

ІНСТИТУТ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Кваліфікаційна
наукова праця на
правах рукопису

Дрига Вікторія Вікторівна


УДК 633.179: 631. 53.01:631.559

**Агробіологічні основи формування якості насіння та
продуктивності проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM* L.)
свічграсу**

06.01.05 – Селекція і насінництво

Подається на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

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

 В.В. Дрига
(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий консультант – Доронін Володимир Аркадійович
доктор сільськогосподарських наук, професор, заслужений
діяч науки і техніки України

Київ – 2024

АНОТАЦІЯ

Дрига В.В. Агробіологічні основи формування якості насіння та продуктивності проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM L.*) свічграсу. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю: 06.01.05 «Селекція і насінництво» – Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, Київ, 2024.

У дисертації викладено результати досліджень з встановлення особливостей росту і розвитку насінників, формування якості насіння за його вирощування і передпосівної підготовки та продуктивності проса прутоподібного залежно від сортових особливостей і елементів технології.

У **вступі** висвітлено актуальність теми, зв'язок роботи з науковими програмами, темами, мета і завдання досліджень, яка була досягнута завдяки встановлення особливостей росту та розвитку рослин, закономірностей формування врожаю і якості насіння проса прутоподібного залежно від елементів технології його вирощування та передпосівної підготовки, що у сукупності забезпечило підвищення якості насіння та продуктивності культури.

Для досягнення поставленої мети передбачалось вирішити наступні завдання: з'ясувати процеси формування генеративних органів рослин залежно від сортових особливостей та кліматичних умов вегетаційного періоду; виявити закономірності формування урожаю і якості насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum L.*) залежно від його біологічних особливостей та впливу біотичних і абіотичних чинників; визначити залежність між урожайністю насіння і його схожістю; розробити спосіб визначення якості насіння – енергії проростання, схожості та маси 1000 насінин у лабораторних умовах; встановити вплив комплексу елементів технології вирощування – зрошення, способів сівби, позакореневого

підживлення та строків збирання насіння на ріст і розвиток рослин, урожай і якість насіння проса прутоподібного; розробити способи зниження біологічного стану спокою насіння та підвищення інтенсивності його проростання за його вирощування і післязбиральної підготовки; з'ясувати вплив умов та терміну зберігання насіння на його енергію проростання та схожість; визначити залежність між якістю насіння сортів різних груп стиглості і урожайністю їх наземної маси; дати економічну оцінку ефективності виробництва насіння енергетичної культури – проса прутоподібного.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше теоретично обґрунтовано особливості формування якості насіння проса прутоподібного залежно від погодних умов в період проходження фенологічних фаз росту і розвитку культури; виявлені закономірності формування врожаю і якості насіння залежно від застосування комплексу елементів технології – зрошення, способів сівби, позакореневого підживлення та строків збирання насіння; науково-обґрунтовано закономірності проростання насіння проса прутоподібного в лабораторних умовах та розроблено спосіб визначення його якості (підтверджено патентом № 143580 «Спосіб визначення лабораторної схожості насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.), 2019»); встановлено закономірності формування якості насіння залежно від стану його дозрівання та розроблено спосіб збирання насіння, яким передбачено скошування насінників за 75-100% побуріння волоті, дозрівання насіння на скошених рослинах та їх обмолочування (підтверджено патентом № 149440 «Спосіб збирання насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.), 2021»);

Удосконалено спосіб вирощування насіння проса прутоподібного за використання зрошення, який забезпечує високу насінневу продуктивність; спосіб передпосівної підготовки насіння проса прутоподібного, який передбачає очистку його від домішок, скарифікацію та сортування за сукупністю ознак – питомою масою та аеродинамічними властивостями, який забезпечує отримання високоякісного насіння для сівби (підтверджено

патентом № 150025 «Спосіб передпосівної підготовки насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.), 2021».

Набули подальшого розвитку наукові положення щодо росту і розвитку сортів проса прутоподібного, особливостей формування урожайності і якості насіння залежно від сортових особливостей та елементів технології його вирощування.

Практичне значення отриманих результатів. На основі результатів досліджень розроблено науково обґрунтований спосіб передпосівної підготовки насіння результати якого викладено в методичних рекомендаціях: «Методика визначення посівних якостей насінневого матеріалу та заходи допосівної підготовки насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.), 2020 р.», «Спосіб підвищення якості насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.), 2021 р.» та «Визначення якості насіння проса прутоподібного (Свічграсу) *Panicum virgatum* L., 2021 р.», «Способи збирання насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.), 2023 р.».

Апробація результатів дисертації. Основні результати та положення дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на засіданнях вченої ради Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, апробовані на чисельних всеукраїнських та міжнародних наукових конференціях.

Структура дисертації зумовлена логікою дослідження, поставленими завданнями і складається зі вступу, десяти розділів, висновків до розділів, висновків до дисертації, рекомендацій селекційній практиці та виробництву, списку використаних джерел і додатків.

У **1 розділі** проаналізовано праці українських та зарубіжних вчених із використання проса прутоподібного для виробництва біопалива, наведено агробіологічну оцінку сортів культури та особливості формування урожаю і якості насіння залежно від умов вирощування та наведено оцінку факторів, які призводять до зниження схожості насіння і способів її підвищення.

Розділ 2 включає основні методики, які були використані в процесі

наукових досліджень і за якими були проведені польові і лабораторні дослідження, умови проведення досліджень, а також схему дослідів.

