприйнятими методиками:



- масу 1000 насінин визначали згідно ДСТУ 4138-2002 [118], посівні якості насіння визначали згідно ДСТУ 2240-93 [119];

- заходи допосівної підготовки насіння для визначення посівних якостей насіннєвого матеріалу проса прутоподібного проводили відповідно до «Способу допосівної обробки насіння проса прутоподібного» [120, 121];

- польову схожість насіння, як відношення кількості висіяного насіння до того, що дало сходи та густоту рослин визначали на закріплених ділянках площею 1,0 м<sup>2</sup> у чотирьох місцях по діагоналі ділянки [122];

- визначення норми висіву насіння з урахуванням заданої густоти стояння рослин проводили за формулою [122]:

$$N\phi = \frac{A \cdot B \cdot D \cdot 100}{C \cdot 1000 \cdot 1000},$$

де:  $N\phi$  – фактична норма висіву, кг/га;

A – густота стояння рослин на 1 га;

B – коефіцієнт збільшення висіву насіння, який залежить від способу висіву і формування густоти стояння (з проріджуванням, чи без нього), а також від величини насіння (2 і 5 відповідно);

D – маса 1000 насінин, г;

C – фактична посівна придатність насіння, %;

- фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин проса прутоподібного протягом вегетаційного періоду проводили згідно з методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур та іншими затвердженими методиками для енергетичних культур [123];

- оцінювання морозостійкості, посухостійкості та стійкості до вилягання проводили польовим методом шляхом підрахунку рослин, які збереглися на закріплених площадках, окомірним описом й розподілом на бали (шкала 0...5). Оцінювання провели навесні під час відновлення вегетації рослин й восени – перед входженням рослин у зиму;

- відбір снопового матеріалу проводили за один-два дні до початку збирання врожаю з площі 1 м<sup>2</sup> у чотирьох місцях ділянки. Структурний

аналіз урожаю проводився відповідно «Методика проведення польових та лабораторних досліджень з просом прутоподібним (*Panicum virgatum* L.)» [124];

- аналіз структури травостою і окремих рослин проводили за наступними показниками: кількість рослин, кількість і маса пагонів різних типів на одиницю площі або на рослину. Проби для аналізу відбирали перед збиранням врожаю із закріплених площадок двох несуміжних повторень кожного сортозразка (1 м<sup>2</sup>). При аналізі проби розділяли на складові: генеративні пагони – стебла з суцвіттям, видовжені вегетативні пагони – стебла з видовженими міжвузлями, але без суцвіття; вкорочені вегетативні пагони без видовжених міжвузль і суцвіть;

- облік урожаю біомаси та насіння проводили шляхом збирання із всієї ділянки малогабаритними комбайнами або ручним методом з наступним обмолотом снопів. Облік супроводжують аналізом структури насінневого травостою для розрахунку біологічного врожаю, з наступним перерахунком на 1 га. Проби для аналізу відбирають перед збиранням насіння з одного погонного метра у двох несуміжних повтореннях [125];

- вміст сухої речовини рослинної сировини визначали шляхом висушування зразка до абсолютно сухої маси в сушильній шафі СЕШ-3М при температурі 100–105 °С упродовж 4–6 годин, з послідовним охолодженням, зважуванням проб і відповідним перерахунком [126];

- математичний аналіз результатів польових дослідів проводили за програмою дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізу із застосуванням ліцензійної комп'ютерної програми «Statistica 6,0» [127];

- економічну ефективність досліджуваних чинників за вирощування проса прутоподібного оцінювали за загальноприйнятою методикою з урахуванням наступних показників:  $C_v$  – виробнича собівартість, грн/т;  $C_{\Pi}$  – повна собівартість, грн/т;  $V_p$  – виручка від реалізації біомаси, грн;  $\Pi_p$  – валовий прибуток від реалізації біомаси, грн;  $P$  – рівень рентабельності виробництва, % [128];

- енергетичну оцінку вирощування проса прутіподібного проводили за наступними показниками:  $V_{т6}$  – вихід твердого біопалива, т/га;  $BE_{т6}$  – вихід енергії, ГДж/га;  $E_c$  – сукупні витрати енергетичних ресурсів на 1 га посівів, ГДж/га;  $EM$  – енергомiсткiсть технологiї виробництва, ГДж/т;  $K_{ee}$  – коефiцiєнт енергетичної ефективності [129], iз застосуванням авторської методики [130].

### **Висновки до розділу 2:**

1. Грунтово-кліматичні умови місця проведення дослідження в цілому контрастні, але відповідають біологічним особливостям досліджуваної культури. Просо прутіподібне здатне до нормального росту і розвитку, формування біомаси та насіння в цих умовах. Це дало можливість оцінити реакцію рослин проса прутіподібного на різні умови вирощування: на продуктивних ґрунтах та маргінальних землях.

2. Наукові методики, що застосовувалися у досліді відповідають основним принципам методик дослідної справи в агрономії, лабораторні та польові досліді закладено і проведено відповідно затверджених науково-практичних й методичних рекомендацій та наукових методик, використано патенти та авторські свідоцтва, а також ДСТУ.

Публікації до розділу: 120, 121.

### РОЗДІЛ 3

## ВИЗНАЧЕННЯ МОРФО-БІОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА ВРОЖАЙНОСТІ НАСІННЯ СОРТОЗРАЗКІВ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО

### **3.1. Оцінка колекційного матеріалу проса прутоподібного за рівнем прояву господарсько-цінних ознак**

Просо прутоподібне відноситься до рослин інтродукованих. За визначенням М. І. Вавилова існує три види інтродукції: 1 – завезення нових культур; 2 – завезення і впровадження нових існуючих сортів; 3 – завезення нових ознак існуючих культур і сортів (так звана «інтродукція генів») [131]. Стосовно проса прутоподібного, то дана рослина раніше не культивувалася в нашій ґрунтово-кліматичній зоні, а була завезена з США із метою подальшого розмноження та вивчення за комплексом ознак і властивостей як сировина для виробництва біопалива.

До адаптивних властивостей проса прутоподібного відносять: стійкість рослин до вилягання, скоростиглість, морозостійкість, посухостійкість. Ці показники певним чином формують насінневу продуктивність проса прутоподібного та обумовлюють морфологічні особливості генеративних пагонів. Це такі як: кількість гілок першого, другого та інших порядків, довжину волоті, кількість насіння у волоті, його маса, масу 1000 насінин та сортових властивостей [132, 133].

Генетичне різноманіття колекційного матеріалу проса прутоподібного за рівнем прояву господарсько-цінних ознак дозволило охарактеризувати їх за скоростиглістю, елементами структури врожаю та врожайністю насіння.

Характеристика сортозразків проса прутоподібного що вивчали на першому етапі досліджень наведено в табл. 3. 1.

**Характеристика сортотразків проса прутюподібного поставлених на вивчення [134]**

Фото	Короткий опис сортотразка
	<p>Сортотразок <i><b>Картрадж</b></i> зареєстрований у 2006 році. Оригінатор насіння є NRCS Нью-Джерсі, Центр рослинних матеріалів. За крупністю насіння відноситься до дрібного. Екотип – височинний. Адаптований до умов навколишнього середовища.</p>
	<p>Сортотразок <i><b>Аламо</b></i> зареєстрований у 1978 році Оригінатором є центр рослинних матеріалів, Служба охорони ґрунтів, Нокс-Сіті, Техас; Техаська сільськогосподарська ДС. За крупністю насіння – дрібне. Пристосованість даного сортотразка до умов середовища є однією з основних переваг. Екотип – низовинний.</p>
	<p>Сортотразок <i><b>Канлоу</b></i> – це низовий екотип, зареєстрований у 1963 році у співпраці з Канзаською сільськогосподарською дослідною станцією (KAES) та Службою досліджень сільського господарства (ARS). Стебла округлі, жорсткі і зазвичай мають червонуватий відтінок. Теплолюбний, стійкий до затоплення. Екотип – низовинний.</p>


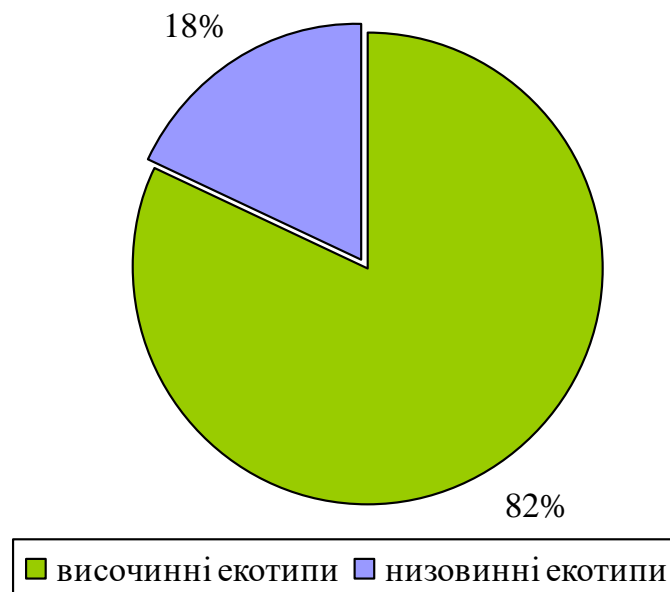
Фото	Короткий опис сортозразка
	<p>Сортозразок <i>Кей-ін-рок</i> створений у 1973 році. Оригіном насінневого матеріалу є центр рослинних матеріалів Служби охорони ґрунтів, Elsberry, Міссурійська сільськогосподарська ДС. За крупністю насіння – середнє. Стійкий до вилягання та хвороб. Також він толерантний до затоплення, та володіє стійкістю до посухи.</p>
	<p>Сортозразок <i>Форестбург</i> створений у 1987 році. Оригіном насінневого матеріалу Центр рослинних матеріалів, Служба охорони ґрунтів, Бісмарк, Північна Дакота; USDA-ARS; Північна Дакота, Південна Дакота, штат Мінесота, сільськогосподарська ДС. За крупністю насіння – середнє. Має ранній термін дозрівання, та відмінну зимостійкість .</p>
	<p>Сортозразок <i>Блеквелл</i> зареєстрований у 1944 році у співпраці з Канзаською сільськогосподарською дослідною станцією (AES). Це теплолюбний, багаторічний вид. За крупністю насіння – дрібне. Характерним довгі, жорсткі, прямостоячі листки яскраво-зеленого забарвлення з волохатим язичком. Стебло кругле, жорстке і зазвичай має червонуватий відтінок. Сорт відрізняється інтенсивним приростом стебла наприкінці весни та на початку літа.</p>

Фото	Короткий опис сортозразка
	<p>Сортозразок <b>Небраска</b> створено Небраською сільськогосподарською експериментальною станцією, USDA NRCS та Службою сільськогосподарських досліджень у 1949 році. Небраска характеризується раннім періодом дозрівання насіння. Насіння за крупністю – середнє. Наявні рослини напівполеглі рослини з тонкими стеблами, синювато-зеленим кольором листя. Сорт схильний до ураження іржею в районах з більш тривалим періодом вегетації.</p>
	<p>Сортозразок <b>Шелтер</b> створено у 1986 році. Оригіатор Служба охорони ґрунтів; Корнельський університет; Відділ охорони навколишнього середовища риб та дикої природи Нью-Йорка у Пенсильванії. Має товсті стебла і менше листя, ніж інші випущені сорти, крім Канлоу. Насіння за крупністю – середнє. Рослина закінчує вегетацію на 7-10 днів раніше, ніж Блеквелл.</p>
	<p>Сортозразок <b>Санбурст</b> створено у 1983 році. Оригіатором є Південна Дакота, Сільськогосподарська ДС. Має крупне насіння. Рослини володіють широкою областю адаптації, на випробуваннях в Північній Дакоті формував високу врожайність. Екотип – височинний.</p>

Згідно поділу існуючого сортименту проса прутоподібного, науковці виокремлюють височинні та низинні екотипи, що мають відмінні особливості за морфо-метричними параметрами рослин та відношенням до умов навколишнього середовища [134].

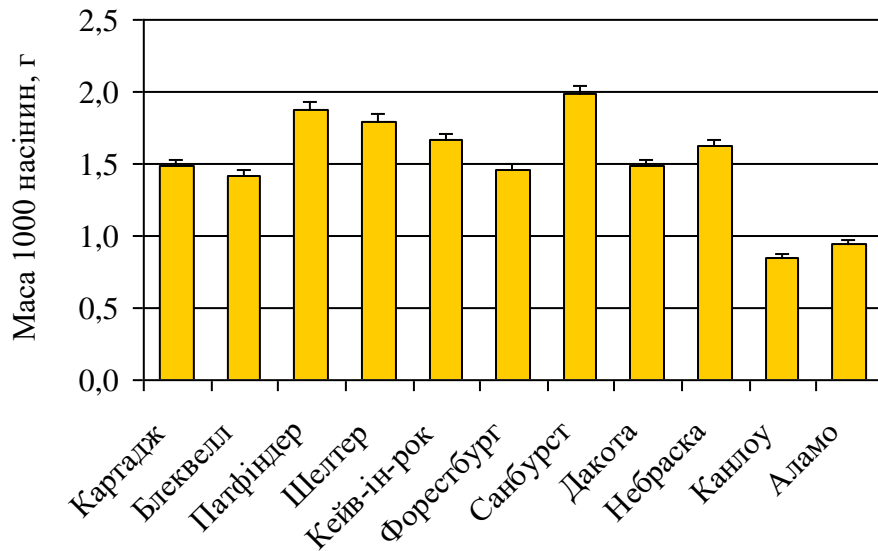
Із сортозразків проса прутоподібного, що були поставлені на вивчення, визначено, що 18,0 % – низовинні екотипи та 82,0 % – височинні екотипи (рис. 3.1).



**Рис. 3.1. Структура сортозразків проса прутоподібного за екотипом**

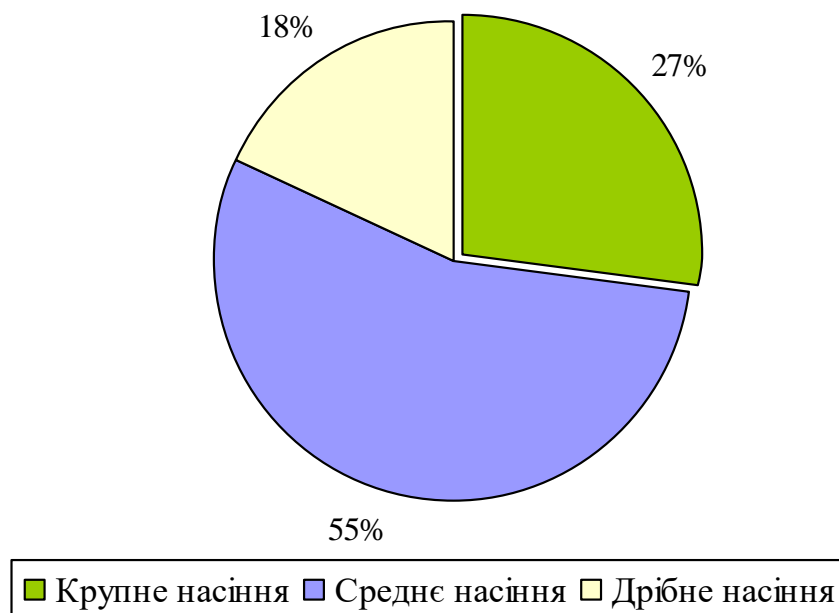
Сортозразки проса прутоподібного за масою 1000 насінин мали незначне варіювання у групі височинних екотипів – від 1,42 до 1,98 г, а у низовинних екотипів крупність насіння виявилась значно меншою (менше 1,0 г) та змінювалася у межах – від 0,85 до 0,94 г (рис. 3.2). Що ймовірно пов'язано з екологічним типом рослин, сортовими властивостями, а також морфологічною будовою їхньої надземної вегетативної маси – фітомаси (в т.ч. й структурною будовою генеративної частини рослин – волоті) та відношенням до умов навколишнього середовища.





**Рис. 3.2. Розподіл сортів зразків проса прутіподібного за масою 1000 насінин**

З-поміж сортів зразків проса прутіподібного, що були поставлені на вивчення, найбільш вагомі насіння мали: Санбурст, Патфіндер, Шелтер (на рівні або більше 1,80 г). Найдрібніше насіння було у сортів зразків Канлоу та Аламо (менше 1,0 г). Середні значення за масою 1000 насінин виявлено у сортів Кейв-ін-рок, Дакота, Картадж, Форестбург (1,42-1,66 г), рис. 3.3.



**Рис. 3.3. Розподіл сортів зразків проса прутіподібного за крупністю насіння**

Отже, з колекції проса прутоподібного усі сортозразки походять із США, вони зареєстровані у різні роки, наявні низовинні та височинні екотипи, що характеризуються значним варіюванням за масою 1000 насінин – від 0,85 до 1,98 г.

### **3.2. Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин проса прутоподібного**

Фенофази – це регулярно і закономірно повторювані явища росту і розвитку рослини, та її окремих органів. Протягом вегетації просо прутоподібне проходить такі фенологічні фази: сходи, кущіння, вихід у трубку, викидання волоті, цвітіння, формування і досягання насіння, закінчення вегетації [135].

Тривалість вегетаційного періоду – один з важливих господарських і біологічних ознак сорту проса прутоподібного, від якого значною мірою залежить врожайність культури. Під час проведення спостережень за рослинами проса прутоподібного визначено дати настання та тривалість фенологічних фаз росту і розвитку рослин та проведено групування сортозразків за тривалістю вегетаційного періоду: ранні, середні та пізньостиглі (табл. 3.2).

Визначено, що відновлення весняної вегетації розпочинається у сортозразків проса прутоподібного відносно одночасно – у 2–3 декаді квітня (окрім пізньостиглої групи), а фаза кущіння припадає на 3 декаду квітня, вихід у трубку у 2 декаді травня. Фаза викидання волоті відмічена у сорту Дакота у 3 декаді травня, Блеквел, Патфіндер, Кейв-ін-рок, Небраска – у 3 декаді червня, Шелтер, Форестбург, Санберст – 1 декада липня, Аламо та Канлоу – 3 декада липня. Цвітіння розпочинають сорти Дакота та Небраска у 2 декаді липня, Картадж, Блеквелл, Патфіндер, Шелтер, Кейв-ін-рок, Форестбург, Санберст, Аламо – у 3 декаді липня.

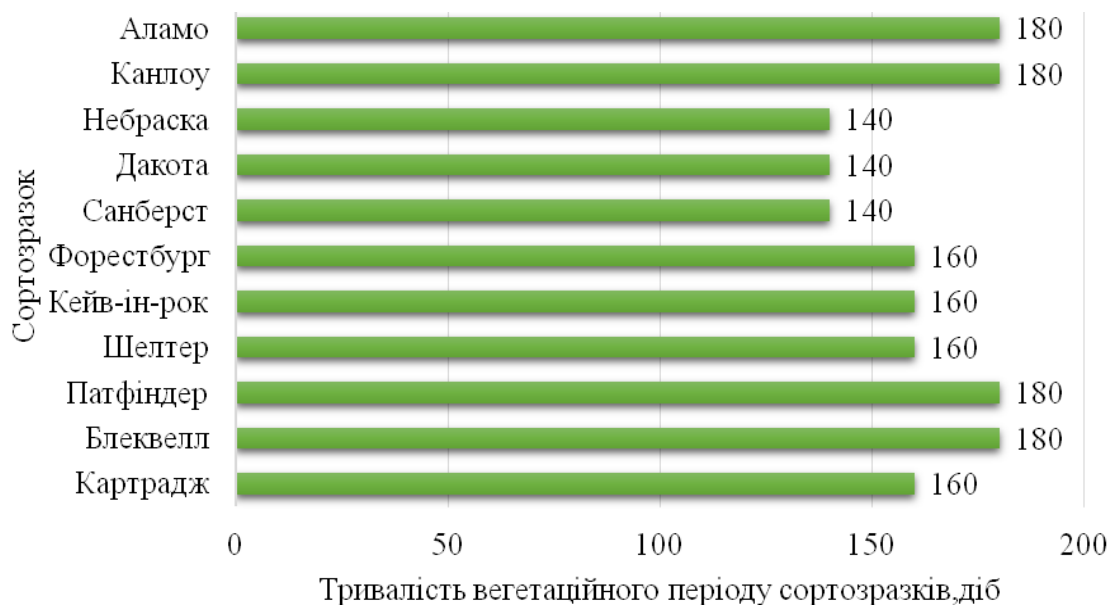
**Фенологічні спостереження проходження фаз розвитку і росту у  
сортозразків проса прутоподібного різного екотипу, 2014–2018 рр.**

Сортозразок	ВВ	К	ВТ	ФВ	Ц	ДН	ЗВ
Картрадж	2 дек. квітня	3 дек. квітня	2 дек. травн	1дек. липня	3 дек. липня	1 дек. жовтня	1 дек. жовтня
Блеквелл	1 дек. квітня	3 дек. квітня	2 дек. травн	3 дек. червня	3 дек. липня	3 дек. серпня	1 дек. листоп.
Патфіндер	1 дек. квітня	3 дек. квітня	2 дек. травня	3 дек. червня	3 дек. липня	3 дек. серпня	1 дек. л жовтня
Шелтер	2 дек. квітня	3 дек. квітня	2 дек. травня	1 дек. липня	3 дек. липня	1 дек. жовтня	1 дек. жовтня
Кейв-ін-рок	2 дек. квітня	3 дек. квітня	2 дек. травня	3 дек. червня	3 дек. липня	1 дек. жовтня	1 дек. жовтня
Форестбург	2 дек. квітня	3 дек. квітня	2 дек. травня	1 дек. липня	3 дек. липня	3 дек. вересня	1 дек. жовтня
Санберст	2 дек. квітня	3 дек. квітня	2 дек. травня	3 дек. червня	2 дек. липня	1 дек. вересня	3 дек. вересня
Дакота	3 дек. квітня	3 дек. квітня	2 дек. травня	3 дек. травня	2 дек. червн	2 дек. серпня	1 дек. вересня
Небраска	2 дек. квітня	3 дек. квітня	2 дек. Травня	3 дек. червня	2 дек. липня	1 дек. вересня	3 дек. вересня
Канлоу	1 дек. квітня	3 дек. квітня	2 дек. травня	3 дек. липня	2 дек. серпня	2 дек. листопад	1 дек. листопада
Аламо	1 дек. квітня	3 дек. квітня	2 дек. травня	3 дек. липня	2 дек. серпня	1 дек. жовтня	1 дек. листоп.

*Примітка:* ВВ – відновлення весняної вегетації, К – кущіння, ВТ – вихід в трубку, ФВ – викидання волоті, Ц – цвітіння, ДН – дозрівання насіння, ЗВ – закінчення вегетації.

Дозрівання насіння у сортів Блеквелл, Патфіндер, Дакота припадає на 3 декаду серпня, сортів Форестбург, Санберст – на 3 декаду вересня, у сорту Небраска – на 1 декаду вересня, у сортів Шелтер, Кейв-ін-рок, Аламо, Картадж – на 1 декаду жовтня, сорту Канлоу – на 2 декаду листопада.

У загальному за роки дослідження визначено, що тривалість вегетаційного періоду у сортів Санберст, Дакота, Небраска становить 140 діб, у сортів Кейв-ін-рок, Картрадж, Форестбург, Санберст і Шелтер – 160 діб, у сортів Канлоу, Аламо, Блеквелл і Патфіндер він виявився найдовшим і становив 180 діб (рис. 3.4).



**Рис. 3.4. Тривалість вегетаційного періоду сортозразків проса прутоподібного, 2014–2018 рр.**

З урахуванням тривалості вегетаційного періоду сортозразки проса прутоподібного поділяємо на ранньостиглі (Дакота, Санберст і Небраска), середньостиглі (Кейв-ін-рок, Форестбург, Картрадж, Шелтер) та пізньостиглі (Аламо, Канлоу, Блеквелл, Патфіндер). За роки досліджень тривалість вегетаційного періоду проса прутоподібного була різною і залежно від кліматичних умов у всіх групах стиглості. Для ранньостиглої групи вегетаційний період становив від 135 до 145 діб (у середньому 140 діб), для

середньої – від 157 до 163 діб (у середньому 160 діб) і для пізньостиглих – 178–182 доби (у середньому 180 діб). В середньому за роки досліджень вегетаційний період пізньостиглих сортів був на 19–21 діб довшим порівняно з середньостиглими, і на 37–43 діб – для ранньостиглих.

З-поміж сортозразків проса прутоподібного, що були поставлені на вивчення за результатами фенологічних спостережень та тривалістю вегетаційного періоду виокремлено: ранні (близько 140 діб вегетації), середньостиглі (близько 160 діб вегетації) та пізньостиглі генотипи (близько 180 діб вегетації). Що дозволить оцінити їх за адаптивними властивостями та мінливістю елементів продуктивності.

### **3.3. Адаптивні властивості сортозразків проса прутоподібного**

До адаптивних особливостей сільськогосподарських культур, в тому числі і проса прутоподібного відносяться такі показники: посухостійкість, морозостійкість, стійкість до вилягання. Посухостійкість характеризує стійкість рослин до підвищених температур на фоні відсутності опадів, та здатність їх до нормального росту і розвитку та спроможність до відтворення. Морозостійкість визначає здатність рослин протистояти низьким температурам, при цьому без суттєвих пошкоджень клітинних компонентів рослинного організму. Стійкість до вилягання обумовлює вертикальне розміщення рослин у фітоценозі, характеризується товщиною нижнього міжвузля та міцністю стеблостою, загущеністю посівів та довжиною міжвузлів [136].

З усіх досліджуваних сортозразків проса прутоподібного за адаптивними властивостями викоремлено сорт Кейв-ін-рок, який протягом років дослідження за показниками зимостійкості, посухо- та морозостійкості, а також стійкістю до вилягання мав максимальний бал стійкості (табл. 3.3 та рис. 3.5–3.8).

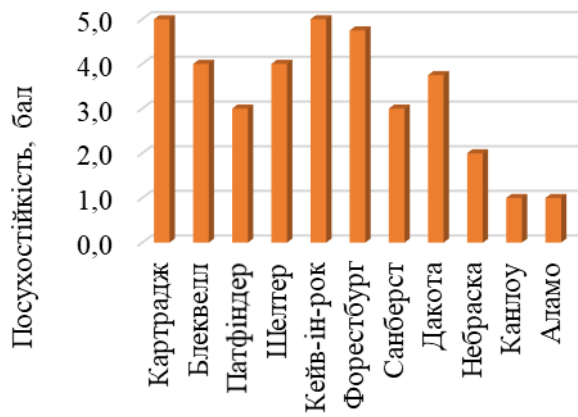
Таблиця 3.3

**Адаптивні властивості сортозразків проса прутоподібного різного екотипу, 2014–2018 рр.**

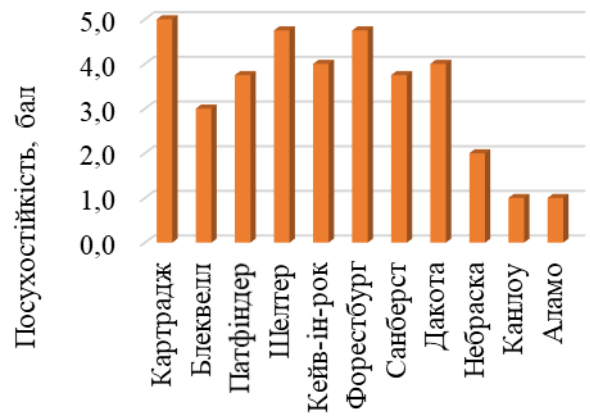
Сортозразок	Посухо- стійкість, бали	Морозо- стійкість, бали	Стійкість до вилягання, бали	Загальна стійкість, бали
Картрадж	4,9	3,6	4,6	4,4
Блеквелл	3,9	4,5	2,8	3,7
Патфіндер	3,8	4,5	2,9	3,7
Шелтер	4,5	4,5	3,5	4,2
Кейв-ін-рок	4,7	4,9	4,6	4,7
Форестбург	4,7	3,9	4,8	4,5
Санберст	3,5	3,0	3,8	3,4
Дакота	3,8	2,5	3,9	3,4
Небраска	2,0	2,7	3,6	2,8
Канлоу	1,0	1,7	2,8	1,8
Аламо	1,0	2,0	2,9	2,0

Результати досліджень свідчать, що у загальному за три роки всі сортозразки проса прутоподібного мали високу посухо- і морозостійкість – від 3–5 балів (окрім Аламо, Небраска і Канлоу, для них цей показник був на рівні або менше 2 балів), високу і середню стійкість до вилягання – від 3,5 до 5 балів, окрім Блеквелл, Патфіндер, Канлоу, Аламо – на рівні 3 балів.

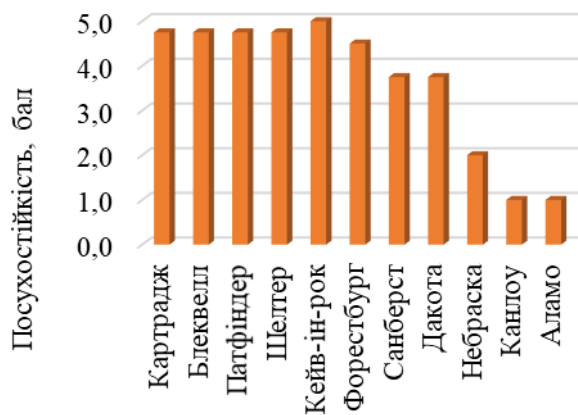
За вивчення адаптивних властивостей досліджуваних сортозразків проса прутоподібного в розрізі років дослідження, що характеризувалися мінливими погодними умовами, визначено ступінь пристосування рослин до умов вирощування за посухо- та морозостійкістю, стійкістю до вилягання посівів (рис. 3.5–3.8).



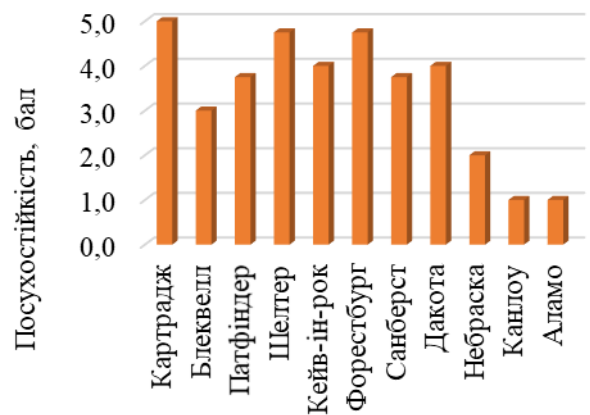
2014-2016 рр. (третій вегетаційний рік)



2015-2017 рр. (четвертий вегетаційний рік)



2016-2018 рр. (п'ятий вегетаційний рік)

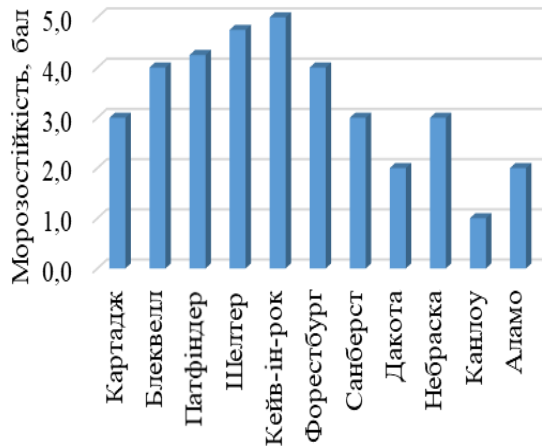


Середнє за роками вегетації

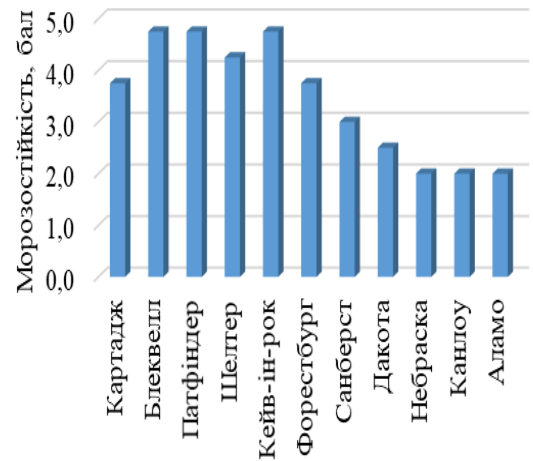
**Рис. 3.5. Посухостійкість сортозразків проса прутіоподібного першого-третього років вегетації, 2014–2018 рр.**

В умовах третього-четвертого років вегетації вегетації сортозразки проса прутіоподібного Кейв-ін-рок, Картадж, і Форестбург мали найвищу посухостійкість – на рівні 5 балів, найменшу – Небраска, Канлоу та Аламо.

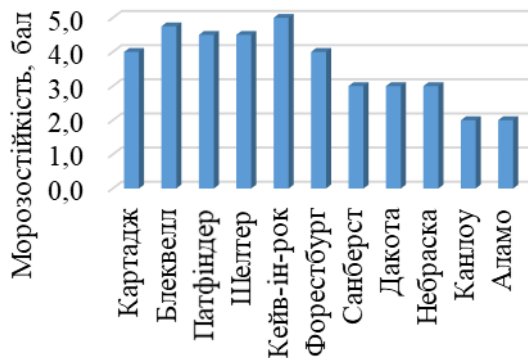
На п'ятий вегетаційний рік за посухостійкістю виокремлено сортозразки проса прутіоподібного: Картадж, Блеквелл, Патфіндер, Шелтер, Кейв-ін-рок і Форестбург з високим балом адаптивності до посухи, найменші значення за даним показником були у сортів Канлоу та Аламо. Що пов'язуємо із пристосувальними реакціями височинного еко типу сортів проса прутіоподібного: збільшенням кореневої системи та надземної вегетативної маси рослин.



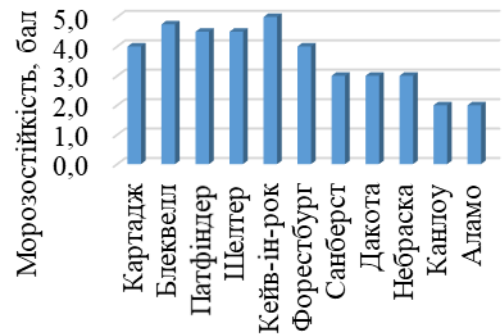
2014-2016 рр. (третій вегетаційний рік)



2015-2017 рр. (четвертий вегетаційний рік)



2016-2018 рр. (п'ятий вегетаційний рік)

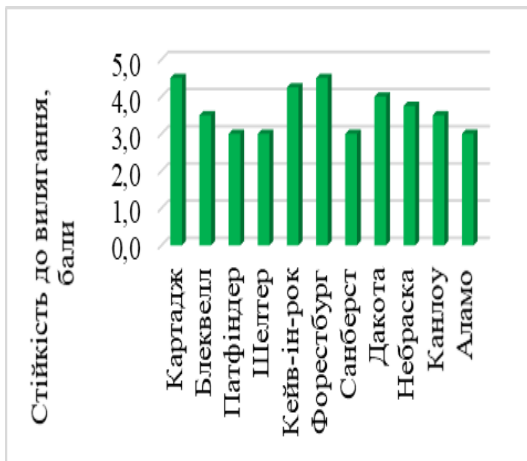


Середнє за роками вегетації

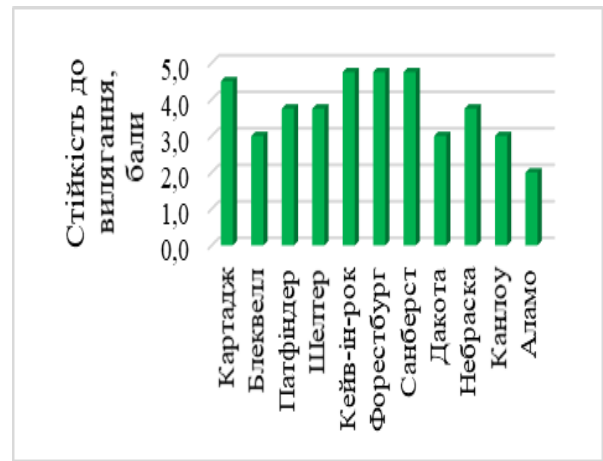
**Рис. 3.6. Морозостійкість сортозразків проса прутоподібного першого-третього років вегетації, 2014–2018 рр.**

Найвищі показники морозостійкості на третій рік з сумою балів на рівні, або більше 4 забезпечили сортозразки Блеквелл, Патфіндер, Шелтер, Кейв-ін-рок і Форестбург. Найменш морозостійким виявився сорт Канлоу – на рівні 1 бала. На наступний рік вегетації відмічена по Кейв-ін-рок подібна тенденція, окрім зниження балу морозостійкості у сорту Форестбург та підвищення даного показника у сорту Канлоу. У динаміці років дослідження найбільш морозостійкі рослини були у сортозразків Блеквелл, Патфіндер, Шелтер, Кейв-ін-рок, найнижчі – у сортів Канлоу, Аламо на рівні 2 балів. Усі інші сорти проса прутоподібного мали посереднє значення за даним показником.

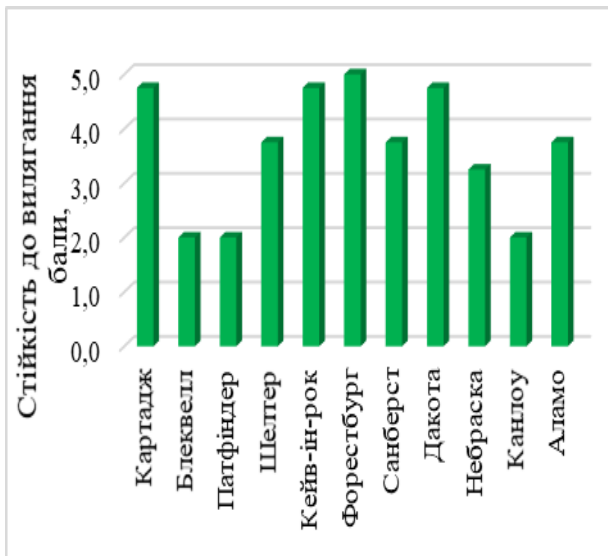




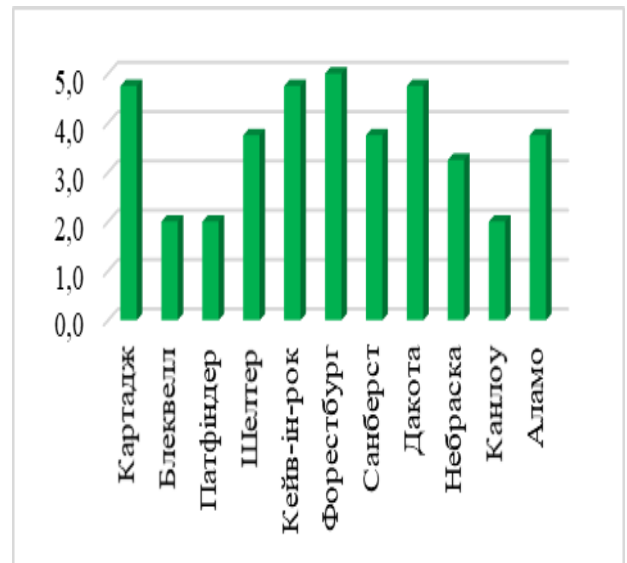
2014-2016 рр. (третій вегетаційний рік)



2015-2017 рр. (четвертий вегетаційний рік)



2016-2018 рр. (п'ятий вегетаційний рік)



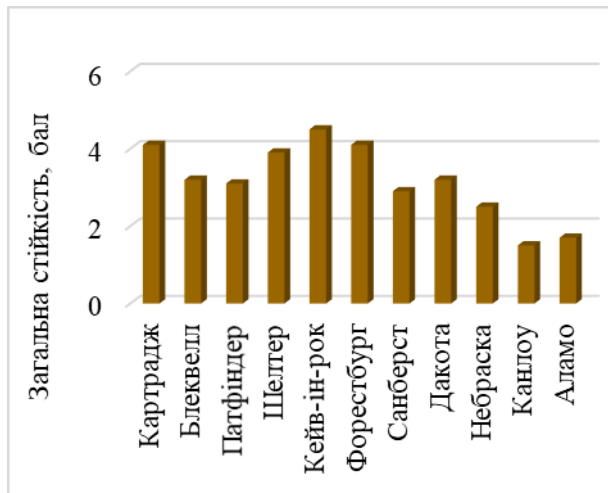
Середнє за роками вегетації

**Рис.3.7. Стійкість до вилягання сортозразків проса прутоподібного першого- третього років вегетації, 2014–2018 рр.**

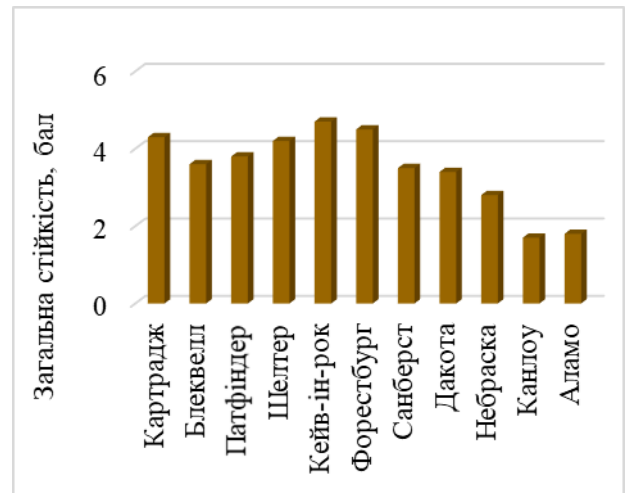
З-поміж досліджуваних сортозразків проса прутоподібного третій рік вегетації найбільш стійкими до вилягання виявилися рослини Картадж, Кейв-ін-рок, Форестбург. В умовах четвертого року вегетації – сортозразки Кейв-ін-рок, Форестбург, Санберст, Картадж вирізнялися кращою стійкістю до вилягання. На п'ятий вегетаційний рік найменше вилягання відмічено у рослин сортозразків Кейв-ін-рок, Форестбург, Дакота та Картадж.

У загальному за роки дослідження найвищу стійкість до вилягання мали сортозразки: Картадж, Кейв-ін-рок, Форестбург – 5 балів, найнижчу –

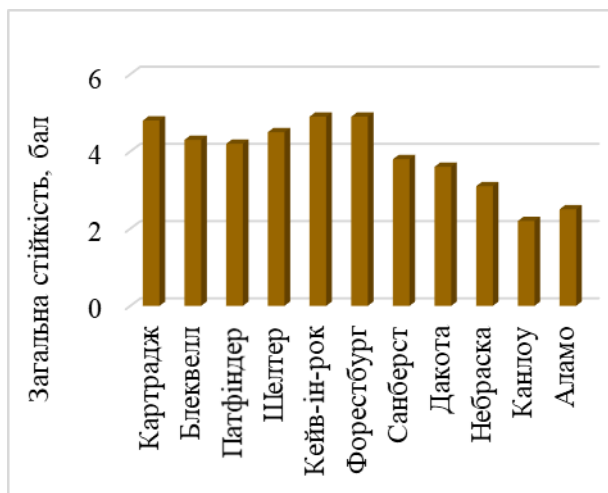
Блеквелл, Патфіндер, Канлоу, Аламо – 3 бали. Що пов’язуємо із збільшеним діаметром нижнього міжвузля та товщиною самої соломини цих сортів.



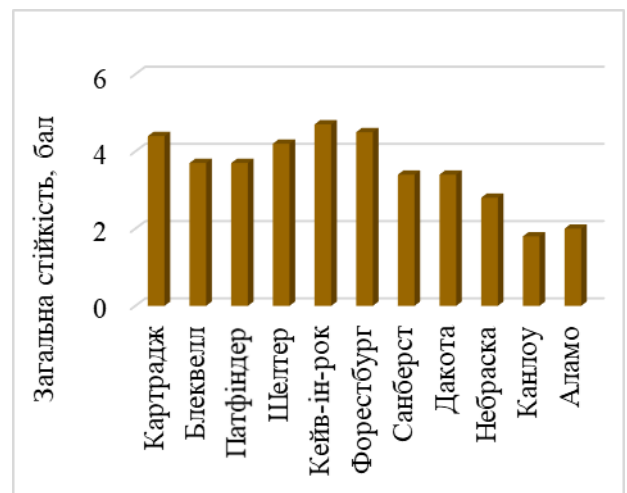
2014-2016 рр. (третій вегетаційний рік)



2015-2017 рр. (четвертий вегетаційний рік)



2016-2018 рр. (п'ятий вегетаційний рік)



Середнє за роками вегетації

**Рис.3.8. Загальна стійкість сорторозрізків проса прутоподібного першого-третього років вегетації, 2014–2018 рр.**

Аналізуючи загальну стійкість до абіотичних чинників по усім сорторозрізкам, виокремлено сорт Кейв-ін-рок з найбільшою стійкістю, менш адаптовані до умов вирощування виявилися сорторозрізки Картадж, Шелтер і Форестбург. Найменшу ж кількість балів за загальною стійкістю мали сорторозрізки: Канлоу, Аламо (на рівні 2 балів). Отже, всі сорторозрізки проса прутоподібного мали високу посухо- і морозостійкість – окрім сортів Аламо, Небраска і Канлоу. Високу і середню стійкість до вилягання – мали майже всі сорторозрізки, окрім Блеквелл, Патфіндер, Канлоу, Аламо. У середньому за

усіма показниками (посухо- та морозостійкістю, стійкістю до вилягання) найліпші адаптивні властивості рослин виявлено у сортозразків: Кейв-ін-рок, Картадж, Шелтер і Форестбург.

### **3.4. Вивчення ознак, що визначають насіннєву продуктивність проса прутоподібного**

Основні елементи структури врожаю – це густина та висота стеблостою проса прутоподібного, що мають значне варіювання в розрізі досліджуваного сортименту. На ці показники мають вплив як роки дослідження, так і сортові властивості. Встановлено, що сортозразки проса прутоподібного різняться також за висотою і товщиною стебла, кількістю і розмірами листків, формою, довжиною і шириною волоті, та за рівнем врожайності.