У розділі 3 наведено особливості формування генеративних органів залежно від умов вирощування та сортових особливостей. З'ясовано, що розміри пилку, зародка та насінини, їх співвідношення залежали переважно від погодних умов упродовж цвітіння, запилення і їх формування.

У розділі 4 подано результати досліджень з особливостей формування урожаю і якості насіння залежно від генотипу, погодних умов, екотипів рослин, їх плоідності, років вегетації та місця формування насіння на рослині. Встановлено залежність якості насіння сортозразків від груп їх спілості. Найвищі показники якості насіння – енергію проростання і схожість мали сорти дуже ранні, ранньостиглі та середньостиглі, достовірної різниці залежно від сортових особливостей не виявлено. Комплексна оцінка впливу середньодобових температур та рівня зволоження за певний період (ГТК) показала, що найсприятливішим для формування насіння сортозразків був вегетаційний період 2018 р. Вегетаційні періоди 2019-2021 рр. були менш сприятливими і, особливо для пізніх та дуже пізніх сортозразків, що вплинуло на якість насіння. З'ясовано, що урожайність насіння височинного екотипу незалежно від їх плоідності була вищою на 38,6%, порівняно з низинним екотипом. Енергія проростання та схожість сортів височинного екотипу достовірно були вищими, відповідно – на 21% та 23%, ніж сортів низинного екотипу. Не виявлено закономірного збільшення чи зменшення енергії проростання та схожості насіння залежно від року вегетації проса прутоподібного. Урожайність насіння проса прутоподібного істотно залежала від місця його формування.

П'ятий розділ включає результат досліджень з впливу умов та строків зберігання насіння на його якість. З'ясовано, що за зберігання не каліброваного насіння проса прутоподібного різних років вегетації культури але одного року врожаю упродовж трьох років достовірного та закономірного підвищення енергії проростання і схожості не виявлено.

Доведено, що за зменшення маси 1000 насінин закономірно знижувалися його якість але достовірного зниження чи підвищення упродовж зберігання не виявлено. За зберігання насіння упродовж 364 діб достовірно збільшилася схожість обох сортозразків з вологістю 9% та підвищеною вологістю (24-26%) за температури 19-20 °С та при температурі 5-7 °С як порівняно з контролем, так із зберіганням упродовж 180 діб і з контролем – цими ж показниками до закладки досліду. За зберігання сухого (з вологістю 9%) і вологого (з вологістю 24-26%) насіння при температурі повітря 5-7 та 18-20 °С без попереднього його охолодженням перед пророщуванням через 90 діб не забезпечило достовірного підвищення енергії проростання і схожості, порівняно з контролем, водночас як за пророщування такого насіння з попереднім його охолодженням забезпечило достовірне підвищення цих показників.

У розділі 6 досліджено способи підвищення якості насіння за його вирощування та передпосівної підготовки, а саме: вплив строків збирання насіння, елементів технології (зрошення, способів сівби, підживлення), застосування скарифікації та стратифікації насіння, наведено особливості визначення схожості насіння.

З'ясовано, що одним з шляхів підвищення якості насіння є строки та способи його збирання. Доведено, що за роздільного способу збирання (дозрівання насіння на скошених рослинах) істотно вищими були енергія проростання та схожість насіння. Збирання насіння при 100 % побурінні волоті забезпечило достовірне підвищення енергії проростання і схожості.

Скарифікація насіння, яку доцільно проводити за передпосівної його підготовки забезпечує достовірне підвищення (на 7%) його енергії проростання та схожості порівняно з контролем – без застосування цього заходу. Застосування стратифікації, штучного створення періоду природного зимового спокою, умов низької температури та підвищеної вологості забезпечило збільшення кількості насіння, що проросло на 4 добу в 2,1 рази.

Сьомий розділ включає розробку наукових основ передпосівної підготовки насіння – сортування насіння за аеродинамічними властивості, питомою масою та сукупністю цих ознак. Технологічна схема підготовки насіння проса прутоподібного включає такі операції: очистка від домішок – скарифікація – очистка від пилу та залишків оболонки – сортування за питомою масою – сортування за аеродинамічними властивостями.

Доведено, що сортування насіння за аеродинамічними властивостями забезпечує достовірне підвищення енергії проростання, схожості та маси 1000 насінин за рахунок видалення дрібного і легкого насіння. Оптимальним режимом сортування насіння є такий за якого у відходи потрапляє до 30% насіння, що забезпечує істотне підвищення схожості очищеного насіння, за режимів сортування, коли у відходи потрапляє більше 30% насіння є недоцільним і призводить лише до невиправданих втрат. Сортування насіння за сукупністю ознак – питомою масою та аеродинамічними властивостями є ефективнішим способом його підготовки. Таке сортування забезпечило підвищення схожості насіння на 7-21 %, порівняно з контролем за його виходу до 72,5 %.

У восьмому розділі наведено результати досліджень з особливостей формування урожаю і якості насіння за комплексного застосування елементів технології – зрошення, способів сівби та підживлення мінеральними добривами. Урожайність насіння проса прутоподібного залежить від елементів технології, які впливають на кількісні показники рослин – висоту, густоту стеблостою та довжину волоті. За підживлення азотними добривами та застосування зрошення достовірно більшими були кількість стебел і висота рослин за міжряддя 45 см, порівняно з міжряддям 60 см. У контролі позакореневе підживлення не забезпечило достовірного збільшення цих показників, що зумовлено недостатньою вологістю ґрунту. На довжину волоті значно впливали умови вирощування, а саме: застосування зрошення. При зрошенні культури впродовж всього періоду вегетації за вологості ґрунту 60 % НВ та ширини міжрядь 60 см була сформована найдовша волоть

– 36,0 см, що на 9,3 см, ніж в контролі. Значно нижчу урожайність насіння отримано в контролі – без зрошення за обох способів сівби і достовірної різниці за сівби з шириною міжряддя 45 та 60 см не спостерігали. За проведення зрошення упродовж всієї вегетації залежно від способів сівби була вищою на 0,2-0,29 т/га, за поливу лише після закінчення фази цвітіння – на 0,13-0,23 т/га порівняно з контролем. На якість насіння – енергію проростання та схожість впливали умови вирощування – зрошення та способи сівби. Між масою 1000 насінин та енергією проростання насіння встановлено середню лінійну залежність з коефіцієнтом кореляції 0,48.

Дев'ятий розділ включає дані з урожайності вегетативної маси проса прутоподібного залежно від сортових особливостей та елементів технології його вирощування. Виявлено, що в умовах Ялтушківської ДСС, всі сорти, крім дуже раннього Дакота, забезпечили високий і майже однаковий вихід сухої біомаси, не залежно від груп їх стиглості. Враховуючи якість насіння та вихід сухої біомаси для Правобережного Лісостепу оптимальними є сорти в яких ці два показники поєднуються і є найвищими, це середньоранній сортозразок Самбурст, середньопізній сорт Морозко, та сортозразки Кейв-ін-рок і Аламо.

У десятому розділі розраховано економічну ефективність вирощування насіння проса прутоподібного різних груп стиглості, показано, що всі сортозразки незалежно від груп стиглості, забезпечили отримання додаткової продукції – прибутку від реалізації, величина якого залежала від рівня урожайності культури. Серед сортозразків середньоранньої групи стиглості найвищий прибуток – 27635,3 грн./га за рентабельності 105,3 % одержано за вирощування насіння сортозразка Форестбур; серед середньопізніх – сорт Морозко, відповідно – 30919,1 грн./га та 117,8 %, а серед пізніх сортозразків – сорт Лядівське, де прибуток становив 18120,7 грн./га за рентабельності 69,0 %.

Ключові слова: сортозразок, сортові особливості, генеративні органи, групи стиглості, схожість, енергія проростання, урожайність, насіння, зберігання, сортування.

SUMMARY

Dryha V.V. Agro-biological principles of the formation of the seed quality and productivity of switch-grass (*PANICUM VIRGATUM* L.) switch-grass. – A qualifying scientific work on manuscript rights.

The thesis for a scientific degree of doctor of agricultural sciences in the field of study: 06.01.05 «Breeding and seed production» – Institute of bio-energy crops and sugar beets of NAAS, Kyiv, 2024.

The thesis covers the results of the research aimed at the identification of the growth and development features of seed plants, the formation of seed quality when grown and pre-sowing preparation, as well as the switch-grass productivity depending on the varietal features and technology elements

The following was presented in the introduction: the relevance of the topic, the connection of the work with scientific programs, themes, the aim and the task of the research, achieved due to the identification of the plant growth and development features, regularities of the yield formation and switch-grass seed quality depending on the elements of its cultivation and pre-sowing preparation, which all together ensured the increase in seed quality and crop productivity.

To reach the goal, it was envisaged to solve the following tasks: to find out the process of the plant generative organ formation depending on the varietal features and the climatic conditions of a vegetation period; to determine the formation regularities of the yield and seed quality of switch-grass (*Panicum virgatum* L.) depending on its biological features and the effect of biotic and abiotic factors; to define the correlation between the seed yield capacity and its emergence; to work out the technique how to determine the seed quality – germination energy, emergence and mass of 1000 seeds in the laboratory conditions; to study the effect of the complex of the cultivation technology elements – irrigation, sowing types, top dressing and seed harvest terms on plant

growth and development, the yield and seed quality of switch-grass; to develop the system how to reduce the biological seed dormancy condition and to increase the intensity of its germination when grown and post-harvest preparation; to study the effect of the conditions and term of seed storage on its germination energy and emergence; to determine the correlation between the seed quality of the cultivars which belong to different ripeness groups and the yield capacity of their above-ground mass; to make an economic evaluation of the seed production efficiency of the energy crop – switch-grass.

Scientific novelty of the results received. It was for the first time that the features of the quality formation of switch-grass seed were established in relation to the weather conditions in the period of a phenological phase of the crop growth and development; the regularities of the yield and seed quality formation, in relation to the application of the complex of the technology elements, were defined – irrigation, sowing types, top dressing and seed harvest terms; the practice to determine the switch-grass seed quality was developed (confirmed by patent № 143580 «The practice of the determination of the laboratory seed emergence of switch-grass (*Panicum virgatum* L.)», 2019; the practice to harvest seed which implies mowing of the seed plants when panicle browning is 75-100%, ripening of seed on mown plants and their threshing (confirmed by patent № 149440 «The practice of seed harvesting of switch-grass (*Panicum virgatum* L.), 2021»). Some practices were improved, namely: how to grow switch-grass seed with the use of irrigation which results in high seed productivity; how to carry out pre-sowing preparation of switch-grass seed which envisages cleaning from impurities, scarification and sorting by a complex of features – specific weight and aerodynamic properties (confirmed by № 150025 «The practice of pre-sowing preparation of switch-grass seed (*Panicum virgatum* L.), 2021»).