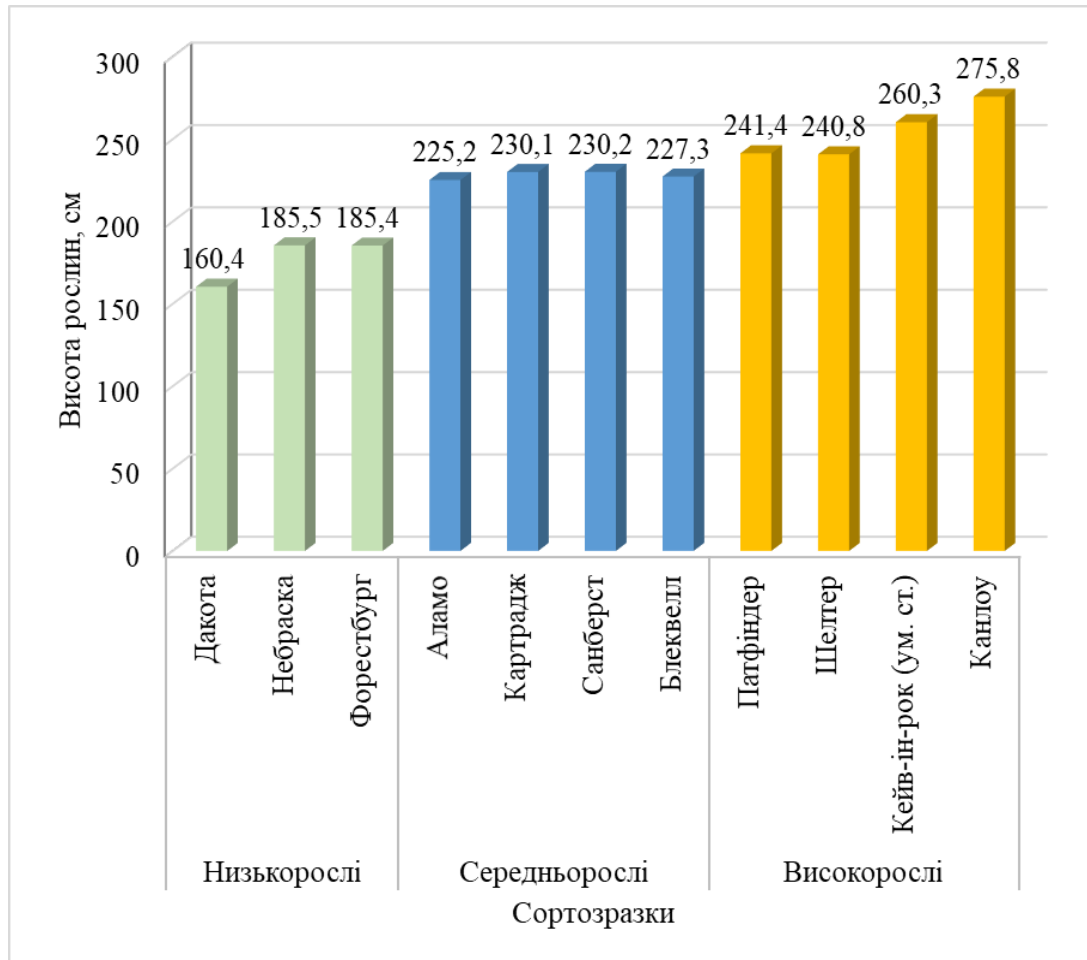
Висота рослин за сортозразками проса прутоподібного, порівняно з умовним стандартом (сорт Кейв-ін-рок) наведено в табл. 3.4.

*Таблиця 3.4*

#### **Висота рослин проса прутоподібного (см), 2014–2018 рр.**

Сортозразок	Роки вегетації			У середньому за роки	+ / - до умовного стандарту
	3-й (2014-2016 рр.)	4-й (2015-2017 рр.)	5-й (2016-2018 рр.)		
Кейв-ін-рок (ум. ст.)	246,3	261,0	273,6	260,3	-
Картрадж	200,2	234,0	256,1	230,1	- 30,2
Блеквелл	197,5	221,3	263,1	227,3	33,0
Патфіндер	210,4	245,8	268,0	241,4	18,9
Шелтер	209,7	243,9	268,8	240,8	19,5
Форестбург	178,3	186,4	191,5	185,4	74,9
Санберст	198,3	236,2	256,1	230,2	30,1
Дакота	145,6	160,0	175,6	160,4	99,9
Небраска	167,3	178,5	210,7	185,5	74,8
Канлоу	256,7	271,8	298,9	275,8	15,5
Аламо	189,8	234,8	251,0	225,2	35,1
НІР <sub>05</sub>	28,4	40,4	47,0	26,2	-

Значне варіювання висоти стеблостою дозволило досліджувані сортозразки проса прутіподібного згрупувати за висотою рослин на: низькорослі, середньо- та високорослі (рис. 3.9).



**Рис. 3.9. Висота рослин сортозразків проса прутіподібного, 2014–2018 рр.**

У середньому за три роки з усіх досліджуваних сортозразків проса прутіподібного найменшу висоту формували Дакота, Небраска та Форестбург (160,4–185,5 см), найбільшу – Патфіндер, Шелтер, Кейв-ін-рок, Канлоу (240,8–275,8 см), середнє значення за даним показником мали Аламо, Картрадж, Санберст, Блеквел (225,2–230,2 см). За висотою рослин виокремлено сортозразки проса прутіподібного: Канлоу – 275,8 см та Кейв-ін-рок – 260,3 см, найнижчим виявився сортозразок Дакота.

Густота стеблостою за сортозразками проса прутіподібного, порівняно з умовним стандартом (сорт Кейв-ін-рок) наведено в табл. 3.5.

**Загальна кількість стебел проса прутоподібного (шт./м.п.), 2014–2018 рр.**

Сортозразок	Роки вегетації			У середньому за роки	+ / - до умовного стандарту
	3-й (2014-2016 рр.)	4-й (2015-2017 рр.)	5-й (2016-2018 рр.)		
Кейв-ін-рок(ум. ст.)	196,8	236,3	263,2	232,1	-
Картадж	195,4	240,6	255,2	230,4	-1,7
Блеквелл	201,0	231,8	268,6	233,8	1,7
Патфіндер	222,6	244,3	268,4	245,1	13,0
Шелтер	198,5	237,5	264,5	233,5	1,4
Форестбург	189,6	227,3	245,8	220,9	-11,2
Санберст	175,9	231,7	247,9	218,5	-13,6
Дакота	186,1	230,5	259,6	225,4	-6,7
Небраска	173,9	200,6	251,6	208,7	-23,4
Канлоу	180,8	201,6	249,1	210,5	-21,6
Аламо	198,5	215,2	232,5	215,4	-16,7
НІР <sub>05</sub>	20,9	13,1	15,2	23,5	-

В умовах третього року вегетації сортозразки Патфіндер, Шелтер, Картадж, Блеквелл та Аламо формували значну кількість стебел – на рівні 200,0 шт./м.п. із збільшенням густоти стебел в послідовні роки дослідження. Найменшу густоту стеблостою мали сортозразки Санберст, Небраска й Канлоу. На четвертий вегетаційний рік спостерігалася подібна тенденція за густотою рослин, але із динамікою збільшення даного показника до 231,8-244,3 шт./м.п. у с. Патфіндер і Блеквелл. На п'ятий рік вегетації більше 255,0 шт./м.п. стебел забезпечили сортозразки Картадж, Блеквелл, Патфіндер, Шелтер і Дакота, інші сортозразки – формували меншу густоту стебел.

За роки дослідження найбільшу кількість стебел на метр погонний у порівнянні із Кейв-ін-рок (умовним стандартом) формували: Патфіндер, Шелтер, Блеквелл та Картадж суттєво меншу – сортозразки: Дакота, Форестбург, Санберст. Інші сортозразки мали значно менші показники – Небраска, Канлоу та Аламо.

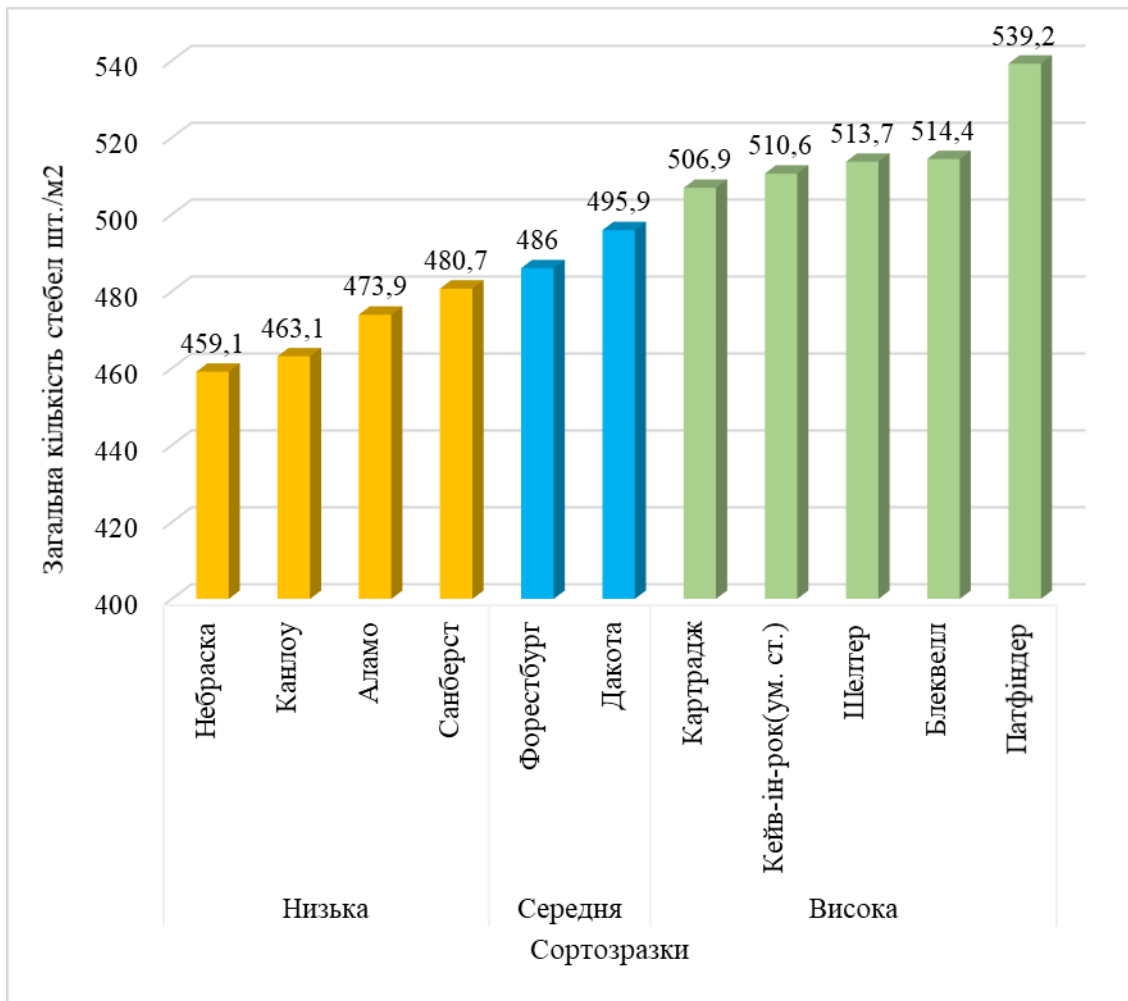
Загальна кількість стебел проса прутоподібного за досліджуваними сортами наведена на табл. 3.6.

**Загальна кількість стебел проса прутоподібного (шт./м<sup>2</sup>), 2014–2018 рр.**

Сортозразок	Роки вегетації			У середньому за роки	+ / - до умовного стандарту
	3-й (2014-2016 рр.)	4-й (2015-2017 рр.)	5-й (2016-2018 рр.)		
Кейв-ін-рок(ум. ст.)	433,0	519,9	579,0	510,6	-
Картадж	429,9	529,3	561,4	506,9	-3,7
Блеквелл	442,2	510,0	590,9	514,4	3,8
Патфіндер	489,7	537,5	590,5	539,2	28,6
Шелтер	436,6	522,5	581,9	513,7	-3,1
Форестбург	417,1	500,1	540,8	486,0	-24,6
Санберст	387,0	509,7	545,4	480,7	-29,9
Дакота	409,4	507,1	571,1	495,9	-14,7
Небраска	382,6	441,3	553,5	459,1	-51,1
Канлоу	397,8	443,5	548,0	463,1	-47,5
Аламо	436,7	473,4	511,5	473,9	-36,7
НІР <sub>05</sub>	10,9	7,1	5,2	13,5	-

Для умовах третього року вегетації сортозразки Блеквел і Патфіндер, формували значну кількість стебел – на рівні 442,2 і 489,7 шт./м<sup>2</sup> із збільшенням густоти стебел в послідуочі роки дослідження. Найменшу густоту стеблостою мали сортозразки Санберст і Небраска й Канлоу. На четвертий вегетаційний рік спостерігалася подібна тенденція за густотою рослин, але із динамікою збільшення даного показника у с. Блеквел, Шелтер й Патфіндер до 510,0–537,5 шт./м<sup>2</sup>. На п'ятий рік вегетації більше 550,0 шт./ м<sup>2</sup> стебел забезпечили сортозразки Картадж, Блеквелл, Патфіндер, Шелтер, інші – формували суттєво меншу густоту стебел.

У середньому за роки дослідження істотне збільшення густоти стеблостою зафіксовано у сортозразків проса прутоподібного Блеквел, Шелтер й Патфіндер. Інші сортозразки формували густоту стеблостою суттєво нижчою ніж в умовного стандарту. Найменшу густоту стеблостою формували сортозразки Небраска (-51,1 шт./м<sup>2</sup>), Канлоу (-47,5 шт./м<sup>2</sup>), Аламо (-36,7 шт./м<sup>2</sup>) та Санерст (-29,9 шт./м<sup>2</sup>), рис. 3.10.



**Рис. 3.10. Кількість стебел на 1 м<sup>2</sup> сортозразків проса прутоподібного, 2014–2018 рр.**

Встановлено, що високий показник за кількістю стебел, з урахуванням стандарту Кейв-ін-рок, забезпечують сортозразки проса прутоподібного Патфіндер, Картадж, Блеквелл, Шелтер, а найменшу – Небраска, Канлоу, Аламо та Санберст. Інші сортозразки за даним показником мали проміжне значення.

Кількісні показники рослин досліджуваного сортименту проса прутоподібного мали вплив і на врожайність біомаси. Виявлено високе міжсортове варіювання врожайності біомаси проса прутоподібного, що дозволило виокремити форми з високою генетично обумовленою врожайністю та стабільним її проявом (табл. 3.6).

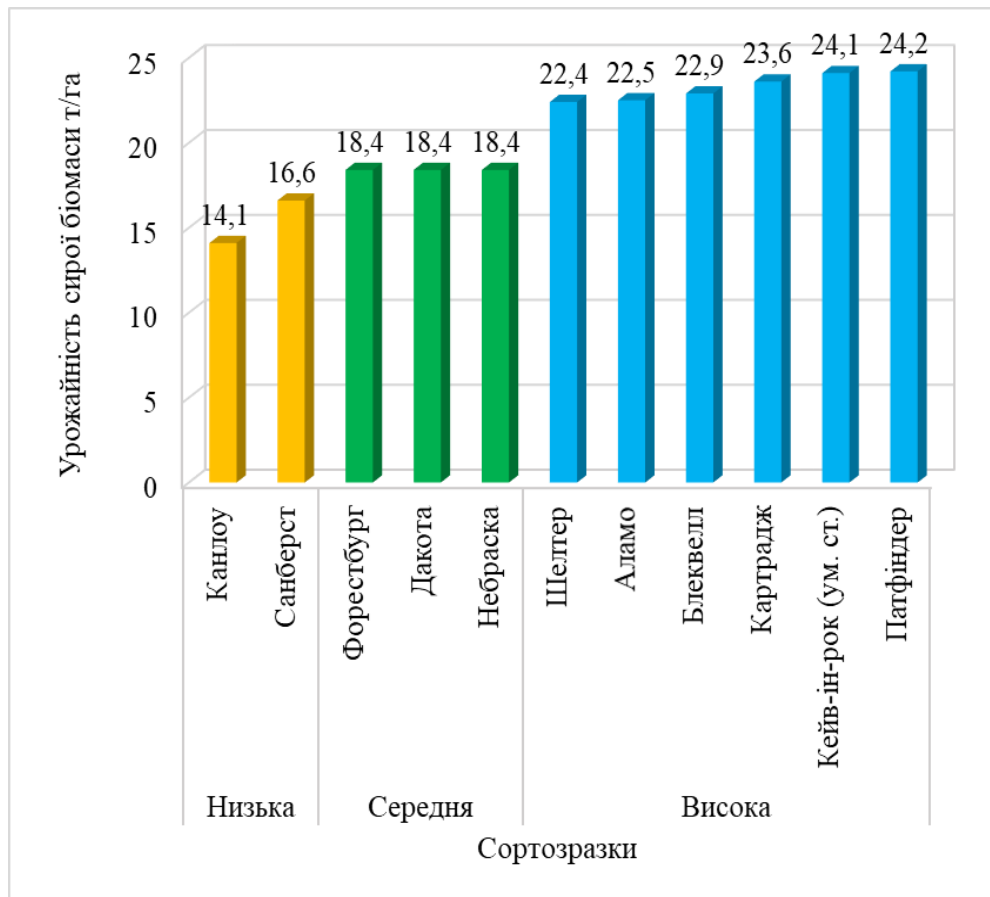
**Урожайність сирої біомаси проса прутоподібного (т/га), 2014–2018 рр.**

Сортозразок	Роки вегетації			У середньому за роки	+ / - до умовного стандарту
	3-й (2014-2016 рр.)	4-й (2015-2017 рр.)	5-й (2016-2018 рр.)		
Кейв-ін-рок (ум. ст.)	18,2	24,2	29,9	24,1	-
Картрадж	17,5	25,3	28,0	23,6	-0,5
Блеквелл	16,9	23,8	28,0	22,9	-1,2
Патфіндер	19,7	24,3	28,6	24,2	0,1
Шелтер	16,1	22,8	28,3	22,4	-1,7
Форестбург	13,6	17,7	23,9	18,4	-5,7
Санберст	11,8	17,4	20,6	16,6	-7,5
Дакота	10,9	16,6	27,7	18,4	-5,7
Небраска	11,1	16,3	27,8	18,4	-5,7
Канлоу	10,2	14,8	17,3	14,1	-10,0
Аламо	17,7	21,6	28,2	22,5	-1,6
НІР <sub>05</sub> , т/га	2,2	1,9	1,3	4,1	-

Мінливість урожайності сортозразків проса прутоподібного за роки проведення експерименту варіювала у досить широких межах – від 10,2 до 29,9 т/га. При цьому встановлено тренд збільшення врожаю біомаси із кожним послідуєчим роком. У середньому за роки найбільшу врожайність формували височинні екотипи, порівняно з низовинними. На рівні умовного стандарту врожайність біомаси формували сортозразки Патфіндер, Блеквелл, Картрадж, Шелтер. Суттєво меншу врожайність біомаси порівняно із с. Кейв-ін-рок мали сортозразки Канлоу, Санберст, Дакота, Небраска й Форестбург.

У середньому за роки дослідження, за врожайністю біомаси відмічено значне варіювання – від 14,1 до 24,2 т/га (рис.3.11).





**Рис. 3.11. Урожайність сирової біомаси сортозразків проса прутіподібного, (т/га ), 2014–2018 рр.**

Урожайність біомаси у сортозразків Картрадж, Патфіндер, Кейв-ін-рок та була найвищою і була на рівні 24,0 т/га. Найнижчий показник був у сортозразка Канлоу – 14,1 т/га, а от середню врожайність біомаси формували сортозразки Форестбург, Дакота, Небраска, причому їхні показники суттєво не відрізнялися між собою.

Урожайність насіння сортозразків культури у середньому за роки мала значне варіювання – від 47,9 до 375,8 кг/га (табл. 3.7). Щорічне збільшення врожайності насіння фіксували в усіх досліджуваних сортозразків проса прутіподібного, з найбільшим значенням у Картрадж і Патфіндер. Низьку насіннєву врожайність зафіксовано у сортозразків Небраска, Канлоу та Аламо (із значним відхиленням від умовного стандарту).

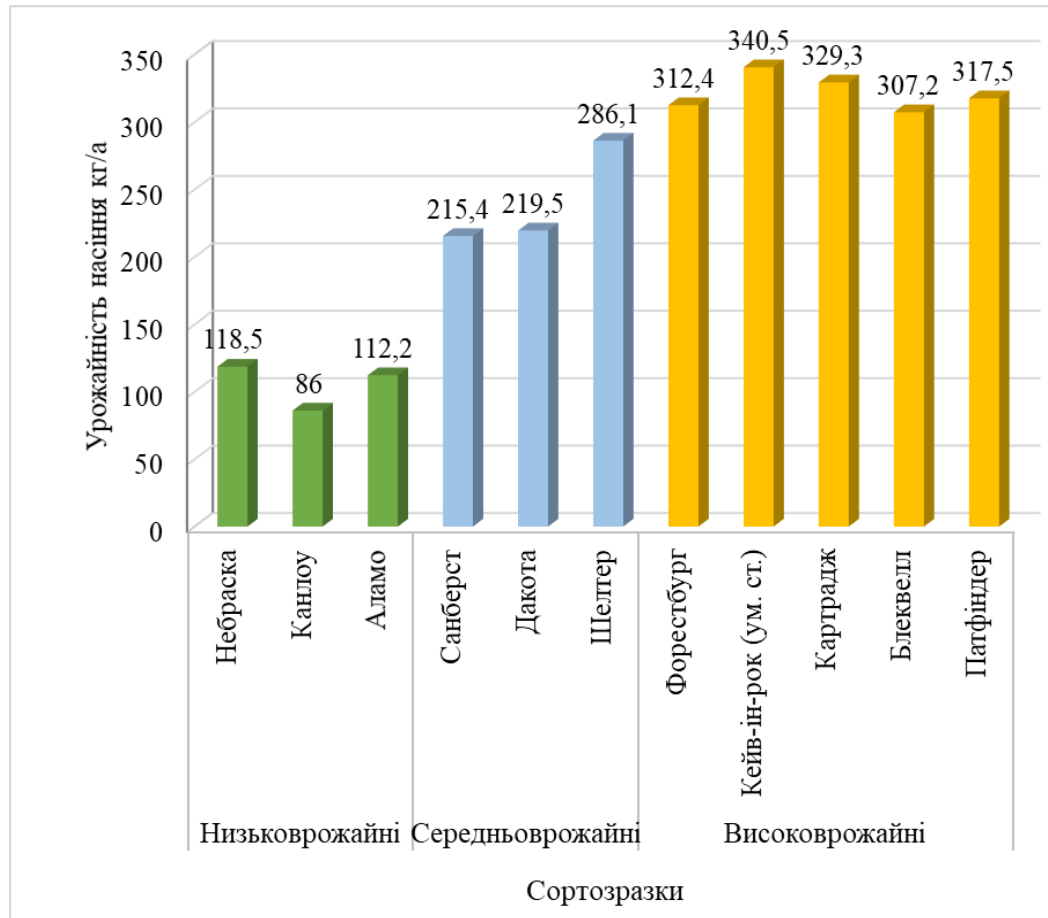
**Урожайність насіння проса прутоподібного (кг/га), 2014–2018 рр.**

Сортозразок	Роки вегетації			У середньому за роки	+ / - до умовного стандарту
	3-й (2014-2016 рр.)	4-й (2015- 2017 рр.)	5-й (2016-2018 рр.)		
Кейв-ін-рок (ум. ст.)	279,9	365,8	375,8	340,5	-
Картрадж	275,7	350,9	361,3	329,3	-11,2
Блеквелл	270,9	301,5	349,2	307,2	-33,3
Патфіндер	273,4	315,8	363,3	317,5	-23,0
Шелтер	216,3	296,8	345,2	286,1	-54,4
Форестбург	263,5	309,8	363,9	312,4	-28,1
Санберст	176,8	215,3	254,1	215,4	-125,1
Дакота	196,7	225,4	236,4	219,5	-121,0
Небраска	101,2	118,9	135,4	118,5	-222,0
Канлоу	47,9	95,6	114,5	86,0	-254,5
Аламо	101,1	112,3	123,2	112,2	-228,3
НІР <sub>05</sub> , кг/га	8,1	10,1	8,6	28,6	-

Визначено, що сортозразки проса прутоподібного Кейв-ін-рок, Картадж, Форесбург, Блеквелл і Патфіндер формують високу врожайність насіння (307,2–340,5 кг/га). На рівні стандарту за даним показником у порівнянні із с. Кейв-ірок виявлено у с. Картрадж і Патфіндер. Сортозразки Шелтер, Санберст, та Дакота віднесено до середньоврожайних (215,4–286,1 кг/га), інші – Небраска, Канлоу та Аламо мали низьку врожайність насіння (86,0–118,5 кг/га), див. рис. 3.12.

Отже, аналізуючи дані за врожайності насіння проса прутоподібного можемо стверджувати, що високоврожайними та середньоурожайними сортозразками в умовах центрального Лісостепу були лише сортозразки височинного еко типу. Що ймовірно пов'язано з їхніми адаптивними властивостями та генетично обумовленим потенціалом до формування

високої продуктивності як біомаси, так і насіння.



**Рис. 3.12. Розподіл сортозразків проса прутоподібного за врожайністю насіння (кг/га), 2014–2018 рр.**

Згідно розподілу на групи за врожайністю насіння (рис. 3.12) сортозразки проса прутоподібного згруповано як низьковрожайні: Небраска, Канлоу та Аламо (86,00–118,5 кг/га), середньоврожайні: Санберст, Дакота та Шелтер (215,4–286,1 кг/га) та високоврожайні: Форестбург, Кейв-ін-рок, Картрадж, Блеквел і Патфіндер (більше 300 кг/га).

Кореляційно-регресійний аналіз дає можливість встановити напрям і силу зв'язку між кількісними показниками рослин проса прутоподібного: висотою рослин (ВР) та густота стеблостою за кількістю стебел (КС), а також тривалістю вегетаційного періоду (ТВ) із врожайністю біомаси (УБ) й насіння (УН) за сортозразками проса прутоподібного, що були поставлені на вивчення (табл. 3.8).

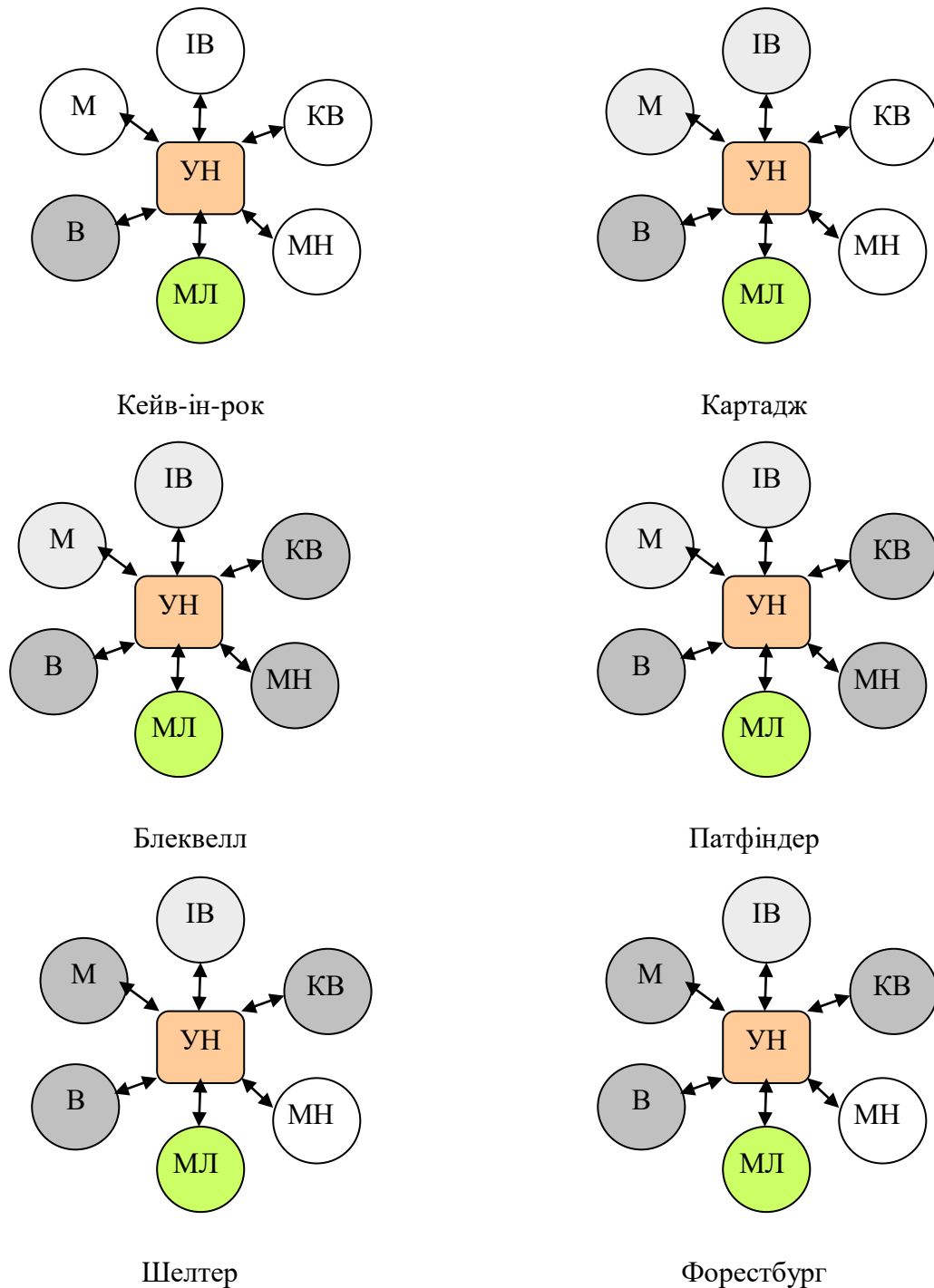
**Коефіцієнти кореляції між кількісними показниками рослин та  
врожайністю біомаси й насіння сортозразків проса прутоподібного,  
2014–2018 рр.**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ВР : КС	0,65	0,83	0,87	0,82	0,80	0,30	0,56	0,76	0,68	0,87	0,88
ВР : УБ	0,54	0,75	0,77	0,79	0,78	0,32	0,51	0,79	0,65	0,77	0,84
КС : УБ	0,96	0,97	0,95	0,97	0,99	0,94	0,95	0,99	0,98	0,91	0,98
ВР : УН	0,58	0,69	0,84	0,72	0,75	0,28	0,55	0,75	0,72	0,75	0,91
КС : УН	0,89	0,95	0,97	0,93	0,99	0,95	0,99	0,93	0,97	0,88	0,94
УБ : УН	0,91	0,98	0,96	0,98	0,99	0,99	0,90	0,97	0,96	0,99	0,95
ТВ : УН	0,34	0,31	0,30	0,39	0,40	0,44	0,72	0,70	0,76	0,35	0,33





*Примітка:* 1 – Кейв-ін-рок, 2 – Картадж, 3 – Блеквелл, 4 – Патфіндер, 5 – Шелтер, 6 – Форестбург, 7 – Дакота, 8 – Санбурст, 9 – Небраска, 10 – Канлоу, 11 – Аламо.

Згідно кореляційно-регресійного аналізу визначено, що густина стеблостою проса прутоподібного має найбільший вплив на урожайність біомаси і насіння ( $r > 0,7$ ), ніж висота стеблостою ( $r = 0,65 \dots 0,84$ ). Визначено, що на рівень врожайності біомаси і насіння сортів Форестбург і Дакота значного впливу не має висота стеблостою. Висота рослин не має суттєвого впливу на врожайність біомаси сорту Патфіндер і Шелтер. Тривалість вегетаційного періоду і врожайність насіння мають прямолінійний зв'язок середньої сили із середньостиглими сортозразками проса прутоподібного (Кейв-ін-рок, Картадж, Шелтер, Форестбург) та пізньостиглими (Канлоу, Аламо, Блеквелл, Патфіндер), сильний – із ранньостиглими (Небраска, Дакота і Санбурст).

Під час визначення кореляційного зв'язку між кількісними показниками рослин (елементами генеративної частини рослин) і врожайністю насіння досліджуваного сортименту проса прутоподібного встановлено наступні залежності (рис. 3.13).



Примітка: \* - зв'язок суттєвий при 5-% рівні значущості.

-  білий фон, коефіцієнт кореляції більше 0,7 (сильний зв'язок)
-  темно-сірий фон, коефіцієнт кореляції 0,3...0,7 (середній зв'язок)
-  світло-сірий фон, коефіцієнт кореляції менше 0,3 (слабкий зв'язок)
-  зелений фон, коефіцієнт кореляції обернений -0,3...-0,7 (середній зв'язок)

**Рис. 3.13. Кореляційні залежності між урожайністю схожого насіння ( $\text{г}/\text{м}^2$ ) та кількісними показниками рослин найкращих сортозразків проса прутноподібного: ІВ – індекс волоті, КВ – кількість волотей на рослині (шт.), МН – маса насіння з волоті (г), ВЛ – маса насінневих лусок (г), В – вихід насіння (%), М – маса 1000 насінин (г).**

Встановлено, що врожайність схожого насіння проса прутоподібного сортозразка Кейв-ін-рок має сильну залежність із індексом волоті ( $r\ 0,72$ ) їх кількості на рослині ( $r\ 0,89$ ) та масою насіння з волоті ( $r\ 0,73$ ), а також із масою 1000 насінин ( $r\ 0,70$ ). Середньою мірою з врожайністю насіння цього сорту корелює вихід насіння ( $r\ 0,53$ ), обернений зв'язок виявлено з масою насінневих лусок ( $r\ -0,54$ ).

Для сортозразка Картадж виявлено сильну кореляцію між насінневою врожайністю та кількістю волотей на рослині ( $r\ 0,82$ ) та масою насіння з неї ( $r\ 0,77$ ), з виходом насіння встановлений середній прямолінійний зв'язок ( $r\ 0,57$ ). Інші показники: індекс волоті ( $r\ 0,22$ ) та маса 1000 насінин ( $r\ 0,29$ ) мають слабку кореляцію із продуктивністю насіння; обернений зв'язок виявлено з масою насінневих лусок ( $r\ -0,47$ ).

Для сортозразків проса прутоподібного Блеквелл й Патфіндер виявлено подібні залежності: рівень врожайності їх насіння середньою мірою обумовлена кількістю волотей (відповідно  $r\ 0,43$  і  $0,40$ ), масою насіння з волоті (відповідно  $r\ 0,31$  і  $0,35$ ) та виходом насіння (відповідно  $r\ 0,53$  і  $0,55$ ), слабку кореляцію виявлено із індексом волоті та крупністю насіння ( $r < 0,3$ ); обернений зв'язок – із масою насінневих лусок ( $r\ -0,45$  і  $-0,39$ ).

Врожайність насіння сортозразків Шелтер і Форестбург за детермінацією ознаки на 67 і 71 % залежить від маси насіння з волоті при коефіцієнті кореляції, відповідно  $r\ 0,82$  та  $0,84$ . Кількість волотей ( $r\ 0,69$  і  $0,65$ ), вихід насіння ( $r\ 0,41$  і  $0,48$ ) та маса 1000 насінин ( $r\ 0,52$  і  $0,53$ ) має середній коефіцієнт кореляції з врожайністю насіння цих сортозразків, слабку – з індексом волоті ( $r < 0,3$ ). Встановлено, що маса насінневих лусок має обернений зв'язок середньої сили з насінневою врожайністю сортозразків Шелтер і Форестбург, відповідно  $r\ -0,63$  та  $-0,61$ .

Отже, нами встановлено, що насіннева врожайність проса прутоподібного залежить від особливостей сорту, тривалості вегетаційного періоду рослин, часткового обумовлюється елементами вегетативної та кількісними показниками генеративної частини рослин й виходом насіння.

### **3.5. Пластичність і стабільність вихідного матеріалу проса прутоподібного**

Визначено, що до пріоритетних завдань селекціонерів відноситься створення сортів з високим генетичним потенціалом. Для того, щоб вірно розмістити сорти по всіх регіонах вирощування актуально знати потенціал адаптивності, який оцінюють за допомогою пластичності та стабільності. Дані показники визначають особливості пристосування сорту до умов навколишнього середовища та відображають переваги та недоліки того чи іншого сорту, його поведінку в різних умовах вирощування. За пластичність зразка приймали ступінь його реакції на зміни умов вирощування. Цінність зразків визначали за рангом генотипового ефекту, рангом коефіцієнту регресії і за їх сумою. При цьому генотиповий ефект характеризує потенціал генотипу за конкретною ознакою в оптимально комфортних погодних умовах, а коефіцієнт регресії характеризує ступінь стабільності генотипового потенціалу за досліджуваною ознакою в несприятливих умовах. Чим вище значення генотипового ефекту та коефіцієнту регресії, тим вище ранг: 1 – високий; 2 – середній; 3 – низький ступінь стабільності. Найбільш цінними з селекційної точки зору є генотипи з сумарним рангом 2–3, оскільки вони поєднують високий генотиповий потенціал ознаки стійкості і стабільний прояв її за роками [137, 138].

З-поміж факторів стійкості важлива роль належить умовам вирощування злаків. Цінність зразків зернових культур для виробництва обумовлюється як генетичним потенціалом ознаки, так і стабільністю її реалізації. Сорти з відносно високим рангом пластичності можуть бути в кінцевому підсумку менш стійкими в середньому за ряд років, ніж з меншим генотиповим ефектом, але з більш стабільною реалізацією потенціалу ознаки стійкості рослин [138].

Використання регресійного аналізу дозволяє провести оцінку реакції сортозразків проса прутоподібного на зміну факторів зовнішнього

середовища за допомогою коефіцієнта регресії ( $b_i$ ), згідно якого визначено пластичність сорту. Порівнюючи за показниками пластичності з-поміж сортозразків проса прутоподібного виокремлено генотипи з коефіцієнтом  $b_i > 1$ , які відносять до високопластичних (відносно середньої групової); при  $1 < b_i = 0$  генотип належить до відносно низькопластичного сорту. Якщо показник пластичності сорту суттєво не відрізняється від одиниці, то такі генотипи не відрізняються від середньої групової по реакції на умови середовища, його відносять до середньопластичного.

Показник адаптивності сорту, який оцінюють за допомогою параметрів екологічної пластичності і стабільності, що характеризують рівень адаптації сорту до умов зовнішнього середовища, згідно нього визначали переваги і недоліки досліджуваних сортозразків проса прутоподібного в різних умовах вирощування.

Коефіцієнт регресії певного показника того чи іншого сортозразка за індексами середовища називають коефіцієнтом екологічної пластичності, а дисперсію щодо регресії – коефіцієнтом стабільності. Їх враховували при загальному групуванні того чи іншого сорту польових культур [139]. Окрім цього автори вичали прояв господарських ознак рослин проса прутоподібного з метою створення нових сортів [140].

Сортозразки проса прутоподібного за середніми даними врожайності насіння протягом років дослідження варіювали у широких межах – від 86,0 до 340,5 кг/га, що дозволило оцінити їх за показниками стабільності сорту та виокремити найбільш пластичні.

Екологічну пластичність сортозразків проса прутоподібного за врожайністю насіння наведено в табл. 3.8.

Відповідно до значення коефіцієнта пластичності рослини усіх сортозразків проса прутоподібного умовно розподілено на дві групи: першу, у яких значення  $b_i$  наближається до одиниці (це Кейв-ін-рок, Картадж, Патфіндер, Форестбург, Блеквелл і Шелтер). Такі сорти краще використовувати на екстенсивному фоні, де вони забезпечать максимальну



віддачу за мінімальних затрат. Усі інші біотики формували другу групу, у яких  $b_i \geq 1$ , тобто проявляють пластичність до чинників навколишнього середовища в певних умовах вирощування, інші сортозразки ( $b_i$  наближається до нуля) віднесено до третьої групи.

Таблиця 3.10

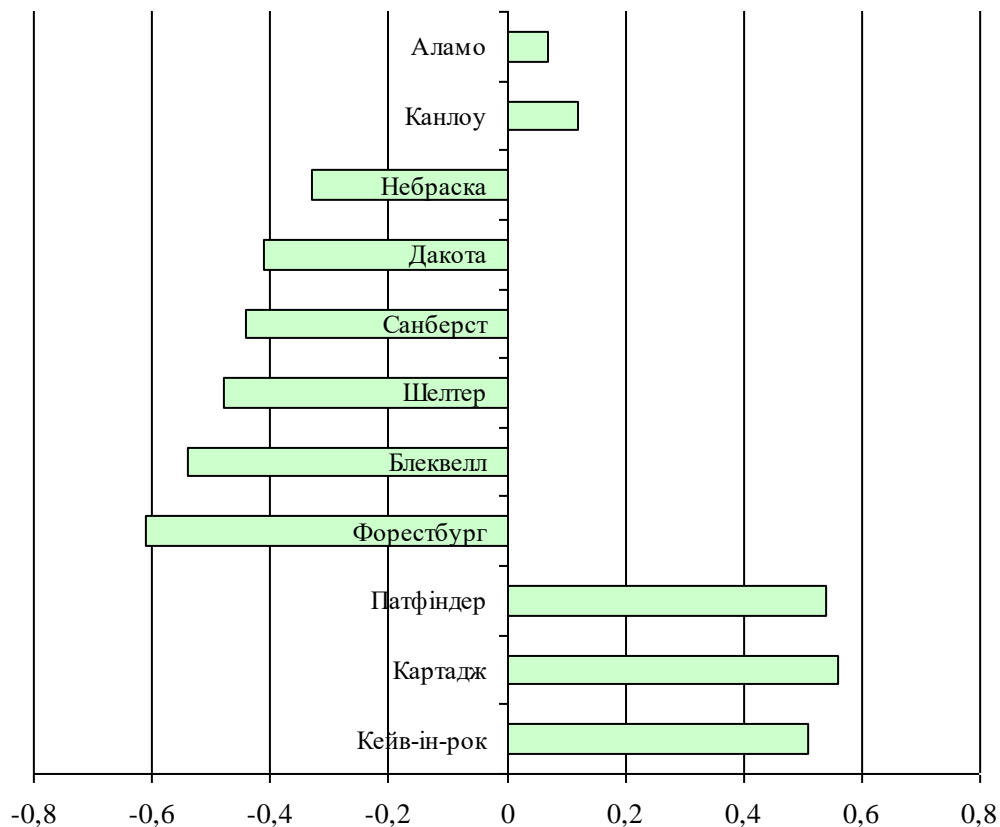
**Екологічна пластичність сортозразків проса прутіподібного за врожайністю насіння, 2014–2018 рр.**

Сортозразок	Урожайність насіння, кг/га	Генотиповий ефект ( $E_i$ )	Ранг	Коефіцієнт регресії ( $b_i$ )	Ранг	Сума рангів
Кейв-ін-рок	279,9–375,8	0,51	1	0,96	1	2
Каргадж	275,7–361,3	0,56	1	0,84	1	2
Патфіндер	273,4–363,3	0,54	1	0,77	1	2
Форестбург	263,5–363,9	-0,61	3	0,75	1	4
Блеквелл	270,9–349,2	-0,54	3	0,70	1	4
Шелтер	216,3–345,2	-0,48	3	0,69	1	4
Санберст	176,8–254,1	-0,44	3	0,11	2	5
Дакота	196,7–236,4	-0,41	3	0,13	2	5
Небраска	101,2–135,4	-0,33	3	0,09	2	5
Канлоу	47,9–114,5	0,12	2	3,0	3	5
Аламо	101,1–123,2	0,07	2	4,2	3	5

Згідно встановленого генотипового ефекту за врожайністю насіння проведення групування сортозразків проса прутіподібного (рис.3.13).

Перша група сортозразків – це рослини нейтрального типу, коефіцієнт пластичності яких наближений до одиниці (0,69–0,96), насіннева продуктивність в них стабільна. За несприятливих умов у них меншою мірою (на  $\leq 33,1 \pm 0,2$  кг/га) знижується насіннева продуктивність, порівняно із

рослинами другої групи (інтенсивного типу). Рослини інших сортозразків проса прутіподібного (у яких варіант стабільності прямує до нуля ( $S^2d \rightarrow 0$ )), володіють вузькою пластичністю й специфічною адаптивністю лише до оптимальних умов, за яких дають високу стабільну насінневу продуктивність (це Дакота, Санберст і Небраска). Однак у несприятливі за погоднокліматичними умовами роки або за низького агрофону вона у них різко знижується. Представники цієї групи вимогливі до високого рівня агротехніки, тільки за цих умов вони максимально реалізують свій біопотенціал.



**Рис. 3.13. Генотиповий ефект за врожайністю насіння сортозразків проса прутіподібного, 2014–2018 рр.**

Особливістю рослин третьої групи помірно екстенсивного типу розвитку є те, що в них  $b_i > 1$ , а  $S^2d$  наближається до нуля (сортозразки Канлоу та Аламо). Це рослини широкоадаптивного спрямування, які характеризуються наближеною до стабільної насінневої продуктивності, але

й позитивно реагують на покращення умов вирощування. У цих сортозразків відмічена висока реакція мінливості рослин до чинників навколишнього середовища, що узгоджується з низькою стабільною врожайністю насіння.

Інший показник, що характеризує крупність насінневого матеріалу – це маса 1000 насінин, що у досліджуваних сортозразків проса прутіподібного варіював у межах – від 0,85 до 1,98 г, проведена оцінка екологічної пластичності за даним показником (табл. 3.11).

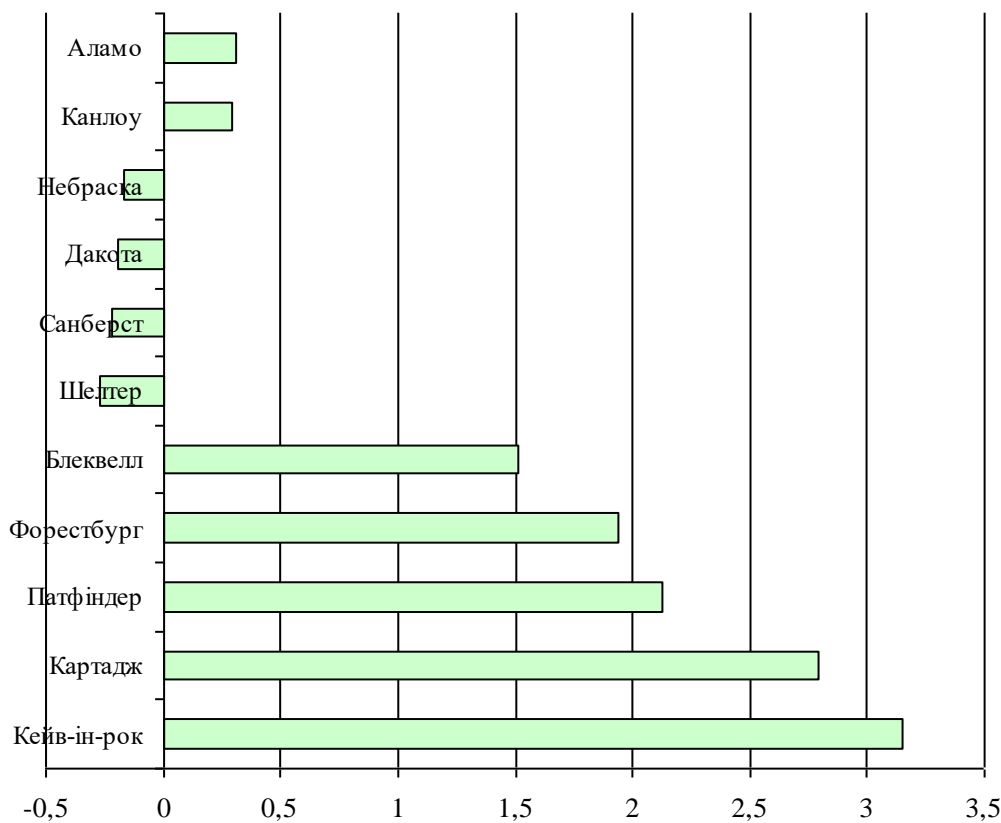
Таблиця 3.11

**Екологічна пластичність сортозразків проса прутіподібного за масою 1000 насінин, 2014–2018 рр.**

Сортозразок	Маса 1000 насінин, г	Генотиповий ефект (Ei)	Ранг	Коефіцієнт регресії (bi)	Ранг	Сума рангів
Санберст	1,98	3,15	1	0,07	1	2
Патфіндер	1,87	2,79	1	0,17	1	2
Шелтер	1,79	-0,13	1	0,19	1	2
Кейв-ін-рок	1,66	1,94	1	0,21	1	2
Небраска	1,62	1,51	1	0,24	1	2
Картадж	1,48	2,77	2	0,49	1	3
Дакота	1,48	-0,22	2	0,52	1	3
Форестбург	1,46	-0,19	2	0,56	1	3
Блеквелл	1,42	-0,17	2	0,61	1	3
Канлоу	0,85	0,29	2	1,21	3	5
Аламо	0,94	0,31	2	1,31	3	5

За масою 1000 насінин виокремлено сортозразки проса прутіподібного: Санберст, Патфіндер, Шелтер, Кейв-ін-рок і Небраска, що відносяться до високопластичних (сума рангів 2), які характеризуються високим проявом генотипового ефекту. Інші сортозразки (рангів 3) –

низькопластичні за крупністю насіння (це Картадж, Дакота, Форесбург і Блеквелл). У випадку  $b_i < 1$  сортозразки в більшій мірі слабше реагують на зміну умов вирощування, ніж в середньому весь набір досліджуваних генотипів (табл. 3.9). Визначення коефіцієнта регресії сортозразків за масою 1000 насінин дало можливість виявити реакцію генотипів на поліпшення умов середовища. Найбільш пластичні ( $b_i > 1$ ) це ті, що здатні значно підвищувати врожайність за сприятливих умов – це сортозразки Небраска, Картадж, Дакота, Форесбург і Блеквелл. Ці сортозразки мають високий потенціал за масою 1000 насінин та здатні максимально реалізувати його у сприятливих умовах вирощування (рис. 3.14).



**Рис. 3.14. Генотиповий ефект за масою 1000 насінин сортозразків проса прутіподібного, 2014–2018 рр.**

Встановлення генотипового ефекту за масою 1000 насінин сортозразків проса прутіподібного дало можливість визначити найбільш пластичні сорти проса прутіподібного. До них відносять наступні: Аламо та Канлоу, що здатні значно підвищувати крупність насіння за сприятливих умов з

нестабільним значенням за даним показником. Менш пластичними, але стабільними прояві щодо маси 1000 насіння виявлено сортозразки Кейв-ін-рок, Картадж, Патфіндер, Форестбург, Блеквелл. Небраска, Дакота, Санберст і Шелтер значно знижують крупність насіння за вирощування у несприятливих умовах.

Отже, з-поміж досліджуваного сортименту до найбільш пластичних сортозразків проса прутіподібного, що здатні значно підвищувати врожайність та крупність насіння за сприятливих умов відносяться: Небраска, Картадж, Дакота, Форесбург і Блеквелл. Сортозразки проса прутіподібного: Санберст, Патфіндер, Шелтер, Кейв-ін-рок і Небраска в меншій мірі реагують на несприятливі умови вирощування та здатні реалізувати свій генетичний потенціал за формування більш крупного насіння та врожайності насіння.

### **Висновки до розділу 3:**

1. З-поміж сортозразків проса прутіподібного, що були поставлені на вивчення, найбільш вагомі насіння мали: Санберст, Патфіндер, Шелтер, найдрібніше насіння було у сортозразків Канлоу та Аламо. Середнє значення за масою 1000 насінин виявлено у сортів Кейв-ін-рок, Дакота, Картадж, Форестбург.

2. За результатами фенологічних спостережень та тривалістю вегетаційного періоду виокремлено: ранні, середні та пізньостиглі генотипи. Ранньостиглі (Дакота, Санберст і Небраска), середньостиглі (Кейв-ін-рок, Форестбург, Картадж, Шелтер) та пізньостиглі (Аламо, Канлоу, Блеквелл, Патфіндер,). За 2014–2018 роки тривалість вегетаційного періоду проса прутіподібного була різною і залежно від кліматичних умов у всіх групах стиглості. Для ранньостиглої групи вегетаційний період становив від 135 до 145 діб (у середньому 140 діб), для середньої знаходився у межах від 157 до 163 діб (у середньому 160 діб) і для пізньостиглих – 178–182 доби (у середньому 180 діб). В середньому за роки досліджень вегетаційний період

пізньостиглих сортів був на 19–21 діб довшим порівняно з середньостиглими, і на 37–43 діб – для ранньостиглих.

3. Усі сортозразки проса прутоподібного мають високу посухо- і морозостійкість – окрім Аламо, Небраска і Канлоу. Високу і середню стійкість до вилягання – мали майже всі сортозразки, окрім Блеквелл, Патфіндер, Канлоу, Аламо. У середньому за усіма показниками (посухо- та морозостійкістю, стійкістю до вилягання) найліпші адаптивні властивості рослин виявлено у сортозразків: Кейв-ін-рок, Картадж, Шелтер і Форестбург.

4. У сортозразків проса прутоподібного Картрадж і Патфіндер відмічено врожайність насіння (317,5 і 329,3 кг/га) на рівні умовного стандарту Кейв-ін-рок. Інший сортозразок Форесбург здатен формувати високу врожайність насіння (312,4 кг/га). Сортозразки Блеквелл, Шелтер, Санберст, та Дакота відносимо до середньоврожайних (215,4–307,2 кг/га), інші – Небраска, Канлоу та Аламо формують низьку продуктивність насіння (86,0–118,5 кг/га). Насіннева продуктивність проса прутоподібного залежить як від продуктивності кожної рослини у фітоценозі, так і від сортового складу, морфо-біологічних особливостей та тривалості вегетаційного періоду рослин.

5. Встановлено, що врожайністю насіння більшість сортозразків поставлених на вивчення має сильний кореляційний зв'язок з густота стеблостою ( $r > 0,7$ ) та середній з висотою стеблостою ( $r = 0,65 \dots 0,84$ ), окрім сортів Форестбург і Дакота. Врожайність схожого насіння сортозразка Кейв-ін-рок має сильну залежність із індексом волоті ( $r 0,72$ ) їх кількості на рослині ( $r 0,89$ ) та масою насіння з волоті ( $r 0,73$ ), а також із масою 1000 насінин ( $r 0,70$ ). Для сортозразка Картадж виявлено сильну кореляцію між насінневою врожайністю та кількістю волотей на рослині ( $r 0,82$ ) та масою насіння з неї ( $r 0,77$ ). Урожайність насіння сортозразків Блеквелл й Патфіндер середньою мірою обумовлена кількістю волотей (відповідно  $r 0,43$  і  $0,40$ ), масою насіння з волоті (відповідно  $r 0,31$  і  $0,35$ ) та виходом насіння (відповідно  $r 0,53$  і  $0,55$ ). Врожайність насіння сортозразків Шелтер і

Форестбург залежить від маси насіння з волоті при коефіцієнті кореляції, відповідно  $r$  0,82 та 0,84, середньою мірою – від кількості волотей, виходу насіння та крупності насіння, слабку кореляцію виявлено з індексом волоті ( $r < 0,3$ ). Усі сортозразки проса прутоподібного мали обернений зв'язок із масою насінневих лусок

6. Найбільш пластичні сорти проса прутоподібного це ті, що здатні значно підвищувати врожайність за сприятливих умов – це сорти Небраска, Картрадж, Дакота, Форесбург і Блеквелл, з нестабільною продуктивністю насіння. Менш пластичними, але стабільними щодо врожайності насіння виявлено сортозразки Кейв-ін-рок, Картадж, Патфіндер, Форестбург, Блеквелл і Шелтер.

Публікації до розділу: 141–142.

**РОЗДІЛ 4**  
**ВИВЧЕННЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ПРОСА**  
**ПРУТОПОДІБНОГО ЗА КОМПЛЕКСОМ ГОСПОДАРСЬКО-ЦІННИХ**  
**ОЗНАК**

**4.1. Дослідження кількісних показників рослин вихідного матеріалу проса прутіподібного**

Загальновідомо, що мінливість передбачає здатність організмів позбуватися колишніх чи набувати нових морфо-фізіологічних або біохімічних ознак чи властивостей. Ці зміни виявляються також у кількісних показниках рослин (біометричних показниках). До кількісних показників проса прутіподібного відносимо вегетативну частину рослин: висоту рослин, кількість стебел, кількість листків, довжину та ширину листків (табл. 4.1). А також сюди відносять і генеративні елементи рослин: кількість волотей, довжину волоті та індекс волоті, кількість гілочок першого порядку, масу зерна з волоті та ін. (табл. 4.1).

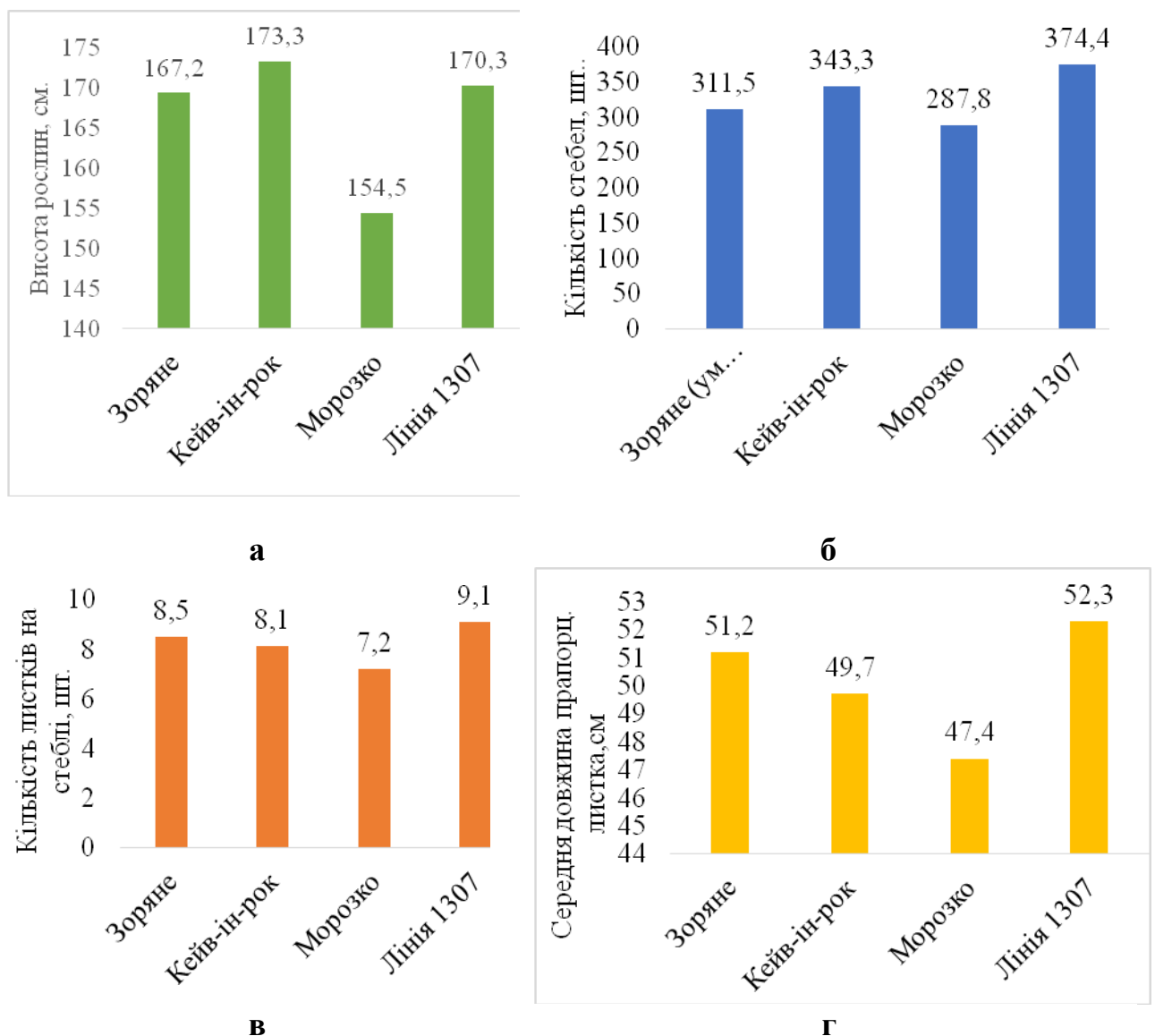
*Таблиця 4.1*

**Кількісні ознаки вегетативних стебел проса прутіподібного,**  
**середнє за 2015-2019 рр.**

Сортозразок	Висота рослин, см	Кількість стебел, шт./м.п.	Кількість стебел, шт./м <sup>2</sup>	Кількість листків на стеблі, шт.	Середня довжина прапорц. листка, см
Зоряне (ум. ст.)	167,2	311,5	691,5	8,5	51,2
Кейв-ін-рок	173,3	343,3	762,1	8,1	49,7
Морозко	154,5	287,8	638,9	7,2	47,4
Лінія 1307	170,3	374,4	831,2	9,1	52,3
НІР <sub>05</sub>	12,6	26,0	27,1	0,6	2,5



З-поміж сортозразків проса прутіоподібного, що вивчалися, за роки дослідження найбільшою висотою рослин характеризувався сорт Кейв-ін-рок (173,3 см) та Лінія 1307 (170,3 см) цей показник виявився на рівні умовного стандарту (сорту Зоряне). Суттєво меншим стеблостій був у сорту Морозко (154,5 см). Густота стеблостою була більшою у Лінії 374,4 (831,2 шт./м<sup>2</sup>) найменшим цей показник був у сортозразків Морозко – 287,8 шт./м.п. (638,9 шт./м<sup>2</sup>). За кількістю листків на стеблі та стебел на рослинах і довжиною прапорцевого листка (більше 51,0 см) виокремлено сорт Зоряне і Лінію 1307 (рис. 4.1).



**Рис. 4.1.** Мінливість кількісних показників вегетативної частини сортозразків проса прутіоподібного: а – висота росли (см), б – кількість стебел, в – кількість листків, г – довжина прапорцевого листка, середнє за 2015-2019 рр.

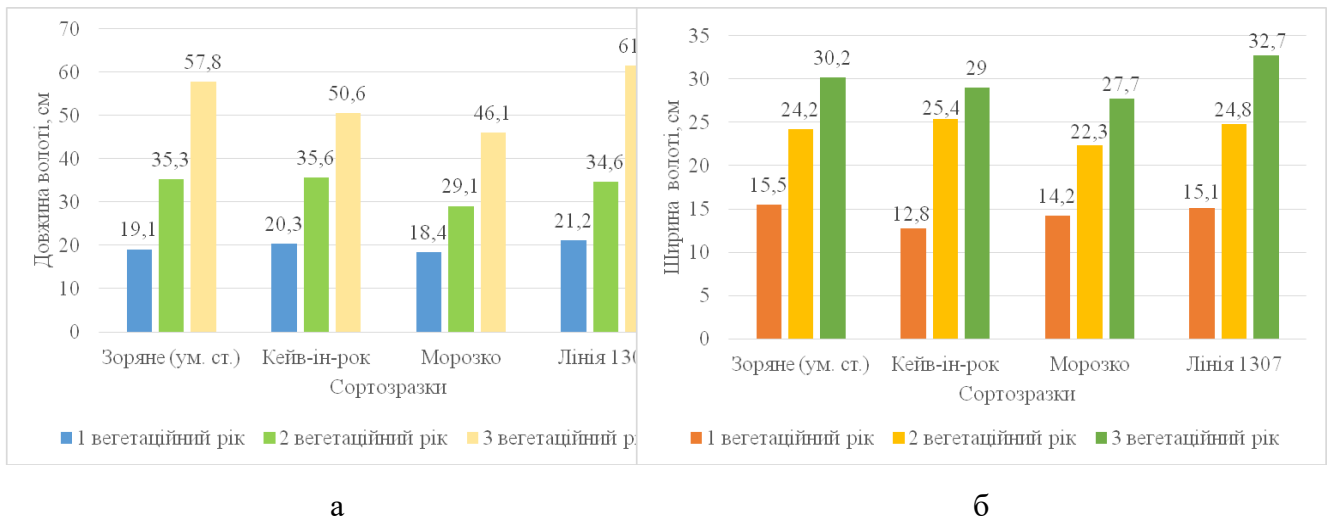
Елементи структури волоті, їх кількість, а також кількість гілочок першого порядку, та маса насіння з волоті сортименту проса прутоподібного мали наступні показники (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

**Кількісні показники генеративних пагонів проса прутоподібного,  
середнє за 2015-2019 рр.**

Сортозразок	Довжина волоті, см	Ширина волоті, см	Індекс волоті	Кількість гілочок 1-го порядку, шт.	Кількість волотей, шт./м <sup>2</sup>	Маса насіння з волоті, г
Зоряне (ум. ст.)	37,4	23,3	0,62	11,4	168,3	0,51
Кейв-ін-рок	35,5	22,4	0,63	10,9	164,5	0,44
Морозко	31,2	21,4	0,69	13,8	161,8	0,42
Лінія 1307	39,1	24,2	0,62	14,7	182,0	0,48
НІР <sub>05</sub>	3,1	1,7	–	1,4	3,4	0,04

У загальному за роки дослідження варіювання довжина волоті у сортозразків проса прутоподібного було від 31,2 до 39,1 см, з найбільшим значенням у Лінії 1307 (рис. 4.2). Індекс волоті був в межах від 0,62 до 0,69 см. Кількість гілочок 1 – го порядку по сортозразках варіювала в межах від 10,9 до 14,7 штук з найбільшим значенням у Лінії 1307, найменшим – сортозразка Кейв-ін-рок. Кількість волотей була в межах від 168,3 до 182,0 штук на метр квадратний, рівнозначна їх кількість біла у с. Кейв-ін- рок та Морозко, найбільша – у Лінії 1307. Що стосується маси насіння з волоті то вона теж була різною по сортозразках: найбільшою вона виявлена у сортозразка Зоряне (0,51 г) та Лінії 1307 (0,48 г). З'ясовано, що в середньому довжина волоті сортозразків проса прутоподібного збільшувалася з кожним роком вегетації. Так, в умовах першого вегетаційного року довжина волоті у сортозразка Зоряне була на рівні 19,1 см, на другий рік досягала 35,3 см, а на третій становила 57,8 см (рис. 4.2).



**Рис. 4.2. Довжина (а) і ширина (б) волоті сортозразків проса прутіподібного, середнє за 2015-2019 рр.**

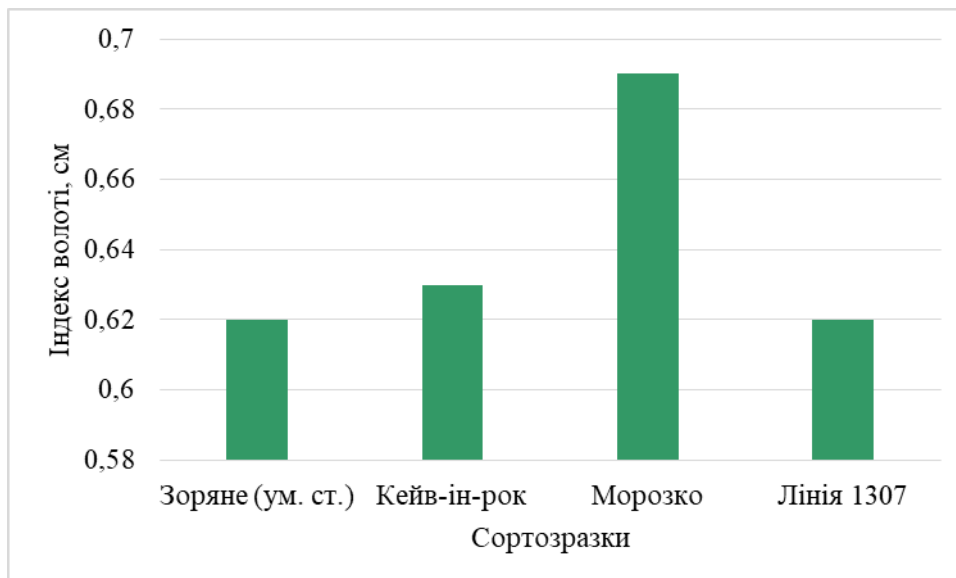
Аналогічна закономірність збільшення довжини волоті отримано і по інших сортозразках. У сортозразка Кейв-ін-рок за перший вегетаційний рік довжина волоті становила 20,3 см, на другий вегетаційний рік дорівнювала 35,6 см, на третій рік 50,6 см. Морозко ж відзначився найнижчими показниками в порівнянні з іншими сортозразками: перший рік довжина волоті становила 18,4 см, другий рік вегетації – 29,1 см і третій рік - 46,1 см. Лінія 1307 за довжиною волоті по першому вегетаційному році мала показник 21,2 см, другий рік 34,6 см, третій рік становила 61,5 см.

Порівняно з умовним стандартом (сорт Зоряне) довжина волоті сортозразка Кейв-ін-рок першого року вегетації на 1,2 см була більшою, на другий вегетаційний рік вона перевищувала стандарт на 0,3 см, а на третій – була меншою на 7,2 см. Сорт Морозко в порівнянні з сортом Зоряне мав довжину волоті меншу на 0,7 см станом на перший рік вегетації, на другий рік вегетації довжина волоті була менше ніж в умовного стандарта на 6,2 см, на третій рік - менша від сорту Зоряне на 11,7 см. Зіставивши показники сорту Зоряне з Лінією 1307 бачимо, що починаючи уже з першого року вегетації довжина волоті Лінії 1307 на 2,1 см більша за стандарт, на другий рік вегетації умовний стандарт має більшу довжину волоті на 0,7 см, на третій рік – Лінія 1307 мала довжину волоті на 3,7 см більшу від Зоряного.

Визначено, що у сорту Зоряного ширина волоті варіював від 15,5 см на перший вегетаційний рік до 30,2 см – на третій. У сортозразка Кейв-ін-рок цей показник змінювався – від 12,8 см до 29,0 см. У сорту Морозко мінливість показника ширини волоті була в межах від 14,2 до 27,7 та у Лінії від 15,1 до 32,7 см.

У порівнянні із стандартом Кейв-ін-рок під час першого року вегетації мав довжину волоті на 2,7 см меншу, на другий рік на 1,2 см більшу від Зоряного, на третій рік – на 1,2 см меншу. Зіставляючи показники сорту Морозко бачимо, що за перший вегетаційний рік ширина волоті на 1,3 см була меншою від стандарту, на другий рік на 1,9 см менша, на третій рік вегетації на 2,5 см менша Зоряного. Ототожнюючи Лінію 1307 ширина волоті у перший рік вегетації менша стандарту на 0,4 см, другий рік вегетації – на 0,6 см менша Зоряного та на третій рік вегетації – Лінія 1307 мала показник ширини волоті більше на 2,5 см порівняно з стандартом.

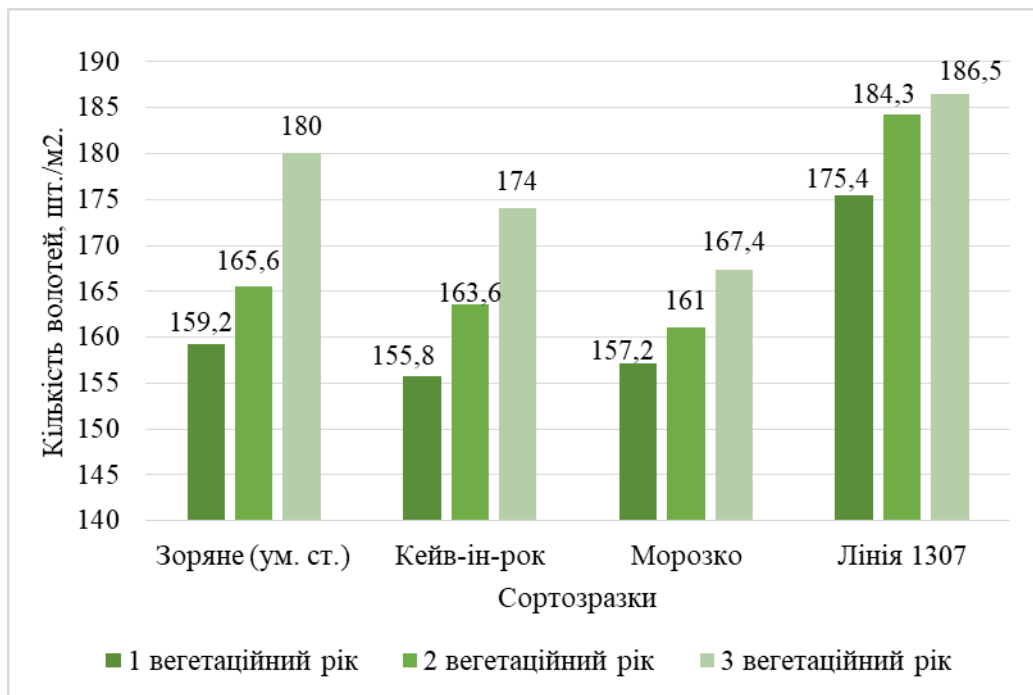
Індекс волоті, що характеризує її компактність, в межах кожного вегетаційного року змінювалася у незначних межах (рис. 4.3).



**Рис. 4.3. Індекс волоті сортозразків проса прутоподібного, середнє за 2015-2019 рр.**

Визначено, що у сорту Зоряного та Лінії 1307 індекс волоті був рівнозначним і становив 0,62 см, що характеризує її видовжену форму. Аналогічна характеристика і волоті сортозразка Кейв-ін-рок, у якого цей показник був на рівні 0,63 см, а от у сорту Морозко цей індекс становив 0,69 см, що свідчить про більш округлу форму.

Кількість волотей у першій вегетаційний рік була найменша у сортозразка Кейв-ін-рок і становила 155,8 шт./м<sup>2</sup>, найбільша у Лінії 1307 – на рівні 175,4 шт./м<sup>2</sup> (рис. 4.4).



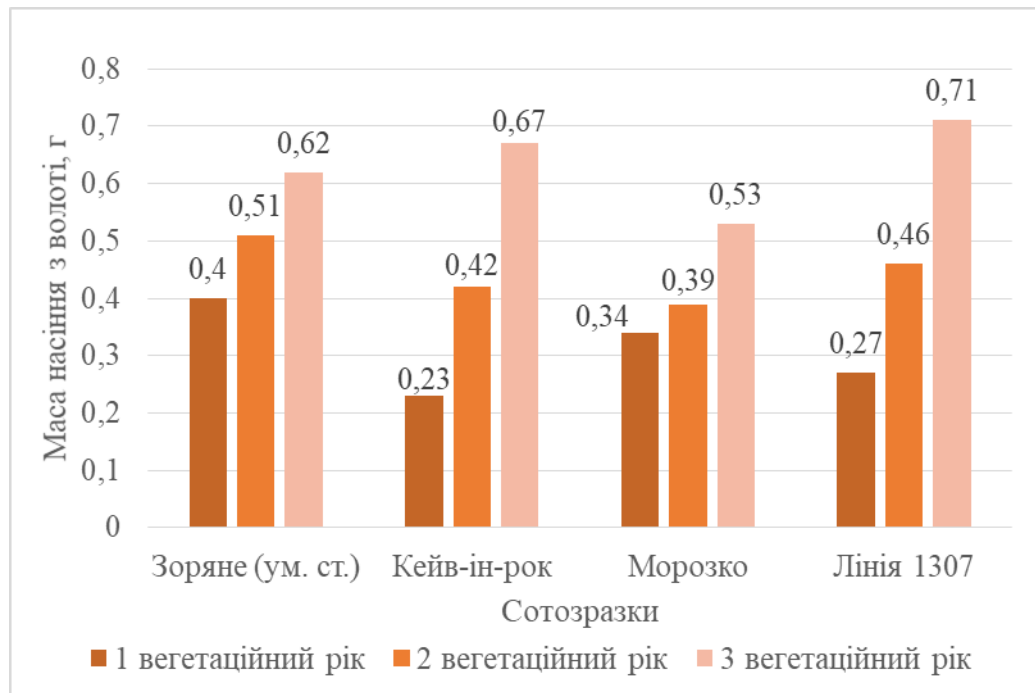
**Рис. 4.4. Кількість волотей проса прутоподібного, середнє за 2015-2019 рр.**

Аналізуючи другий вегетаційний рік можемо відмітити наступну залежність. Найменшу кількість волотей мав сорт Морозко на рівні 161,0 шт./м<sup>2</sup>, а найбільшу – Лінія 1307 (184,3 шт./м<sup>2</sup>). В умовах третього вегетаційного року відмічено, що у Морозко кількість волотей становила 167,4 шт./м<sup>2</sup>, з найбільшим значенням за даним показником у Лінії 1307 – на рівні 186,5 шт./м<sup>2</sup>

У порівнянні із стандартом на перший рік вегетації Кейв-ін-рок мав кількість волотей на 3,4 шт./м<sup>2</sup> менше, із збільшення даного показника на

другий вегетаційний рік (на 2 шт./м<sup>2</sup>), на третій відмічали його зменшення – на 6 шт./м<sup>2</sup>. У сорту Морозко на перший рік вегетації визначено на 2 шт./м<sup>2</sup> більше волотей, ніж у сорту Зоряне, на другий рік вегетації – на 4,6 шт./м<sup>2</sup> менше, та на третій рік – на 12,6 шт./м<sup>2</sup> менше умовного стандарту.

Найменша маса насіння формувалася у волоті на перший вегетаційний рік у сортозразка Кейв-ін-рок (0,23 г), а найбільша – у сорту Зоряне на рівні 0,4 г (рис. 4.5).



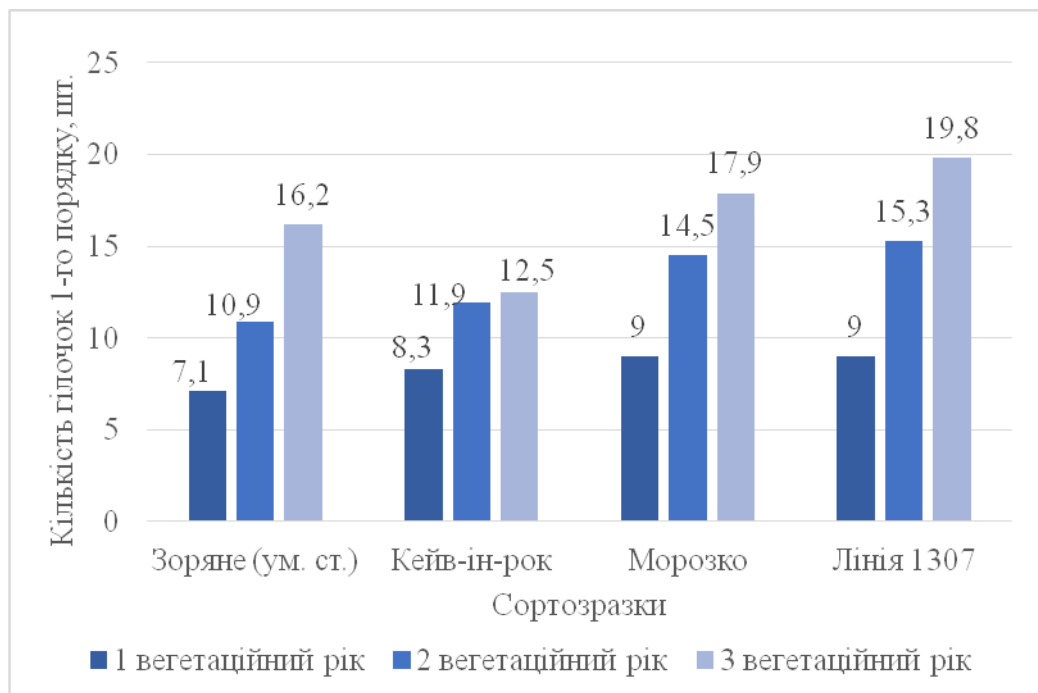
**Рис. 4.5. Маса насіння з волоті по сортозразках проса прутноподібного, середнє за 2015-2019 рр.**

Аналізуючи другий вегетаційний рік можемо відмітити наступну залежність: найменшу масу насіння з волоті забезпечив сортозразок Морозко на рівні 0,39 г. Поряд з цим, найбільшу масу насіння з волоті мав умовний стандарт – сорт Зоряне, на рівні 0,51 г. В умовах третього вегетаційного року відмічено, що у Морозко маса насіння з волоті становила 0,53 г, з найбільшим значенням за даним показником у сортозразки Кейв-ін-рок (0,67 г) та Лінії 1307 на рівні 0,71 г.

У порівнянні із стандартом на перший рік вегетації Кейв-ін-рок мав масу насіння з волоті на 0,17 г менше, на другий вегетаційний рік на 0,09 г менше

сорту Зоряне, на третій – на 0,05 г більше. Сорт Морозко на перший рік вегетації на 0,06 г менше забезпечив масу насіння ніж у сорту Зоряне, на другий рік вегетації це показник також був на 0,12 г меншим, а та на третій рік вегетації – практично на рівні сорту-стандарту (лише на 0,03 г менше). Лінія 1307 на перший рік вегетації мала масу насіння на 0,13 г менше, на другий вегетаційний рік на 0,05 г менше сорту-стандарту, а на третій рік сформувала на 0,09 г більше сорту Зоряне.

З кожним роком вегетації відмічено динаміку збільшення не лише параметрів волоті, їх кількість та маса насіння з волоті, але й кількості гілочок 1-го порядку у досліджуваних сортозразків проса прутоподібного (рис. 4.6).

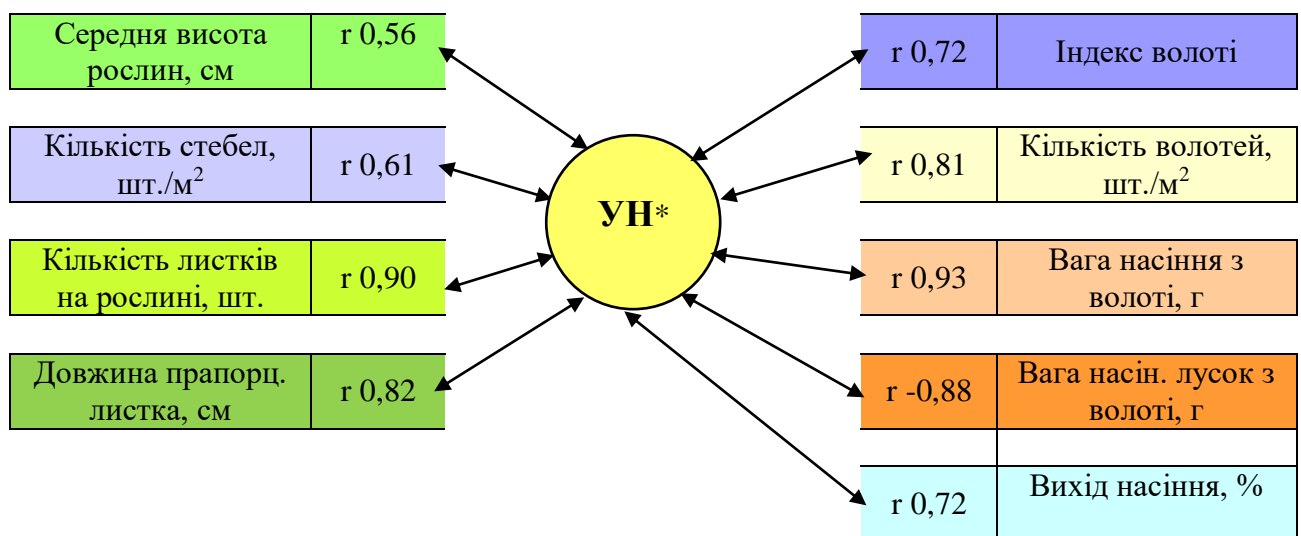


**Рис. 4.6. Кількість гілочок 1 - го порядку у волоті по сортозразках проса прутоподібного, середнє за 2015-2019 рр.**

У середньому за роки дослідження за морфометричними параметрами волоті найвищі показники, порівняно з умовним стандартом (с. Зоряне), були у сортозразків Кейв-ін-рок і Лінії 1307. Ці ж сортозразки формували найбільшу масу насіння з волотей, що і обумовило високу насінневу продуктивність рослин проса прутоподібного.

## 4.2. Кореляційні залежності між кількісними показниками рослин і врожайністю насіння

Для встановлення взаємовпливу кількісних показників вегетативної та генеративної частини рослин й врожайності насіння за сортозразками проса прутоподібного було проведено кореляційно-регресійний аналіз. На основі чого було побудовано кореляційні плеяди (рис. 4.7–4.10).



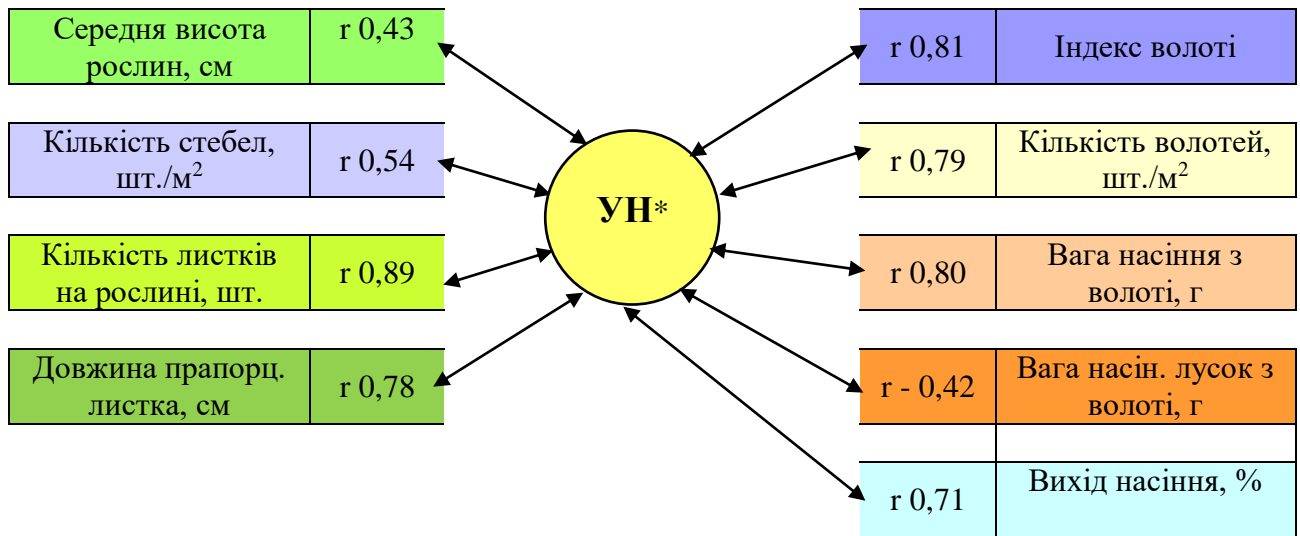
\*Примітка: УН – урожайність схожого насіння, г/м<sup>2</sup>.

**Рис. 4.7. Кореляційні зв'язки між кількісними показниками рослин та врожайністю насіння проса прутоподібного сорту Зоряне, 2014–2019 рр.**

За результатами проведеного кореляційного аналізу встановлено сильний зв'язок між насінневою врожайністю сорту Зоряне та кількістю листків на рослині (r 0,90) й довжиною прапорцевого листка (r 0,82). Середньою мірою з урожайністю насіння корелює висота та густота стеблостою проса прутоподібного сорту Зоряне, відповідно коефіцієнти кореляції становили 0,56 і 0,61. Визначено щільний зв'язок між урожайністю насіння й елементами структури волоті (індекс волоті та їх кількості на 1м<sup>2</sup>, вагою насіння та насінневих лусок) та виходом насіння (r > 0,70). Вага насінневих лусок має обернений щільний зв'язок із врожайністю насіння сорту Зоряне.



Кореляційні зв'язки між кількісними показниками рослин та врожайністю схожого насіння проса прутоподібного сорту Кейв-ін-рок наведено на рис. 4.8.

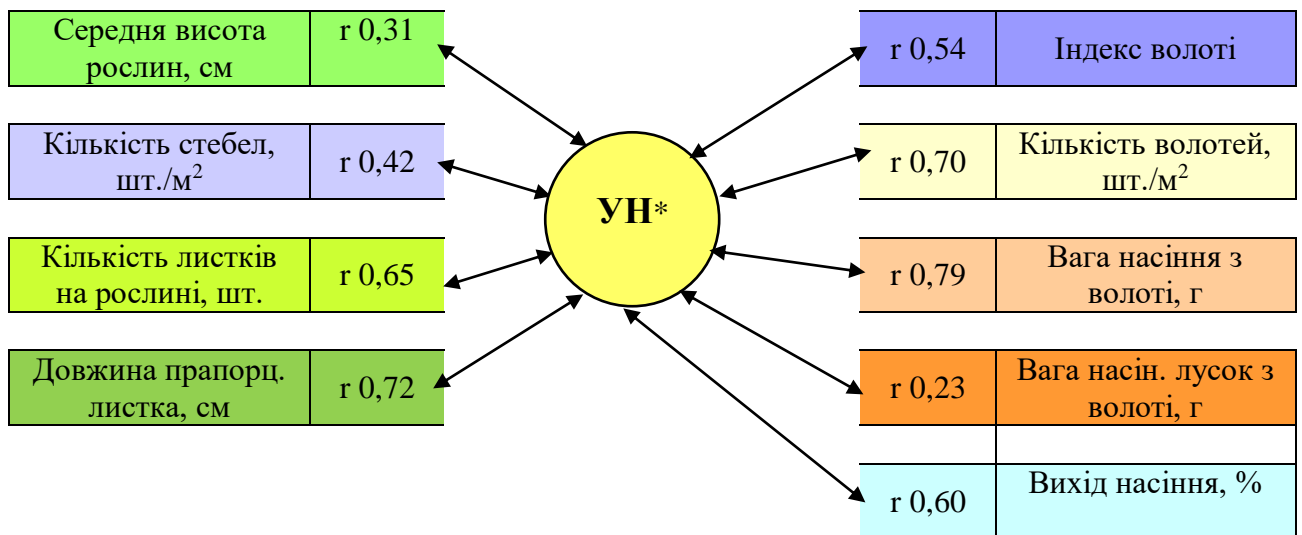


\*Примітка: УН – урожайність схожого насіння, г/м<sup>2</sup>.

**Рис. 4.8. Кореляційні зв'язки між кількісними показниками рослин та врожайністю насіння проса прутоподібного сорту Кейв-ін-рок, 2014–2019 рр.**

Визначення кореляційних взаємовпливів по сортозразку Кейв-ін-рок дало можливість встановити сильний зв'язок між насінневою врожайністю та кількістю листків на рослині й довжиною прапорцевого листка, відповідно 0,89 і 0,78, середній – між висотою рослин (r 0,43) та кількістю стебел на 1 м<sup>2</sup> (r 0,54). Тобто, елементи фотосинтезуючого апарату рослин проса прутоподібного мають істотний вплив на формування високого рівня врожайності насіння.