The scientific principles concerning the growth and development of switch-grass cultivars were further developed, as well as the formation features of the

yield and seed quality in relation to the varietal features and technology elements of its cultivation.

Practical value of the results received. Based on the results of the research, a scientifically grounded practice of pre-sowing seed preparation was worked out and presented in the methodological recommendations: “The method of determination of sowing properties of seed material and the techniques of pre-sowing preparation of switch-grass seed (*Panicum virgatum* L.), 2020” and “The technique of the quality increase of switch-grass seed (*Panicum virgatum* L.), 2021” and “The method of determination of switch-grass seed quality (*Panicum virgatum* L.), 2021”, “The techniques of switch-grass seed harvesting (*Panicum virgatum* L.), 2023”.

Approval of the thesis results. The main results and ideas of the dissertation work were presented and discussed at the meeting of the academic council of the Institute of bio-energy crops and sugar beets of NAAS, tested on numerous all-Ukrainian and international scientific conferences.

Structure of the thesis is determined by the logics of the research, the set tasks, and it consists of the introduction, ten sections, the conclusions to the sections, the conclusions to the thesis, the recommendations for breeding practice and production, the reference of the used sources and the appendices to the dissertation.

The works of the domestic and foreign scientists those which deal with the use of switch-grass to manufacture bio-fuel were analyzed **in section 1**; also the agro-biological evaluation of the cultivars and some specific features of the formation of the yield and seed quality depending on the cultivation conditions were suggested there as well as the effect of the factors, which result in the decrease of the seed emergence, and how to increase it.

Section 2 includes the major practices used in the process of the scientific research according to which field and laboratory experiments were carried out; the research conditions and the pattern of the trials are presented in this section.

Some specific features of the formation of generative organs depending on

the cultivation conditions and varietal features are given in **section 3**. It was found out that the size of pollen, embryo and seed, their correlation – all this depended mostly on the weather conditions in the period of flowering, pollination and their formation.

Section 4 has the results of the research which concern the specific features of the formation of the yield and seed quality depending on genotype, weather conditions, eco-types of the plants, their ploidity, years of vegetation and the place of the seed formation on the plant. The dependence of the seed quality of a cultivar sample on the groups of their ripeness was identified. The highest quality indicators – germination energy and emergence – were recorded on the cultivars of very early, early and medium ripeness; a significant difference in relation to the varietal features was not seen. A complex evaluation of the effect of the average-day temperatures and the moistening level during a certain period (HCM) showed that the vegetation period of 2018 was the most favorable one for the seed formation of cultivar samples. The vegetation periods of 2019-2021 were less favorable, in particular for late and very late cultivar samples, which affected the seed quality. It was established that the seed yield capacity of a high-altitude eco-type, regardless of their ploidity, was higher by 38.6 %, as compared with a low-altitude eco-type. The germination energy and emergence of the cultivars of a high-altitude eco-type were significantly higher than those of a low-altitude eco-type by 21 % and 23 % respectively. The signs of the increase and decrease of the seed germination energy and emergence in relation to the year of switch-grass vegetation were not recorded. The seed yield capacity of switch-grass depended significantly on the place of its formation.

Section 5 contains the results of studying the effect of the conditions and terms of seed storage on its quality. It was found out that a significant and regular increase of the germination energy and emergence was not recorded when uncalibrated switch-grass seed of various vegetation years but of the same yield year was stored during three years. It was proved that as the mass of 1000 seeds reduced its quality also decreased, but there was neither reliable decrease nor

reliable increase during the storage period. When seed was stored during 364 days the emergence of both cultivar samples with 9% moisture and with higher moisture (24-26 %) at temperature 19-20 °C and at temperature 5-7 °C increased significantly, as compared with the control and with those stored during 180 days and the control – the same indicators before the trial started. The storage of dry (9 % moisture) and wet (24-26 % moisture) seed at air temperature 5-7 and 18-20 °C without prior cooling 90 days later before germination did not result in a significant increase of germination energy and emergence, as compared with the control, whereas seed germination with its prior cooling led to a significant increase of these indicators.

Section 6 presents the studies of the practices how to increase seed quality when grown and during its pre-sowing preparation, namely: the effect of the seed harvest terms, the technology elements (irrigation, sowing techniques, top dressing), the use of seed scarification and stratification; some specific features of the determination of seed germination were suggested in the section.

It has been found out that one of the ways to increase the seed quality is the terms and the practices of its harvesting. Also, it was proved that under separate harvesting (seed ripening on the mown plants) the seed germination energy and emergence were significantly higher. Seed harvesting at 100 % panicle browning ensured a significant increase of the germination energy and emergence.

Seed scarification, which is advisable to do during its pre-sowing preparation, provides a significant increase (7 %) of germination energy and emergence as compared with the control – without using this practice. The application of stratification, an artificial creation of the natural winter dormancy, the conditions of a low temperature and the increase of moisture, all this led to the increase of the germinated seed number, the increase being higher by 2.1 times on the 4th day.

Section 7 includes the scientific principles of the seed pre-sowing preparation – the sorting of seed by aero-dynamic properties, specific weight and a set of these features. The technological scheme of the switch-grass seed preparation consists of

the following processes: cleaning from impurities – scarification – cleaning from dust and remains of the shell – sorting by specific weight – sorting by aerodynamic properties.