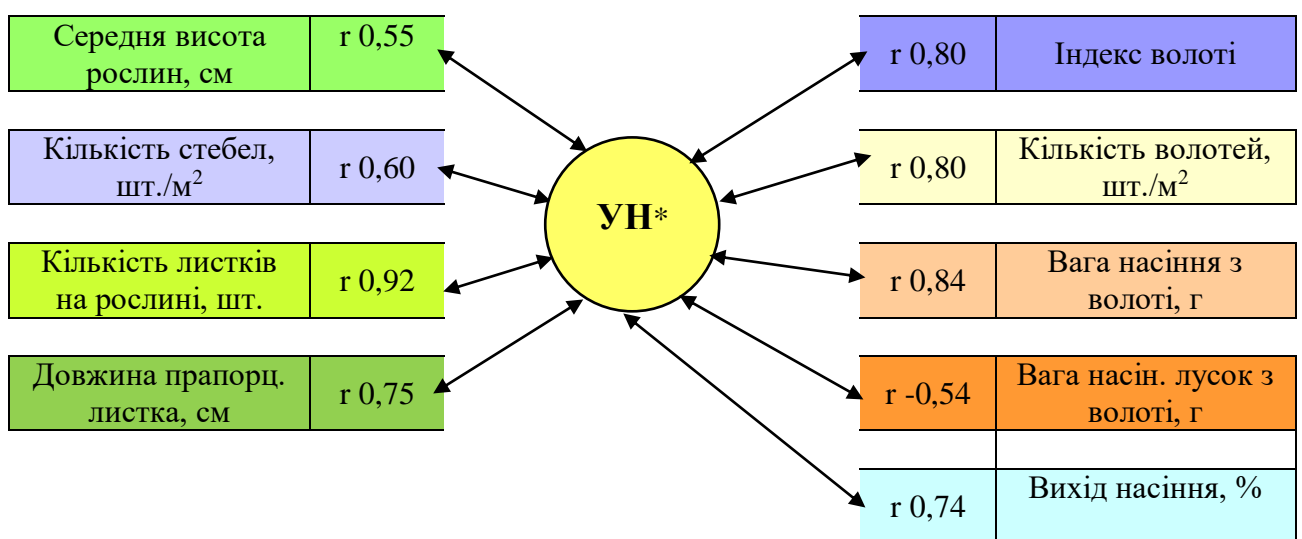
Встановлено достовірний прямолінійний зв'язок виявлено між усіма елементами структури волоті (окрім ваги насінневих лусок r -0,42) і врожайністю насіння сортозразки Кейв-ін-рок. Звідси можна стверджувати, що насіннева врожайність цього сорту проса прутоподібного формується як за рахунок вегетативних елементів рослин, та і з урахуванням елементів структури волоті за її індексом, кількістю генеративних пагонів (волотей) та ваги насіння з них, а також тісно пов'язана із виходом схожого насіння.



\*Примітка: УН – урожайність схожого насіння, г/м<sup>2</sup>.

**Рис. 4.9. Кореляційні зв'язки між кількісними показниками рослин та врожайністю насіння проса прутоподібного сорту Морозко, 2014–2019 рр.**

Для сорту Морозко, з-поміж вегетативної частини рослин, найбільший вплив на врожайність насіння має довжина прапорцевого листка (r 0,72), інші показники корелюють середньої мірою. Кількість волотей та вага насіння з них мають сильний зв'язок із насінневою врожайністю, відповідно r 0,70 і 0,79, середній – із індексом волоті (r 0,54) та виходом насіння (r 0,60). Достовірного зв'язку між вагою насінневих лусок та рівнем врожайності насіння не виявлено.



\*Примітка: УН – урожайність схожого насіння, г/м<sup>2</sup>.

**Рис. 4.10. Кореляційні зв'язки між кількісними показниками рослин та врожайністю насіння проса прутоподібного Лінія 1307, 2014–2019 рр.**

Встановлено, що найбільший вплив на врожайність насіння відібраної лінії проса прутоподібного має кількість листків на рослині ( $r\ 0,92$ ) й довжиною прапорцевого листка ( $r\ 0,75$ ), середній – інші показники вегетативної частини рослин. Генеративні елементи рослин мають пряmolінійний кореляційний зв'язок із насінневою врожайністю проса прутоподібного. Вага насінневих лусок має обернений зв'язок із насінневою врожайністю на рівні  $r\ -0,54$ .

#### **4.3. Дослідження крупності насіння сортозразків проса прутоподібного**

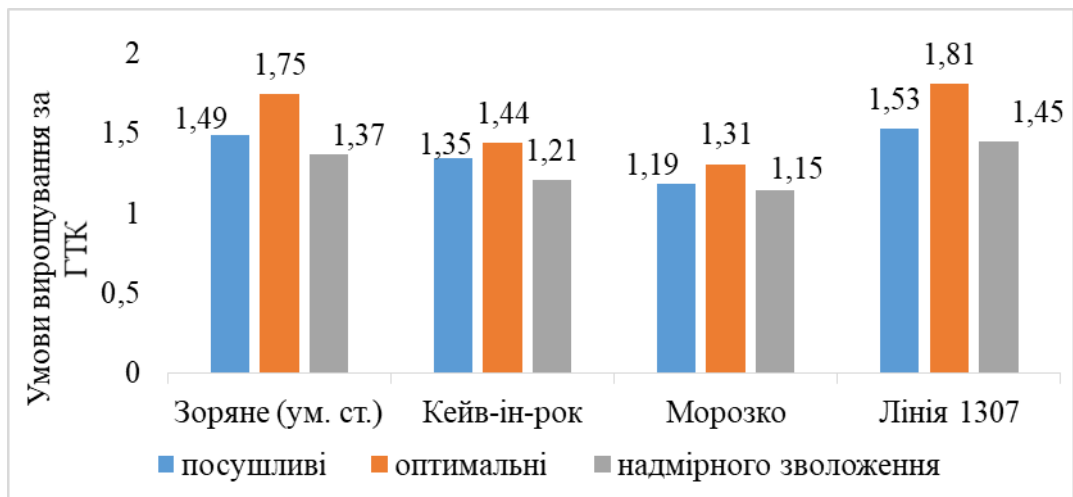
Маса 1000 насінин сортів проса прутоподібного залежить як від впливу погодних умов вегетаційного періоду, так і від властивостей сорту. Визначено значне варіювання показника крупності насіння сортозразків, який в середньому за роки дослідження знаходилася в межах 1,15–1,75 г.

В оптимальні роки за вологозабезпеченням мінімальну масу 1000 насінин формував сорт Морозко (1,31 г), суттєво більшу сортозразок Кейв-ін-рок (1,44 г), а максимальну забезпечили сорт Зоряне та Лінія 1307, відповідно – 1,75 і 1,81 г (табл. 4.3, рис. 4.11).

*Таблиця 4.3*

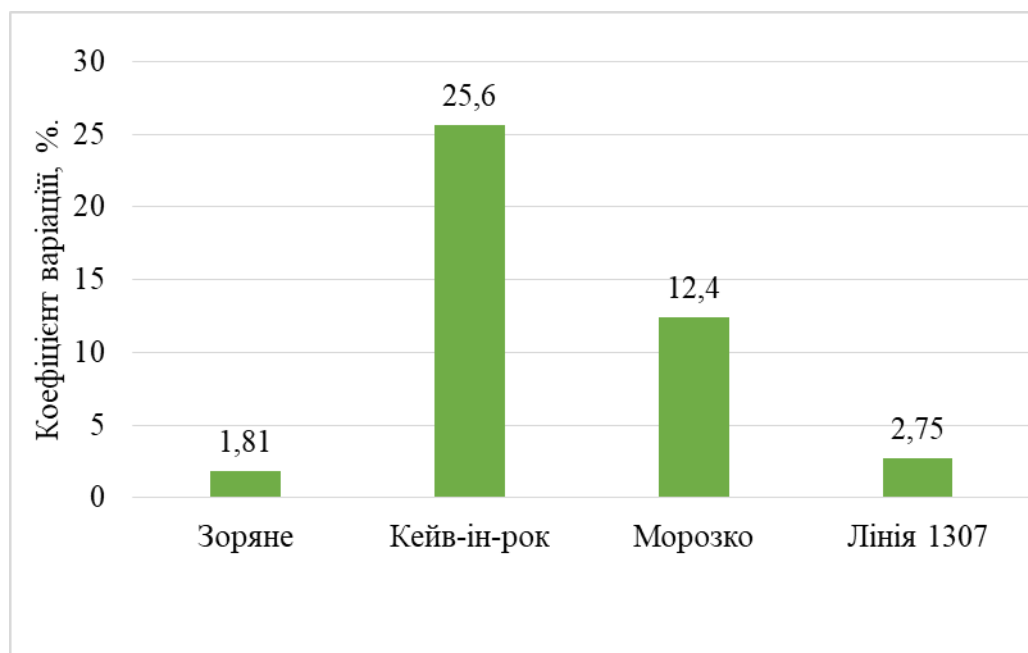
#### **Маса 1000 насінин проса прутоподібного залежно від умов вирощування, середнє за 2015-2019 рр.**

Сортозразок	Умови вирощування за ГТК			+ / –до оптимуму
	посушливі ГТК <1	оптимальні (ГТК 1,0–1,5)	надмірного зволоження (ГТК > 1,5)	
Зоряне (ум. ст.)	1,49	1,75	1,81	– 0,26...– 0,38
Кейв-ін-рок	1,35	1,44	2,56	– 0,23...– 0,09
Морозко	1,19	1,31	1,24	– 0,12...– 0,16
Лінія 1307	1,53	1,81	2,75	– 0,28...– 0,36



**Рис. 4.11. Вплив умов вирощування проса прутоподібного за ГТК на крупність насіння, середнє за 2015-2019 рр**

Визначено, що у посушливих умовах вегетаційного періоду показник маси 1000 насінин (МТН) для сортів поставлених на вивчення змінюється у межах – від 1,19 до 1,53 г, періоди надмірного зволоження – від 1,24 до 2,75 г, а в умовах близьких до оптимальних – крупність насіння буде найбільшою – від 1,31 до 1,81 г. З поміж сортів проса прутоподібного найбільш ваговите насіння формують сорти Зоряне і Лінія 1307. Коефіцієнт варіації за даним показником наведено на рис. 4.12.



**Рис. 4.12. Коефіцієнт варіації маси 1000 насінин сортозразків проса прутоподібного, 2015-2019 рр.**

Для сортотразків Зоряне і Лінія 1307 встановлено слабкий коефіцієнт варіації ознаки (V), відповідно 1,81 та 2,75 %, а для сорту Морозко – середній (12,4 %), а для сорту Кейв-ін-рок – значний (25,6 %).

Шляхом обчислення кореляції між кількісними показниками генеративної частини рослин виявлено, що показник маси 1000 насінин має сильний зв'язок із кількістю гілочок першого порядку ( $r$  0,78...0,81) і помірний – із індексом волоті ( $r$  0,31...0,43). Ця особливість була характерною для усіх сортотразків проса прутоподібного, що вивчались.

#### **4.4. Оцінка врожайності насіння сортотразків проса прутоподібного залежно від умов вирощування**

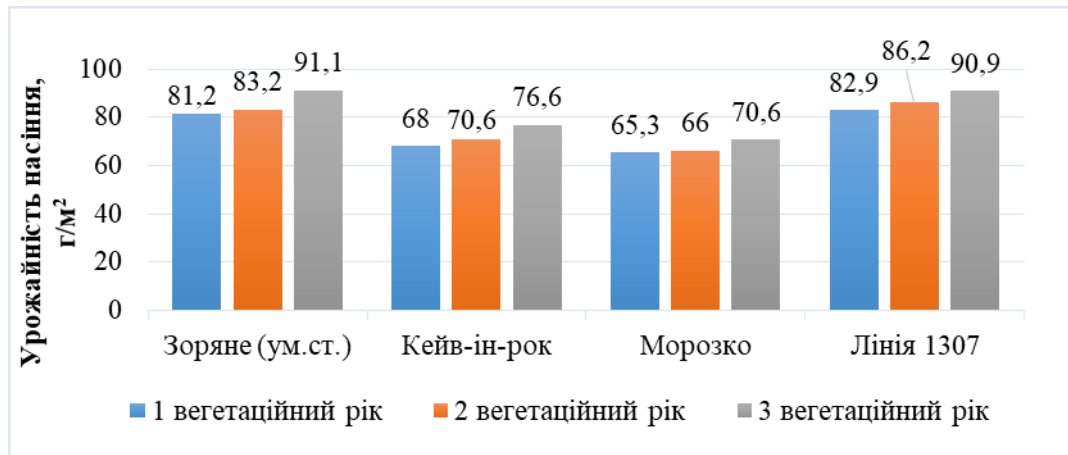
Для встановлення рівня врожайності схожого насіння, згідно виходу насіннєвого матеріалу, було визначено загальну врожайність, яка у середньому за роки дослідження, порівняно з умовним стандартом для сортотразка Кейв-ін-рок була меншою на 13,4 г/м<sup>2</sup>, сорту Морозко – на 17,8 г/м<sup>2</sup>, а для Лінії 1307 – в межах НІР (табл. 4.4).

*Таблиця 4.4*

#### **Урожайність та вихід схожого насіння проса прутоподібного, середнє за 2015-2019 рр.**

Сортотразок	Урожайність насіння, г/м <sup>2</sup>	Маса насіннєвих лусок, г/м <sup>2</sup>	Урожайність схожого насіння, г/м <sup>2</sup>	Вихід схожого насіння, %
Зоряне (ум. ст.)	85,1	29,7	55,4	65,1
Кейв-ін-рок	71,7	25,7	46,0	64,1
Морозко	67,3	26,0	41,3	61,3
Лінія 1307	86,7	30,4	56,3	64,9
НІР <sub>05</sub>	6,7	1,1	5,1	1,9

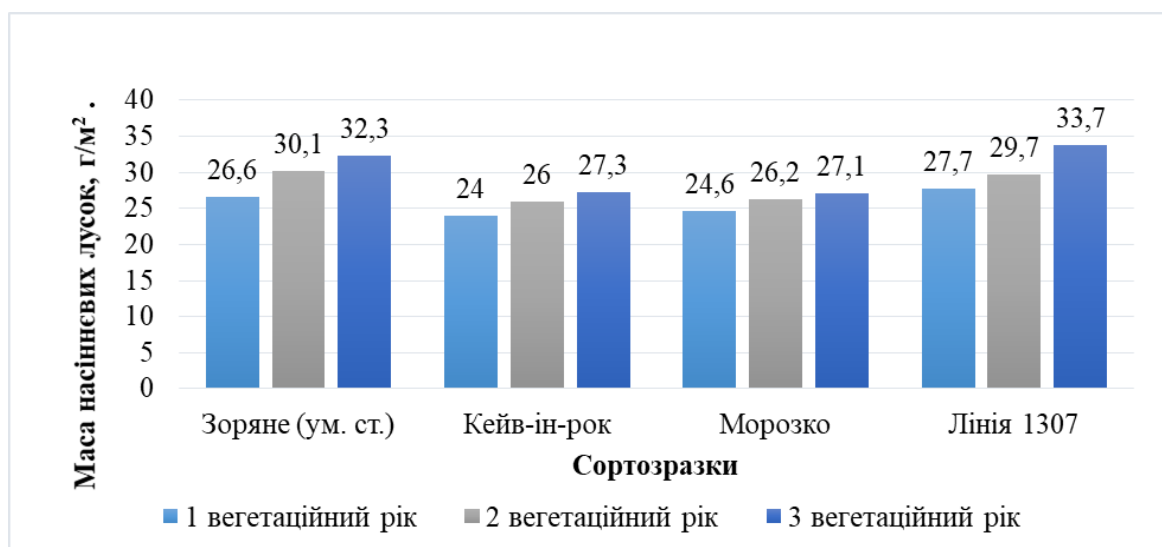
З поміж досліджуваних сортозразків спостерігаємо тенденцію збільшення врожайності насіння по кожному з вегетаційних років, найвищий рівень якої мали всі сортозразки на третій рік вегетації (рис. 4.13).



**Рис. 4.13. Урожайність насіння проса прутоподібного, середнє за 2015-2019 рр.**

Встановлено, що умовний стандарт мав найкращі показники врожайності з-поміж усіх взятих на вивчення сортозразків у 1-му вегетаційному році – 81,2 г/м<sup>2</sup> із збільшення на третій рік – до 91,1 г/м<sup>2</sup>. Проте починаючи вже з першого вегетаційного року Лінія 1307 мала кращі показники – 82,9 та 86,2 г/м<sup>2</sup> на другий рік вегетації. Ці сортозразки мали значно більшу врожайність насіння порівняно з іншими.

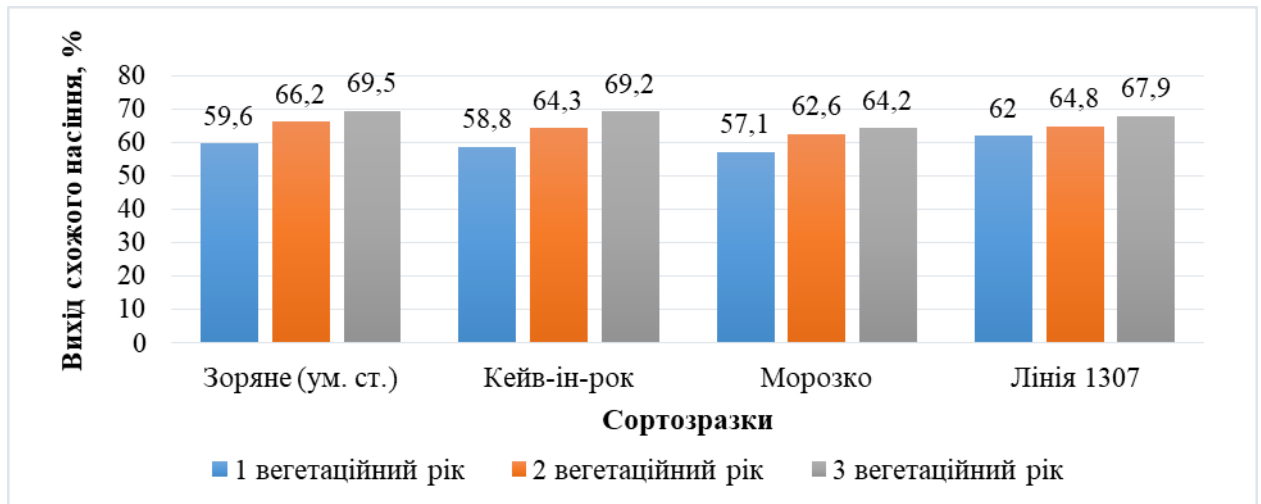
Аналогічну тенденцію збільшення спостерігаємо також і за масою насінневих лусок (рис.4.14).



**Рис. 4.14. Маса насінневих лусок проса прутоподібного, середнє за 2015-2019 рр.**

Набільшу масу насінневих лусок по всім сортозразкам мала Лінія 1307 уже з першого вегетаційного року в межах 27,7 та 33,7 г/м<sup>2</sup>.

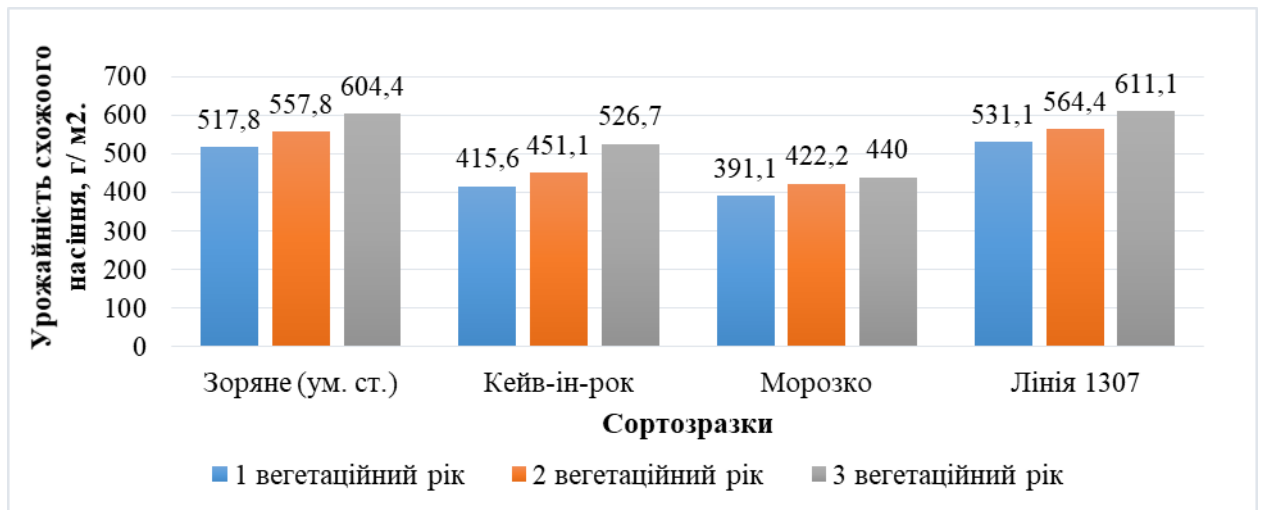
З поміж досліджуваних сортозразків за виходом схожого насіння отримано аналогічну тенденцію його збільшення з кожним роком вегетації (рис. 4.15).



**Рис. 4.15. Вихід схожого насіння проса прутоподібного, середнє за 2015-2019 рр.**

У перший вегетаційний рік найбільший вихід схожого насіння був у Лінії 1307 – 62,0 %, в другому та в третьому вегетаційному році найбільший показник був у сортозразка Зоряне – 66,2 % 69,5 % відповідно.

Найважливіший показник – урожайність схожого насіння, який за сортозразками проса прутоподібного варіював у межах – від 391,1 г/ м<sup>2</sup> до 611,1 г/ м<sup>2</sup> і залежав як від виходу його, так і від маси насінневих лусок. Встановлено, що у перший вегетаційний рік урожайність схожого насіння була в умовного стандарту (Зоряне) на рівні 517,8 г/ м<sup>2</sup>, в другий та третій вегетаційний рік найбільшу врожайність схожого насіння мала Лінія 1307 на рівні – 564,4 г/ м<sup>2</sup> та 611,1 г/ м<sup>2</sup> (рис. 4.16).



**Рис. 4.16. Урожайність схожого насіння проса прутоподібного, середнє за 2015-2019 рр.**

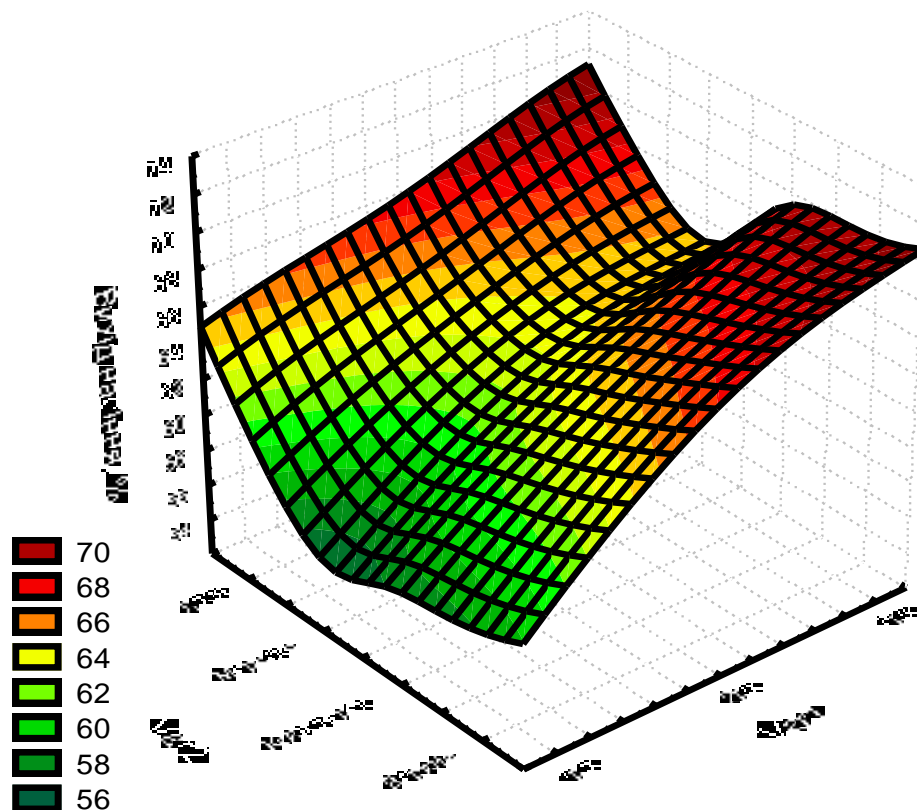
Вплив умов вирощування на врожайності насіння проса прутоподібного показує значний вплив погодних умов за ГТК. Сортозразки проса прутоподібного Зоряне та Лінія 1307, які вирощувалися в умовах вегетації, що характеризуються як посушливі (ГТК близький до 1) та за умов зволоженням близьких до оптимальних значень (ГТК = 1) формують більший вихід та врожайність схожого насіння, порівняно надмірно зволуженими (ГТК > 1) роками. Інші сортозразки – Морозко та Кейв-ін-рок більшу врожайність схожого насінневого матеріалу забезпечували в роки із значенням ГТК за вегетаційний період = 1, відхилення від цього показника як в сторону збільшення, так і зменшення – знижувало врожайність та вихід схожого насіння.

Сорт Зоряне найбільший вихід схожого насіння забезпечив в умовах вегетаційного періоду 2015 і 2018 рр., що за ГТК характеризувалися достатнім зволоженням, відповідно за роками – 65,9 і 66,8 %. Більш посушливі умови вегетації, що припадали на 2017 і 2019 рр. дещо знижували даний показник до 64,3 і 64,9 %, а більш зволожені (2016 року) – суттєво зменшували вихід схожого насіння до 53,7 %. У середньому за роки дослідження вихід схожого насіння сорту Зоряне становив 65,1 %. У сортів Кейв-ін-рок та Морозко відмічена подібна тенденція щодо виходу схожого



насіння залежно від умов вегетаційного періоду за ГТК: умови близькі до оптимального зволоження підвищували даний показник, більш посушливі, або зволоження – знижували його. У середньому за роки дослідження вихід схожого насіння для сортозразка Кейв-ін-рок становив 64,1 %, а для сорту Морозко – 61,3 %. Для Лінії 1307 відмічено значне варіювання показника виходу схожого насіння – від 63,1 % (вологі роки) до 66,4-66,5 % (умови близькі до оптимальних). Посушливі умови за ГТК (менше 1) вегетаційного періоду 2017 і 2019 років забезпечили незначне зниження виходу схожого насіння, відповідно, за роками до 64,1 та 64,4 %

У загальному за роки дослідження встановлено чітку тенденцію щорічного збільшення виходу схожого насіння в розрізі досліджуваного сортименту проса прутоподібного. З-поміж якого виокремлено за даним показником Лінію 1307 та сортозразок Кейв-ін-рок і сорт Зоряне (рис. 4.17).



**Рис. 4.17.** Множинна залежність між сортом (Var2), роком (Var1) й виходом схожого насіння проса прутоподібного, 2015-2019 рр.

Встановлено чітку тенденцію збільшення виходу схожого насіння проса прутюподібного у роки з погодними умовами вегетаційного періоду від посушливих до оптимальних за ГТК, та зниження даного показника у надмірно зволожені роки (табл. 4.5).

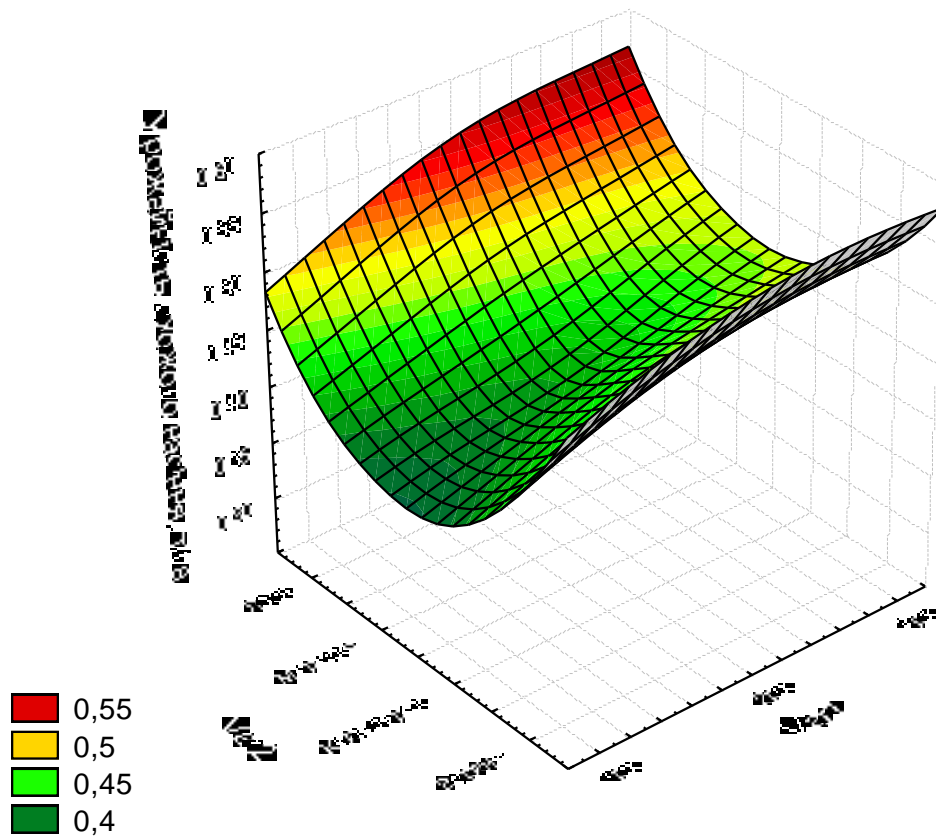
Таблиця 4.5

**Урожайність схожого насіння проса прутюподібного залежно від умов вирощування (г/м<sup>2</sup>), середнє за 2015-2019 рр.**

Сортозразок	Умови вирощування за ГТК			+ / –до оптимуму
	посушливі ГТК <1	оптимальні (ГТК 1,0–1,5)	надмірного зволоження (ГТК > 1,5)	
Зоряне (ум. ст.)	55,0	58,1	51,0	– 3,1...– 7,1
Кейв-ін-рок	44,2	49,1	43,3	– 4,9...– 5,8
Морозко	38,1	46,9	36,7	– 8,8...– 10,2
Лінія 1307	55,9	58,5	53,7	– 2,6...– 4,5

У загальному за роки дослідження найбільшу врожайність схожого насіння формував сорт проса прутюподібного Зоряне (55,0 і 58,1 г/м<sup>2</sup>) і Лінія 1307 (55,9 і 58,5 г/м<sup>2</sup>) в посушливі та оптимальні роки за ГТК. Насіннева врожайність проса прутюподібного в умовах надмірно зволоження, порівняно із оптимальними умовами за вегетаційний період була значно меншою для усіх сортозразків, що вивчали (від 4,5 до 10,2 г/м<sup>2</sup>).

Встановлені закономірності підтверджується даними багатомірного графіку множинної залежності між досліджуваними сортозразками, умовами року й врожайністю схожого насіння проса прутюподібного (рис.4.18).



**Рис. 4.18. Множинна залежність між сортом (Var2), роком (Var1) й врожайністю схожого насіння проса прутіподібного, 2015-2019 рр.**

Порівняно із умовним стандартом (сорт Зоряне) та іншими сортозразками суттєво більшу врожайність схожого насіння проса прутіподібного в усі роки дослідження забезпечила новостворена Лінія 1307 із незначним варіюванням ознаки. Для сортозразка Кейв-ін-рок відмічена подібна залежність, але із дещо нижчим показником за врожайністю схожого насіння як в розрізі років дослідження, так і в середньому за роки, найнижчим цей показник виявився у сорту Морозко.

#### 4.5. Пластичність і стабільність кращих сортозразків проса прутоподібного

Оскільки сорт краще розкриває свій потенціал насінневої продуктивності за умови правильного його районування. Для раціонального розміщення сортозразків проса прутоподібного по регіонах вирощування досить важливо визначити потенціал їхньої адаптивності, який оцінюється за допомогою екологічної пластичності і стабільності. Дані ознаки характеризують особливості пристосування сорту до умов навколишнього середовища, реакцію того чи іншого сорту на різні умови вирощування. Стабільність сорту може бути пов'язана або з високою пристосованістю кожного генотипу до різноманітних умов вирощування, або пристосованістю кожного з групи генотипів, які складають сорт, до визначеного середовища. Важливою характеристикою адаптивності є пластичність ( $b$ ) та здатність до мінливості ознак і стабільність ( $E_i$ ),  $W$  – їхня збереженість у мінливих умовах навколишнього середовища. Під адаптацією розуміють процес зміни у структурі й функціях рослинного організму, котрі забезпечують кращу життєздатність і темпи розмноження популяції у мінливих умовах середовища. Вивчення норми реакції сортів проса прутоподібного на умови вирощування є важливим завданням, особливо для регіонів зі стресовими гідротермічними умовами, що оцінюють за допомогою методики Ебергарда-Рассела. Згідно з даною методикою стабільним є сорт, у якого коефіцієнт регресії дорівнює 1, а відхилення від лінії регресії мінімальне. За такого поєднання параметрів і високої середньої врожайності сорт вважається найбільш кращим. Коефіцієнт регресії господарсько-цінних ознак сорту, визначений з використанням індексів середовища, прийнято називати коефіцієнтом екологічної пластичності, а дисперсію відносно регресії – стабільністю. За порівняння показників пластичності досліджуваних сортозразків, генотипи з коефіцієнтом  $b > 1$  відносяться до високопластичних (відносно середньої групової), за  $1 > b = 0$  – до відносно низькопластичних.

Якщо показник пластичності сорту достовірно не відрізняється від одиниці, то сорт за реакцією на зміну умов середовища не відрізняється від середньої групової. Крім того, розраховується стабільність реакції за ступенем відхилення від регресії  $W$ . Низькопластичні сорти з невеликим значенням  $W$  є широко адаптованими генотипами, але вони не рентабельні й відносяться до екстенсивних сортів. Високопластичні сорти з низьким значенням  $W$  відносяться до сортів інтенсивного типу (табл. 4.6, рис. 4.15).

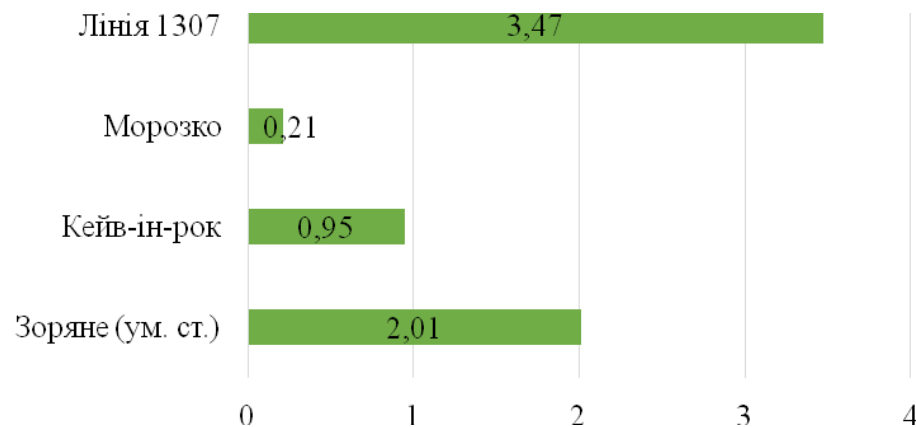
Таблиця 4.6

**Екологічна пластичність сортів і сортозразків проса прутоподібного за врожайністю насіння, середнє 2015-2019 рр.**

Сортозразок	Урожайність насіння, кг/га	Генотиповий ефект ( $E_i$ )	Ранг	Коефіцієнт регресії ( $b_i$ )	Ранг	Сума рангів
Зоряне (ум. ст.)	650,0	2,01	1	1,91	1	2
Кейв-ін-рок	335,4	0,95	1	1,26	1	2
Морозко	200,1	0,21	2	0,51	1	3
Лінія 1307	568,9	3,47	1	1,37	1	2

Урожайність насіння кращих сортозразків проса прутоподібного залежить від таких показників, як: пластичність, стабільність, генотиповий ефект та ін. Сортозразки проса прутоподібного за середніми даними врожайності насіння протягом років дослідження варіювали у широких межах – від 200,1 до 650,0 кг/га.

За визначення генотипового ефекту досліджуваних сортозразків проса прутоподібного за врожайністю насіння було проведення групування за рангами (рис. 4.19): перша (висока пластичністю і низька стабільність врожайності насіння) та друга група рангів (середній прояв генотипового ефекту за врожайністю насіння).



**Рис. 4.19. Генотиповий ефект сортозразків проса прутоподібного за врожайністю насіння, середнє 2015-2019 рр.**

До першої групи з сумою рангів 2 за екологічною пластичністю відносяться сортозразки проса прутоподібного Зоряне, Кейв-ін-рок та Лінія 1307 з найбільшою врожайністю насіння (650,0; 335,4 і 568,9 кг/га відповідно), які характеризуються високою пластичністю і низькою стабільністю, а також мають відносно високий прояв генотипового ефекту за даним показником

До іншої групи (сума рангів 3) відноситься сортозразок проса прутоподібного Морозко, що має середній прояв генотипового ефекту за врожайністю насіння

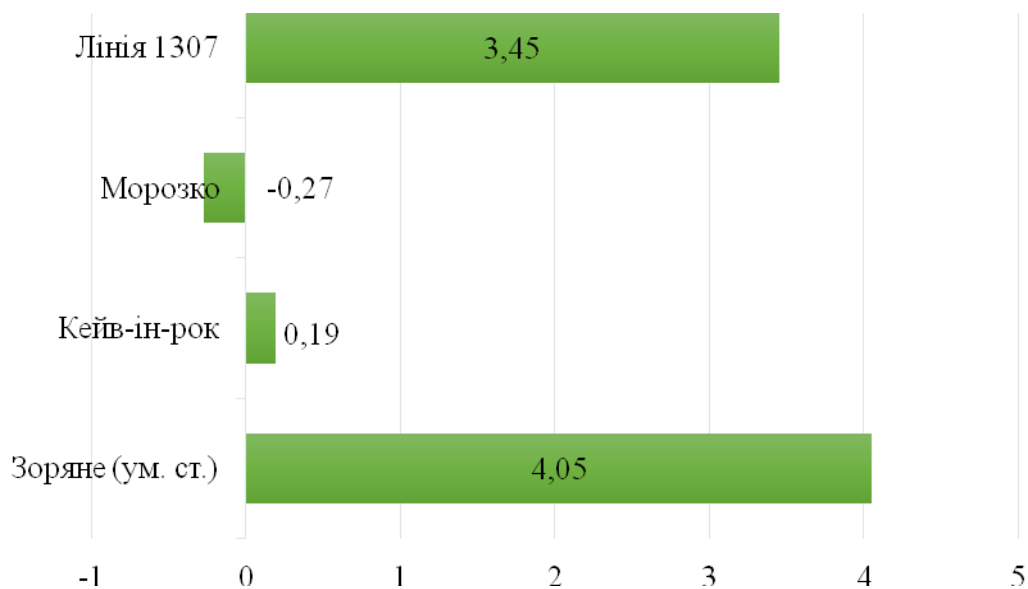
При встановленні генотипового ефекту та з урахуванням коефіцієнта регресії, за крупністю насіння (за масою 1000 насінин) визначено та виокремлено найбільш стабільні та пластичні сортозразки проса прутоподібного. До них відносимо сорт Зоряне та Лінію 1307, що істотно відрізняються від інших генотипів за крупністю насіння.

Екологічна пластичність сортозразків та сортів проса прутоподібного за масою 1000 насінин та їх генотиповий ефект наведено в табл. 4.7, та на рис. 4.20.

**Екологічна пластичність сортозразків та сортів проса  
прутоподібного за масою 1000 насінин, середнє 2015-2019 рр.**

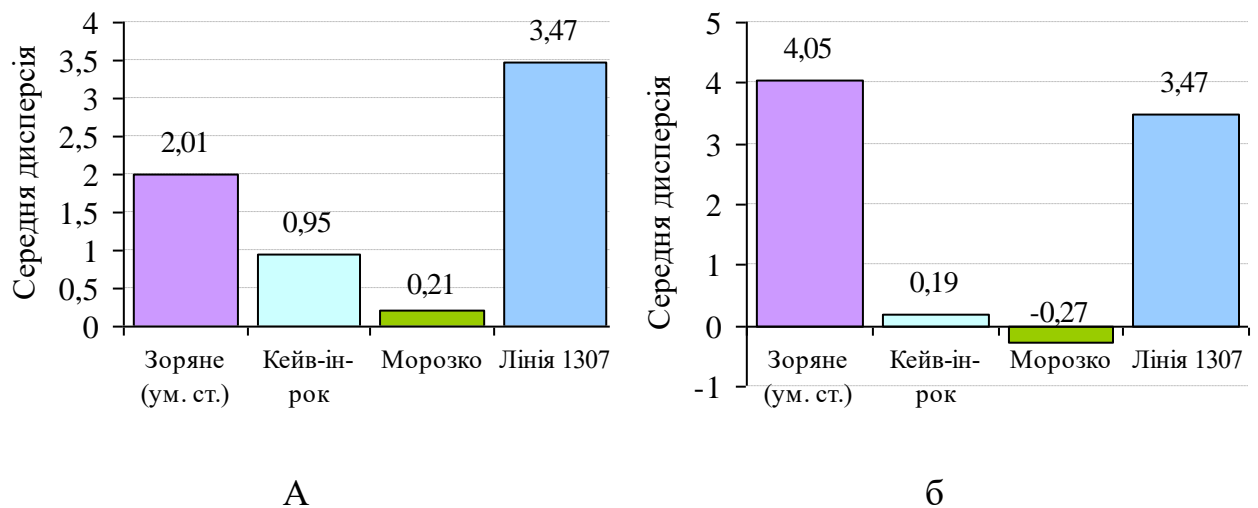
Сортозразок	Маса 1000 насінин, г	Генотиповий ефект (Ei)	Ранг	Коефіцієнт регресії (bi)	Ранг	Сума рангів
Зоряне (ум. ст.)	1,75	4,05	1	0,15	1	2
Кейв-ін-рок	1,44	0,19	2	0,17	1	4
Морозко	1,31	-0,27	2	0,77	2	4
Лінія 1307	1,81	3,45	1	0,07	1	2

Проведення групування на ранги за визначення сортозразків проса прутоподібного по крупності насіння (масою 1000 насінинн) дало можливість визначити генотиповий ефект (рис. 4.20).



**Рис. 4.20. Генотиповий ефект сортозразків проса прутоподібного за масою 1000 насінин, середнє 2015-2019 рр.**

Оцінка генотипового ефекту та екологічної пластичності дозволила віднести до групи з сумою рангів 2 сортозразки проса прутоподібного Зоряне та Лінію 1307, які за показником маси 1000 насінин (понад 1,50 г) мали високий прояв генотипового ефекту (низькою пластичністю і високою стабільністю). До другої групи за крупністю насіння (менше 1,50 г) належать сортозразок Кейв-ін-рок і сорт Морозко з сумою рангів 4, які мають середній прояв генотипового ефекту. Відхилення від середньої дисперсії за врожайністю насіння та масою 1000 насінин кращих сортозразків проса прутоподібного наведено на рис. 4.21.



**Рис. 4.21. Відхилення від середньої дисперсії за врожайністю насіння (а) та масою 1000 насінин (б) кращих сортозразків проса прутоподібного**

Встановлено, що за врожайністю насіння до високопластичних сортозразків проса прутоподібного належать Зоряне та Лінія 1307, що істотно відрізняються від інших генотипів, а їх дисперсія розташовується у верхній частині шкали. За крупністю (масою 1000 насінин) виокремлено сорт проса прутоподібного Зоряне та Лінію 1307, що мають дисперсію ознаки на рівні 4, інші сортозразки за даним показником виявились менш пластичними.



#### **Висновки до розділу 4:**

1. За роки дослідження найбільші елементи вегетативної та генеративної частини рослин, порівняно з умовним стандартом, формували сортозразок Кейв-ін-рок і Лінія 1307. У цього ж сортименту визначено високі показники врожайності насіння.

2. Встановлено, що врожайність насіння усіх сортозразків проса прутоподібного має сильний зв'язок з кількістю листків на рослині й довжиною прапорцевого листка, середній – з іншими показниками вегетативної частини рослин. Генеративні елементи рослин мають прямолінійний кореляційний зв'язок із насінневою врожайністю проса прутоподібного. Маса насінневих лусок має обернений зв'язок із насінневою врожайністю насіння. Ця особливість була характерною для усіх сортозразків проса прутоподібного, що вивчались.

3. Порівняно із умовним стандартом (сорт Зоряне) та іншими сортозразками суттєво більшу врожайність схожого насіння в усі роки дослідження забезпечила новостворена Лінія 1307 із незначним варіюванням ознаки. Для сортозразка Кейв-ін-рок відмічена подібна залежність, але із нижчим показником врожайності насіння.

4. Встановлено, що за врожайністю насіння та масою 1000 насінин до високопластичних сортозразків проса прутоподібного належать Зоряне та Лінія 1307, що істотно відрізняються від інших генотипів.

Публікації до розділу: 143–148.

## РОЗДІЛ 5

### РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ НАСІННЄВОГО МАТЕРІАЛУ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО

#### **5.1. Вплив терміну зберігання насіння та умов його вирощування на посівні якості насіння**

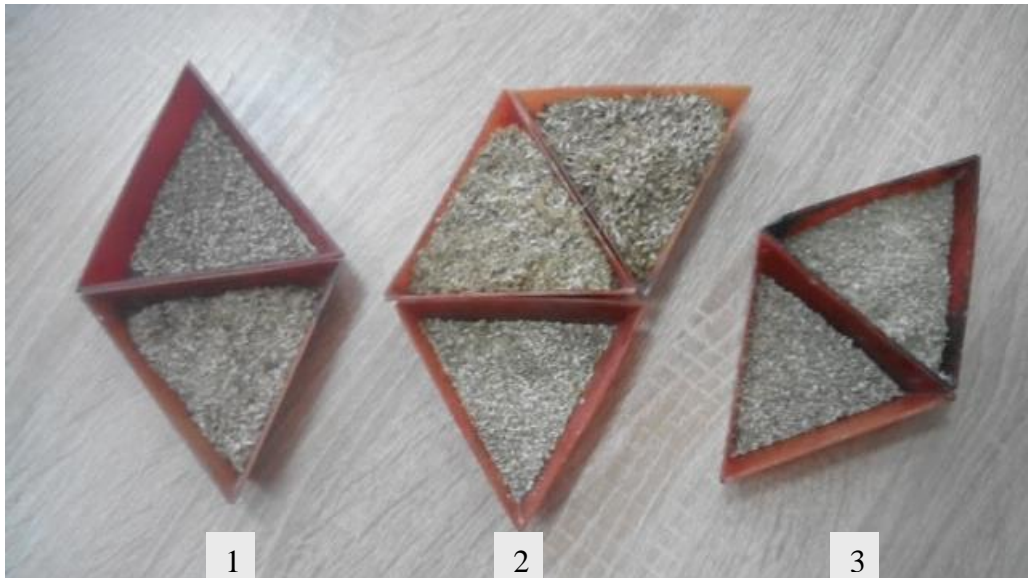
Спокій насіння триває від досягання та збирання до сівби і проростання насіння у полі [149]. Однак період спокою є відносним, оскільки в цей час проходять процеси дихання, зміни вологості і хімічного складу, та ін. У сільськогосподарських культур спокій насіння проявляється у вигляді післязбирального досягання. Внаслідок цього насіння більшості культур відразу після збирання має низьку енергію проростання і схожість [150].

Як відмічає М. М. Макрушин та Є. М. Макрушина період від збирання до настання повної схожості насіння називають періодом післязбирального досягання. Він утрудняє використання свіжозібраного насіння для сівби. Тривалість післязбирального досягання залежить від культури, сорту, умов вирощування, зберігання насіння [151].

Для виведення насіння із стану спокою застосовують термічну обробку насіння: прогрівання насіння, загартування, проморожування насіння; замочування насіння до повного його набрякання; стратифікацію, барботування, скарифікацію, дражування та інкрустацію насіння [152, 153].

Довговічність насіння – це здатність зберігати схожість впродовж певного часу. Визначено, що окрім генетично обумовленої довговічності, на збереження життєздатності насіння впливають й інші чинники: умови вирощування, зберігання (вологість насіння і повітря, температура) та ін. [154, 155].

Відкаліброване, очищене від насінневих лусок насіння проса прутоподібного (крупне, середнє, дрібне), закладали на довготривалє зберігання (рис. 5.1).



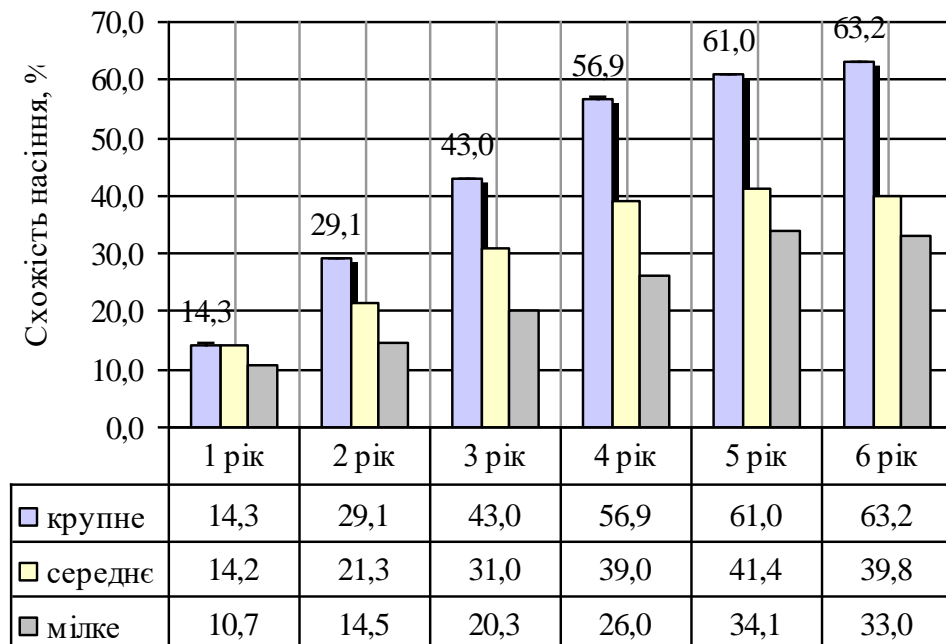
**Рис. 5.1. Насіння проса прутоподібного:**

1, 3 – очищене, 2 – не очищене.

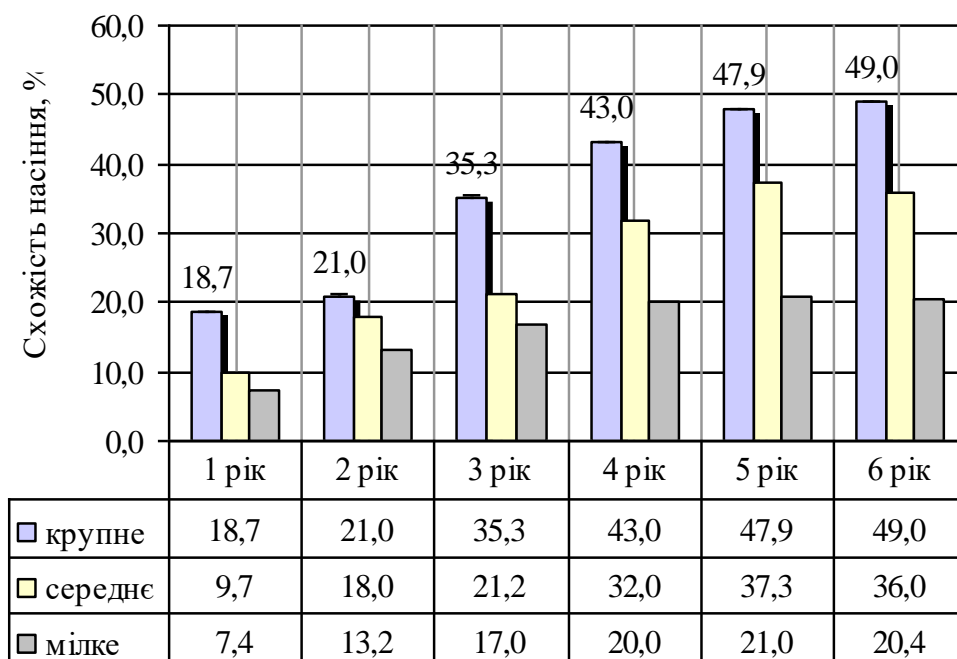
За вивчення післязбирального дозрівання насіння проса прутоподібного було встановлено вплив терміну його зберігання на лабораторну схожість насінневого матеріалу. Протягом перших двох років зберігання відмічено динаміку збільшення лабораторної схожості насіння проса прутоподібного, та значне підвищення даного показника з третього року зберігання (більш крупне насіння), та менші показники схожості насіння, що характерно для середнього та дрібного насіння.

Визначено, що насіння проса прутоподібного, вирощене на збіднених на поживні речовини ґрунтах з низьким вмістом гумусу, має більш подовжений термін післязбирального дозрівання і нижчу схожість навіть при тривалому зберіганні, порівняно з тим, що вирощували на ґрунтах з середнім вмістом гумусу. Інше значення за даними показниками має середнє за крупністю насіння: на його лабораторну схожість не впливають умови вирощування материнських рослин. Маса 1000 насінин також має вплив на цей показник – у ваговитого насіння швидше настає післязбиральне дозрівання та підвищується лабораторна схожість, ніж у менш крупного (рис. 5.2). Що пов'язуємо із пристосувальними реакціями на несприятливі

умови вирощування материнських рослин, які спадково передаються його потомству шляхом накопичення запасних речовин в зернівці.



А



Б

Примітка: крупне насіння ( $\geq 1,8$  г), середнє насіння (1,5 – 1,8 г), мілке насіння ( $\leq 1,5$  г).

**Рис. 5.2. Вплив терміну зберігання насіння та умов його вирощування (а – ґрунти сільськогосподарського призначення, б – маргінальні ґрунти) на лабораторну схожість насіннєвого матеріалу проса прутоподібного, 2013-2018 рр.**

Встановлено, що термін післязбирального дозрівання насіння проса прутоподібного вирощеного на маргінальних ґрунтах більш подовжений, ніж у того, що вирощене на родючих ґрунтах. Збільшення лабораторної схожості насіння розпочинається з другого-третього року зберігання (більш крупне насіння), та менші показники схожості насіння, що характерно для середнього та дрібного насіння. Що пов'язуємо із пристосувальними реакціями на несприятливі умови вирощування материнських рослин, які спадково передають його потомству – насінню.

Отже, за сівби насінням, отриманим на малопродуктивних ґрунтах та підготовленим запропонованим способом, зафіксовано скорочення термінів проходження наступних етапів органогенезу. Проміжок часу від сівби до сходів для рослин проса прутоподібного, порівняно із контрольними варіантами скоротився на 3 доби, сходи–кущіння – на 6 діб, період кущіння–вихід в трубку – на 5 діб.

## **5.2. Вплив заходів допосівної підготовки насіння на посівні якості насіння проса прутоподібного**

Питанню заходів допосівної підготовки насіння на посівні якості приділена значна увага на сьогодні [156-158]. Загальновідомо, що насіння однієї енергетичної культури може забезпечити дружні та швидкі сходи самостійно, а от іншим потрібна попередня підготовка. Вцілому, якість насінневого матеріалу є основною умовою отримання високих врожаїв. Не менш важливу роль при цьому відіграють гумінові речовини, що застосовують для обробки насіння та рослин по вегетації [159].

Тому, дослідження практичного застосування заходів допосівної підготовки насінневого матеріалу проса прутоподібного при пророщуванні насіння в лабораторних умовах, та за вирощування культури в польових умовах проводили з сортозразком проса прутоподібного Кейв-ін-рок.

Поряд з вивченням впливу погодних умов на формування врожайності насіння проса прутоподібного, терміну зберігання його, було проведено вивчення впливу запропонованого способу підготовки (ЗС) насінневого матеріалу (використання заздалегідь стратифікованого та відкаліброваного насіння з послідуною обробкою насінневого матеріалу препаратом гумінової природи «Гуміам 08»), в порівнянні з контролем (насіння пророщене у дистильованій воді), на енергію проростання, лабораторну і польову схожість насіння(табл. 5.1).

Таблиця 5.1

**Якість насіння проса прутоподібного залежно від ґрунтових умов вирощування та допосівної підготовки, 2012–2016 рр.**

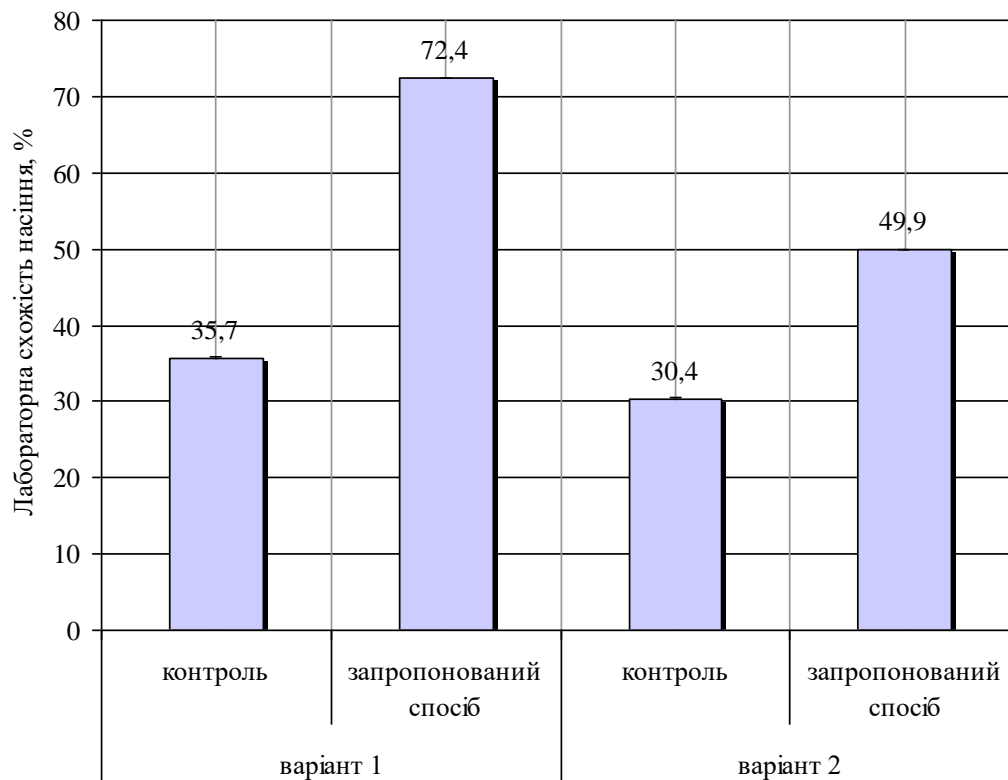
Показник	Варіант 1*			Варіант 2		
	контр.	ЗС**	+/- ЗС до контролю	контр.	ЗС	+/- ЗС до контролю
Енергія проростання насіння (% пророслого насіння на 10 добу)	14,3	69,6	+40,3	18,7	31,4	+12,7
Лабораторна схожість насіння (% пророслого насіння на 21 добу)	35,7	72,4	+36,7	30,4	49,9	+19,5
Польова схожість насіння (% пророслого насіння на 30 добу у польових умовах)	19,5	49,1	+29,6	15,7	40,3	+24,6

\*Примітка: варіант 1 – ґрунти сільськогосподарського призначення, варіант 2 – маргінальні ґрунти.

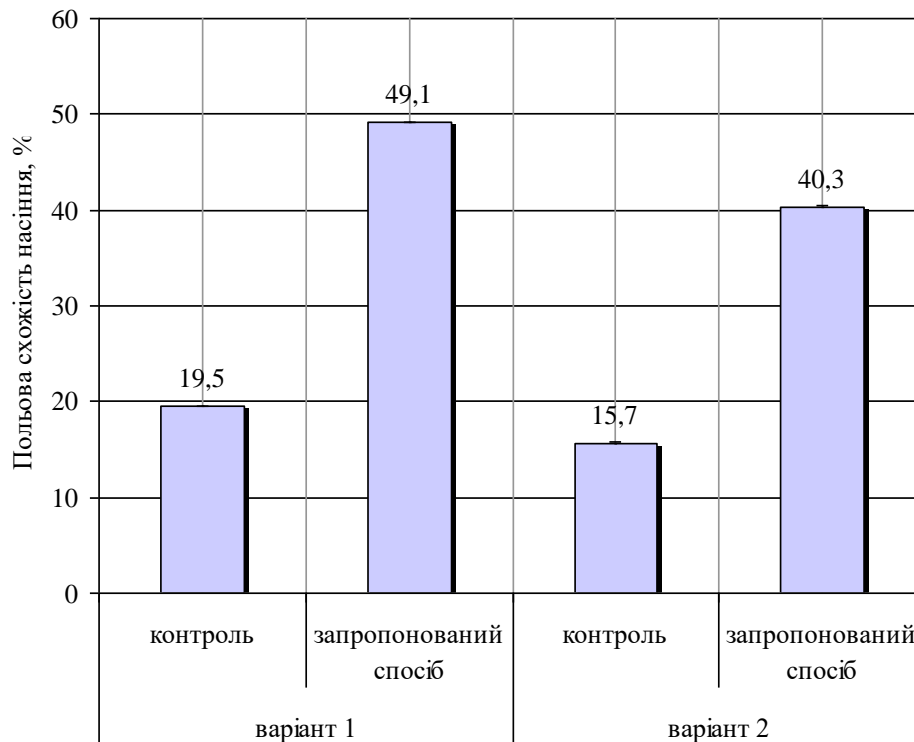
\*\*ЗС – запропонований спосіб поліпшення якості насінневого матеріалу.

Згідно отриманих багаторічних даних, визначено, запропонований спосіб підготовки насінневого матеріалу проса прутоподібного суттєво збільшує енергію проростання, лабораторну та польову схожість насіння.

Найбільший ефект від застосування заздалегідь стратифікованого та відкаліброваного насіння з послідуною обробкою насінневого матеріалу препаратом гумінової природи досягається на більш родючих ґрунтах, порівняно із вирощування культури на збіднених на поживні речовини землях. Для забезпечення умов, близьких до оптимальних для проростання насіння та прискорення швидкості з'явлення сходів проса прутоподібного використали заздалегідь стратифіковане та відкаліброване насіння з послідуною обробкою насінневого матеріалу препаратом гумінової природи. Цей захід допосівної підготовки насінневого матеріалу, дозволив підвищити на 36,7 % лабораторну та на 29,6 % польову схожість насіння на родючих ґрунтах, та на 19,5 % і 32,6 % відповідно – на маргінальних землях (рис. 5.3).



а



б

*Примітка:* варіант 1 – ґрунти сільськогосподарського призначення, варіант 2 – маргінальні ґрунти.

**Рис. 5.3. Лабораторна (а) і польова (б) схожість насіння проса прутоподібного залежно від досліджуваних чинників, 2012-2016 рр.**

Енергія проростання насіння, що було отримане на родючих ґрунтах, в порівнянні із маргінальними, на контрольних варіантах (зволоження водою) виявилась більшою на 38,2 %, лабораторна схожість – на 22,5 %, а польова схожість – на 8,8 %. При цьому встановлено, що збільшення лабораторної схожості насіння сприяє застосування запропонованого способу поліпшення насінневого матеріалу, що отримано на родючих ґрунтах – на 36,7 %, маргінальних – на 19,5 %.

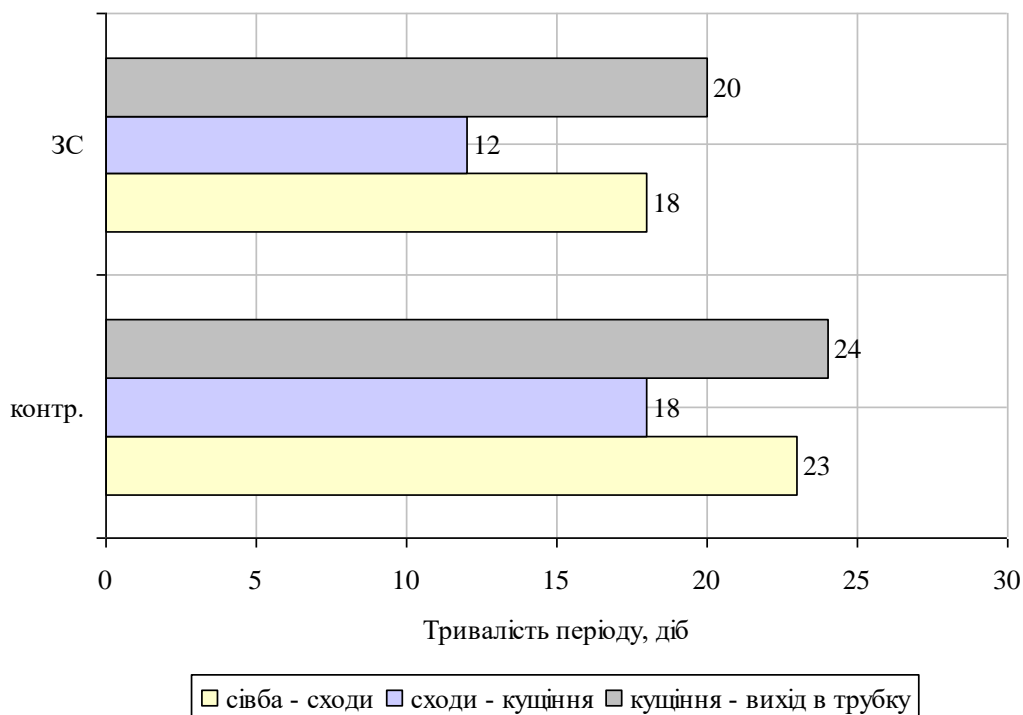
Отже, запропонований спосіб поліпшення посівної придатності насіння проса прутоподібного захищений патентом України на корисну модель № 125096 «Спосіб допосівної обробки насіння проса прутоподібного».



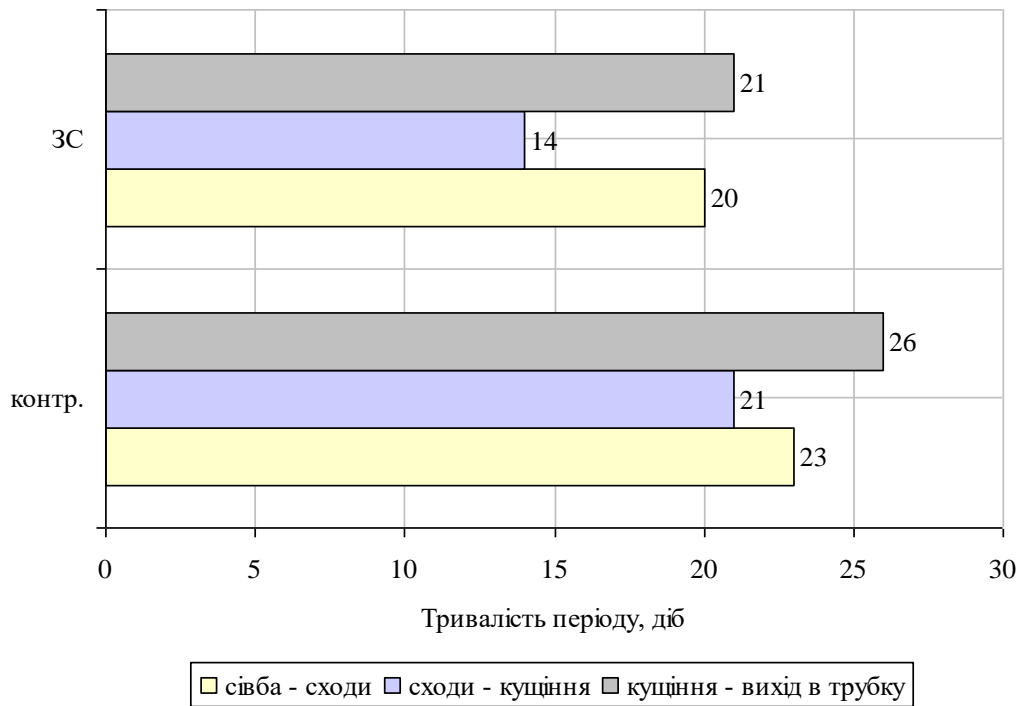
### 5.3. Вплив прийомів допосівної підготовки насіння на темпи проходження початкових етапів онтогенезу проса прутоподібного

Вплив погодних чинників, за яких проходило формування насіння на материнських рослинах має також важливе значення. Адже часткове нівелювання негативних умов довкілля дозволяє знайти найбільш дієві заходи для ефективного управління насінневими посівами проса прутоподібного. До таких заходів можемо віднести запропонований нами дієвий комплекс заходів допосівної підготовки насіння проса прутоподібного калібрування, стратифікація і обробка насіння препаратом «Гуміам».

Запропонований спосіб допосівної обробки насіння проса прутоподібного з урахуванням умов в якому вегетували материнські рослини та проходило його формування та дозрівання дозволили прискорити темпи швидкості з'явлення сходів рослин – на 3 або 7 днів раніше порівняно із контролем (рис. 5.4).



а



б

*\*Примітка:* контр. – контрольні варіанти (без обробки насіння), 3С – запропонований спосіб поліпшення якості насіннєвого матеріалу.

**Рис. 5.4. Терміни проходження початкових фаз онтогенезу проса прутіподібного залежно від умов вирощування (а – ґрунти сільськогосподарського призначення, б – маргінальні ґрунти) та способу допосівної підготовки насіннєвого матеріалу, 2016-2019 рр.**

Насіння проса прутіподібного з контрольних варіантів матиме фактичну посівну придатність на рівні 33,9 %, а кращих варіантів – 85,5 %. Запропонований спосіб дозволяє підвищити ці показники, відповідно – до 68,8 % та 85,5 %. За умови, що чистота насіння на цих варіантах була на рівні 95,0 %. Отже, фактична норма висіву насіння проса прутіподібного, порівняно із рекомендованою (5,0 кг/га [160]) на контролі буде становити 12,6 кг/га, а при застосуванні запропонованого способу допосівної підготовки насіння – зменшеною вдвічі (до 6,2 кг/га).

Використання запропонованого способу допосівної підготовки насіння проса прутіподібного підвищує конкуренцію культури за світло та поживні речовини із бур'янами, та створює умови близькі до оптимальних для росту і розвитку рослин на початкових етапах онтогенезу. Використання

заздалегідь відкаліброваного насіння з послідуною обробкою насінневого матеріалу препаратом гумінової природи (Гуміам) збільшує на 36,7 % лабораторну та на 29,6 % польову схожість насіння проса прутіподібного вирощеного на ґрунтах сільськогосподарського призначення, та відповідно на 19,5 % та 32,6 % – на маргінальних, та знижує норму висіву насіння .

Отже, комплекс заходів допосівної підготовки насіння проса прутіподібного дозволяє скоротити тривалість періоду сівба-сходи на 5 діб, сходи-кущіння – на 6 діб, кущіння-вихід в трубку – на 4 доби за сівби насінням, вирощеним на родючих ґрунтах. Тому, можемо припустити, що даний захід є дієвим заходом боротьби з бурянами, які сильно конкурують з рослинами на початкових етапах їхнього органогенезу.

### **Висновки до розділу 5:**

1. Термін післязбирального досягання насіння проса прутіподібного, вирощеного на малопродуктивних ґрунтах, більш подовжений, ніж у того, що вирощене на ґрунтах сільськогосподарського призначення. Визначено, що підвищення лабораторної схожості насіння розпочинається з другого-третього року зберігання (більш крупне насіння). Менші показники схожості насіння характерні для середнього та мілкового насіння. Що пов'язуємо із пристосувальними реакціями на несприятливі умови вирощування материнських рослин, які спадково передають його нащадкам – насінню.

2. Використання заздалегідь відкаліброваного та стратифікованого насіння з наступною обробкою насінневого матеріалу препаратом гумінової природи (Гуміам) збільшує на 36,7 % лабораторну та на 29,6 % польову схожість насіння проса прутіподібного, вирощеного на ґрунтах, та відповідно на 19,5 та 32,6% – на малопродуктивних, прискорює швидкість з'явлення сходів рослин (на 3 або 7 діб раніше порівняно із контролем), скорочує темпи проходження початкових фаз органогенезу.

## РОЗДІЛ 6

### ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО НА НАСІННЯ

На сьогодні, посилення розвитку економіки нашої країни стримується значними затратами енергетичного сектору, нівелювання негативного впливу якого можливо досягти при залученні до використання дешевих енергоносіїв. До них відносять поновлювальний рослинний ресурс енергокультур, в т.ч. і проса прутоподібного, економічно-обґрунтований підхід до використання якого сприятиме зниженню енергозалежності територіальних громад за використання альтернативних джерел енергії. Що в перспективі дозволить вивільнені кошти використати на розвиток економіки регіону, та сприяти збільшенню купівельної платоспроможності населення та поліпшення його добробуту.

Ефективність функціонування агропромислового комплексу передбачає оптимізації технологічних процесів, зменшення виробничих затрат на вирощування тих чи інших агрокультур та інші заходи здешевлення отримання кінцевого продукту. Це досягається найбільш раціональним підбором сортів до вирощування, агрозаходів до вирощування, економія насінневого матеріалу, обґрунтоване використання засобів захисту рослин, системи удобрення, та ін. [161].

Встановлено, що погодні умови, агротехнічні заходи вирощування, сортові особливості, а також структура врожаю суттєво впливають на формування елементів насінневої продуктивності проса прутоподібного [162].

Для отримання високої врожайності біомаси або насіння, необхідно забезпечити найбільш оптимальне поєднання всіх елементів структури врожайності енергетичних культур, зокрема, проса прутоподібного, що досягається вдосконаленням елементів сортової технології [163].

Значна кількість зарубіжних та українських наукових праць, що обґрунтовують способам виробництва агробіомаси та фітомаси енергетичних культур були присвячені вивчення обраного питання [164, 165]. Існує дуже мало інформації про енергетичне та економічне обґрунтування вирощування проса прутоподібного. Лише в окремих публікаціях [166, 167, 168] вивчається ефективність вирощування сортів проса прутоподібного для біопаливних цілей, але вони містять мало інформації про ефективність та рентабельність виробництва насіння.

У зв'язку із чим, нами заповнена прогалина та визначена економічна ефективність вирощування сортів проса прутоподібного на насіння та обґрунтовано результативність окремих елементів технології насінневого вирощування культури.

### **6.1. Економічна ефективність вирощування сортів проса прутоподібного на насіння**

Економічна оцінка ефективності вирощування сортів проса прутоподібного на насіння у виробничих умовах передбачає порівняльну оцінку за основними економічними показниками.

Вартість виробництва вирощування проса прутоподібного (Св, грн./т) включає всі витрати, відрахування, виплати та амортизація.

Загальна вартість вирощування насіння проса прутоподібного (Сп, грн./т) – це сума виробничої собівартості та додаткових витрат.

Дохід від продажу насіння проса прутоподібного (Вр, грн.) визначається шляхом множення обсягу продажу на ціну насіння.

Валовий прибуток від продажу насіння проса прутоподібного (Пр, грн.) визначається діленням доходу від продажу на загальну вартість вирощування насіння.

Рівень рентабельності виробництва (Р, %) – це відношення валового

прибутку від реалізації до загальної вартості вирощування насіння проса прутоподібного, виражене у відсотках.

Користуючись відповідними формулами авторської методики, ми здійснили розрахунок показників економічної ефективності виробництва насіння усіх сортів проса прутоподібного.

За результатами виробничої перевірки проведеної у 2019 році визначено, що з-поміж сортозразків проса прутоподібного, що вивчали найбільшу врожайність насіння формують: Лінія 13017 та сорт Зоряне і сортозразок Кейв-ін-рок, відповідно – 0,61; 0,53 і 0,50 т/га (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

**Економічна ефективність вирощування сортозразків проса прутоподібного у виробництві, 2019 р.**

Сортозразок	У, т/га	С <sub>в</sub> , грн/т	С <sub>п</sub> , грн/т	В <sub>р</sub> , грн/га	П <sub>р</sub> , грн/га	Р <sub>вир</sub> , %
Зоряне	0,53	6560,2	7203,1	20166,5	13590,8	180,0
Кейв-ін-рок	0,50	6540,0	7187,5	19025,0	14374,9	164,7
Морозко	0,42	6458,3	7117,0	15981,0	16945,3	124,5
Лінія 1307	0,61	6558,3	7273,2	23210,5	11923,2	219,1

*\*Примітка:* С<sub>в</sub> – виробнича собівартість, грн/т; С<sub>п</sub> – повна собівартість, грн/т; В<sub>р</sub> – виручка від реалізації насіння, грн; П<sub>р</sub> – валовий прибуток від реалізації насіння, грн; Р – рівень рентабельності виробництва, %.

Повна собівартість виробництва продукції варіювала від 7117,0 грн/га (сорт Морозко) до 7273,2 грн/га (Лінія 1307), валовий прибуток від реалізації насіння – від 13590,8 грн/га (сорт Зоряне) до 16945,3 грн/га (сорт Морозко).

Рівень рентабельності виробництва насіння сортозразків проса прутоподібного виявився найбільшим у Лінії 1307, що перевищило сорт-стандарт Зоряне на 39,1 %, сортозразок Кейв-ін-рок – на 54,5 % та сорт Морозко – на 94,6 %.

Аналіз економічної ефективності виробництва насіння проса прутоподібного у 2020 році доводить, що порівняно із іншими сортами, рівень рентабельності найбільшим виявився у сорту Зоряне і Лінії 1307 (відповідно 0,72 і 0,73 т/га) – ці показники були значно вищими, ніж для сортозразка Кейв-ін-рок і сорту Морозко (відповідно 0,61 і 0,59 т/га). Що свідчить про значний вплив сортових властивостей на рівень врожайності та показники економічної ефективності (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

**Економічна ефективність вирощування сортозразків проса прутоподібного у виробництві, 2020 р.**

Сортозразок	У, т/га	С <sub>в</sub> , грн/т	С <sub>п</sub> , грн/т	В <sub>р</sub> , грн/га	П <sub>р</sub> , грн/га	Р <sub>вир</sub> , %
Зоряне	0,72	6510,0	7209,1	25959,6	10012,6	260,1
Кейв-ін-рок	0,61	6608,0	7219,1	21993,6	11834,6	204,7
Морозко	0,59	6571,0	7225,5	21272,5	12246,6	194,4
Лінія 1307	0,73	6650,0	7517,1	26320,2	10297,4	250,1

*\*Примітка:* У – урожайність насіння, т/га; С<sub>в</sub> – виробнича собівартість, грн/т; С<sub>п</sub> – повна собівартість, грн/т; В<sub>р</sub> – виручка від реалізації насіння, грн; П<sub>р</sub> – валовий прибуток від реалізації насіння, грн; Р – рівень рентабельності виробництва, %.

В умовах двох років дослідження (2019 і 2020 рр.) найбільш рентабельним виявилось вирощування сорту Зоряне (відповідно років 180,0 і 260,1 %) та Лінії 1307 (219,1 і 250,1 %), менш рентабельним, але на високому рівні – сортозразок Кейв-ін-рок (164,7 і 204,7 %) та сорт Морозко (124,5 і 194,4 %).

Отже, з-поміж досліджуваних сортів проса прутоподібного найбільшу економічну ефективність виробництва насіння в умовах двох років виробничих випробувань забезпечують сорт Зоряне, сортозразок Кейв-ін-рок та Лінія 1307.

## **6.2. Енергетична ефективність вирощування сортозразків проса прутіподібного на насіння**

На сьогодні для ефективної реалізації політики енергозбереження та енергоефективності сільського господарства необхідно підтримувати стійкий розвиток держави в даному напрямку та підвищувати ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів. Визначено, що сільське господарство є не тільки споживачем енергії, але й її генератором [169]. В цьому плані додатковий енергетичну ефективність матимуть енергокультури, потенціал яких вивчається у нашій публікації [170].

Для досягнення ефективності використання поновлюваної рослинної сировини необхідне гармонійне поєднання державної політики, інноваційних розробок та фінансового стимулювання широкого спектру агротехнологічної складової вирощування енергетичних культур, здійснення технічної та технологічної модернізації логістики виробництва, транспортування енергії до кінцевого споживача. Саме тому, для забезпечення стійкого розвитку енергетичного сектору України доцільним є виробництво біомаси швидкорослих, спеціально вирощених рослин на маргінальних землях – енергетичних культур. До найбільш продуктивних культур з високим адаптивним потенціалом, котрі використовують як сировину для виробництва біопалива відносять: просо прутіподібне, міскантус, багаторічне сорго та ряд інших енергетичних культур [171]. Енергетична ефективність виробництва насіння проса прутіподібного в Україні висвітлено у публікації [172].

За результатами виробничої перевірки в умовах центральної частини Лісостепу України встановлено, що в умовах 2019 року врожайність насіння досліджуваного сортименту проса прутіподібного варіювала від 0,42 до 0,61 т/га, а в умовах 2020 року – від 0,59 до 0,72 т/га.



Енергетична оцінка виробництва насіння проса прутоподібного у 2019 році свідчить, що порівняно із іншими сортами, найбільш ефективним виявилось виробництво насіння сорту Зоряне та Лінії 1307 (табл. 6.3-6.4).

Таблиця 6.3

**Енергетична ефективність виробництва насіння сортозразків  
проса прутоподібного, 2019 р.**

Сортозразок	У, т/га	Е <sub>н</sub> , ГДж/га	Е <sub>с</sub> , ГДж/га	К <sub>еє</sub>
Зоряне	0,53	434,9	146,9	3,0
Кейв-ін-рок	0,50	410,3	144,5	2,8
Морозко	0,42	344,6	145,7	2,4
Лінія 1307	0,61	500,5	146,9	3,4

*\*Примітка:* У – урожайність насіння, т/га; Е<sub>н</sub> – сукупна енергія, накопичена в насінні, ГДж/га; Е<sub>с</sub> – сукупні енергетичні витрати на виробництво насіння, ГДж/га; К<sub>еє</sub> – коефіцієнт енергетичної ефективності.

Критерієм енергетичної доцільності виробництва сортозразків проса прутоподібного є накопичення сукупної енергії в продукції у кількості, що дорівнює або перевищує рівень сукупних енергетичних витрат на виробництво. Порогове значення енергетичної доцільності досягається, коли коефіцієнт енергетичної ефективності дорівнює або перевищує 1,0. В умовах 2019 року коефіцієнт енергетичної ефективності виробництва насіння проса прутоподібного, був на рівні, або перевищив 3,0 – сорти Зоряне та Лінії 1307.

Для умов 2020 року всі досліджувані сорти проса прутоподібного мали коефіцієнт енергетичної ефективності виробництва насіння більше 3,0, що характеризує середню ефективність (табл. 6.4).

Сукупна енергія, накопичена в насіння та енергетичні витрати на вирощування сортів проса прутоподібного виявились найбільшими у сорту Зоряне та Лінії 1307.

**Енергетична ефективність виробництва насіння сортозразків  
проса прутоподібного, 2020 р.**

Сортозразок	У, т/га	Е <sub>н</sub> , ГДж/га	Е <sub>с</sub> , ГДж/га	К <sub>еє</sub>
Зоряне	0,72	590,8	163,7	3,6
Кейв-ін-рок	0,61	500,5	159,3	3,1
Морозко	0,59	484,1	155,9	3,1
Лінія 1307	0,73	599,0	164,6	3,6

*\*Примітка:* У – урожайність насіння, т/га; Е<sub>н</sub> – сукупна енергія, накопичена в насінні, ГДж/га; Е<sub>с</sub> – сукупні енергетичні витрати на виробництво насіння, ГДж/га; К<sub>еє</sub> – коефіцієнт енергетичної ефективності.

З-поміж досліджуваного сортименту проса прутоподібного найбільший коефіцієнт енергетичної ефективності отримали за вирощування сорту Зоряне (К<sub>еє</sub> = 3,0–3,6) та Лінії 1307 (К<sub>еє</sub> = 3,4–3,6), менш ефективним, але на високому рівні він виявився у сортозразка Кейв-ін-рок (К<sub>еє</sub> = 2,8–3,1) та сорту Морозко (К<sub>еє</sub> = 2,4–3,1).

### **6.3. Ефективність застосування заходів допосівної підготовки насіння проса прутоподібного**

На сьогодні наявні всі необхідні передумови для реалізації програми розвитку біоенергетики в Україні. Перш за все, це ґрунтово-кліматичні умови, які сприяють отриманню високого врожаю енергоємної фітомаси енергетичних культур, в т. ч. і проса прутоподібного. По-друге, використання адаптивних технологій для вирощування енергетичних культур на маргінальних землях, вдосконалення існуючих технологій, правильна переробка рослинної сировини та використання біопалива в паливно-енергетичному комплексі [173]. Що забезпечить збільшення частки біоенергії в загальній енергетичній структурі України. Як результат – скорочення

використання невідновлювальних енергетичних ресурсів та збільшення попиту на альтернативні джерела енергії, що сприятиме розвитку національної економіки в майбутньому [174] та інтенсивність розвитку біоенергетики [175]. Але закладка ефективних енергопосівів для виробництва біомаси передбачає забезпечення виробників достатньою кількістю насіннєвого матеріалу. Це досягають шляхом закладки насіннєвих посівів з урахуванням заходів допосівної підготовки його, що хоча має дещо більші затрати у порівнянні із звичайною технологією, але цей захід досягає збільшення показників економічної ефективності [176].

Для оцінки результативності застосування удосконаленої технології вирощування проса прутоподібного на насіння ми застосовували наступні взаємопов'язані показники. Це: собівартість продукції; загальна вартість; виручка від реалізації продукції; валовий прибуток від реалізації продукції; рівень рентабельності виробництва. Дані економічні показники рекомендовано використовувати для швидкої оцінки (експрес-аналізу) економічної ефективності вирощування проса прутоподібного [177].

За результатами виробничої перевірки визначено, що з-поміж сортозразків проса прутоподібного, що вивчали найбільшу врожайність насіння формують: Лінія 13017 та сорт Зоряне і сортозразок Кейв-ін-рок при сівбі не обробленим насінням, відповідно – 0,26; 0,25 і 0,23 т/га, та при сівбі обробленим насінням, відповідно – 0,61; 0,53 і 0,50 т/га.

Аналіз економічної ефективності виробництва насіння проса прутоподібного у 2019 році доводить, рівень рентабельності найбільшим виявився у сорту Зоряне і Лінії 1307 (табл. 6.5).

За сівби не обробленим насінням виручка від реалізації насіння проса прутоподібного була більше 11 тис. грн/га у сорту Зоряне та Лінії 1307, при цьому валовий прибуток від реалізації насіння відповідно становив 27,0 і 28,3 тис. грн./га. За сівби обробленим насінням ці показники для даних сортів значно зростали.

**Економічна ефективність вирощування сортозразків проса  
прутоподібного у виробництві, 2019 р.**

Сортозразок	У, т/га	С <sub>в</sub> , грн/т	С <sub>п</sub> , грн/т	В <sub>р</sub> , грн/га	П <sub>р</sub> , грн/га	Р <sub>вир</sub> , %
Сівба не обробленим насінням						
Зоряне	0,25	6240,0	7065,4	11250,0	28261,4	59,2
Кейв-ін-рок	0,23	6240,0	7014,7	9450,0	33403,2	34,7
Морозко	0,21	6240,0	7014,7	10350,0	30498,6	47,5
Лінія 1307	0,26	6220,0	7021,4	11700,0	27005,5	66,6
Сівба обробленим насінням						
Зоряне	0,53	6560,2	7203,1	20166,5	13590,8	180,0
Кейв-ін-рок	0,50	6540,0	7187,5	19025,0	14374,9	164,7
Морозко	0,42	6458,3	7117,0	15981,0	16945,3	124,5
Лінія 1307	0,61	6558,3	7273,2	23210,5	11923,2	219,1

*\*Примітка:* С<sub>в</sub> – виробнича собівартість, грн/т; С<sub>п</sub> – повна собівартість, грн/т; В<sub>р</sub> – виручка від реалізації насіння, грн; П<sub>р</sub> – валовий прибуток від реалізації насіння, грн; Р – рівень рентабельності виробництва, %.

Рівень рентабельності виробництва насіннєвого матеріалу сорту Зоряне і Лінії 1307 становив відповідно 59,2 та 66,6 % при сівбі обробленим насінням, та 180,0 та 219,1 % – при необробленим (рис. 6.3).

Для умов 2020 року встановлена подібна залежність як і для 2019 року за економічними показниками виробництва насіння сортозразків проса прутіподібного (табл. 6.6).

Урожайність насіння сорту Зоряне і Лінії 1307 становив відповідно 0,44 та 0,50 т/га – при сівбі не обробленим насінням, та 0,72 і 0,73 т/га – при сівбі обробленим насінням проса прутіподібного на насіння. Найбільшу насіннєву врожайність забезпечили сорт Зоряне та Лінія 1307.

**Економічна ефективність вирощування сортозразків проса  
прутоподібного у виробництві, 2020 р.**

Сортозразок	У, т/га	С <sub>в</sub> , грн/т	С <sub>п</sub> , грн/т	В <sub>р</sub> , грн/га	П <sub>р</sub> , грн/га	Р <sub>вир</sub> , %
Сівба не обробленим насінням						
Зоряне	0,44	6510,0	7226,1	18480,0	16423,0	155,7
Кейв-ін-рок	0,44	6610,0	7630,2	18480,0	17341,3	142,2
Морозко	0,39	6650,0	7632,2	16380,0	19569,6	114,6
Лінія 1307	0,50	7010,0	7850,0	21000,0	15700,0	167,5
Сівба обробленим насінням						
Зоряне	0,72	6510,0	7209,1	25959,6	10012,6	260,1
Кейв-ін-рок	0,61	6608,0	7219,1	21993,6	11834,6	204,7
Морозко	0,59	6571,0	7225,5	21272,5	12246,6	194,4
Лінія 1307	0,73	6650,0	7517,1	26320,2	10297,4	250,1

*\*Примітка:* С<sub>в</sub> – виробнича собівартість, грн/т; С<sub>п</sub> – повна собівартість, грн/т; В<sub>р</sub> – виручка від реалізації насіння, грн; П<sub>р</sub> – валовий прибуток від реалізації насіння, грн; Р – рівень рентабельності виробництва, %.

Повна собівартість виробництва насіння в усіх сортів проса прутоподібного була більше 7,0 тис. грн/га із зростанням даного показника за вирощування сортів Кейв-ін-рок, Морозко та Лінії 1307. Що характерно для сівби обробленим насінням, та зниженням даного показника (менше 7,0 тис. грн/га) – при сівбі не обробленим насінням.

Рівень рентабельності виробництва насіннєвого матеріалу сорту Зоряне і Лінії 1307 становив відповідно 155,7 та 167,5 % при сівбі не обробленим насінням, та 260,1 та 250,1 % – при сівбі обробленим насінням

Отже, з-поміж сортименту проса прутоподібного найліпші показники виробництва насіннєвого матеріалу забезпечили сорт Зоряне та Лінія 1307, особливо на варіантах де проводилася сівба обробленим насінням.

### **Висновки до розділу 6:**

1. Показники економічної ефективності за вирощування насіннєвих посівів проса прутіподібного залежить від урожайності насіння певного сорту. За результатами двохрічних випробувань у виробничих умовах рівень рентабельності виявився найвищими у сортів Зоряне та Лінії 1307. Встановлено, що щорічне збільшення врожайності насіння підвищує економічну ефективність насіннєвого матеріалу проса прутіподібного.

2. З урахуванням рівня врожайності насіння та показників енергетичної ефективності найбільшу енергетичну результативність виробництва насіннєвого матеріалу за коефіцієнтом енергетичної ефективності забезпечують сорторазки: Зоряне ( $K_{ee} = 3,0 - 3,6$ ) та Лінія 1307 ( $K_{ee} = 3,4 - 3,6$ ). Саме ці сорти рекомендовано до використання для закладки нових енергоплантацій.

3. Удосконалення елементів технології вирощування проса прутіподібного на насіння досягається: за рахунок проведення комплексу заходів допосівної підготовки насіння (стратифікації) та з сумісною обробкою препаратом «Гуміам». Що збільшує показники економічної ефективності виробництва насіння.

Публікації до розділу: 170, 172, 176.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі теоретично обґрунтовано, подано нове вирішення завдання, що полягає у встановленні морфометричних особливостей вивчення сортозразків за господарсько-цінними ознаками, особливостями формування елементів насінневої продуктивності, поліпшення посівних якостей насінневого матеріалу та збільшення врожайності насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum L.*).