It was proved that seed sorting by aerodynamic properties ensures a reliable increase of the germination energy, emergence and the mass of 1000 seeds due to the removal of small and light seeds. The optimal seed sorting is the one when 30 % of seed get into waste which leads to a significant increase of the cleaned seed emergence; when more than 30 % of seed get into waste then sorting is useless and it causes unjustified losses. Seed sorting by a set of the features – specific mass and aerodynamic properties – is a more efficient technique of its preparation. Such sorting resulted in the increase of seed emergence by 7-21 %, as compared with the control, its output being up to 72.5 %.

The research results of the specific features of the yield and seed quality formation under a complex use of the technology elements are presented in **section 8** – irrigation, sowing practices and mineral fertilizer application. The yield capacity of switch-grass seed depends on the technology elements which influence the plant quantitative indicators – height, stem density and panicle length. When nitrogen fertilizers and irrigation were applied, the number of stems and the height of the plants were significantly larger, the inter-row being 45 cm as compared with that of 60 cm. In the control, top dressing did not result in a significant increase of these indicators due to the insufficient soil moisture. The cultivation conditions had a great impact on a panicle length, namely: the application of irrigation. When irrigation was applied during the whole vegetation period, the soil moisture was 60 % (LM) and the inter-row was 60 cm, the longest panicle – 36.0 cm – was reached, which was larger by 9.3 cm as compared with the control. The seed yield was the lowest in the control – without irrigation, with both sowing practices; there was no significant difference when sowing was done in the inter-rows equal to 45 and 60 cm. When irrigation was performed during the whole vegetation period depending on sowing practices, the yield capacity was higher by 0.2-0.29 t/ha; when irrigation was done after a flowering phase, it was higher by 0.13-0.23 t/ha, as

compared with the control. The cultivation conditions – irrigation and sowing practices – influenced the seed quality: germination energy and emergence. A linear dependence was recorded between the mass of 1000 seeds and germination energy, the correlation coefficient being 0.48.

Section 9 contains the data concerning the yield capacity of switch-grass vegetative mass depending on the varietal features and technology elements of its cultivation. It was found out that in the conditions of Yaltushivska RBS, except for very early Dakota cultivar, all the others showed a high and almost the same output of dry bio-mass, regardless of the groups of their ripeness. Taking into account the seed quality and the dry bio-mass output, the optimal cultivars for the West Forest-steppe zone are those in which these two indicators are combined and they are the highest: medium-early cultivar sample Samburst, medium-late cultivar Morozko and cultivar samples Cave-in-rock and Alamo.

Section 10 presents the economic efficiency of the cultivation of switch-grass seed of different ripeness groups; it was also shown that, regardless of the ripeness groups, all cultivar samples gave the additional produce – the income from its realization, and its amount depended on the level of the crop yield capacity. Among the cultivar samples of a medium-early ripeness group, the highest income, 27635.3 UAH/ha, at profitability 105.3 % was received when the seed of cultivar sample Forestbur was grown; among medium-late ones cultivar Morozko had such indicators as 30919.1 UAH/ha and 117.8 %, respectively; among late cultivar samples, Liadivske seed gave the income which was equal to 18120.7 UAH/ha at profitability 69.0 %.

Key words: cultivar sample, varietal features, generative organs, groups of ripeness, emergence, germination energy, yield capacity, storage, sorting.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:

*Статті у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних
Web of Science Core Collection, Scopus*

1. **Dryha V.**, Doronin V., Sinchenko V., Kravchenko Y., Mandrovskya S., Borivskiy A., Karpuk L., Mykolaiko V. Formation of Seed Quality of Switch-Grass (*Panicum virgatum* L.) Depending on Cultivation Conditions and Varietal Peculiarities. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2022. 23(4). S. 15-20. (Scopus). <http://www.ecoeet.com/pdf-149457-76157?filename=Formation%20of%20Seed%20Quality.pdf> (*Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 60 %*).
2. **Dryha V.**, Doronin V., Sinchenko V., Karpuk L., Mykolaiko V., Topchii O. Formation of Generative Organs of Switch-Grass (*Panicum virgatum* L.) Depending on Cultivation Conditions. *Ecol. Eng. Environ. Technol.* 2023; 4:210–215. DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/149457> <http://www.ecoeet.com/Formation-of-generative-organs-of-switch-grass-Panicum-virgatum-1-depending-on-cultivation,162706,0,1.html> (*Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 60 %*).
3. Pravdyva L. A., Doronin V. A., **Dryha V. V.**, Khakhula V. S., Vakhniy S. P., Mykolaiko I. I. 2022. Yield capacity and energy value of sorghum grain depending on the application of mineral fertilisers. *Zemdirbyste-Agriculture*, 109 (2): 115–122. DOI 10.13080/z-a.2022.109.015 (*Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 25 %*).
4. **Dryha V.**, Doronin V., Sinchenko V., Karpuk L., Polischuk V., Mykolaiko I., Topciyi O. Influence of Rod-Shaped Millet (*Panicum virgatum* L.) Seeds Storage Conditions on its Quality. *Ecol. Eng. Environ. Technol.* 2024; 7:291–297. <https://doi.org/10.12912/27197050/188804>, <http://www.ecoeet.com/Influence-of-rod-shaped-millet-Panicum-virgatum-L-seeds-storage-conditions-on-its,188804,0,2.html> (*Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 60 %*).

Статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України

5. **Дрига В.В.** Якість пилку проса прутоподібного залежно від умов його вирощування та сортових особливостей. *Зб. наук. праць Білоцерківського НАУ Агробіологія*. 2019. Вип.2. С. 59–65. doi: 10.33245/2310-9270-2019-153-2-59-65
6. Доронін В. А., Кравченко Ю. А., **Дрига В. В.**, Доронін В. В., Карпук Л. М. Особливості визначення лабораторної схожості насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.). *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2019. № 2. С.12–16. DOI: [10.31395/2310-0478-2019-2-12-16](https://doi.org/10.31395/2310-0478-2019-2-12-16) (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 55 %).
7. **Дрига В.В.** Біологічний стан спокою насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) та способи його зниження. *Зб. наук. праць Уманського національного університету садівництва*. Частина 1. Сільськогосподарські та технічні науки. 2020. Вип. 96. С.193–205. DOI: [10.31395/2415-8240-2020-96-1-193-205](https://doi.org/10.31395/2415-8240-2020-96-1-193-205)
8. **Дрига В.В.** Якість насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від режиму його скарифікації. *Зб. наук. праць Білоцерківського НАУ Агробіологія*. 2020. Вип.1. С. 35–41. doi: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-35-41
9. **Дрига В.В.** Стратифікація, як спосіб підвищення схожості насіння проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM* L.). *Біоенергетика*. 2021. №1(17). С. 16–18.
10. **Дрига В.В.** Вплив вологості ложе для пророщування насіння проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM* L.) на його схожість. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Агрономія і біологія». 2021. Вип. 1(43). С. 19-25.
11. **Дрига В.В.**, Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Доронін В.В. Сортування насіння проса прутоподібного за аеродинамічними

властивостями, як спосіб підвищення його якості. *Біоенергетика*. 2021. №2 (18). С. 16–20. DOI: <https://doi.org/10.47414/be.2.2021.244103>(*Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 60 %*).

12. **Дрига В.В.**, Доронін В.А., Карпук Л.М., Кравченко Ю.А., Доронін В.В., Павліченко А.А., Шубенко Л.А. Сортування насіння проса прутіподібного (*PANICUM VIRGATUM* L.) за сукупністю ознак. *Зб. наук. праць Білоцерківського НАУ Агробіологія*. 2021. Вип. 2. С. 50-56. doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-50-56(*Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 55 %*).

13. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., **Дрига В.В.**, Доронін В.В., Гончарук Г.С. Визначення якості насіння проса прутіподібного (*PANICUM VIRGATUM* L.). *Зб. наук. праць ІБКіЦБ, К.* 2021. вип. 29. С. 113 – 118. DOI: <https://doi.org/10.47414/nr.29.2021.244433>(*Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 65 %*).

14. **Дрига В.В.** Вплив сортових особливостей та умов вирощування проса прутіподібного (*PANICUM VIRGATUM* L.) на якість пилку. *Зб. наук. праць Уманського національного університету садівництва. Частина 1. Сільськогосподарські та технічні науки*. 2022. Вип. 100. С. 75–82. DOI: 10.31395/2415-8240-2022-100-1-75-82

15. **Дрига, В. В.**, Доронін, В. А., & Гончарук, Г. С., Балагура О. В. Особливості формування якості насіння сортів проса прутіподібного різних груп стиглості залежно від погодних умов. *Новітні агротехнології*, 2022, 10 (1). <https://doi.org/10.47414/na.10.1.2022.264341>. URL: <http://jna.bio.gov.ua/issue/view/15709>. (*Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 75 %*).

16. **Дрига В.В.**, Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Доронін В.В. Підготовка насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) для сівби. *Передгірне та гірське землеробство та тваринництво*. 2022. Вип.71 (2). С. 112–125. DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-2-8(Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 70 %).

17. **Дрига В.В.**, Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Доронін В.В., Орлов С.Д. Вплив умов зберігання насіння проса прутоподібного на його якість залежно від маси 1000 насінин. *Зб. наук. праць ІБКіЦБ*, К. 2022. вип. 30. С. 26 –32. DOI: <https://doi.org/10.47414/np.30.2022.269016> (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 55 %).

18. **Дрига В.В.**, Доронін В.А., Щербиніна Н.П., Шкляр В.Д. Урожайність та якість насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від сортових особливостей. *Зб. наук. праць Білоцерківського НАУ Агробіологія*. 2023. Вип. 1. С. 15–22. doi: 10.33245/2310-9270-2023-179-1-15-22 (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 70 %).

19. **Дрига В.В.**, Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Доронін В.В., Половинчук О.Ю. Урожай та якість насіння проса прутоподібного залежно від місця його формування на рослині. *Новітні агротехнології*, 2023. Т. 11. №2. doi: 10.47414/na.11.2.2023.285655 URL: <http://jna.bio.gov.ua/issue/view/16933> (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 60 %).

20. **Дрига В.В.**, Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Доронін В.В., Гончарук Г.С. Якість насіння проса прутоподібного залежно від року вегетації культури. *Біоенергетика*. 2023. вип. 1-2 (21-22) С. 15–16. DOI: <https://doi.org/10.47414/be.1-2.2023.290624>(Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 70 %).

21. **Дрига В.В.**, Доронін В.А., Гончарук Г.С. Спосіб збирання насіння проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM* L.). *Зб. наук. праць Білоцерківського НАУ Агробіологія*. 2023. Вип. 2. С. 28–33. doi: 10.33245/2310-9270-2023-183-2-28-33 (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 75 %).