1. В умовах центрального Лісостепу України рослини проса прутоподібного здатні формувати насіння розпочинаючи з першого року вегетації. З колекції проса прутоподібного усі сортозразки походять із США, вони зареєстровані у різні роки, наявні низовинні та височинні екотипи, мають найвищу посухо- і морозостійкість (крім Аламо, Канлоу та Небраска), що характеризуються високою або середньою стійкістю до вилягання. Сортозразки проса прутоподібного характеризуються значним варіюванням за масою 1000 насінин – від 0,85 до 1,98 г. Встановлено, що поряд з погодними умовами вегетаційного періоду, найбільший вплив на врожайність та вихід схожого насіння культури мають сортові особливості.

2. Визначено, що сортозразки проса прутоподібного відносяться до різних груп стиглості за тривалістю вегетаційного періоду: ранньостиглі – Дакота, Санберст і Небраска (менше 149 діб), середньостиглі – Кейв-ін-рок, Форестбург, Картрадж, Шелтер (150–170 діб), та пізньостиглі – Аламо, Канлоу, Блеквелл, Патфіндер (понад 170 діб).

3. У сортозразків проса прутоподібного Картрадж і Патфіндер відмічено врожайність насіння (317,5 і 329,3 кг/га) на рівні умовного стандарту Кейв-ін-рок, дещо меншим – у сортозразка Форесбург (312,4 кг/га). Сортозразки Блеквелл, Шелтер, Санберст, та Дакота відносимо до середньоврожайних (215,4–307,2 кг/га), інші – Небраска, Канлоу та Аламо формують низьку рожайність насіння.

4. За ступенем впливу на врожайність насіння сортів проса прутоподібного елементи продуктивності можна розподілити в порядку: густота стеблостою → параметри волоті → маса 1000 насінин → висота рослин. 3-поміж сортименту проса прутоподібного з високими показниками генеративної частини рослин та врожайності характеризуються сортозразки Кейв-ін-рок, Шелтер і Патфіндер.

5. За показниками пластичності, стабільності та врожайності насіння сортозразки проса прутоподібного умовно поділені на три групи. До першої групи з сумою рангів 2 відносяться сортозразки проса прутоподібного Картадж, Шелтер і Кейв-ін-рок, що мають найбільшу врожайність насіння, відповідно – 329,3 і 340,5 кг/га та характеризуються низькою пластичністю і високою стабільністю, а також мають порівняно високий прояв генотипового ефекту за цим показником. До другої групи (сума рангів 4) відносяться сортозразки Небраска, Канлоу та Аламо, що мають середній рівень прояву генотипового ефекту. До третьої групи, з сумою рангів 5–6 належать інші сортозразки, що характеризуються низьким проявом генотипового ефекту.

6. Кількісні показники вегетативної частини рослин проса прутоподібного вносять значний вклад у рівень врожайності насіння. Урожайність насіння сортозразків проса прутоподібного за коефіцієнтами кореляції значною мірою залежить від густоти стеблостою, аніж від висоти рослин. Сорти Зоряне і Лінія 1307 мали найбільш стабільний прояв за показником маси 1000 насінин, що мала помірний вплив за коефіцієнтом кореляції на врожайність насіння, інші сорти мали середній (Морозко) та значний (Кейв-ін-рок) за коефіцієнтом варіації.

7. Сорти Зоряне й Лінія 1307 сформували високий рівень врожайності та вихід схожого насіння в роки, що за ГТК характеризувалися як посушливі та оптимальні, інші сорти порівняно високу насінневу продуктивність забезпечували у роки з ГТК близьким до 1.

8. За ступенем екологічної пластичності показників урожайності насіння (більше 0,5 т/га) та його крупності (більше 1,5 г) найкращу сумісність



стабільності з високим проявом генотипового ефекту цих ознак забезпечили сортозразки проса прутоподібного Зоряне та Лінія 1307.

9. Найбільш високі кількісні показники вегетативної (висота рослин, кількість стебел та листків і довжина прапорцевого листка) та генеративної частини рослин (довжина та індексу волоті, кількість гілочок 1-го порядку, кількість волотей та вага насіння з волоті) формували сортозразки Зоряне та Лінія 1307 незалежно від умов вирощування. Ці ж сортозразки формують ваговите насіння, високу врожайність насіння (більше 250 кг/га) з виходом схожого насіння (близько 65 %) та можуть бути використані в подальшій селекційній роботі для створення і розширення сортименту проса прутоподібного.

10. Передпосівна підготовка насіння проса прутоподібного (використання заздалегідь відкаліброваного та стратифікованого насіння з наступною обробкою насінневого матеріалу препаратом гумінової природи «Гуміам») підвищує лабораторну схожість насінневого матеріалу. Що в свою чергу дозволяє знизити вагову норму висіву насіння. Також цей захід сприяє скороченню тривалості періоду сівба–сходи на 5 діб, сходи-кущіння – на 6 діб, кущіння-вихід в трубку – на 4 доби за сівби насінням вирощеного на родючих ґрунтах. За сівби насінням отриманого із маргінальних ґрунтів та підготовленого запропонованим способом відмічено скорочення термінів проходження періодів: сівби-сходи – на 3 доби, сходи-кущіння – на 6 діб, кущіння-вихід в трубку – на 5 діб.

11. Найвищу врожайність насіння (більше 0,50 т/га) та економічну ефективність за прибутком від реалізації насіння та рівнем рентабельності виробництва (більше 180,0 %) забезпечує сорт: Зоряне і Лінія 1307. Найбільший коефіцієнт енергетичної ефективності отримали за вирощування сорту Зоряне ( $K_{ee} = 3,0-3,6$ ) та Лінії 1307 ( $K_{ee} = 3,4-3,6$ ), менш ефективним, але на високому рівні – у сортозразка Кейв-ін-рок ( $K_{ee} = 2,8-3,1$ ) та сорту Морозко ( $K_{ee} = 2,4-3,1$ ).

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ПРАКТИКИ ТА ВИРОБНИЦТВА

Для розширення сортового різноманіття та отримання насінневої врожайності проса прутоподібного на рівні, або більше 0,5 т/га (врожайності сухої біомаси 14,5 т/га) в умовах центрального Лісостепу України рекомендовано:

- як вихідний матеріал для селекції за комплексом господарсько-цінних ознак використовувати українські сорти: Зоряне, Лінію 1307 та сортозразки іноземного походження – Кейв-ін-рок та Картадж;

- як джерела високої насінневої продуктивності використовувати такі сортозразки та сорти: Кейв-ін-рок і Зоряне, та високоадаптивну Лінію 1307;

- заходи допосівної підготовки насіння проса прутоподібного повинні поєднувати: стратифікацію та послідуочу обробку насінневого матеріалу препаратом «Гуміам» у нормі застосування 0,15 л/т.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Білявський Ю. В., Білявська Л. Г. Аналіз агро-кліматичних та ґрунтових умов Лісостепу України для вирощування сільськогосподарських та енергетичних культур. *Оптимальні енергетичні системи з урахуванням наявного потенціалу відновлюваних джерел енергії у Лісостепу України* : колективна монографія / За заг. ред. М. І. Кулика, О. В. Калініченка. Полтава: ПП “Астроя”, 2019. С. 7 – 17.
2. Польовий А. М., Божко Л. Ю. Вплив кліматичних змін на режим зволоження вегетаційного періоду в Україні. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2015. № 16. С. 128 – 139.
3. Григорів Я. Зачарована весна. *Рух у напрямку пустелі – перспективи навесні Зерно*. 2019. № 1 (154). С. 71 – 76.
4. Лялько В. І., Кульбіда М. І., Єлістратова Л. О., Апостолов О. А. Сучасні зміни кліматичних характеристик опалювального періоду на прикладі м. Києва та виявлення можливих трендів у майбутньому. *Вісник НАН України*, 2016, № 8, С.53 – 58.
5. Галицька М. А., Кулик М. І., Колеснікова Л. А. Інтенсивність асиміляції карбону при вирощуванні енергетичних культур в умовах Лісостепу України. Полтава 2020. С. 127 – 130.
6. Адаптація агротехнологій до змін клімату: ґрунтово-агрохімічні аспекти; за наук. ред. С. А. Балюка, В. В. Медведєва, Б. С. Носка. Харків : 2018. 363 с.
7. Мельник С. І. Зміни клімату вже позначаються на сільському господарстві. *Агрополітика*. 2018. № 4. С. 8 – 11.
8. Тараріко Ю. О. Сайдак Р. В, Сорока Ю. В., Вітвіцький С. В Районування території України за рівнем забезпеченості гідротермічними ресурсами та обсягами використання сільськогосподарських меліорацій Київ : ЦП «Компринт», 2015. 62 с.
9. Kulyk Maksym, Dekovets Vitaly, Rozhko Iлона, Demin Dmitry, Onoprienko Alexander. The role of innovations in the development and

management during the optimization of cultivation technologies of industrial crops in the post-coronavirus world. *The role of information and technology in the construction of the post-coronavirus world* : Monograph / Edited by Magdalena Gawron-Łapuszek, Andrii Karpenko. Katowicach (Polska): Publishing House of Katowice School of Technology, 2020: 173–185. ISBN 978-83-957298-5-0

10. Горб О. О., Галицька М. А., Кулик М. І. Збереження балансу парникових газів при вирощуванні енергетичних культур внаслідок непрямой зміни землекористування в умовах Лісостепу: *Розробка та вдосконалення енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу альтернативних джерел енергії* : колективна монографія за ред. О. О. Горба, Т. О. Чайки, І. О. Яснолоб. П.: ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2017. С. 216–226.

11. Роїк М. Г., Ягольник О. Г. Агропромислові енергетичні плантації – майбутнє України. *Біоенергетика*. 2015. № 2(6). С. 4 – 5.

12. Писаренко П. В., Курило В. Л., Кулик М. І. Агробіомаса та фітомаса енергетичних культур для виробництва біопалива: *Розробка та вдосконалення енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу альтернативних джерел енергії* : колективна монографія за ред. О. О. Горба, Т. О. Чайки, І. О. Яснолоб. П.: ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2017. С. 258 – 266.

13. Матвієнко М. Т., Загвойська Л. Д. Еколого-економічна ефективність біоенергетичних проектів. *ЕКОінформ*. 2011. № 78. С. 11 – 12.

14. Калетнік Г. М. Розвиток ринку біопалив в Україні : моногр. рец. М. Й. Малік та ін.. К.: *Аграрна наука*, 2008. 464 с.

15. Гументик М. Я. Перспективи вирощування багаторічних злакових культур для виробництва біопалива. *Цукрові буряки*. 2010. № 4. С. 21 – 22.

16. Кравчук В., Цема Т., Таргоня В. та ін. Нормативне забезпечення виробництва біомаси та біопалива в Україні. *Техніка і технології*. 2010. Вип. № 7 (10). С. 3 – 38.

17. Кулик М. І., Падалка В. В. Розвиток біоенергетики на основі рослинного енергетичного ресурсу (на прикладі Полтавської області).

*Управління стратегіями випереджаючого інноваційного розвитку*: монографія за ред. к.е.н., доцента Н. С. Ілляшенко. Суми: Триторія, 2020. С. 109 – 118.

18. Міністерство енергетики та захисту довкілля України. Екологічний паспорт Полтавської області (2017 р.). *Інтернет-ресурс*. Режим доступу: [https://menr.gov.ua/files/docs/eco\\_passport/2017/%D0%9F%D0%BE%D0%BПолтавська\\_ЕкоПаспорт.2017.pdf](https://menr.gov.ua/files/docs/eco_passport/2017/%D0%9F%D0%BE%D0%BПолтавська_ЕкоПаспорт.2017.pdf).

19. Сківка Л. М., Гудзь С. О., Цвей Я. П., Присяжнюк О. І. Економічна ефективність вирощування культур агроценозу. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2020. Вип. 28. С. 121 – 129.

20. Moser L. E., Vogel K. P., Barnes R. F., et al. Switchgrass, Big Bluestem, and Indiangrass. *In: An introduction to grassland agriculture*. Iowa University Press. 1995. P. 409 – 420.

21. Гродзінський А. М. До системи уявлень про інтродукцію та акліматизацію рослин. *Інтродукція та акліматизація рослин на Україні*. К., 1978. Вип. 12. С. 3 – 7.

22. Schmer M. R., Liebig M. A., Vogel K. P., Mitchell R. B. (2011). Field-scale soil property changes under switchgrass managed for bioenergy. *GCB Bioenergy*, doi: 10.1111/j.1757-170732011.01099x.

23. Taranenko A., Kulyk M., Galytska M., Taranenko S. Effect of cultivation technology on switchgrass (*Panicum virgatum* L.) productivity in marginal lands in Ukraine. *Acta Agrobot.* 2019; 72 (3) : 1786. URL: <https://doi.org/10.5586/aa.1786>

24. Гуляєв Г. В., Гужов Ю. Л. Селекція и семеноводство полевих культур М.: *Агрпроомиздат*, 1987. 447 с

25. Силенко О. С., Роговий О. Ю. Вивчення та аналіз показників лабораторної і польової схожості насіння ex-situ колекцій середньострокового зберігання. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2013. Вип. 14. С. 114 – 121. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vcnzapv\\_2013\\_14\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vcnzapv_2013_14_17)

26. Кулешов Н. Н. Агрономическое семеноведение М.: *Сельхозиздат*, 1963. 304 с
27. Строна И. Г. Разнокачественность семян полевых культур и её значение в семеноводческой практике Биологические основы повышения качества семян. *Материалы научной сессии, состоявшейся 26 30 ноября 1963 г. в Москве. М.: Наука, 1964. С. 21 25.*
28. Строна И.Г. Проблемы семеноведения и семеноводства на современном этапе Селекция и семеноводство: респ. межвед. темат. науч. сб. К. : *Урожай*, 1984. С. 85 – 88
29. Vogel K. P. Switchgrass. In: L. E. Moser et al., eds. (2004). Warm-season (C4) Grasses ASA-CSSA-SSSA, *Madison, WI*. P. 561 – 588.
30. Barker R. E., Haas R. J., Berdahl J. D. and Jacobson E. T. (1990). Registration of 'Dacotah' switchgrass. *Crop Sci.* V. 30. P. 1158.
31. Samson R. A., Omielan J. A. (1992). Switchgrass: A potential biomass energy crop for ethanol production. *Thirteenth North American Prairie Conference. – Windsor, Ontario*. P. 253 – 258
32. Wullschleger S. D., Sanderson M. A., McLaughlin S. B., Biradar D. P. and A. L. Rayburn. (1996). Photosynthetic rates and ploidy levels among populations of switchgrass. *Crop Sci.* 36 : 306 – 312.
33. Філіпась Л. П., Горобець А. М., Мандровська С. М. Продуктивність різних сортів світчграсу. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2012. Вип. 14. С. 359 – 361
34. Думич В. В., Журба Г. І., Курило В. Л. Динаміка росту світчграсу в ґрунтово-кліматичних умовах Полісся України. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 19. С. 43 – 45.
35. Кулик М. І. Ботанічні особливості та характеристика екотипів проса лозовидного. *Матеріали восьмої 164 міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Простір і час сучасної науки»*, 18 – 19 квітня 2012 р. Київ. 2012. С. 6 – 7.

36. Keshwani D. R., Cheng J. J. (2009). Switchgrass for bioethanol and other value added applications: a review. *Bioresource Technology*, 100: 1515 – 1523.
37. Casler M. R, Sosa S., Hofmann L., Mayton H., Ernst C., Adler P., Boe A. R., Bonos S. A (2017). Biomass yield of switchgrass cultivars under high- vs. low-input conditions. *Crop Sci*, 57 : 821 – 832.  
<https://doi.org/10.2135/cropsci2016.08.0698>
38. Zhang Z, Zalapa J. E, Jakubowski A. R et al (2011) Natural hybrids and gene flow between upland and lowland switchgrass. *Crop Sci.*, 51 : 2626 – 2641.
39. Zalapa J. E, Price D. L, Kaeppler S. M, Tobias C. M, Okada M, Casler M. D (2011). Hierarchical classification of switchgrass genotypes using SSR and chloroplast sequences: ecotypes, ploidies, gene pools, and cultivars. *Theor. Appl. Genet.*, 122: 805 – 817.
40. Zhang Z, Zalapa J. E, Jakubowski A. R et al. (2011). Post-glacial evolution of *Panicum virgatum*: centers of diversity and gene pools revealed by SSR markers and cpDNA sequences. *Genetica* 139: 933 – 948.
41. Доронін В. А., Кравченко Ю. А., Бусол М. В. та ін. Якість насіння світчґрасу залежно від способів його сортування. *Наукові праці ІБКіЦБ*, 2013. Вип. 19. С.28 – 32.
42. Esbroeck, Van G. A., Hussey M. A., Sanderson M. A. (1997). Leaf appearance rate and final 13 leaf number of switchgrass cultivars. *Crop Sci.*, № 37 : 864 – 870.
43. Aiken G. E., Springer T. L. (1995). Seed size distribution, germination, and emergence of 6 switchgrass cultivars. *J. Range Manage.* 48. 455 – 458.
44. Green J. C., Bransby D. I. (1995). Effects of seed size on germination and seedling growth of Alamo switchgrass. *Soc. for Range Management, Denver, Vol. 1.* 183 – 184.
45. Гументик М. Я., Радейко Б. М., Фучило Я. Д., Сінченко В. М., Ганженко О. М., Бондар В. С., Фурса А. В., Квак В. М., Харитонов М. М.,

Кателевський В. М. Вирощування біоенергетичних культур. *Борщівський агротехнічний коледж: монографія* К.: ТОВ «ЦП «Компринт», 2018. С. 179

46. Кулик М. І., Рожко І. І. Урожайні властивості та посівні якості насіння проса прутоподібного залежно від умов вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. Вип. 2 ( 89). С. 78 – 84.

47. Кулик М. І. Динаміка відростання пагонів проса лозоподібного після відновлення весняної вегетації : *тези Міжнар. наук.-практ. конф.: Роль часу відновлення весняної вегетації в житті зимуючих рослин*, 14 січня 2014 р. Полтава : ФОП Корзун, 2014. С. 103 – 106.

48. Rakhmetov, D. V., Verhun, O. M., & Rakhmetova, S. O. Panicum virgatum L. as a promising introduced species at M. M. Hryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine. *Introduktsiia roslyn [Plant Introduction]*. 2014. Vol. 3. P. 3 – 14.

49. Кулик М. І. Аналіз комплексного впливу агрозаходів на урожайність проса прутоподібного в умовах центрального Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 3 С. 74 – 86.

50. Курило В. Л., Ганженко О. М., Гументик М. Я. та ін. Спосіб передпосівного обробітку ґрунту під світчграс. Патент на корисну модель 74261 Україна, МПК А01В 79/00. 2012. *Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. бюл. № 20*.

51. Гументик М. Я., Гументик Я. М. Патент на корисну модель 92284 Україна, МПК А01В 79/00. 2014. *Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН*.

52. Кулик М. І., Elbersen H. W., Крайсвітній П. А. та ін. Ботаніко-біологічні особливості проса лозовидного (*Panicum virgatum* L.). *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетика: вирощування енергетичних культур, виробництво та використання біопалива»*. Київ: Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків, 2011. С. 25 – 27.



53. Lesschen, J. P.; Elbersen, H. W.; Poppens, R. P.; Galytska, M.; Kylik, M.; Lerminiaux, L (2012). The Financial and GHG Cost of Avoiding ILUC in Biomass Sourcing A comparison between Switchgrass produced with and without ILUC in Ukraine. *Wageningen UR (Alterra, Food & Biobased Research)*, Poltava State Agrarian Academy, Phytofuels Investments.

54. Piterson A., Greman D. Biological activity of soil. International Symposium "Structure and Function of Soil Microbiota". 2005. P. 235 – 236.

55. Ma Z., Wood C. W., Bransby D.I. (2001). Impact of row spacing, nitrogen rate, and time on carbon partitioning of switchgrass. *Biomass. Bioenergy*. № 20. P. 413 – 419.

56. Курило В. Л., Гончарук Г. С., Гументик М. Я. Удосконалення елементів технології вирощування проса прутоподібного. *Біоенергетика*. 2014. № 2. С. 28 – 30.

57. Minelli M., Rapparini L, Venturi G. Weed management in switchgrass crop. In: *Swaaij WPM, Fjallstrom T, Helm P, Grassi A (eds) 2nd world biomass conference, Rome*. 2004. Vol 2: 439 – 441.

58. Курило В. Л., Гументик М. Я., Каськів В. В. Вплив строків сівби та глибини загортання насіння світчграсу (проса лозовидного) на польову схожість в умовах західної частини Лісостепу України. *Зб. наук.праць. К.: ІБКІЦБ*, 2013. Вип. 17. С. 258 – 361.

59. Janine Haynes G., Wallace G. Pill, Thomas A. (1997). Seed treatments Improve the Germination and Seedling Emergence of Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) *Hort Science: Seed Technology*. N 32(7). P. 1222 – 1226.

60. Jana J. Beckman, Lowell E. Moser, Keith Kubik, Steven S. (1993). Waller Big bluestem and switchgrass establishment as influenced by seed priming *Agron. J. V. 85*. P. 199 – 202.

61. Доронін В. А. Визначення схожості насіння проса прутоподібного (світчграсу) *Panicum virgatum* L. та ін. *Київ: ІБКІЦБ НААН*. 2015. 10 с.

62. Kassel P. C., Mullin R. E. and Bailey T. B. (1985). Seed yield response of three switchgrass cultivars for different management practices. *Agron. J. V. 77*. P. 214 – 218.
63. Haynes Janine G., Wallace G., Pill Thomas A. 1997. Seed treatments improve the germination and seedling emergence of switchgrass (*Panicum virgatum* L.). *Hort Science: Seed Technology*. Vol. 32 (7) : 1222 – 1226.
64. Smith Ray S., Schwer Laura, Holly Boyd, Keene T. Prechilling switchgrass seed on farm to break dormancy *Lexington, KY, 40546, ID 199*. URL : <http://www2.ca.uky.edu/agcomm/pubs/id/id199/id199.pdf>
65. Costs of Producing Switchgrass for Biomass in Southern Iowa, Iowa State University Extension Publication PM [www.extension.iastate.edu/Publications/PM1866.pdf](http://www.extension.iastate.edu/Publications/PM1866.pdf)
66. Green J. C., Bransby D. I. 1995 Effects of seed size on germination and seedling growth of Alamo switchgrass. *Soc. for Range Management, Denver*. Vol. 1: 183 – 184.
67. Smart A. J., Moser L. E. 1999. Switchgrass seedling development as affected by seed size *Agronomy & Horticulture: Faculty Publications*. Vol. 68: 335 – 338. URL : <http://digitalcommons.unl.edu/agronomyfacpub/68>.
68. Курило В. Л., Рахметов Д. Б., Кулик М. І. Біологічні особливості та потенціал урожайності енергетичних культур родини тонконогових в умовах України. *Вісник ПДАА*. 2018. Вип. № 1. С. 25 – 32.
69. John J. Brejda, James R. Brown, Gary W. Wyman, and William K. Schumacher. Management of switchgrass for forage and seed production. *Journal of Range Management*. 1994. 47(1). P. 25 – 26.
70. Greg A. Native Seed Production Manual. Iowa Ecotype Project, *Tallgrass Prairie Center's*. 2007. P. 70 – 72.
71. Seed Smut of Switchgrass. USDA-NRCS Plant Materials Program. *Manhattan Plant Materials Center Newsletter*. 2003. Vol. 10(3):
72. S. Ray Smith, Schwer Laura, Boyd Holly, Keene Tom Prechilling Switchgrass Seed on Farm to Break Dormancy. *Lexington, KY, 40546, - ID – 199*.

73. Doronin V. A. Kravchenko Y. A. et al. Ways of Switchgrass seed quality improving. *Bioenergy*. 2014. Vol. 2. P. 22 – 24

74. Філіпась Л. П., Біленко О. П. Біологічні особливості насіння світчґрасу (*Panicum virgatum* L.). *Збалансований розвиток агроєкосистем України: сучасний погляд та інновації: матеріали I Всеукр. наук.-практ. конф.*, м. Полтава, 16 лист. 2017 р. Полтава: ПДАА, 2017. С. 100 – 102.

75. Патент на корисну модель № 125096. *Спосіб допосівної обробки насіння проса прутоподібного* Кулик М. І., І. І. Рожко, М. А. Галицька (Полтавська державна аграрна академія МОН, Україна). Заяв. № u 2017 12598 від 18.12.2017; Опубл. 25.04.2018, Бюл. № 8.

76. Курило В. Л., Кулик М. І., Рожко І. І. Методичні рекомендації: допосівна підготовка насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) *Полтава* 2019. 28 с.

77. Samson R., Delaquis E., Deen B., DeBruyn J. and Eggimann U. (2016). Switchgrass. *Agronomy : book*. Ontario. 82 p.

78. Wolf D. D., Fiske D. A. ( 2009). Planting and managing switchgrass for forage, wildlife, and conservation. *Virginia Cooperative Extension, publication*. 418 013. Available at: [http://pubs.ext.vt.edu/418/418-013/418-013\\_pdf.pdf](http://pubs.ext.vt.edu/418/418-013/418-013_pdf.pdf).

79. Гументик М. Я. Удосконалення елементів технології вирощування проса прутоподібного в умовах Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2020, Вип. №9.С. 15 – 20. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202009-02>

80. Smart A. J. and L. E. Moser ( 1997). Morphological development of switchgrass as affected by planting date. *Agron. J.* 89: 958 – 962.

81. Madakadze J. C, Stewart K, Peterson P. R, Coulman B. E, Smith D. L ( 1999) Cutting frequency and nitrogen fertilization effects on yield and nitrogen concentration of switchgrass in a short season area. *Crop Sci* . 39: 552 – 560.

82. Muir J. P, Sanderson M. A, Ocumpaugh W. R, Jones R. M, Reed R. L ( 2001) Biomass production of ‘Alamo’ switchgrass in response to nitrogen, phosphorus, and row spacing. *Agron J* 93: 896 – 901.

83. Thomason W. E, Raun W. R, Johnson G. V, Taliaferro C. M, Freeman K. W, Wynn K. J, Mullen R. W ( 2004) Switchgrass response to harvest frequency and time and rate of applied nitrogen. *J Plant Nutr* 27: 1199 – 1266.
84. Hall K. E, George J. R, Riedl R. R. (1982). Herbage dry matter yields of switchgrass, big bluestem, and indiangrass with N fertilization. *Agron J* 74 : 47 – 51.
85. Aravindhakshan S. C., Epplin F. M., Taliaferro C. M. (2011). Switchgrass, bermudagrass, flaccidgrass, and lovegrass biomass yield response to nitrogen for single and double harvest. *Biomass Bioenergy* 35: 308 – 319.
86. Brejda J. J (2000) Fertilization of native warm-season grasses. In: Moore K. J, Anderson B. E (eds) Native warm-season grasses: research trends and issues. *CSSA Spec Publ* 30. *CSSA, Madison, WI*.
87. Lemus R, Parrish D. J, Wolf D. D ( 2009) Nutrient uptake by ‘Alamo’ switchgrass used as an energy crop. *Bioenerg Res* 2: 37 – 50.
88. Mulkey V. R, Owens V. N, Lee D. K ( 2006) Management of switchgrass-dominated conservation reserve program lands for biomass production in South Dakota. *Crop Sci* 46: 712 – 720.
89. Heggenstaller A. H, Moore K. J, Liebman M, Anex R. P ( 2009) Nitrogen influences biomass and nutrient partitioning by perennial, warm-season grasses. *Agron J* 101: 1363 – 1371.
90. Christian D, Riche A. B, Yates N. E ( 2002) The yield and composition of switchgrass and coastal panic grass grown as a biofuel in Southern England. *Bioresour Technol* 83: 115 – 124.
91. Taylor R. W, Allinson D. W ( 1982) Response of three warm-season grasses to varying fertility levels on five soils. *Can J Plant Sci.* 62 : 657 – 665.
92. Clark R. B, Baligar V. C, Zobel R. W ( 2005) Response of mycorrhizal switchgrass to phosphorus fractions in acidic soil. *Comm Soil Sci Plant Anal* 36: 1337 – 1359.

93. Clark R. B (2002) Differences among mycorrhizal fungi for mineral uptake per root length of switchgrass grown in acidic soil. *J Plant Nutr.* V. 25: 1753 – 1772.
- 94 .Lee D. K, Owens V. N, Doolittle J. J (2007) Switchgrass and soil carbon sequestration response to ammonium nitrate, manure, and harvest frequency on conservation reserve program land. *Agron J.* 99: 462 – 468.
95. Sanderson M. A, Jones R. M, McFarland M. J, Stoup J, Reed R. L, Muir J. P (2001) Nutrient movement and removal in a switchgrass biomass-filter strip system treated with dairy manure. *J. Environ. Qual.* 30 : 210 – 216.
96. Kulyk M. I. Dynamics of phytomass productivity and soil organic matter at the different type of switchgrass sowing. *Nauka i edukacja w warunkach zmian cywilizacyjnych: Mater. I Międz. Konf. Nauk.-Prakt. / Pod red. M. Andrzejewskiego.* – Łódź: Nowa nauka, 2019 : 107 – 109.
97. Роїк М. В., Курило В. Л., Гументик М. Я., Ганженко О. М. Фітоенергетичні культури. *Агроном.* 2013. № 3. С. 196–199.
98. Рахметов Д. Б. Роль нових культур у фітоенергетиці України. *Науковий вісник НАУ.* 2007. № 116. С. 13 – 20.
99. Lemus R. Switchgrass as an energy crop: fertilization, cultivar, and cutting management. *PhD Dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia.* 2004.
100. Sanderson M. A, Reed R. L., Mclaughlin S. B. et al. (1996). Switchgrass as a sustainable bioenergy crop. *Bioresour Technol.* 56 : P. 83 – 93.
101. Sautter E. H. (1962). Germination of switchgrass. *J. Range Manage.* V. 15. P. 108 – 109.
102. Бомба М. Я. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроекології. Київ: *Урожай*, 2003. 504 с.
103. Маринич О. М., Шищенко П. Т. Фізична географія України: підручник. Київ : *Знання*, 2005. 511 с.

104. Гриб М. І. Агрокліматичні ресурси Полтавщини: Стан та шляхи використання. *Вісник Полтавського державного сільськогосподарського інституту*. 1999. № 4. 95 с.

105. Гамаюнов В. Е., Сидоренко А. И., Драгова Н. И. ; под общей редакцией В. А. Жукова. Природные условия и почвенный покров Полтавской области : *Методические рекомендации для студентов агрономического и гидромелиоративного факультетов*. Херсон, 1996. 33 с.

106. Wolter Elbersen. Switchgrass for biomass: Bibliography and management practices Draft document FAIR 5CT97 3701: Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) as an alternative energy crop in Europe. *Initiation of a productivity network. ATO-DLO, Wageningen*. 1998. 22 P.

107. Писаренко П. В., Кулик М. І., Elbersen W. H. та ін. Методичні рекомендації по технології вирощування енергетичних культур (світчграсу) в умовах України. Полтава : *Полтавська ДАА*, 2011. 40 с.

108. Білецький Є. М. Супутник агронома : довідник. Харків : *ХНАУ*, 2010. 256 с.

109. Кулик М. І., Курило В. Л. Енергетичні культури для виробництва біопалива: довідник. Полтава: *РВВ ПДАА*, 2017. 74 с.

110. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Полтавській області у 2017 році. Інтернет-Ресурс. Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/content/>

111. Кулик М. І. Ботаніко-біологічна характеристика, особливості вирощування та використання енергетичних культур. Частина перша: світчграс (просо лозоподібне) : довідник. Полтава, 2014. 130 с.

112. Реєстр сортів рослин України. Київ : Міністерство аграрної політики та продовольства України, 2018. URL: <http://sops.gov.ua/reestratsiya-prav/reiestry/reiestr-sortiv-roslyn-ukrainy> (дата звернення 15. 12. 2019 р.)

113. Писаренко П., Кулик М., Wolter Elbersen, Крайсвітній П., Рій О. Методичні рекомендації по технології вирощування енергетичних культур

(світчграсу) в умовах України відповідно до стандарту NTA8080, Полтава, 2012. 40 с.

114. Інтернет-джерело. Режим доступу: <https://agrarii-razom.com.ua/preparations/gumiam-08> (дата звернення 11. 09. 2020)

115. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. та ін. Дослідна справа в агрономії: навч. посіб.: у 2 кн. *Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи*; за ред. А. О. Рожкова. Харків: Майдан, 2016. 316 с. 5.

116. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. та ін. Дослідна справа в агрономії: навч. посіб.: у 2 кн. – *Кн. 2. Статистична обробка результатів досліджень*; за ред. А. О. Рожкова. Харків: Майдан, 2016. 352 с.

117. Курило В. Л., Гументик М. Я., Гончарук Г. С. Смірних В. М. Горобець А. М. Каськів В. В. Максименко О. В. Мандровська С. М. Методичні рекомендації з проведення основного та передпосівного обробітків ґрунту і сівби проса лозовидного К. : *ІБКіЦБ*, 2012. 28 с.

118. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості: ДСТУ 4138-2002 (Чинний від 2004-01-01). К.: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.

119. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови: ДСТУ 2240-93 [Чинний від 1994-07-01]. К.: Держстандарт України, 1994. 73 с.

120. Кулик М. І., Рожко І. І., Галицька М. А. Спосіб допосівної обробки насіння проса прутоподібного: пат. № 125096; № заявки u2017 12598; заявл. 18.12.2017, опублік. 25.04.2018, Бюл. № 8.

121. Курило В. Л., Кулик М. І., Рожко І. І. Методичні рекомендації для допосівної підготовки насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum L.*). Полтава, 2019. 24 с.

122. Курило В. Л., Доронін В. А., Кулик М. І., Дрига В. В. Методика визначення посівних якостей насінневого матеріалу та заходи допосівної підготовки насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum L.*). Полтава : Астроя, 2020. 30 с.

123. Волкодав В. В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур: Загальна частина. К., 2000. 100 с.

124. Кулик М. І., Рахметов Д. Б., Курило В. Л. Методика проведення польових та лабораторних досліджень з просом прутоподібним (*Panicum virgatum L.*). Полтава: РВВ ПДАА, 2017. 24 с.

125. Спосіб обліку врожайності фітомаси проса прутоподібного - світчграсу (*Panicum virgatum L.*): пат. UA109116; № заявки u2016 01814; заявл. 25.02.2016, опублік. 10.08.2016, Бюл. № 15.

126. Kulyk M., W. Elbersen. Methods of calculation productivity phytomass for switchgrass in Ukraine. Poltava, 2012. 10 p.

127. Боровиков В. П. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов. СПб. : Питер, 2003. 688 с.

128. Калінченко О. В., Кулик М. І. Науковий твір «Експрес-аналіз економічної ефективності вирощування енергетичних культур в умовах Лісостепу України» (Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 93178 від 18.10. 2019).

129. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій у сільському господарстві. К. Урожай. 1998. 205 с.

130. Калінченко О. В., Кулик М. І. Науковий твір «Методичні засади оцінки енергетичної ефективності вирощування енергетичних культур в умовах Лісостепу України» (Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 93177 від 18.10.2019).

131. Вавилов Н. И. Интродукция растений в советское время и ее результаты. *Итоги интродукционной работы Всесоюзного института растениеводства за период 1921 – 1940 гг.* М. : Наука. 1965 б. С. 674 – 689.

132. Kulyk Maksym, Shokalo Natalia, Dinets Olha. Morphometric indices of plants, biological peculiarities and productivity of industrial energy crops. *Development of modern science: the experience of European countries and prospects for Ukraine: monograph* / edited by authors. 3rd ed. Riga, Latvia:



«Baltija Publishing», 2019: 411 – 431. URL: <https://doi.org/10.30525/978-9934-571-78-7>

133. Мандровська С. М., Балан В. М. Продуктивність проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від норми висіву та сортових особливостей *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2015. Вип. 23. С. 44 – 49. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpicb\\_2015\\_23\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpicb_2015_23_9).

134. Radiotis, T., J. Li, K. Goel, and R. Eisner. (1999). Fiber Characteristics, Pulpability, and Bleachability of Switchgrass. *Tappi J.* 82 : 100 – 105.

135. Roik, M. V., Rakhmetov, D. B., Hontarenko S. M. та ін. (2012). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv prosa prutopodibnoho (Panicum virgatum L.) na vidminnist, odnoridnist i stabilnist: Kod UPOV: PANIC\_VIR, 15.*

136. Марухняк А. Я., Дацько А. О., Марухняк Г. І. Адаптивність і стабільність сортозразків вівса за показниками якості зерна Селекція і насінництво, 2010. Вип. 98. С. 106 – 115.

137. Василюк П. М. Оцінка стабільності та пластичності показників продуктивності та якості нових сортів пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2014. № 1. С. 15 – 18. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr\\_2014\\_1\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr_2014_1_5).

138. Присяжнюк Л. М., Шовгун О. О., Король Л. В., Коровко І. І. Оцінка показників стабільності й пластичності нових гібридів кукурудзи (*Zea mays* L.) в умовах Полісся та степу України *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2016. № 2. С. 16 – 21. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr\\_2016\\_2\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr_2016_2_5).

139. Сокол Т. В., Петренкова В. П., Кобизєва Л. Н. Екологічна пластичність та стабільність зразків генофонду гороху за стійкістю до хвороб та шкідників зерна. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 101. С. 20 – 29.

140. Орлов С. Д. Особливості прояву біологічних, господарських ознак рослин *Panicum virgatum* (світчграс) з метою створення сортів з високою

енергетичною цінністю в лісостеповій зоні України. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків* : зб. наук. Праць. Ін-т біоенергет. культур і цукр. буряків, Нац. акад. аграр. наук України. К.: ФОП Корзун Д. Ю., 2013. Вип. 19. С. 93 – 96.

141. Рожко І., Дьомін Д., Кулик М. Вивчення сортів проса прутоподібного вітчизняної та іноземної селекції за продуктивністю та схожістю насіння. *Генетика та селекція сільськогосподарських рослин – від молекули до сорту*: матеріали II Інтернет-конференції молодих вчених (м. Київ, 30 серпня 2018 р.). НААН, СГІ-ННЦ, М-во аграр. політики та прод. України, Укр. Ін-т експертизи сортів рослин. 2018. С. 23.

142. Кулик М. І., Рожко І. І., Сиплива Н. О. Агроекологічні особливості формування урожайності насіння проса прутоподібного в умовах Лісостепу. Матеріали II міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції: *Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроекологічний, соціальний та економічний аспекти*, м. Полтава, 28 листопада 2018 р. С. 200 – 201.

143. Кулик М. І., Рожко І. І. Мінливість кількісних ознак проса прутоподібного залежно від сорту та умов вирощування. Еколого-генетичні аспекти в селекції польових культур в умовах змін клімату: *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 90-річчю з дня народження генетика, селекціонера, професора М. М. Чекаліна* (18–19 квітня 2019 р.). Полтавська державна аграрна академія. Полтава, 2019. С. 33 – 34.

144. Кулик М. І., Рахметов Д. Б., Рожко І. І., Сиплива Н. О. Вихідний матеріал проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) за комплексом господарсько-цінних ознак в умовах центрального Лісостепу України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*, 2019. Т. 15, № 4. С. 354 – 364. URL :<http://journal.sops.gov.ua/issue/view/11403/showToc>

145. Кулик М. І., Рожко І. І. Закономірності формування урожайності насіння проса прутоподібного в умовах Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Вип. 4 (91), 2018. С. 85 – 99.

146. Патент на корисну модель № 125096. *Спосіб допосівної обробки насіння проса прутоподібного* / Кулик М. І., І. І. Рожко, М. А. Галицька (Полтавська державна аграрна академія МОН, Україна). Заяв. № u 2017 12598 від 18.12.2017; Опубл. 25.04.2018, Бюл. № 8.

147. Kulyk M., Rozhko I. Study of switchgrass varieties in terms of seed productivity. *The XXI th International scientific and practical conference «CURRENT TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF SCIENCE AND PRACTICE» (15–16 June, 2020). Haifa, Israel 2020: 30–31. DOI: 10.46299/ISG.2020.XXI*

148. Кулик М. І., Рожко І. І. Вплив погодних умов вегетаційного періоду на елементи продуктивності та урожайність проса прутоподібного. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Вип. 4 (87), 2017. С. 12 – 14

149. Думич В. В., Журба Г. І., Курило В. Л. Динаміка росту світчграсу в ґрунтово-кліматичних умовах Полісся України. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. праць Ін-т біоенергет. культур і цукр. буряків, Нац. акад. аграр. наук України. К.: ФОП Корзун Д.Ю., 2013. Вип. 19. С. 43 – 46.

150. Жатова О. Г. Загальне насінництво: навчальний посібник. Суми: *Університетська книга*, 2009. С 273.

151. Макрушин М. М. Макрушина Є. М. *Насінництво*: підручник Сімферополь: ВД "Аріал", 2011. 476 с.

152. Промышленное семеноводство: справочник; под ред. И. Г. Строны; сост.: В. И. Анискин, А. И. Батарчук, Б. А. Весна и др.. М.: Колос, 1980. 287 с.

153. Донець М. М. Насінництво з основами селекції: *Навчальний посібник*. К., 2007. 337 с.

154. Поспелов С. В., Нечипоренко Н. І., Поспелова Г. Д. Вплив термінів зберігання на посівні якості та фітосанітарний стан насіння окремих видів роду *Echinacea toench.* *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Вип. № 3, 2011 С. 78 – 84.

155. Green J. C., Bransby D. I. Effects of seed size on germination and seedling growth of Alamo switchgrass. *Soc. for Range Managemen.*, Denver, 1995. Vol. 1. P. 183–184.

156. Кулик М. І., Рожко І. І. Урожайні властивості та посівні якості насіння проса прутоподібного залежно від умов вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Вип. 2 (89), 2018. С. 78–84.

157. Кулик М. І., Рожко, І. І., Сиплива Н. О., Божок Ю. О. Агробіологічні особливості формування врожайності та якості насіння проса прутоподібного. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, 2019. Вип. 4 (104). С. 51–60.

158. Kulyk Maksym, Rozhko Iona, Kurylo Vasył, et al. Impact of the soil and climate conditions on the formation of the crop yield and germinating power of the switchgrass (*Panicum virgatum* L.) seeds. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 2018, Vol. 63(4): 101–105. URL: [http://www.pimr.poznan.pl/biul/2018\\_4\\_KRK.pdf](http://www.pimr.poznan.pl/biul/2018_4_KRK.pdf)

159. Орлов Д. С. Свойства и функции гуминовых веществ. Гуминовые вещества в биосфере. Москва: Наука, 1993. С. 16–27.

160. Brejda J. J., Brown J. R., Wyman G. W., Schumacher W. K. Management of switchgrass for forage and seed production. *J. Range Manage*, 1994. Vol. 47: 22–27.

161. Калініченко О. В., Кулик М. І. Економічна ефективність вирощування проса прутоподібного (світчграсу) в умовах Лісостепу України. *Економіка АПК*. 2018. Вип. 11. С. 19–28. URL: <http://eapk.org.ua/contents/2018/11/19>

162. Kulyk Maksym and Shokalo Natalia. Impact of plant biometric characteristics on seed productivity of castor-oil plant and switchgrass depending upon weather conditions of the vegetation period in the forest-steppe of Ukraine: Relevant issues of development and modernization of the modern science: the experience of countries of Eastern Europe and prospects of Ukraine: monograph; edited by authors. Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 2018: 182-204.

163. Kulyk M. Impact of row spacing on formation of switchgrass varieties crop capacity. *Herald of Poltava State Agrarian Academy*. 2015. V. 3 (78): 62 - 65.

164. Kalinichenko A., Kalinichenko O., Kulyk M. Assessment of available potential of agro-biomass and energy crops phytomass for biofuel production in Ukraine: *Odnawialne źródła energii: teoria i praktyka*. Monograph / pod red. I. Pietkun-Greber, P. Ratusznego, Uniwersytet Opolski, 2017. (tom II): 163 179.

165. Kulyk M. I., Pasichnichenko O. M. Potential and economic efficiency of the use of plant residues. *Herald of Poltava State Agrarian Academy*, 2016. Issue 3 (82): 37 40.

166. Мазур В. А., Браніцький Ю. Ю., Мазур О. В. Економічна ефективність технологічних прийомів вирощування проса лозовидного. Збірник наукових праць ВНАУ. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. №16. С. 5 12.

167. Kulyk M. I. Energy potential and economic efficiency of switchgrass phytomass production for biofuel. Scientific reports of National University of Bioresources and Natural Resources Use of Ukraine. 2016. № 4. URL: [file:///C:/Users/aec/Downloads/Nd\\_2016\\_4\\_12.pdf](file:///C:/Users/aec/Downloads/Nd_2016_4_12.pdf).

168. Kulyk M., Kalynychenko O., Pryshliak N., Pryshliak V. (2020). Efficiency of using biomass from energy crops for sustainable bioenergy development. *Journal of Environmental Management and Tourism*, [S.l.], v. 11, n. 5, p. 1040 – 1053.

169. Бойчук Н. Я., Острянюк М. М. Проблеми енергозбереження та підвищення енергоефективності економіки України. Сучасні проблеми економіки і підприємництва. Випуск 19, 2017. С. 25 – 34.

170. Рожко І. І., Кулик М. І. Науково-практичні рекомендації: вирощування проса прутоподібного на насіння в умовах центрального Лісостепу. Полтава, 2019. 34 с.

171. Kulyk Maksym, Kalinichenko Oleksandr, Dekovetz Vitalii. Efficiency of energy crops cultivation for business development in Ukraine. *Organization and*

*management in the services' sphere on selected examples* / Editors: Tetyana Nestorenko, Tadeusz Pokusa. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020: 36 – 45.

172. Калініченко О. В., Рожко І. І. Енергетична ефективність виробництва насіння проса прутоподібного в Україні. Економічний, організаційний та правовий механізм підтримки і розвитку підприємництва : Колективна монографія / За редакцією О. В. Калашник, Х. З. Махмудова, І. О. Яснолоб. Полтава : Астроя, 2020. С. 238 – 243.

173. Ocumpaugh W. R., Sanderson M. A., Hussey M. A., Read J. C., Tischler C. R. and R. L. Reed (1997). Evaluation of switchgrass cultivars and cultural methods for biomass production in the southcentral U.S. Final report. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN. contract №19X-SL128C.