22. **Дрига В.В.**, Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Доронін В.В. Якість насіння різних років вегетації залежно від терміну його зберігання. *Зб. наук. праць Уманського національного університету садівництва*. Частина 1. Сільськогосподарські та технічні науки. 2023. Вип. 103 С. 77–95. DOI: 10.32782/2415-8240-2023-103-1-77-85 (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 70 %).

23. **Дрига В. В.**, Доронін В. А., Кравченко Ю. А., Доронін В. В., Бойко А. І. Насіннева продуктивність проса прутоподібного залежно від сортових особливостей. *Збірник наук. праць ІБКіЦБ*, К. 2023. вип. 31. С. 76 –84. DOI: <https://doi.org/10.47414/np.31.2023.292395> (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 60 %).

24. **Дрига В.В.** Оцінка сортотварів проса прутоподібного за врожайністю вегетативної маси та якістю насіння залежно від груп їх стиглості. *Новітні агротехнології*, 2024. Т. 12. №1. DOI: <https://doi.org/10.47414/na.12.1.2024.297360> URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/297360>

25. **Дрига В.В.** Насіннева продуктивність проса прутоподібного залежно від груп стиглості сортів. *Біоенергетика*. 2024. № 1 (23). С. 19–21. DOI: <https://doi.org/10.47414/be.2024.No1.pp19-21>. URL: <http://be.bio.gov.ua/issue/view/17947>

*Статті у наукових періодичних виданнях інших держав з напрямку,
з якого підготовлено дисертацію*

26. Doronin V., **Dryha V.**, Honcharuk H., Prysiashniuk O., Karpuk L., Pavlichenko A., Kryvenko A., Polischuk V. Seed Germination of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) depending on its Biological peculiarities. *Plant Archives* Volume 20 No. 2, 2020 pp. 7493-7496. (6464) pdf <http://www.plantarchives.org/20-2/7493-7496%20> (Scopus).

<http://annalsofrscb.ro/index.php/journal/article/view/3831>. (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 70 %).

27. Doronin V., Polishchuk V., **Dryga V.**, Kravchenko J., Sinchenko V., Zinchenko O., Karpuk L., Mykolaiko V. Technology of Preparation of Seeds of Rod-Shaped Millet (*Panicum Virgatum* L.). *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*. Association of Cell Biology Romania. Wageningen University & Research. Romania. 2021. Vol. 25. Issue 4. Pages. 10656 – 10664 (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 65 %).

28. **Dryha V. V.**, Doronin V. A., Sinchenko V. M., Kravchenko Y. A., Borivskyi A. F., Mykolaiko V. P., Zatserkovna N. S., Karpuk L. M. Seed Productivity Of Millet Cultivars –Switch-Grass (*Panicum Virgatum* L.) Depending On Their Origin. *Nat.Volatiles & Essent. Oils*, 2021; 8(5):8551-8562. (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 60 %).

29. **Dryha V.V.**, Doronin V.A., Sinchenko V.M., Kravchenko Yu.A., Honcharuk H.S., Zatserkovna N.S., Karpuk L.M., Mykolaiko V.P. Influence of harvesting terms on the quality of switchgrass seeds. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2021, 11(3), 8-13, doi: 10.15421/2021_134. <https://www.ujecology.com/articles/influence-of-harvesting-terms-on-the-quality-of-switchgrass-seeds.pdf> (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 55 %).

Наукові праці, які додатково відображають результати дисертації

30. Визначення якості насіння проса прутоподібного (свічграсу) *Panicum virgatum* L. : методичні рекомендації / М.В. Роїк, В. А. Доронін, Ю. А. Кравченко, **В.В. Дрига**, В. В. Доронін, Г. С. Гончарук. К. : ЦП «Компринт», 2021. 10 с.

31. Спосіб підвищення якості насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) : методичні рекомендації / **В. В Дрига**, В. А. Доронін, Ю. А. Кравченко, В. В. Доронін. К. : ЦП «Компринт», 2021. 15 с.

32. Спосіб збирання насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.), методичні рекомендації / **В. В Дрига**, В. А. Доронін, Ю. А. Кравченко, В. В. Доронін, Г.С. Гончарук. К. : ІБКіЦБ, 2023. 11 с.

Отримання українських охоронних документів на об'єкти інтелектуальної власності

33. Патент 143580 Україна, МПК (2020.01) А01С 1/00 Спосіб визначення лабораторної схожості насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.). Доронін В.А., Кравченко Ю.А., **Дрига В.В.**, Доронін В.В., Мандровська С.М., Гончарук Г.С. № заявки у 2019 11270. Опубл. 10.08.2020.бюл. № 15.

34. Патент 149440, Україна, МПК (2021.01) А01С 1/00 Спосіб збирання насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.). **Дрига В.В.**, Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Доронін В.В., Гончарук Г.С. № заявки у 2021 03519. Опубл. 17.11.2021., бюл. № 46.

35. Патент 150025, Україна, МПК (2021.01) А01С 1/06 Спосіб передпосівної підготовки насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.). **Дрига В.В.**, Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Доронін В.В., Мандровська С.М. № заявки у 2021 04555. Опубл. 22.12.2021., бюл. № 51.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

36. **Дрига В.В.** Спосіб зниження стану спокою насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) Основні, малопоширені і нетрадиційні види рослин – від вивчення до освоєння (сільськогосподарські і біологічні

науки). Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках V наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2020), 12 березня 2020 р. с. Крути, Чернігівська обл. Крути. Інститут овочівництва. 2020. том 2. С. 38–43.