174. Gorb Oleg, Kostenko Olena, Kulyk Maksym, Yasnolob Ilona, Kalinichenko Antonina. (2018). Energy crops: the link between education and science. *Odnawialne Źródła Energii – teoria i praktyka: Monograph* / Edited by Izabela Pietkun-Greber and Dariusz Suszanowicz. Uniwersytet Opolski,. Tom 3: 9–36. OI: <http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/4254>.

175. Melnyk N. (2019). Agricultural potential in the production of biofuels in Ukraine. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. Vol.5 (1):92–106. DOI: <http://are-journal.com>.

176. Kulyk Maksym, Rozhko Ilona. Economic efficiency of switchgrass seeds production in Ukraine. Conference Proceedings of the 2nd International Scientific Conference «*Economic and Social-Focused Issues of Modern World*» (October 16–17, 2019, Bratislava, Slovak Republic). The School of Economics and Management in Public Administration in Bratislava, 2019: 78–82; ISBN 978-80-89654-59-8

177. Kalinchenko O. V., Kulyk M. I. Scientific work “Ekspres-analiz ekonomichnoi efektyvnosti vyroshchuvannia enerhetychnykh kultur v umovakh Lisostepu Ukrainy”. Certificate of copyright registration for the work № 93178 from 18.10.2019

## Додатки

**Додаток А.** Погодні умови в роки проведення досліджень

**Додаток Б.** Показники адаптивності сортозразків проса прутоподібного

**Додаток В.** Математичний обрахунок. Кількісні показники рослин, урожайність біомаси й насіння сортозразків проса прутоподібного

**Додаток Д.** Математичний обрахунок. Біометричні показники вегетативної та генеративної частини рослин сортозразків проса прутоподібного

**Додаток Л.** Акти і довідки впровадження у селекційний процес та виробництво

## Додаток А

## Погодні умови в роки проведення досліджень

## 1. Середньомісячна кількість опадів, 2015-2019 рр.

Місяці	Рік					Середнє за місяць
	2015	2016	2017	2018	2019	
1	14,1	67,4	16,0	13,4	20,8	26,3
2	5,3	12,2	7,6	13,8	7,1	9,2
3	22,9	19,9	3,3	34,6	6,0	17,4
4	12,8	12,0	5,3	3,3	9,5	8,6
5	21,8	29,8	10,2	9,2	43,6	22,9
6	40,0	19,7	4,9	10,6	20,9	19,2
7	13,3	12,5	30,7	16,0	18,8	18,3
8	2,8	21,9	1,2	1,1	4,8	6,3
9	1,5	2,1	12,0	17,7	9,9	8,6
10	0,7	27,7	16,8	5,4	10,3	12,2
11	18,4	26,9	9,9	10,7	10,4	15,3
12	14,3	14,1	26,5	38,1	9,2	20,4
Середнє за рік	14,0	22,2	12,0	14,5	14,3	15,4

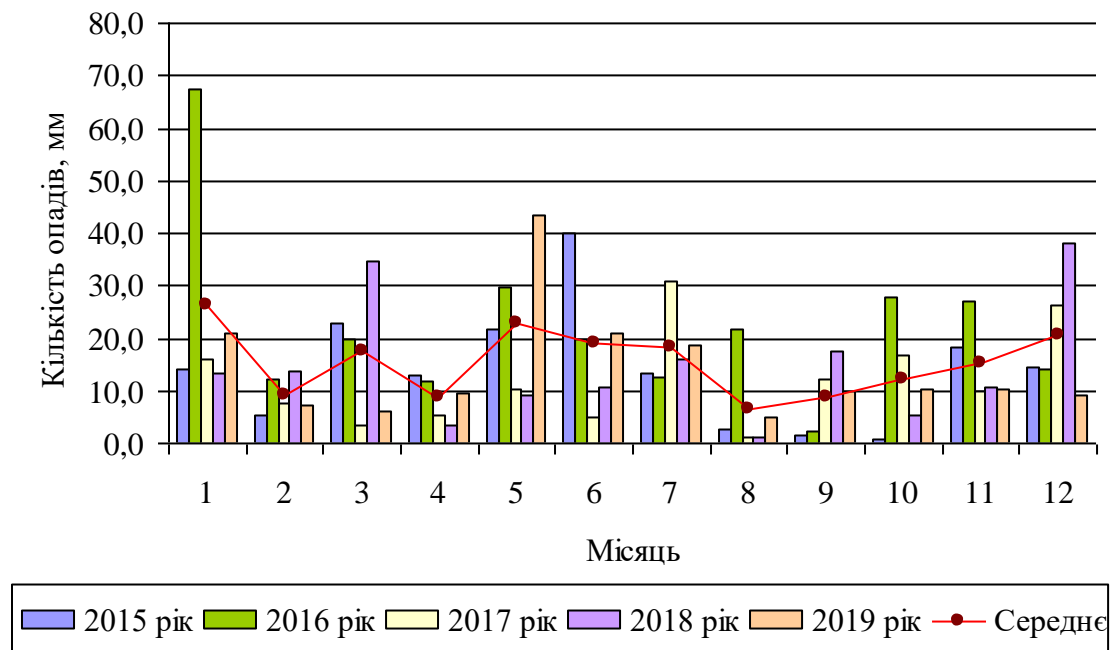


Рис. 1. Динаміка зміни середньомісячної кількості опадів за 2015-2019 рр.



## Продовження додатку А

## 2. Середньомісячна температура повітря, 2015-2019 рр.

Місяці	Рік					Середнє за місяць
	2015	2016	2017	2018	2019	
1	-2,3	-6,1	-5,8	-2,6	-5,0	-4,3
2	1,9	1,5	-2,2	-3,2	0,2	-0,4
3	3,9	4,4	6,0	-1,7	4,8	3,5
4	9,4	13,8	11,5	13,8	11,6	12,0
5	16,3	16,9	16,5	20,3	18,5	17,7
6	20,5	21,5	21,9	22,2	24,6	22,1
7	21,1	24,1	22,5	23,8	22,3	22,7
8	21,6	22,8	24,8	26,0	22,0	23,5
9	18,7	16,5	18,1	18,5	16,6	17,7
10	6,6	7,1	9,5	11,7	11,1	9,2
11	4,1	1,6	3,4	0,2	4,8	2,8
12	0,4	-2,6	3,6	-1,7	2,9	0,5
Середнє за рік	10,2	10,1	10,8	10,6	11,2	10,6

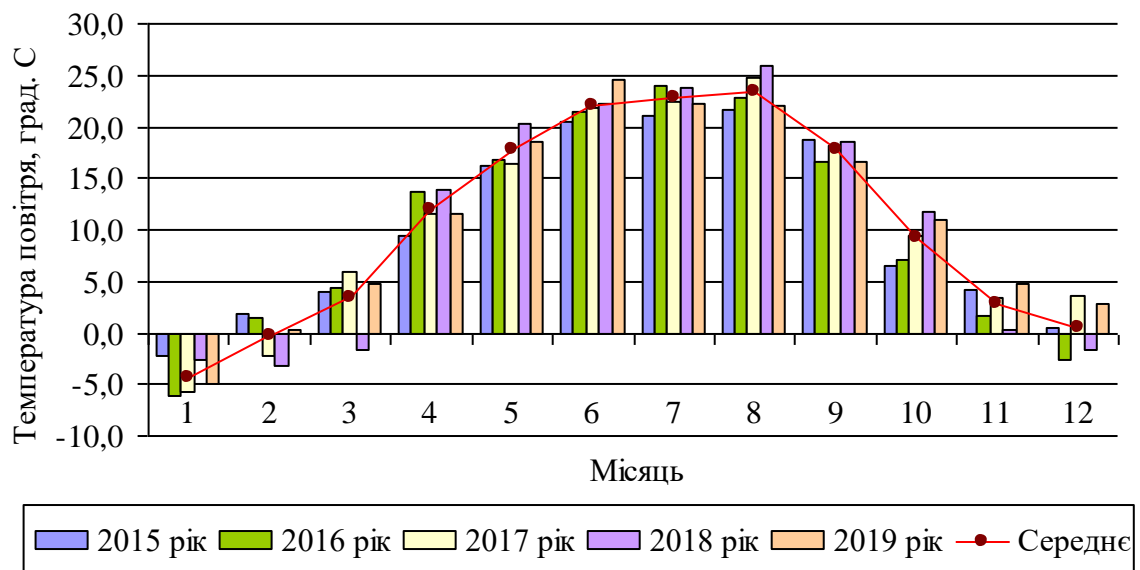


Рис. 2. Динаміка зміни середньомісячної температури повітря за 2015-2019 рр.

## Показники адаптивності сортозразків проса прутоподібного

1. Посухостійкість сортозразків проса прутоподібного першого року вегетації  
(бал), 2014-2016 рр

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Картадж	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Блеквелл	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Патфіндер	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Шелтер	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Кейв-ін-рок	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Форестбург	4,0	5,0	5,0	5,0	4,8
Санберст	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Дакота	4,0	3,0	4,0	4,0	3,8
Небраска	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Канлоу	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Аламо	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

2. Посухостійкість сортозразків проса прутоподібного другого року вегетації  
(бал), 2015-2017 рр

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Картадж	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Блеквелл	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Патфіндер	4,0	3,0	4,0	4,0	3,8
Шелтер	4,0	5,0	5,0	5,0	4,8
Кейв-ін-рок	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Форестбург	5,0	4,0	5,0	5,0	4,8
Санберст	4,0	4,0	3,0	4,0	3,8
Дакота	3,0	4,0	5,0	4,0	4,0
Небраска	2,0	1,0	3,0	2,0	2,0
Канлоу	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Аламо	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

## Продовження Додатку Б

## 3. Посухостійкість сортозразків проса прутоподібного третього року вегетації (бал), 2016-2018 рр

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Картадж	5,0	5,0	5,0	4,0	4,8
Блеквелл	5,0	4,0	5,0	5,0	4,8
Патфіндер	4,0	5,0	5,0	5,0	4,8
Шелтер	5,0	5,0	5,0	4,0	4,8
Кейв-ін-рок	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Форестбург	4,0	4,0	5,0	5,0	4,5
Санберст	3,0	4,0	4,0	4,0	3,8
Дакота	3,0	4,0	4,0	4,0	3,8
Небраска	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Канлоу	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Аламо	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

## 4. Посухостійкість сортозразків проса прутоподібного першого-третього року вегетації (бал), середнє за 2014-2018 рр

Сортозразок	Роки			Середнє за роки
	2014-2016	2015-2017	2016-2018	
Картадж	5,0	5,0	4,8	4,9
Блеквелл	4,0	3,0	4,8	3,9
Патфіндер	3,0	3,8	4,8	3,8
Шелтер	4,0	4,8	4,8	4,5
Кейв-ін-рок	5,0	4,0	5,0	4,7
Форестбург	4,8	4,8	4,5	4,7
Санберст	3,0	3,8	3,8	3,5
Дакота	3,8	4,0	3,8	3,8
Небраска	2,0	2,0	2,0	2,0
Канлоу	1,0	1,0	1,0	1,0
Аламо	1,0	1,0	1,0	1,0

## Продовження Додатку Б

## 1. Морозостійкість сортозразків проса прутоподібного першого року вегетації (бал), 2014-2016 рр

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Картадж	2,0	4,0	3,0	3,0	3,0
Блеквелл	3,0	4,0	5,0	4,0	4,0
Патфіндер	4,0	5,0	4,0	4,0	4,3
Шелтер	5,0	4,0	5,0	5,0	4,8
Кейв-ін-рок	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Форестбург	4,0	3,0	5,0	4,0	4,0
Санберст	2,0	3,0	3,0	4,0	3,0
Дакота	1,0	3,0	2,0	2,0	2,0
Небраска	3,0	2,0	3,0	4,0	3,0
Канлоу	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Аламо	2,0	3,0	1,0	2,0	2,0

## 2. Морозостійкість сортозразків проса прутоподібного другого року вегетації (бал), 2015-2017 рр

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Картадж	4,0	3,0	4,0	4,0	3,8
Блеквелл	5,0	4,0	5,0	5,0	4,8
Патфіндер	5,0	4,0	5,0	5,0	4,8
Шелтер	4,0	4,0	5,0	4,0	4,3
Кейв-ін-рок	4,0	5,0	5,0	5,0	4,8
Форестбург	4,0	4,0	3,0	4,0	3,8
Санберст	4,0	3,0	2,0	3,0	3,0
Дакота	2,0	2,0	3,0	3,0	2,5
Небраска	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Канлоу	2,0	3,0	1,0	2,0	2,0
Аламо	3,0	1,0	2,0	2,0	2,0

## Продовження Додатку Б

## 3. Морозостійкість сортозразків проса прутіподібного третього року вегетації (бал), 2016-2018 рр

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Картадж	5,0	3,0	4,0	4,0	4,0
Блеквелл	5,0	5,0	4,0	5,0	4,8
Патфіндер	5,0	5,0	4,0	4,0	4,5
Шелтер	5,0	4,0	4,0	5,0	4,5
Кейв-ін-рок	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Форестбург	3,0	5,0	4,0	4,0	4,0
Санберст	4,0	3,0	2,0	3,0	3,0
Дакота	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Небраска	4,0	3,0	3,0	2,0	3,0
Канлоу	2,0	1,0	3,0	2,0	2,0
Аламо	1,0	3,0	2,0	2,0	2,0

## 4. Морозостійкість сортозразків проса прутіподібного першого-третього року вегетації (бал), середнє за 2014-2018 рр

Сортозразок	Роки			Середнє за роки
	2014-2016	2015-2017	2016-2018	
Картадж	3,0	3,8	4,0	3,6
Блеквелл	4,0	4,8	4,8	4,5
Патфіндер	4,3	4,8	4,5	4,5
Шелтер	4,8	4,3	4,5	4,5
Кейв-ін-рок	5,0	4,8	5,0	4,9
Форестбург	4,0	3,8	4,0	3,9
Санберст	3,0	3,0	3,0	3,0
Дакота	2,0	2,5	3,0	2,5
Небраска	3,0	2,0	3,0	2,7
Канлоу	1,0	2,0	2,0	1,7
Аламо	2,0	2,0	2,0	2,0

## Продовження Додатку Б

## 1. Стійкість до вилягання сортозразків проса прутоподібного першого року вегетації (бал), 2014-2016 рр

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Картадж	4,0	5,0	5,0	4,0	4,5
Блеквелл	5,0	4,0	3,0	2,0	3,5
Патфіндер	4,0	3,0	2,0	3,0	3,0
Шелтер	3,0	4,0	3,0	2,0	3,0
Кейв-ін-рок	5,0	4,0	4,0	4,0	4,3
Форестбург	4,0	5,0	5,0	4,0	4,5
Санберст	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Дакота	4,0	5,0	4,0	3,0	4,0
Небраска	3,0	4,0	4,0	4,0	3,8
Канлоу	3,0	4,0	3,0	4,0	3,5
Аламо	4,0	3,0	2,0	3,0	3,0

## 2. Стійкість до вилягання сортозразків проса прутоподібного другого року вегетації (бал), 2015-2017 рр

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Картадж	5,0	4,0	4,0	5,0	4,5
Блеквелл	3,0	2,0	4,0	3,0	3,0
Патфіндер	4,0	3,0	4,0	4,0	3,8
Шелтер	4,0	2,0	5,0	4,0	3,8
Кейв-ін-рок	5,0	5,0	5,0	4,0	4,8
Форестбург	4,0	5,0	5,0	5,0	4,8
Санберст	5,0	5,0	4,0	5,0	4,8
Дакота	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Небраска	4,0	3,0	4,0	4,0	3,8
Канлоу	3,0	4,0	2,0	3,0	3,0
Аламо	2,0	1,0	3,0	2,0	2,0

## Продовження Додатку Б

## 3. Стійкість до вилягання сортозразків проса прутоподібного третього року вегетації (бал), 2016-2018 рр

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Картадж	5,0	5,0	4,0	5,0	4,8
Блеквелл	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Патфіндер	2,0	2,0	3,0	1,0	2,0
Шелтер	4,0	4,0	3,0	4,0	3,8
Кейв-ін-рок	5,0	4,0	5,0	5,0	4,8
Форестбург	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Санберст	4,0	3,0	4,0	4,0	3,8
Дакота	5,0	4,0	5,0	5,0	4,8
Небраска	3,0	3,0	4,0	3,0	3,3
Канлоу	2,0	1,0	3,0	2,0	2,0
Аламо	4,0	3,0	4,0	4,0	3,8

## 4. Стійкість до вилягання сортозразків проса прутоподібного першого-третього року вегетації (бал), середнє за 2014-2018 рр.

Сортозразок	Роки			Середнє за роки
	2014-2016	2015-2017	2016-2018	
Картадж	4,5	4,5	4,8	4,6
Блеквелл	3,5	3,0	2,0	2,8
Патфіндер	3,0	3,8	2,0	2,9
Шелтер	3,0	3,8	3,8	3,5
Кейв-ін-рок	4,3	4,8	4,8	4,6
Форестбург	4,5	4,8	5,0	4,8
Санберст	3,0	4,8	3,8	3,8
Дакота	4,0	3,0	4,8	3,9
Небраска	3,8	3,8	3,3	3,6
Канлоу	3,5	3,0	2,0	2,8
Аламо	3,0	2,0	3,8	2,9

**Математичний обрахунок**  
**Кількісні показники рослин, урожайність біомаси й насіння сортозразків**  
**проса прутоподібного**

1. Висота рослин сортозразків проса прутоподібного третього року  
 вегетації (см), 2014-2016 рр

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Кейв-ін-рок (ум. ст.)	250,1	244,6	243,6	246,9	246,3
Картрадж	197,4	185,8	201,3	216,3	200,2
Блеквелл	186,5	196,7	198,3	208,5	197,5
Патфіндер	197,3	184,5	214,9	244,9	210,4
Шелтер	196,7	176,8	213,4	251,9	209,7
Форестбург	168,5	174,9	168,3	201,5	178,3
Санберст	183,1	187,5	201,3	221,3	198,3
Дакота	112,8	165,8	156,2	147,6	145,6
Небраска	151,6	165,4	167,1	185,1	167,3
Канлоу	241,1	235,2	264,7	285,8	256,7
Аламо	158,9	185,7	212,5	202,1	189,8
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	28,4

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	1760160	1	1760160	4504,097	0,000000
<b>"Var1"</b>	40694	10	4069	10,413	0,000000
<b>Error</b>	12896	33	391		



## Математичний обрахунок

2. Висота рослин сортозразків проса прутоподібного четвертого року вегетації (см), 2015-2017 рр

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Кейв-ін-рок (ум. ст.)	208,8	270,9	275,0	289,3	261,0
Карградж	197,5	254,4	245,2	238,9	234,0
Блеквелл	226,6	249,9	194,9	213,8	221,3
Патфіндер	219,4	278,3	213,2	272,3	245,8
Шелгер	198,8	266,6	273	237,2	243,9
Форестбург	176,8	203,7	202,9	162,2	186,4
Санберст	219,2	261,2	204,5	259,9	236,2
Дакота	144,9	155,0	178,6	161,5	160,0
Небраска	157,2	166,2	186,3	204,3	178,5
Канлоу	239,9	268,7	279,8	298,8	271,8
Аламо	187,8	221,9	255,7	273,8	234,8
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	40,4

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	2225161	1	2225161	2814,271	0,000000
"Var1"	49877	10	4988	6,308	0,000025
Error	26092	33	791		

## Математичний обрахунок

## 3. Висота рослин сортозразків проса прутоподібного п'ятого року вегетації (см), 2016-2018 рр

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Кейв-ін-рок (ум. ст.)	250,8	267,1	277,7	298,8	273,6
Картрадж	203,1	244,8	280,0	296,5	256,1
Блеквелл	224,1	250,9	279,3	298,1	263,1
Патфіндер	235,4	257,2	286,0	293,4	268,0
Шелгер	247,1	259,2	279,0	289,9	268,8
Форестбург	145,9	171,6	212,3	236,2	191,5
Санберст	212,5	244,1	274,1	293,7	256,1
Дакота	127,8	151,3	196,1	227,2	175,6
Небраска	161,2	188,3	227,0	266,3	210,7
Канлоу	297,5	298,9	299,3	299,9	298,9
Аламо	223,2	244,4	260,6	275,8	251,0
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	47,0

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	2677287	1	2677287	2506,050	0,000000
"Var1"	57012	10	5701	5,337	0,000116
Error	35255	33	1068		

## Продовження Додатку В

## Математичний обрахунок

4. Висота рослин сортозразків проса прутоподібного третього - п'ятого року вегетації (см), середнє за 2014-2018 рр

Сортозразок	Роки			
	2014-2016	2015-2017	2016-2018	Середнє за роки
Кейв-ін-рок (ум. ст.)	246,3	261,0	273,6	260,3
Картрадж	200,2	234,0	256,1	230,1
Блеквелл	197,5	221,3	263,1	227,3
Патфіндер	210,4	245,8	268,0	241,4
Шелгер	209,7	243,9	268,8	240,8
Форестбург	178,3	186,4	191,5	185,4
Санберст	198,3	236,2	256,1	230,2
Дакота	145,6	160,0	175,6	160,4
Небраска	167,3	178,5	210,7	185,5
Канлоу	256,7	271,8	298,9	275,8
Аламо	189,8	234,8	251,0	225,2
НІР <sub>05</sub> (фактор А)	28,4	40,4	47,0	26,2
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)	–	–	–	17,3
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)	–	–	–	38,4

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	6614633	1	6614633	8820,331	0,000000
<b>Сорт</b>	140290	10	14029	18,707	0,000000
<b>Рік</b>	47975	2	23987	31,986	0,000000
<b>Сорт:рік</b>	7293	20	365	0,486	0,966338
<b>Error</b>	74243	99	750		

## Математичний обрахунок

1. Кількість стебел сортозразків проса прутоподібного третього року вегетації (шт./м.п.), 2014-2016 рр

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Кейв-ін-рок (ум. ст.)	163,2	182,8	215,2	226,0	196,8
Картрадж	176,2	191,2	203,6	210,6	195,4
Блеквелл	183,2	195,5	206,5	218,8	201,0
Патфіндер	204,6	219,5	230,4	235,9	222,6
Шелтер	187,4	196,3	204,0	206,3	198,5
Форестбург	175,6	188,3	194,5	200,0	189,6
Санберст	156,5	169,5	184,3	193,3	175,9
Дакота	177,3	185,5	189,5	192,1	186,1
Небраска	161,1	172,2	180,2	182,1	173,9
Канлоу	166,6	177,2	189,4	190,0	180,8
Аламо	185,4	193,2	205,3	210,1	198,5
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	20,9

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	1632940	1	1632940	7743,945	0,000000
<b>"Var1"</b>	7539	10	754	3,575	0,002701
<b>Error</b>	6959	33	211		

## Продовження Додатку В

## Математичний обрахунок

2. Кількість стебел сортозразків проса прутоподібного четвертого року вегетації (шт./м.п.), 2015-2017 рр

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Кейв-ін-рок (ум. ст.)	219,9	229,8	246,7	248,8	236,3
Карградж	233,4	238,6	244,8	245,6	240,6
Блеквелл	225,4	229,6	235,4	236,8	231,8
Патфіндер	235,3	243,1	248,7	250,1	244,3
Шелгер	225,0	237,3	242,3	245,4	237,5
Форестбург	217,5	223,5	231,4	236,8	227,3
Санберст	216,5	230,1	238,5	241,7	231,7
Дакота	220,6	229,3	235,4	236,7	230,5
Небраска	190,4	197,4	207,3	207,3	200,6
Канлоу	183,4	201,4	208,3	213,3	201,6
Аламо	208,6	210,6	219,4	222,2	215,2
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	13,1

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	2268002	1	2268002	27287,47	0,000000
"Var1"	8879	10	888	10,68	0,000000
Error	2743	33	83		

## Продовження Додатку В

## Математичний обрахунок

3. Кількість стебел сортозразків проса прутоподібного п'ятого року вегетації (шт./м.п.), 2016-2018 рр

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Кейв-ін-рок (ум. ст.)	249,3	259,7	270,5	273,3	263,2
Картрадж	243,3	253,0	261,2	263,3	255,2
Блеквелл	252,3	260,1	274,5	287,5	268,6
Патфіндер	256,4	261,3	278,0	277,9	268,4
Шелгер	261,2	262,2	266,0	268,6	264,5
Форестбург	242,3	243,6	246,0	251,3	245,8
Санберст	243,4	246,5	249,6	252,1	247,9
Дакота	247,5	260,8	263,4	266,7	259,6
Небраска	244,5	250,8	254,5	256,6	251,6
Канлоу	243,2	248,0	251,1	254,1	249,1
Аламо	227,5	231,1	235,5	235,9	232,5
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	15,2

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	2854779	1	2854779	25500,52	0,000000
"Var1"	4098	10	410	3,66	0,002294
Error	3694	33	112		

## Математичний обрахунок

4. Кількість стебел сортозразків проса прутоподібного третього - п'ятого року вегетації (шт./м.п.), середнє за 2014-2018 рр

Сортозразок	Роки			
	2014-2016	2015-2017	2016-2018	Середнє за роки
Кейв-ін-рок (ум. ст.)	196,8	236,3	263,2	232,1
Картрадж	195,4	240,6	255,2	230,4
Блеквелл	201,0	231,8	268,6	233,8
Патфіндер	222,6	244,3	268,4	245,1
Шелгер	198,5	237,5	264,5	233,5
Форестбург	189,6	227,3	245,8	220,9
Санберст	175,9	231,7	247,9	218,5
Дакота	186,1	230,5	259,6	225,4
Небраска	173,9	200,6	251,6	208,7
Канлоу	180,8	201,6	249,1	210,5
Аламо	198,5	215,2	232,5	215,4
НІР <sub>05</sub> (фактор А)	20,9	13,1	15,2	23,5
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)	–	–	–	6,7
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)	–	–	–	15,4

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	6678721	1	6678721	55320,45	0,000000
<b>Сорт</b>	15127	10	1513	12,53	0,000000
<b>Рік</b>	86179	2	43089	356,91	0,000000
<b>Сорт:рік</b>	6214	20	311	2,57	0,001096
<b>Error</b>	11952	99	121		

## Продовження Додатку В

## Математичний обрахунок

1. Урожайність біомаси сортозразків проса прутоподібного третього року вегетації (т/га), 2014-2016 рр

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Кейв-ін-рок (ум. ст.)	16,3	15,6	19,5	21,4	18,2
Картрадж	16,6	17,2	17,9	18,3	17,5
Блеквелл	15,5	16,6	17,3	18,2	16,9
Патфіндер	18,1	19,0	20,4	21,3	19,7
Шелтер	14,3	15,6	16,7	17,8	16,1
Форестбург	12,5	13,6	13,8	14,5	13,6
Санберст	10,2	11,0	12,3	13,7	11,8
Дакота	9,3	10,7	11,1	12,5	10,9
Небраска	10,2	10,6	11,8	11,8	11,1
Канлоу	9,9	10,0	10,1	10,8	10,2
Аламо	14,8	16,5	19,3	20,2	17,7
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	2,2

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	9744,615	1	9744,615	4216,788	0,000000
<b>"Var1"</b>	471,185	10	47,119	20,390	0,000000
<b>Error</b>	76,260	33	2,311		



## Продовження Додатку В

## Математичний обрахунок

## 2. Урожайність біомаси сортозразків проса прутоподібного четвертого року вегетації (т/га), 2015-2017 рр

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Кейв-ін-рок (ум. ст.)	21,4	22,9	25,8	26,7	24,2
Карградж	23,5	24,8	26,2	26,7	25,3
Блеквелл	22,6	23,1	23,9	25,6	23,8
Патфіндер	23,2	24,4	24,7	24,9	24,3
Шелгер	21,4	22,4	23,5	23,9	22,8
Форестбург	16,8	17,6	17,9	18,5	17,7
Санберст	16,3	17,2	17,7	18,4	17,4
Дакота	15,4	16,3	17,1	17,6	16,6
Небраска	15,2	15,8	16,7	17,5	16,3
Канлоу	13,4	15,0	15,3	15,5	14,8
Аламо	19,3	20,9	22,3	23,9	21,6
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	1,9

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	18376,38	1	18376,38	10222,87	0,000000
"Var1"	605,22	10	60,52	33,67	0,000000
Error	59,32	33	1,80		

## Математичний обрахунок

## 3. Урожайність біомаси сортозразків проса прутоподібного п'ятого року вегетації (т/га), 2016-2018 рр

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Кейв-ін-рок (ум. ст.)	28,6	29,3	30,5	31,2	29,9
Карградж	27,3	27,6	28,3	28,8	28,0
Блеквелл	27,1	27,8	28,5	28,6	28,0
Патфіндер	27,6	28,2	28,6	30,0	28,6
Шелгер	27,5	28,3	28,5	28,9	28,3
Форестбург	22,6	23,7	24,2	25,1	23,9
Санберст	20,0	20,2	20,9	21,3	20,6
Дакота	26,4	27,4	27,9	29,1	27,7
Небраска	26,9	27,5	28,0	28,8	27,8
Канлоу	16,4	17,1	17,3	18,4	17,3
Аламо	26,9	27,7	28,8	29,4	28,2
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	1,3

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	30224,32	1	30224,32	36968,22	0,00
<b>"Var1"</b>	620,04	10	62,00	75,84	0,00
<b>Error</b>	26,98	33	0,82		

## Математичний обрахунок

4. Урожайність біомаси сортозразків проса прутоподібного третього - п'ятого року вегетації (т/га), середнє за 2014-2018 рр.

Сортозразок	Роки			
	2014-2016	2015-2017	2016-2018	Середнє за роки
Кейв-ін-рок (ум. ст.)	18,2	24,2	29,9	24,1
Картрадж	17,5	25,3	28,0	23,6
Блеквелл	16,9	23,8	28,0	22,9
Патфіндер	19,7	24,3	28,6	24,2
Шелгер	16,1	22,8	28,3	22,4
Форестбург	13,6	17,7	23,9	18,4
Санберст	11,8	17,4	20,6	16,6
Дакота	10,9	16,6	27,7	18,4
Небраска	11,1	16,3	27,8	18,4
Канлоу	10,2	14,8	17,3	14,1
Аламо	17,7	21,6	28,2	22,5
НІР <sub>05</sub> (фактор А)	2,2	1,9	1,3	4,1
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)	–	–	–	1,6
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)	–	–	–	1,8

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	55522,21	1	55522,21	33813,35	0,000000
<b>Сорт</b>	1428,35	10	142,83	86,99	0,000000
<b>Рік</b>	2823,11	2	1411,55	859,64	0,000000
<b>Сорт:рік</b>	268,09	20	13,40	8,16	0,000000
<b>Error</b>	162,56	99	1,64		

## Продовження Додатку В

## Математичний обрахунок

1. Урожайність насіння сортозразків проса прутоподібного третього року вегетації (кг/га), 2014-2016 рр

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Кейв-ін-рок (ум. ст.)	265,4	272,3	287,2	294,7	279,9
Картрадж	272,6	275,4	276,4	278,4	275,7
Блеквелл	264,8	268,3	273,5	277,0	270,9
Патфіндер	269,9	271,3	275,0	277,4	273,4
Шелтер	207,6	212,4	221,3	223,9	216,3
Форестбург	260,4	260,4	265,5	267,7	263,5
Санберст	173,1	176,8	177,7	179,6	176,8
Дакота	193,3	194,6	197,9	201,0	196,7
Небраска	98,8	99,8	102,5	103,7	101,2
Канлоу	44,0	45,3	48,9	53,4	47,9
Аламо	98,3	100,1	101,7	104,3	101,1
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	8,1

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1765444	1	1765444	55908,16	0,00
"Var1"	280208	10	28021	887,36	0,00
Error	1042	33	32		

## Продовження Додатку В

## Математичний обрахунок

## 2. Урожайність насіння сортозразків проса прутоподібного четвертого року вегетації (кг/га), 2015-2017 рр

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Кейв-ін-рок (ум. ст.)	345,5	358,1	373,0	386,6	365,8
Карградж	346,7	348,7	353,6	354,6	350,9
Блеквелл	298,6	299,1	303,5	304,8	301,5
Патфіндер	307,6	313,3	321,1	321,2	315,8
Шелгер	287,6	294,7	300,8	304,1	296,8
Форестбург	301,3	309,7	312,8	315,4	309,8
Санберст	210,5	213,6	218,3	218,8	215,3
Дакота	222,2	223,6	227,4	228,4	225,4
Небраска	112,5	114,8	121,6	126,7	118,9
Канлоу	87,6	92,1	99,4	103,3	95,6
Аламо	104,6	109,6	116,4	118,6	112,3
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	10,1

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	2666838	1	2666838	46253,04	0,00
"Var1"	391905	10	39190	679,71	0,00
Error	1903	33	58		

## Математичний обрахунок

## 3. Урожайність насіння сортозразків проса прутоподібного п'ятого року вегетації (кг/га), 2016-2018 рр

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Кейв-ін-рок (ум. ст.)	370,6	372,3	377,9	382,4	375,8
Карградж	357,6	359,8	362,9	364,9	361,3
Блеквелл	338,1	348,3	354,9	355,5	349,2
Патфіндер	358,6	360,2	366,5	367,9	363,3
Шелгер	334,6	343,8	350,8	351,6	345,2
Форестбург	356,7	360,8	368,5	369,6	363,9
Санберст	244,8	253,6	257,8	260,2	254,1
Дакота	229,4	235,6	236,9	243,7	236,4
Небраска	129,3	135,9	136,8	139,6	135,4
Канлоу	109,0	111,7	117,5	119,8	114,5
Аламо	115,6	119,4	127,6	130,2	123,2
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	8,6

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	3321563	1	3321563	91849,68	0,00
"Var1"	455839	10	45584	1260,51	0,00
Error	1193	33	36		

## Математичний обрахунок

4. Урожайність насіння сортозразків проса прутоподібного третього - п'ятого року вегетації (кг/га), середнє за 2014-2018 рр.

Сортозразок	Роки			
	2014-2016	2015-2017	2016-2018	Середнє за роки
Кейв-ін-рок (ум. ст.)	279,9	365,8	375,8	340,5
Картрадж	275,7	350,9	361,3	329,3
Блеквелл	270,9	301,5	349,2	307,2
Патфіндер	273,4	315,8	363,3	317,5
Шелгер	216,3	296,8	345,2	286,1
Форестбург	263,5	309,8	363,9	312,4
Санберст	176,8	215,3	254,1	215,4
Дакота	196,7	225,4	236,4	219,5
Небраска	101,2	118,9	135,4	118,5
Канлоу	47,9	95,6	114,5	86,0
Аламо	101,1	112,3	123,2	112,2
НІР <sub>05</sub> (фактор А)	8,1	10,1	8,6	28,6
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)	–	–	–	39,2
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)	–	–	–	9,1

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	7629719	1	7629719	182531,8	0,00
<b>Сорт</b>	1101581	10	110158	2635,4	0,00
<b>Рік</b>	124126	2	62063	1484,8	0,00
<b>Сорт:рік</b>	26371	20	1319	31,5	0,00
<b>Error</b>	4138	99	42		

## Додаток Д

**Математичні обрахунки**  
**Біометричні показники вегетативної та генеративної частини рослин**  
**сортозразків проса прутоподібного**

1. Висота рослин сортозразків проса прутоподібного першого року вегетації (см), 2015-2017 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	147,0	150,0	155,0	149,0	150,3
Кейв-ін-рок	137,1	157,8	162,5	175,0	158,1
Морозко	114,2	124,6	137,5	168,5	136,2
Лінія 1307	140,4	157,6	164,0	179,6	160,4
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	25,3

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	365964,5	1	365964,5	1358,027	0,000000
<b>"Var1"</b>	1432,6	3	477,5	1,772	0,205921
<b>Error</b>	3233,8	12	269,5		

2. Висота рослин сортозразків проса прутоподібного другого року вегетації (см), 2016-2018 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	162,0	164,0	165,0	163,0	163,5
Кейв-ін-рок	158,4	169,2	180,8	197,6	176,5
Морозко	121,6	136,2	159,3	193,3	152,6
Лінія 1307	141,2	153,8	180,6	197,6	168,3
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	33,7

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	436788,8	1	436788,8	913,8829	0,000000
<b>"Var1"</b>	1195,8	3	398,6	0,8340	0,500646
<b>Error</b>	5735,4	12	477,9		



## Продовження Додатку Д

## 3. Висота рослин сортозразків проса прутіподібного третього року вегетації (см), 2017-2019 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	188,3	187,9	187,0	187,8	187,8
Кейв-ін-рок	163,8	177,4	187,6	212,4	185,3
Морозко	157,2	170,1	177,9	193,6	174,7
Лінія 1307	180,1	180,3	178,9	189,5	182,2
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	20,0

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	532827,0	1	532827,0	3146,136	0,000000
"Var1"	385,3	3	128,4	0,758	0,538661
Error	2032,3	12	169,4		

## 4. Висота рослин сортозразків проса прутіподібного першого-третього року вегетації (см), середнє за 2015-2019 рр.

Сортозразок	Роки			Середнє за роки
	2015-2017	2016-2018	2017-2019	
Зоряне (ум. ст.)	150,3	163,5	187,8	167,2
Кейв-ін-рок	158,1	176,5	185,3	173,3
Морозко	136,2	152,6	174,7	154,5
Лінія 1307	160,4	168,3	182,2	170,3
НІР <sub>05</sub> (фактор А)	25,3	33,7	20,0	12,6
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)	–	–	–	17,3
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)	–	–	–	25,0

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1327739	1	1327739	4344,744	0,000000
"Var1"	7841	2	3921	12,829	0,000062
"Var2"	2460	3	820	2,683	0,061195
"Var1"*"Var2"	554	6	92	0,302	0,931752
Error	11001	36	306		

## Продовження Додатку Д

## 1. Кількість стебел у сортозразків проса прутоподібного першого року вегетації (шт./м.п.), 2015-2017 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	263,9	266,4	267,5	273,4	267,8
Кейв-ін-рок	309,8	317,5	326,6	335,7	322,4
Морозко	273,4	275,4	277,0	280,6	276,6
Лінія 1307	352,8	355,3	356,6	358,1	355,7
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	9,6

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	1494506	1	1494506	38247,12	0,000000
<b>"Var1"</b>	20248	3	6749	172,73	0,000000
<b>Error</b>	469	12	39		

## 2. Кількість стебел у сортозразків проса прутоподібного другого року вегетації (шт./м.п.), 2016-2018 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	293,2	296,6	300,2	301,2	297,8
Кейв-ін-рок	337,5	340,4	346,8	347,7	343,1
Морозко	285,2	285,0	289,6	293,0	288,2
Лінія 1307	370,0	371,1	375,6	376,9	373,4
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	6,2

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	1696506	1	1696506	106253,0	0,000000
<b>"Var1"</b>	19051	3	6350	397,7	0,000000
<b>Error</b>	192	12	16		

## Продовження Додатку Д

## 3. Кількість стебел у сортозразків проса прутіоподібного третього року вегетації (шт./м.п.), 2017-2019 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	362,2	369,8	370,7	372,9	368,9
Кейв-ін-рок	358,6	364,3	366,6	368,1	364,4
Морозко	290,4	295,0	303,3	305,7	298,6
Лінія 1307	390,6	392,1	395,5	398,2	394,1
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	7,8

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	2033476	1	2033476	80047,61	0,000000
<b>"Var1"</b>	19929	3	6643	261,51	0,000000
<b>Error</b>	305	12	25		

## 4. Кількість стебел у сортозразків проса прутіоподібного першого-третього року вегетації (шт./м.п.), середнє за 2015-2019 рр.

Сортозразок	Роки			Середнє за роки
	2015-2017	2016-2018	2017-2019	
Зоряне (ум. ст.)	267,8	297,8	368,9	311,5
Кейв-ін-рок	322,4	343,1	364,4	343,3
Морозко	276,6	288,2	298,6	287,8
Лінія 1307	355,7	373,4	394,1	374,4
НІР <sub>05</sub> (фактор А)	9,6	6,2	7,8	26,0
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)	–	–	–	21,5
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)	–	–	–	7,4

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	5203467	1	5203467	194050,6	0,000000
<b>"Var1"</b>	21022	2	10511	392,0	0,000000
<b>"Var2"</b>	51229	3	17076	636,8	0,000000
<b>"Var1"*"Var2"</b>	7999	6	1333	49,7	0,000000
<b>Error</b>	965	36	27		

## Продовження Додатку Д

## 1. Кількість листків на стеблі у сортозразків проса прутоподібного першого року вегетації (шт.), 2015-2017 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	7,3	7,5	8,1	8,3	7,8
Кейв-ін-рок	6,7	7,1	7,8	8,4	7,5
Морозко	6,7	6,8	7,2	7,3	7,0
Лінія 1307	7,6	8,1	8,3	8,8	8,2
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	0,8

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	930,2500	1	930,2500	3302,663	0,000000
<b>"Var1"</b>	3,0700	3	1,0233	3,633	0,044999
<b>Error</b>	3,3800	12	0,2817		

## 2. Кількість листків на стеблі у сортозразків проса прутоподібного другого року вегетації (шт.), 2016-2018 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	7,7	8,1	8,4	8,6	8,2
Кейв-ін-рок	7,7	8,0	8,3	8,8	8,2
Морозко	6,6	7,0	7,2	7,6	7,1
Лінія 1307	9,0	9,1	9,6	9,9	9,4
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	0,7

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	1082,410	1	1082,410	5958,220	0,000000
<b>"Var1"</b>	10,590	3	3,530	19,431	0,000067
<b>Error</b>	2,180	12	0,182		

## Продовження Додатку Д

## 3. Кількість листків на стеблі у сортозразків проса прутіподібного третього року вегетації (шт.), 2017-2019 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	8,9	9,2	9,9	10,0	9,5
Кейв-ін-рок	7,9	8,3	8,8	9,4	8,6
Морозко	7,2	7,4	7,6	7,8	7,5
Лінія 1307	9,1	9,5	9,9	10,3	9,7
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	0,8

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	1246,090	1	1246,090	4792,654	0,000000
<b>"Var1"</b>	12,110	3	4,037	15,526	0,000197
<b>Error</b>	3,120	12	0,260		

## 4. Кількість листків на стеблі у сортозразків проса прутіподібного першого-третього року вегетації (шт.), середнє за 2015-2019 рр.

Сортозразок	Роки			Середнє за роки
	2015-2017	2016-2018	2017-2019	
Зоряне (ум. ст.)	7,8	8,2	9,5	8,5
Кейв-ін-рок	7,5	8,2	8,6	8,1
Морозко	7,0	7,1	7,5	7,2
Лінія 1307	8,2	9,4	9,7	9,1
НІР <sub>05</sub> (фактор А)	0,8	0,7	0,8	0,6
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)	–	–	–	0,6
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)	–	–	–	0,7

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	3247,230	1	3247,230	13467,77	0,000000
<b>"Var1"</b>	11,520	2	5,760	23,89	0,000000
<b>"Var2"</b>	22,890	3	7,630	31,65	0,000000
<b>"Var1"*"Var2"</b>	2,880	6	0,480	1,99	0,092659
<b>Error</b>	8,680	36	0,241		

## Продовження Додатку Д

## 1. Середня довжина прапорцевого листка у сортозразків проса прутноподібного першого року вегетації (см), 2015-2017 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	40,2	46,7	48,6	50,1	46,4
Кейв-ін-рок	40,1	46,8	48,8	49,9	46,4
Морозко	40,4	42,8	45,6	48,0	44,2
Лінія 1307	47,8	49,9	51,4	52,9	50,5
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	5,7

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	35156,25	1	35156,25	2605,132	0,000000
<b>"Var1"</b>	82,99	3	27,66	2,050	0,160597
<b>Error</b>	161,94	12	13,49		

## 2. Середня довжина прапорцевого листка у сортозразків проса прутноподібного другого року вегетації (см), 2016-2018 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	49,4	50,5	53,6	55,7	52,3
Кейв-ін-рок	47,8	48,2	50,2	51,0	49,3
Морозко	43,9	46,5	49,7	50,3	47,6
Лінія 1307	49,7	50,8	52,2	54,1	51,7
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	3,7

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	40360,81	1	40360,81	6970,779	0,000000
<b>"Var1"</b>	56,91	3	18,97	3,276	0,058741
<b>Error</b>	69,48	12	5,79		

## Продовження Додатку Д

## 3. Середня довжина прапорцевого листка у сортозразків проса прутіподібного третього року вегетації (см), 2017-2019 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	53,2	54,2	55,8	56,4	54,9
Кейв-ін-рок	48,8	53,1	55,4	56,3	53,4
Морозко	46,2	49,6	52,2	53,6	50,4
Лінія 1307	50,5	52,8	55,9	59,6	54,7
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	4,8

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	45539,56	1	45539,56	4609,267	0,000000
<b>"Var1"</b>	51,72	3	17,24	1,745	0,211058
<b>Error</b>	118,56	12	9,88		

## 4. Середня довжина прапорцевого листка у сортозразків проса прутіподібного першого-третього року вегетації (см), середнє за 2015-2019 рр.

Сортозразок	Роки			Середнє за роки
	2015-2017	2016-2018	2017-2019	
Зоряне (ум. ст.)	46,4	52,3	54,9	51,2
Кейв-ін-рок	46,4	49,3	53,4	49,7
Морозко	44,2	47,6	50,4	47,4
Лінія 1307	50,5	51,7	54,7	52,3
НІР <sub>05</sub> (фактор А)	5,7	3,7	4,8	2,5
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)	–	–	–	3,3
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)	–	–	–	4,5

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	120721,1	1	120721,1	12417,73	0,000000
<b>"Var1"</b>	335,5	2	167,8	17,26	0,000006
<b>"Var2"</b>	161,9	3	54,0	5,55	0,003090
<b>"Var1"*"Var2"</b>	29,7	6	5,0	0,51	0,796802
<b>Error</b>	350,0	36	9,7		

## Продовження Додатку Д

1. Середня довжина волоті у сортозразків проса прутоподібного першого року вегетації (см), 2015-2017 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	28,2	29,6	34,7	39,9	33,1
Кейв-ін-рок	30,0	33,0	36,0	37,0	34,0
Морозко	23,5	26,9	31,0	33,4	28,7
Лінія 1307	31,6	35,8	40,2	41,2	37,2
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	6,8

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	17689,00	1	17689,00	918,7500	0,000000
<b>"Var1"</b>	147,56	3	49,19	2,5547	0,104294
<b>Error</b>	231,04	12	19,25		

2. Середня довжина волоті у сортозразків проса прутоподібного другого року вегетації (см), 2016-2018 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	35,7	36,4	38,2	40,1	37,6
Кейв-ін-рок	31,3	34,7	36,2	39,4	35,4
Морозко	28,9	30,6	32,4	35,3	31,8
Лінія 1307	36,4	38,4	40,1	40,7	38,9
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	4,0

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	20649,69	1	20649,69	3127,162	0,000000
<b>"Var1"</b>	115,79	3	38,60	5,845	0,010642
<b>Error</b>	79,24	12	6,60		



## Продовження Додатку Д

## 3. Середня довжина волоті у сортозразків проса прутоподібного третього року вегетації (см), 2017-2019 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	38,3	40,2	42,2	45,3	41,5
Кейв-ін-рок	33,6	36,7	37,9	40,2	37,1
Морозко	30,2	31,5	33,9	36,8	33,1
Лінія 1307	37,8	40,5	42,3	44,2	41,2
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	4,4

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	23378,41	1	23378,41	2889,791	0,000000
<b>"Var1"</b>	188,43	3	62,81	7,764	0,003813
<b>Error</b>	97,08	12	8,09		

## 4. Середня довжина волоті у сортозразків проса прутоподібного першого-третього року вегетації (см), середнє за 2015-2019 рр.

Сортозразок	Роки			Середнє за роки
	2015-2017	2016-2018	2017-2019	
Зоряне (ум. ст.)	33,1	37,6	41,5	37,4
Кейв-ін-рок	34,0	35,4	37,1	35,5
Морозко	28,7	31,8	33,1	31,2
Лінія 1307	37,2	38,9	41,2	39,1
НІР <sub>05</sub> (фактор А)	6,8	4,0	4,4	3,1
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)	–	–	–	3,0
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)	–	–	–	4,8

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	61518,72	1	61518,72	5436,650	0,000000
<b>"Var1"</b>	198,38	2	99,19	8,766	0,000792
<b>"Var2"</b>	416,40	3	138,80	12,266	0,000011
<b>"Var1"*"Var2"</b>	35,38	6	5,90	0,521	0,788416
<b>Error</b>	407,36	36	11,32		

## Продовження Додатку Д

1. Середня ширина волоті у сортозразків проса прутіоподібного першого року вегетації (см), 2015-2017 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	19,0	21,0	23,0	25,0	22,0
Кейв-ін-рок	18,8	20,3	21,6	23,7	21,1
Морозко	16,8	18,4	21,4	22,2	19,7
Лінія 1307	20,6	23,4	24,6	25,8	23,6
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	3,6

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	7464,960	1	7464,960	1335,812	0,000000
<b>"Var1"</b>	32,080	3	10,693	1,914	0,181261
<b>Error</b>	67,060	12	5,588		

2. Середня ширина волоті у сортозразків проса прутіоподібного другого року вегетації (см), 2016-2018 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	21,5	22,9	24,3	25,7	23,6
Кейв-ін-рок	19,5	21,6	23,4	25,5	22,5
Морозко	19,3	21,3	22,1	24,5	21,8
Лінія 1307	21,0	23,0	25,0	27,0	24,0
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	3,5

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	8445,610	1	8445,610	1601,064	0,000000
<b>"Var1"</b>	12,190	3	4,063	0,770	0,532497
<b>Error</b>	63,300	12	5,275		

## Продовження Додатку Д

## 3. Середня ширина волоті у сортозразків проса прутоподібного третього року вегетації (см), 2017-2019 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	22,0	23,8	25,1	26,3	24,3
Кейв-ін-рок	21,3	22,7	24,2	26,2	23,6
Морозко	19,4	21,5	23,9	26,0	22,7
Лінія 1307	22,0	24,0	26,0	28,0	25,0
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	2,7

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	9139,360	1	9139,360	1611,406	0,000000
<b>"Var1"</b>	11,600	3	3,867	0,682	0,580001
<b>Error</b>	68,060	12	5,672		

## 4. Середня ширина волоті у сортозразків проса прутоподібного першого-третього року вегетації (см), середнє за 2015-2019 рр.

Сортозразок	Роки			Середнє за роки
	2015-2017	2016-2018	2017-2019	
Зоряне (ум. ст.)	22,0	23,6	24,3	23,3
Кейв-ін-рок	21,1	22,5	23,6	22,4
Морозко	19,7	21,8	22,7	21,4
Лінія 1307	23,6	24,0	25,0	24,2
НІР <sub>05</sub> (фактор А)	3,6	3,5	2,7	1,7
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)	–	–	–	1,9
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)	–	–	–	3,4

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	25007,07	1	25007,07	4537,116	0,000000
<b>"Var1"</b>	42,86	2	21,43	3,888	0,029591
<b>"Var2"</b>	51,93	3	17,31	3,141	0,037038
<b>"Var1"*"Var2"</b>	3,94	6	0,66	0,119	0,993434
<b>Error</b>	198,42	36	5,51		

## Продовження Додатку Д

## 1. Кількість гілочок 1-го порядку у сортозразків проса прутоподібного першого року вегетації (шт.), 2015-2017 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	8,9	9,5	10,6	11,8	10,2
Кейв-ін-рок	8,7	9,2	10,1	11,2	9,8
Морозко	11,7	12,3	12,7	14,1	12,7
Лінія 1307	12,8	13,2	13,9	14,5	13,6
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	1,6

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	2143,690	1	2143,690	1928,357	0,000000
<b>"Var1"</b>	41,630	3	13,877	12,483	0,000533
<b>Error</b>	13,340	12	1,112		

## 2. Кількість гілочок 1-го порядку у сортозразків проса прутоподібного другого року вегетації (шт.), 2016-2018 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	10,6	11,2	11,5	11,9	11,3
Кейв-ін-рок	9,9	10,6	11,1	11,2	10,7
Морозко	12,5	13,3	14,2	15,6	13,9
Лінія 1307	13,0	14,0	16,0	17,0	15,0
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	1,8

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	2590,810	1	2590,810	1801,258	0,000000
<b>"Var1"</b>	50,750	3	16,917	11,761	0,000693
<b>Error</b>	17,260	12	1,438		

## Продовження Додатку Д

## 3. Кількість гілочок 1-го порядку у сортозразків проса прутоподібного третього року вегетації (шт.), 2017-2019 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	11,6	12,4	12,9	13,9	12,7
Кейв-ін-рок	11,4	12,0	12,6	12,8	12,2
Морозко	12,7	14,9	15,6	16,0	14,8
Лінія 1307	13,5	14,0	16,5	18,0	15,5
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	2,2

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	3047,040	1	3047,040	1524,791	0,000000
<b>"Var1"</b>	30,640	3	10,213	5,111	0,016570
<b>Error</b>	23,980	12	1,998		

## 4. Кількість гілочок 1-го порядку у сортозразків проса прутоподібного першого-третього року вегетації (шт.), середнє за 2015-2019 рр.

Сортозразок	Роки			Середнє за роки
	2015-2017	2016-2018	2017-2019	
Зоряне (ум. ст.)	10,2	11,3	12,7	11,4
Кейв-ін-рок	9,8	10,7	12,2	10,9
Морозко	12,7	13,9	14,8	13,8
Лінія 1307	13,6	15,0	15,5	14,7
НІР <sub>05</sub> (фактор А)	1,6	1,8	2,2	1,4
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)	–	–	–	1,2
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)	–	–	–	1,8

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	7741,920	1	7741,920	5106,433	0,000000
<b>"Var1"</b>	39,620	2	19,810	13,066	0,000054
<b>"Var2"</b>	121,680	3	40,560	26,753	0,000000
<b>"Var1"*"Var2"</b>	1,340	6	0,223	0,147	0,988440
<b>Error</b>	54,580	36	1,516		

## Продовження Додатку Д

## 1. Кількість волотей у сортозразків проса прутоподібного першого року вегетації (шт./м.п.), 2015-2017 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	67,7	70,2	72,3	76,6	71,7
Кейв-ін-рок	68,8	69,4	70,6	72,0	70,2
Морозко	68,6	69,3	71,6	73,7	70,8
Лінія 1307	77,0	78,0	80,0	81,0	79,0
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	3,5

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	85088,89	1	85088,89	13657,93	0,000000
<b>"Var1"</b>	201,39	3	67,13	10,78	0,001012
<b>Error</b>	74,76	12	6,23		

## 2. Кількість волотей у сортозразків проса прутоподібного другого року вегетації (шт./м.п.), 2016-2018 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	70,3	72,1	74,9	81,1	74,6
Кейв-ін-рок	69,7	72,4	74,4	78,3	73,7
Морозко	70,6	71,4	72,9	75,1	72,5
Лінія 1307	80,0	82,0	84,0	86,0	83,0
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	5,2

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	92294,44	1	92294,44	8016,309	0,000000
<b>"Var1"</b>	273,96	3	91,32	7,932	0,003513
<b>Error</b>	138,16	12	11,51		

## Продовження Додатку Д

## 3. Кількість волотей у сортозразків проса прутоподібного третього року вегетації (шт./м.п.), 2017-2019 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	76,8	80,6	82,1	84,9	81,1
Кейв-ін-рок	72,3	75,4	80,3	85,6	78,4
Морозко	72,3	74,9	76,9	77,5	75,4
Лінія 1307	81,0	83,0	85,0	87,0	84,0
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	5,8

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	101697,2	1	101697,2	7080,335	0,000000
<b>"Var1"</b>	162,5	3	54,2	3,771	0,040699
<b>Error</b>	172,4	12	14,4		

## 4. Кількість волотей у сортозразків проса прутоподібного першого-третього року вегетації (шт./м.п.), середнє за 2015-2019 рр.

Сортозразок	Роки			Середнє за роки
	2015-2017	2016-2018	2017-2019	
Зоряне (ум. ст.)	71,7	74,6	81,1	75,8
Кейв-ін-рок	70,2	73,7	78,4	74,1
Морозко	70,8	72,5	75,4	72,9
Лінія 1307	79,0	83,0	84,0	82,0
НІР <sub>05</sub> (фактор А)	3,5	5,2	5,8	3,4
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)	–	–	–	3,5
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)	–	–	–	4,7

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	278709,1	1	278709,1	26042,17	0,000000
<b>"Var1"</b>	371,4	2	185,7	17,35	0,000005
<b>"Var2"</b>	589,2	3	196,4	18,35	0,000000
<b>"Var1"*"Var2"</b>	48,7	6	8,1	0,76	0,607602
<b>Error</b>	385,3	36	10,7		

## Продовження Додатку Д

## 1. Маса насіння з волотей у сортозразків проса прутіподібного першого року вегетації (г), 2015-2017 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	0,44	0,46	0,50	0,52	0,48
Кейв-ін-рок	0,30	0,35	0,40	0,55	0,40
Морозко	0,35	0,37	0,41	0,43	0,39
Лінія 1307	0,39	0,43	0,45	0,49	0,44
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	0,09

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	2,924100	1	2,924100	727,9917	0,000000
<b>"Var1"</b>	0,020300	3	0,006767	1,6846	0,223017
<b>Error</b>	0,048200	12	0,004017		

## 2. Маса насіння з волотей у сортозразків проса прутіподібного другого року вегетації (г), 2016-2018 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	0,49	0,52	0,53	0,54	0,52
Кейв-ін-рок	0,41	0,43	0,47	0,49	0,45
Морозко	0,39	0,40	0,42	0,43	0,41
Лінія 1307	0,45	0,49	0,50	0,52	0,49
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	0,04

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	3,496900	1	3,496900	4662,533	0,000000
<b>"Var1"</b>	0,027500	3	0,009167	12,222	0,000585
<b>Error</b>	0,009000	12	0,000750		



## Продовження Додатку Д

## 3. Маса насіння з волотей у сортозразків проса прутоподібного третього року вегетації (г), 2017-2019 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	0,51	0,52	0,54	0,55	0,53
Кейв-ін-рок	0,44	0,47	0,48	0,49	0,47
Морозко	0,44	0,45	0,47	0,48	0,46
Лінія 1307	0,49	0,50	0,52	0,53	0,51
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	0,03

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	3,880900	1	3,880900	10584,27	0,000000
<b>"Var1"</b>	0,013100	3	0,004367	11,91	0,000656
<b>Error</b>	0,004400	12	0,000367		

## 4. Маса насіння з волотей у сортозразків проса прутоподібного першого-третього року вегетації (г), середнє за 2015-2019 рр.

Сортозразок	Роки			Середнє за роки
	2014-2016	2015-2017	2016-2018	
Зоряне (ум. ст.)	0,48	0,52	0,53	0,51
Кейв-ін-рок	0,40	0,45	0,47	0,44
Морозко	0,39	0,41	0,46	0,42
Лінія 1307	0,44	0,49	0,51	0,48
НІР <sub>05</sub> (фактор А)	0,09	0,04	0,03	0,04
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)	–	–	–	0,04
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)	–	–	–	0,06

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	10,26750	1	10,26750	6000,487	0,000000
<b>"Var1"</b>	0,03440	2	0,01720	10,052	0,000340
<b>"Var2"</b>	0,05850	3	0,01950	11,396	0,000021
<b>"Var1"*"Var2"</b>	0,00240	6	0,00040	0,234	0,962694
<b>Error</b>	0,06160	36	0,00171		

**Математичні обрахунки**  
**Урожайність та вихід схожого насіння сортозразків проса**  
**прутоподібного**

1. Загальна врожайність насіння сортозразків проса прутоподібного першого року вегетації (г/м.п.), 2015-2017 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	33,6	35,7	37,5	40,8	36,9
Кейв-ін-рок	29,9	30,5	31,2	32,0	30,9
Морозко	28,9	29,3	30,1	30,5	29,7
Лінія 1307	34,8	36,9	38,1	41,0	37,7
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	3,2

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	18279,04	1	18279,04	4213,378	0,000000
<b>"Var1"</b>	200,16	3	66,72	15,379	0,000206
<b>Error</b>	52,06	12	4,34		

2. Загальна врожайність насіння сортозразків проса прутоподібного другого року вегетації (г/м.п.), 2016-2018 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	35,7	37,2	38,1	40,2	37,8
Кейв-ін-рок	30,8	31,7	32,1	33,8	32,1
Морозко	28,0	29,0	31,0	32,0	30,0
Лінія 1307	36,6	38,7	40,3	41,2	39,2
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	2,7

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	19348,81	1	19348,81	6178,439	0,000000
<b>"Var1"</b>	234,75	3	78,25	24,987	0,000019
<b>Error</b>	37,58	12	3,13		

## Продовження Додатку К

## 3. Загальна врожайність насіння сортозразків проса прутоподібного третього року вегетації (г/м.п.), 2017-2019 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	39,5	40,7	42,3	43,1	41,4
Кейв-ін-рок	32,4	34,7	35,2	36,9	34,8
Морозко	30,1	31,6	32,3	34,4	32,1
Лінія 1307	40,1	40,9	41,8	42,4	41,3
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	2,5

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	22380,16	1	22380,16	8725,209	0,000000
"Var1"	264,24	3	88,08	34,339	0,000004
Error	30,78	12	2,57		

## 4. Загальна врожайність насіння сортозразків проса прутоподібного першого-третього року вегетації (г/м.п.), середнє за 2015-2019 рр.

Сортозразок	Роки			
	2015-2017	2016-2018	2017-2019	Середнє за роки
Зоряне (ум. ст.)	36,9	37,8	41,4	38,7
Кейв-ін-рок	30,9	32,1	34,8	32,6
Морозко	29,7	30,0	32,1	30,6
Лінія 1307	37,7	39,2	41,3	39,4
НІР <sub>05</sub> (фактор А)	3,2	2,7	2,5	3,0
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)	–	–	–	1,9
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)	–	–	–	2,6

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	59897,07	1	59897,07	17906,45	0,000000
"Var1"	110,94	2	55,47	16,58	0,000008
"Var2"	692,97	3	230,99	69,06	0,000000
"Var1"*"Var2"	6,18	6	1,03	0,31	0,928696
Error	120,42	36	3,35		

## Продовження Додатку К

1. Загальна врожайність насіння сортозразків проса прутоподібного першого року вегетації (г/м<sup>2</sup>), 2015-2017 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	73,9	78,5	82,5	89,8	81,2
Кейв-ін-рок	65,8	67,1	68,6	70,4	68,0
Морозко	63,6	64,5	66,2	67,1	65,3
Лінія 1307	76,6	81,2	83,8	90,2	82,9
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	7,1

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	88470,55	1	88470,55	4213,378	0,000000
<b>"Var1"</b>	968,77	3	322,92	15,379	0,000206
<b>Error</b>	251,97	12	21,00		

2. Загальна врожайність насіння сортозразків проса прутоподібного другого року вегетації (г/м<sup>2</sup>), 2016-2018 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	78,5	81,8	83,8	88,4	83,2
Кейв-ін-рок	67,8	69,7	70,6	74,4	70,6
Морозко	61,6	63,8	68,2	70,4	66,0
Лінія 1307	80,5	85,1	88,7	90,6	86,2
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	6,0

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	93648,24	1	93648,24	6178,439	0,000000
<b>"Var1"</b>	1136,19	3	378,73	24,987	0,000019
<b>Error</b>	181,89	12	15,16		

## Продовження Додатку К

3. Загальна врожайність насіння сортозразків проса прутоподібного третього року вегетації (г/ м<sup>2</sup>), 2017-2019 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	86,9	89,5	93,1	94,8	91,1
Кейв-ін-рок	71,3	76,3	77,4	81,2	76,6
Морозко	66,2	69,5	71,1	75,7	70,6
Лінія 1307	88,2	90,0	92,0	93,3	90,9
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	5,4

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	108320,0	1	108320,0	8725,209	0,000000
<b>"Var1"</b>	1278,9	3	426,3	34,339	0,000004
<b>Error</b>	149,0	12	12,4		

4. Загальна врожайність насіння сортозразків проса прутоподібного першого-третього року вегетації (г/ м<sup>2</sup>), середнє за 2015-2019 рр.

Сортозразок	Роки			Середнє за роки
	2015-2017	2016-2018	2017-2019	
Зоряне (ум. ст.)	81,2	83,2	91,1	85,2
Кейв-ін-рок	68,0	70,6	76,6	71,7
Морозко	65,3	66,0	70,6	67,3
Лінія 1307	82,9	86,2	90,9	86,7
НІР <sub>05</sub> (фактор А)	7,1	6,0	5,4	6,7
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)	–	–	–	4,2
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)	–	–	–	5,8

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	289901,8	1	289901,8	17906,45	0,000000
<b>"Var1"</b>	536,9	2	268,5	16,58	0,000008
<b>"Var2"</b>	3354,0	3	1118,0	69,06	0,000000
<b>"Var1"*"Var2"</b>	29,9	6	5,0	0,31	0,928696
<b>Error</b>	582,8	36	16,2		

## Продовження Додатку К

## 1. Маса насінневих лусок у сортозразків проса прутоподібного першого року вегетації (г/м.п.), 2015-2017 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	10,2	11,6	12,8	13,8	12,1
Кейв-ін-рок	10,1	10,7	11,2	11,6	10,9
Морозко	9,8	10,9	11,8	12,3	11,2
Лінія 1307	12,1	12,5	12,7	13,1	12,6
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	1,6

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	2190,240	1	2190,240	2079,342	0,000000
<b>"Var1"</b>	7,440	3	2,480	2,354	0,123398
<b>Error</b>	12,640	12	1,053		

## 2. Маса насінневих лусок у сортозразків проса прутоподібного другого року вегетації (г/м.п.), 2016-2018 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	12,8	13,3	14,3	14,4	13,7
Кейв-ін-рок	11,2	11,6	11,8	12,6	11,8
Морозко	11,2	11,6	12,2	12,6	11,9
Лінія 1307	12,3	13,3	13,9	14,5	13,5
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	1,1

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	2590,810	1	2590,810	4668,126	0,000000
<b>"Var1"</b>	12,350	3	4,117	7,417	0,004534
<b>Error</b>	6,660	12	0,555		

## Продовження Додатку К

## 3. Маса насінневих лусок у сортозразків проса прутоподібного третього року вегетації (г/м.п.), 2017-2019 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	13,9	14,2	14,9	15,8	14,7
Кейв-ін-рок	11,5	12,1	12,6	13,4	12,4
Морозко	11,8	12,1	12,5	12,8	12,3
Лінія 1307	14,6	15,2	15,6	15,8	15,3
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	1,0

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	2992,090	1	2992,090	6528,196	0,000000
<b>"Var1"</b>	28,830	3	9,610	20,967	0,000046
<b>Error</b>	5,500	12	0,458		

## 4. Маса насінневих лусок у сортозразків проса прутоподібного першого-третього року вегетації (г/м.п.), середнє за 2015-2019 рр.

Сортозразок	Роки			Середнє за роки
	2015-2017	2016-2018	2017-2019	
Зоряне (ум. ст.)	12,1	13,7	14,7	13,5
Кейв-ін-рок	10,9	11,8	12,4	11,7
Морозко	11,2	11,9	12,3	11,8
Лінія 1307	12,6	13,5	15,3	13,8
НІР <sub>05</sub> (фактор А)	1,6	1,1	1,0	0,9
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)	–	–	–	1,0
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)	–	–	–	1,2

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	7741,920	1	7741,920	11238,27	0,000000
<b>"Var1"</b>	31,220	2	15,610	22,66	0,000000
<b>"Var2"</b>	43,920	3	14,640	21,25	0,000000
<b>"Var1"*"Var2"</b>	4,700	6	0,783	1,14	0,361070
<b>Error</b>	24,800	36	0,689		

## Продовження Додатку К

## 1. Вихід схожого насіння у сортозразків проса прутоподібного першого року вегетації (%), 2015-2017 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	54,6	59,2	60,3	64,3	59,6
Кейв-ін-рок	55,5	57,3	59,4	63,0	58,8
Морозко	55,4	56,8	57,9	58,3	57,1
Лінія 1307	60,0	61,0	63,0	64,0	62,0
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	4,3

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	56406,25	1	56406,25	7205,397	0,000000
<b>"Var1"</b>	49,79	3	16,60	2,120	0,151010
<b>Error</b>	93,94	12	7,83		

## 2. Вихід схожого насіння у сортозразків проса прутоподібного другого року вегетації (%), 2016-2018 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	64,8	65,3	67,1	67,6	66,2
Кейв-ін-рок	61,2	63,7	64,9	67,4	64,3
Морозко	59,7	61,5	63,9	65,3	62,6
Лінія 1307	63,7	64,2	65,1	66,2	64,8
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	3,1

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	66512,41	1	66512,41	16732,68	0,000000
<b>"Var1"</b>	26,51	3	8,84	2,22	0,138093
<b>Error</b>	47,70	12	3,97		



## Продовження Додатку К

## 3. Вихід схожого насіння у сортозразків проса прутоподібного третього року вегетації (%), 2017-2019 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	67,4	68,2	70,3	72,1	69,5
Кейв-ін-рок	66,8	68,9	70,1	71,0	69,2
Морозко	62,8	62,9	64,9	66,2	64,2
Лінія 1307	66,7	67,1	68,2	69,6	67,9
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	2,7

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	73332,64	1	73332,64	24043,49	0,000000
"Var1"	71,12	3	23,71	7,77	0,003797
Error	36,60	12	3,05		

## 4. Вихід схожого насіння у сортозразків проса прутоподібного першого-третього року вегетації (%), середнє за 2015-2019 рр.

Сортозразок	Роки			Середнє за роки
	2015-2017	2016-2018	2017-2019	
Зоряне (ум. ст.)	59,6	66,2	69,5	65,1
Кейв-ін-рок	58,8	64,3	69,2	64,1
Морозко	57,1	62,6	64,2	61,3
Лінія 1307	62,0	64,8	67,9	64,9
НІР <sub>05</sub> (фактор А)	4,№	3,1	2,7	1,9
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)	–	–	–	3,5
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)	–	–	–	3,2

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	195687,5	1	195687,5	39523,95	0,000000
"Var1"	563,8	2	281,9	56,94	0,000000
"Var2"	110,8	3	36,9	7,46	0,000525
"Var1"*"Var2"	36,7	6	6,1	1,23	0,312133
Error	178,2	36	5,0		

## Продовження Додатку К

## 1. Урожайність схожого насіння сортозразків проса прутоподібного першого року вегетації (г/м.п.), 2015-2017 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	21,9	22,6	23,8	24,9	23,3
Кейв-ін-рок	17,8	18,2	19,2	19,6	18,7
Морозко	17,2	17,4	17,6	18,2	17,6
Лінія 1307	21,6	23,4	24,5	26,1	23,9
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	1,9

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	6972,250	1	6972,250	4478,961	0,000000
<b>"Var1"</b>	121,950	3	40,650	26,113	0,000015
<b>Error</b>	18,680	12	1,557		

## 2. Урожайність схожого насіння сортозразків проса прутоподібного другого року вегетації (г/м.п.), 2016-2018 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	24,6	25,1	25,3	25,4	25,1
Кейв-ін-рок	17,6	19,5	21,6	22,5	20,3
Морозко	17,0	18,0	20,0	21,0	19,0
Лінія 1307	24,2	25,0	25,9	26,5	25,4
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	2,4

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	8064,040	1	8064,040	3468,404	0,000000
<b>"Var1"</b>	129,000	3	43,000	18,495	0,000085
<b>Error</b>	27,900	12	2,325		

## Продовження Додатку К

## 3. Урожайність схожого насіння сортозразків проса прутоподібного третього року вегетації (г/м.п.), 2017-2019 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	26,1	26,9	27,6	28,2	27,2
Кейв-ін-рок	22,6	23,4	24,1	24,7	23,7
Морозко	17,2	19,2	21,2	21,6	19,8
Лінія 1307	26,7	27,2	27,8	28,3	27,5
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	1,9

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	9643,240	1	9643,240	6188,175	0,000000
"Var1"	156,040	3	52,013	33,378	0,000004
Error	18,700	12	1,558		

## 4. Урожайність схожого насіння сортозразків проса прутоподібного першого-третього року вегетації (г/м.п.), середнє за 2015-2019 рр.

Сортозразок	Роки			Середнє за роки
	2015-2017	2016-2018	2017-2019	
Зоряне (ум. ст.)	23,3	25,1	27,2	25,2
Кейв-ін-рок	18,7	20,3	23,7	20,9
Морозко	17,6	19,0	19,8	18,8
Лінія 1307	23,9	25,4	27,5	25,6
НІР <sub>05</sub> (фактор А)	1,9	2,4	1,9	2,3
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)	–	–	–	1,7
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)	–	–	–	1,9

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	24570,75	1	24570,75	13550,05	0,000000
"Var1"	108,78	2	54,39	29,99	0,000000
"Var2"	397,05	3	132,35	72,99	0,000000
"Var1"*"Var2"	9,94	6	1,66	0,91	0,496388
Error	65,28	36	1,81		

## Продовження Додатку К

1. Урожайність схожого насіння сортозразків проса прутоподібного першого року вегетації (г/м<sup>2</sup>), 2015-2017 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	48,2	49,7	52,4	54,8	51,3
Кейв-ін-рок	39,2	40,0	42,2	43,1	41,1
Морозко	37,8	38,3	38,7	40,0	38,7
Лінія 1307	47,5	51,5	53,9	57,4	52,6
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	4,1

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	33745,69	1	33745,69	4478,961	0,000000
<b>"Var1"</b>	590,24	3	196,75	26,113	0,000015
<b>Error</b>	90,41	12	7,53		

2. Урожайність схожого насіння сортозразків проса прутоподібного другого року вегетації (г/м<sup>2</sup>), 2016-2018 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	54,1	55,2	55,7	55,9	55,2
Кейв-ін-рок	38,7	42,9	47,5	49,5	44,7
Морозко	37,4	39,6	44,0	46,2	41,8
Лінія 1307	53,2	55,0	57,0	58,3	55,9
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	5,2

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>Intercept</b>	39029,95	1	39029,95	3468,404	0,000000
<b>"Var1"</b>	624,36	3	208,12	18,495	0,000085
<b>Error</b>	135,04	12	11,25		

## Продовження Додатку К

3. Урожайність схожого насіння сортозразків проса прутоподібного третього року вегетації (г/ м<sup>2</sup>), 2017-2019 рр.

Сортозразок	Повторення				Середнє за повтореннями
	I	II	III	IV	
Зоряне (ум. ст.)	57,4	59,2	60,7	62,0	59,8
Кейв-ін-рок	49,7	51,5	53,0	54,3	52,1
Морозко	37,8	42,2	46,6	47,5	43,6
Лінія 1307	58,7	59,8	61,2	62,3	60,5
НІР <sub>05</sub>	–	–	–	–	4,2

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	46673,28	1	46673,28	6188,175	0,000000
"Var1"	755,23	3	251,74	33,378	0,000004
Error	90,51	12	7,54		

4. Урожайність схожого насіння сортозразків проса прутоподібного першого-третього року вегетації (г/ м<sup>2</sup>), середнє за 2015-2019 рр.

Сортозразок	Роки			Середнє за роки
	2015-2017	2016-2018	2017-2019	
Зоряне (ум. ст.)	51,3	55,2	59,8	55,4
Кейв-ін-рок	41,1	44,7	52,1	46,0
Морозко	38,7	41,8	43,6	41,4
Лінія 1307	52,6	55,9	60,5	56,3
НІР <sub>05</sub> (фактор А)	4,1	5,2	4,2	5,1
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)	–	–	–	3,7
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)	–	–	–	4,2

Таблиця дисперсій

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	118922,4	1	118922,4	13550,05	0,000000
"Var1"	526,5	2	263,2	29,99	0,000000
"Var2"	1921,7	3	640,6	72,99	0,000000
"Var1"*"Var2"	48,1	6	8,0	0,91	0,496388
Error	316,0	36	8,8		

Довідки і акти впровадження результатів наукових досліджень

Національний Ботанічний сад імені М.М.Гришка НАН України

Довідка

про впровадження наукових розробок у селекційно-насінницький процес здобувача освітньо-наукового ступеня доктора філософії Рожко Ілони Іванівни згідно дисертаційної роботи «Рівень формування і мінливість елементів насінневої продуктивності проса прутоподібного (*Panicum virgatum L.*) в умовах центрального Лісостепу України» спеціальності – 201 «Агрономія»

Здобувачем освітньо-наукового ступеня доктора філософії Рожко Ілоною Іванівною, протягом 2017–2020 рр. за темою дисертаційної роботи «Рівень формування і мінливість елементів насінневої продуктивності проса прутоподібного (*Panicum virgatum L.*) в умовах центрального Лісостепу України» виокремленні сортозразки проса прутоподібного за насінневої продуктивністю, що залучені до селекційно-насінницького процесу у Національному Ботанічному саду імені М.М.Гришка НАН України.

Директор,  
доктор біологічних наук,  
професор, член-кореспондент НАНУ

Завідувач відділу культурної флори,  
доктор с.-г. наук, професор



Заїменко Н. В.

Рахметов Д. Б.

## Продовження Додатку Л

ПОГОДЖЕНО:

Ректор Полтавської ДАА

В. І. Аранчій

« 19 » вересня 2019 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної,  
наукової роботи

О. О. Горб

« 19 » вересня 2019 р.



### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

#### результатів науково-дослідних робіт у виробництво

Даним актом підтверджується, що результати наукової роботи згідно дисертаційної роботи на тему: «Рівень формування і мінливість елементів насінневої продуктивності проса прутіподібного (*Panicum virgatum L.*) в умовах центрального Лісостепу України» за спеціальністю 201 – Агронімія виконаної здобувачем вищої освіти доктора філософії Рожко І.І., яка здійснювалась протягом 2019 року, впроваджені в умовах ТОВ «Райз-Схід». Вид впроваджених результатів: підібрані сорти проса прутіподібного з високим рівнем врожайності насіння, за оптимізованої технології вирощування.

Рік та об'єм впровадження: 2019 рік, площа 0,5 га.

Отриманий економічний ефект від впровадження: для сорту Зоряне – рівень рентабельності на рівні 180,0 %, для Лінії 1307 (219,1 %), для сорту Кейв-ін-рок (164,7 %), для сорту Морозко (124,5 %).

Від Полтавської ДАА:

Ректор

В. І. Аранчій

Виконавець

І. І. Рожко



Від ТОВ «Райз-Схід»:

Директор

О.О.Саєнко

М.П.



« 19 » вересня

2019 р.

## Продовження Додатку Л

ПОГОДЖЕНО:

Ректор Дніпропетровської ДАА

  
В. І. Аранчій

« 19 » вересня 2019 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Проректор з науково-педагогічної,  
наукової роботи  О. О. Горб

« 19 » вересня 2019 р.



### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

#### результатів науково-дослідних робіт у виробництво

Даним актом підтверджується, що результати наукової роботи згідно дисертаційної роботи на тему: «Рівень формування і мінливість елементів насінневої продуктивності проса прутоподібного (*Panicum virgatum L.*) в умовах центрального Лісостепу України» за спеціальністю 201 – Агронімія виконаної здобувачем вищої освіти доктора філософії Рожко І. І., яка здійснювалась протягом 2019 року, впроваджені в умовах ТОВ «Райз-Схід». Вид впроваджених результатів: підібрані сорти проса прутоподібного з високим рівнем врожайності насіння, за звичайної технології вирощування.

Рік та об'єм впровадження: 2019 рік, площа 0,5 га.

Отриманий економічний ефект від впровадження: для сорту Зоряне – рівень рентабельності на рівні 59,2 %, для Лінії 1307 (66,6 %), для сорту Кейв-ін-рок (34,7 %), для сорту Морозко (47,5 %).

Від Дніпропетровської ДАА:

Ректор  В. І. Аранчій

М.П. Виконавець  І. І. Рожко

Від ТОВ «Райз-Схід»:

Директор  О.О.Саєнко

М.П. «РАЙЗ-СХІД» Ідентифікаційний код 41104723  
« 19 » вересня 2019 р.





## Продовження Додатку Л

ПОГОДЖЕНО:  
Ректор Полтавської ДАА  
В. І. Аранчій  
«22» вересня 2019р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:  
Проректор з науково-педагогічної,  
наукової роботи О. О. Горб  
«22» вересня 2019р.

### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ результатів науково-дослідних робіт у виробництво

Даним актом підтверджується, що результати роботи згідно дисертаційної роботи на тему: «Рівень формування і мінливість елементів насінневої продуктивності проса прутоподібного (*Panicum virgatum L.*) в умовах центрального Лісостепу України» за спеціальністю 201 – Агронія виконаної в Полтавській ДАА аспірантом Рожко І. І., яка здійснювалась протягом 2019 року, впроваджені в умовах Товариство з обмеженою відповідальністю «УКРАЇНСЬКО-НІМЕЦЬКЕ ПІДПРИЄМСТВО «АЕУ Дніпро», надалі ТОВ «УНІГ «АЕУ ДНІПРО».

Вид впроваджених результатів: підібрані сорти проса прутоподібного для отримання якісного насінневого матеріалу.

Рік та об'єм впровадження: 2019 рік, площа 0,5 га.

Отриманий економічний ефект від впровадження: для сорту Зоряне – рівень рентабельності на рівні 180,0 % та Лінії 1307 (219,1 %), для сорту Кейв-ін-рок (164,7 %) та Морозко (124,5 %).

Від Полтавської ДАА:  
Ректор В. І. Аранчій  
М.П. Виконавець І. І. Рожко

Від ТОВ «УНІГ «АЕУ ДНІПРО»:  
Директор О.Б. Зудіков  
М.П. «АЕУ ДНІПРО»  
«22» вересня 2019р.

## Продовження Додатку Л

ПОГОДЖЕНО:

Ректор Полтавської ДАА

  
В. І. Аранчій

« 29 » вересня 20 19 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної,  
наукової роботи  О. О. Горб

« 29 » вересня 20 19 р.



### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

#### результатів науково-дослідних робіт у виробництво

Даним актом підтверджується, що результати наукової роботи згідно дисертаційної роботи на тему: «Рівень формування і мінливість елементів насінневої продуктивності проса прутіноподібного (*Panicum virgatum L.*) в умовах центрального Лісостепу України» за спеціальністю 201 – Агронімія виконаної здобувачем вищої освіти доктора філософії Рожко І.І., яка здійснювалась протягом 2019 року, впроваджені в умовах СФГ «Нерта». Вид впроваджених результатів: підібрані сорти проса прутіноподібного з високим рівнем врожайності насіння, за оптимізованої технології вирощування.

Рік та об'єм впровадження: 2019 рік, площа 0,5 га.

Отриманий економічний ефект від впровадження: для сорту Зоряне – рівень рентабельності на рівні 180,0 %, для Лінії 1307 (219,1 %), для сорту Кейв-ін-рок (164,7 %), для сорту Морозко (124,5 %).

Від Полтавської ДАА:

Ректор  В. І. Аранчій

М.П.

Виконавець  І. І. Рожко



Від СФГ «Нерта»:

Голова  Ю.О. Григоренко

М.П.

« 29 » вересня 20 19 р.



## Продовження Додатку Л

ПОГОДЖЕНО:

Ректор Полтавської ДАА

  
В. І. Аранчій

« 29 » березня 2019 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Проректор з науково-педагогічної,  
наукової роботи

  
О. О. Горб

« 29 » березня 2019 р.



### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

#### результатів науково-дослідних робіт у виробництво

Даним актом підтверджується, що результати наукової роботи згідно дисертаційної роботи на тему: «Рівень формування і мінливість елементів насінневої продуктивності проса прутоподібного (*Panicum virgatum L.*) в умовах центрального Лісостепу України» за спеціальністю 201 – Агрономія виконаної здобувачем вищої освіти доктора філософії Рожко І.І., яка здійснювалась протягом 2019 року, впроваджені в умовах СФГ «Нерта». Вид впроваджених результатів: підібрані сорти проса прутоподібного з високим рівнем врожайності насіння, за звичайної технології вирощування.

Рік та об'єм впровадження: 2019 рік, площа 0,5 га.

Отриманий економічний ефект від впровадження: для сорту Зоряне – рівень рентабельності на рівні 59,2 %, для Лінії 1307 (66,6 %), для сорту Кейв-ін-рок (34,7 %), для сорту Морозко (47,5 %).

Від Полтавської ДАА:

Ректор  В. І. Аранчій

М.П.

Виконавець  І. І. Рожко



Від СФГ «Нерта»:

Голова  Ю.О. Григоренко

М.П.

« 29 » березня 2019 р.



## Продовження Додатку Л

ПОГОДЖЕНО:

Ректор Подільської ДАА

В. І. Аранчій

« 28 » вересня 2020 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор

науково-педагогічної,  
наукової роботи

О. О. Горб

2020 р.



### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

#### результатів науково-дослідних робіт у виробництво

Даним актом підтверджується, що результати наукової роботи згідно дисертаційної роботи на тему: «Рівень формування і мінливість елементів насінневої продуктивності проса прутноподібного (*Panicum virgatum L.*) в умовах центрального Лісостепу України» за спеціальністю 201 – Агронімія виконаної здобувачем вищої освіти доктора філософії Рожко І. І., яка здійснювалась протягом 2020 року, впроваджені в умовах СФГ «Нерта».

Вид впроваджених результатів: підібрані сорти проса прутноподібного з високим рівнем врожайності насіння, за звичайної технології вирощування.

Рік та об'єм впровадження: 2020 рік, площа 0,1 га.

Отриманий економічний ефект від впровадження: для сорту Зоряне – рівень рентабельності на рівні 155,7 %, для Лінії 1307 (167,5 %), для сорту Кейв-ін-рок (142,2 %), для сорту Морозко (114,6 %).

Від Подільської ДАА:

Ректор

В. І. Аранчій

М.П.

Виконавець

І. І. Рожко



Від СФГ «Нерта»:

Директор

Ю.О. Григоренко

М.П.

« 28 » вересня 2020 р.



## Продовження Додатку Л

ПОГОДЖЕНО:

Ректор Полтавської ДАА

  
В. І. Аранчій

« 28 » Вересня 2020 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Проректор з науково-педагогічної,  
наукової роботи

  
О. О. Горб

« 28 » Вересня 2020 р.



### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

#### результатів науково-дослідних робіт у виробництво

Даним актом підтверджується, що результати наукової роботи згідно дисертаційної роботи на тему: «Рівень формування і мінливість елементів насінневої продуктивності проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) в умовах центрального Лісостепу України» за спеціальністю 201 – Агронімія виконаної здобувачем вищої освіти доктора філософії Рожко І. І., яка здійснювалась протягом 2020 року, впроваджені в умовах СФГ «Нерта».

Вид впроваджених результатів: підібрані сорти проса прутоподібного з високим рівнем врожайності насіння, за оптимізованої технології вирощування.

Рік та об'єм впровадження: 2020 рік, площа 0,1 га.

Отриманий економічний ефект від впровадження: для сорту Зоряне – рівень рентабельності на рівні 260,1 %, для Лінії 1307 (250,1 %), для сорту Кейв-ін-рок (204,7 %), для сорту Морозко (194,4 %).

Від Полтавської ДАА:

Ректор

  
В. І. Аранчій

Виконавець

  
І. І. Рожко

Від СФГ «Нерта»:

Голова

  
Ю. О. Григоренко

М.П.

« 28 » Вересня 2020 р.



ПОГОДЖЕНО:

Ректор Полтавської ДАА

В. І. Аранчій

« 21 » вересня 2020 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Проректор

наукової роботи

3 науково-педагогічної,

О. О. Горб

« 21 » вересня 2020 р.



### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

#### результатів науково-дослідних робіт у виробництво

Даним актом підтверджується, що результати наукової роботи згідно дисертаційної роботи на тему: «Рівень формування і мінливість елементів насінневої продуктивності проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) в умовах центрального Лісостепу України» за спеціальністю 201 – Агронімія виконаної здобувачем вищої освіти доктора філософії Рожко І. І., яка здійснювалась протягом 2020 року, впроваджені в умовах ТОВ «Райз-Схід».

Вид впроваджених результатів: підібрані сорти проса прутоподібного з високим рівнем врожайності насіння, за оптимізованої технології вирощування.

Рік та об'єм впровадження: 2020 рік, площа 0,1 га.

Отриманий економічний ефект від впровадження: для сорту Зоряне – рівень рентабельності на рівні 260,1 %, для Лінії 1307 (250,1 %), для сорту Кейв-ін-рок (204,7 %), для сорту Морозко (194,4 %).

Від Полтавської ДАА:

Ректор

В. І. Аранчій

Виконавець

І. І. Рожко



Від ТОВ «Райз-Схід»:

Директор

О. О. Сасенко

М. РАЙЗ-СХІД

ІДЕНТИФІКАЦІЙНИЙ КОД 41104731

« 01 » вересня

2020 р.



## Продовження Додатку Л

ПОГОДЖЕНО:

Ректор Полтавської ДАА

\_\_\_\_\_ В. І. Аранчій

« 21 » Вересня 2020 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ:

Проректор з

наукової роботи

науково-педагогічної,

О. О. Горб

« 21 » Вересня 2020 р.

### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

#### результатів науково-дослідних робіт у виробництво

Даним актом підтверджується, що результати наукової роботи згідно дисертаційної роботи на тему: «Рівень формування і мінливість елементів насінневої продуктивності проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) в умовах центрального Лісостепу України» за спеціальністю 201 – Агронімія виконаної здобувачем вищої освіти доктора філософії Рожко І. І., яка здійснювалась протягом 2020 року, впроваджені в умовах ТОВ «Райз-Схід».

Вид впроваджених результатів: підібрані сорти проса прутоподібного з високим рівнем врожайності насіння, за звичайної технології вирощування.

Рік та об'єм впровадження: 2020 рік, площа 0,1 га.

Отриманий економічний ефект від впровадження: для сорту Зоряне – рівень рентабельності на рівні 155,7 %, для Лінії 1307 (167,5 %), для сорту Кейв-ін-рок (142,2 %), для сорту Морозко (114,6 %).

Від Полтавської ДАА:

Ректор \_\_\_\_\_ В. І. Аранчій

М.П.

Виконавець \_\_\_\_\_ І. І. Рожко



Від ТОВ «Райз-Схід»:

Директор \_\_\_\_\_ О.О. Саєнко

М.П.

« 21 » Вересня 2020 р.





ДЕПАРТАМЕНТ АГРОПРОМИСЛОВОГО РОЗВИТКУ  
ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ

36000, м. Полтава, вул. Мішенка, 2,

тел./факс (532) 60-76-06, (532) 60-31-10, e-пошта: gol\_apc@adm-pl.gov.ua

15.05.2019 № 01-18/48

На № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

**Довідка**

про впровадження наукових розробок у виробництво згідно дисертаційної роботи здобувача вищої освіти ступеня доктор філософії Рожко Ілони Іванівни до дисертаційної роботи «Рівень формування і мінливість елементів насінневої продуктивності проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) в умовах центрального Лісостепу України» спеціальності 201 «Агрономія»

Здобувач вищої освіти ступеня доктор філософії Рожко Ілона Іванівна аспірантка кафедри селекції, насінництва і генетики протягом 2016-2019 рр. щорічно впроваджувалася науково-обґрунтована технологія вирощування проса прутоподібного за темою дисертаційної роботи «Рівень формування і мінливість елементів насінневої продуктивності проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) в умовах центрального Лісостепу України» в господарства Полтавської області на площі 1,5-9,3 га.

Автором проводилося супроводження наукових розробок, шляхом оприлюднення результатів досліджень на науково-практичних конференціях, семінарах та «днів поля» в господарствах Полтавської області.

І.І. Рожко рекомендовано технологічне забезпечення вирощування проса прутоподібного за енергоощадною технологією вирощування культури з біологізацією виробництва біомаси, як сировини для виробництва біопалива для зменшення енергозалежності територіальних громад.

Впровадження наукових розробок Рожко І.І., при застосуванні оптимізованої технології вирощування, дозволило підвищити рівень урожайності проса прутоподібного за сухою біомасою до 15 т/га, що значно перевищує середню урожайність даної культури при звичайній технології, в цілому забезпечило значний економічний ефект.

Директор департаменту



С.О. Фролов