37. **Дрига В.В.** Якість насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від розміщення його на волоті. Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції присвяченої видатним вченим Васильківському С.П. і Молоцькому М.Я., 26-27 березня 2020 р. Біла Церква. Білоцерківський НАУ. 2020. С.18–21.

38. **Дрига В.В.** Якість насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від стану його дозрівання. Матеріали IX Міжнародної наукової конференції (Парієві читання), 19 березня 2020 р. Умань. Уманський НУС. 2020. С51–54.

39. **Дрига В.В.** Один з способів підвищення схожості насіння свічграсу (*Panicum virgatum* L.) Матеріали VIII науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів, (24 квітня 2020). «Селекція, генетика та технологія вирощування сільськогосподарських культур». Центральне. Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла. 2020 р. С.35.

40. **Дрига В.В.** Особливості пророщування насіння проса прутоподібного. Матеріали Міжнародної наукової інтернет-конференції присвяченої ювілейним датам від дня народження видатних вчених-рослиників: академіка АН УРСР Кулешова М.М., члена-коресподента АН УРСР Страхова Т.Д., професора Кучумува П.В. (17-18 червня 2020 р.). «Новітні технології в рослинництві: традиції та сучасність. Харків. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. 2020 р. С.79–81.

41. **Дрига В.В.** Розмір пилку проса прутоподібного залежно від умов вирощування насіння. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового

виробництва України» (12 листопада 2020 р.). Львів-Оброшино. Інститут с.-г. Карпатського регіону. 2020. С. 29–30.

42. **Дрига В.В.**, Кравченко Ю.А., Доронін В.А. Якість насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від строку його зберігання. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Іноваційні технології в агрономії, землеустрої, в лісовому та садово-парковому господарстві» (30 жовтня 2020 р.). Біла Церква. Білоцерківський НАУ. 2020. С. 13–15.

43. **Дрига В.В.** Мінливість розмірів пилку проса прутоподібного залежно від сортових особливостей та умов його вирощування. Матеріали VI науково-практичної Інтернет-конференції «Інтеграція фундаментальних та прикладних досліджень в географії, екології та хімічній освіті» (27 листопада 2020 р.). Умань. Сочинский М.М., 2020. С. 43–45.

44. **Dryha V. V.** Effect of bed humidity on seed germination when growing switch-grass (*Panicum Virgatum* L.). The st International scientific and practical conference — Results of modern scientific research and development (April 4-6, 2021) Barca Academy Publishing, Madrid, Spain. 2021. P.12–13.

45. **Dryha V. V.** Quality of switch-grass seed (*Panicum virgatum* L.) depending on a crop vegetation year. The 8 th International scientific and practical conference “World science: problems, prospects and innovations” (April 21-23, 2021) Perfect Publishing, Toronto, Canada. 2021. P. 61–62.

46. **Дрига В.В.** Якість насіння проса прутоподібного залежно від сортування його за аеродинамічними властивостями. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Аграрна наука та освіта: досягнення і перспективи розвитку», присвяченої видатним вченим Васильківському С.П. і Молоцькому М.Я. (4-5 березня 2021 р.) Біла Церква. Білоцерківський НАУ. 2021. С.126–127.

47. **Дрига В.В.** Схожість насіння сортів проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від груп їх стиглості. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (25 лютого 2021 р.) «Роль

науково-технічного забезпечення розвитку агропромислового комплексу в сучасних ринкових умовах». «ДУ Інститут зернових культур НААН». Дніпро, 2021. С. 27–28.

48. **Дрига В.В.** Реакція насіння різних сортів проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) на зволоження ложа для пророщування. Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів, (23 квітня 2021). «Селекція, генетика та технологія вирощування сільськогосподарських культур». Центральне. Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла. 2021 р. С.46.

49. **Дрига В.В.** Урожай і якість насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від місця його формування. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Гончарівські читання», присвяченої 92 річчю з дня народження селекціонера-картопляра, лауреата Державної премії, доктора с.-г. наук, професора Гончарова Миколи Демяновича. (25 травня 2021). Сумський національний аграрний університет. Суми. 2021. С.29–31.

50. **Дрига В.В.** Вплив умов вирощування насіння проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM* L.) на якість пилку. V Інтернет-конференція молодих вчених «Генетика та селекція сільськогосподарських рослин – від молекули до сорту» (Київ, 21 вересня 2021 р.). НААН, СП-ННЦ Мінагрополітики, Український інститут експертизи сортів рослин. К. 2021. С.8.

51. **Дрига В.В.** Мінливість розмірів пилку проса прутоподібного залежно від умов його вирощування. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Природничі науки в системі освіти».(Умань, 7-8 квітня 2022 р.). Умань. 2022. С. 17–18.

52. **Дрига В.В.** Скарифікація – Спосіб зниження стан спокою насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.). Матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції науковців, викладачів та студентів «Географія та екологія: наука і освіта».(Умань, 9-10 червня 2022 р.). Умань. 2022. С. 32–34.

53. **Дрига В.В.** Вплив сортових особливостей та умов вирощування на якість насіння проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM L.*) Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Шляхи інноваційного розвитку агровиробництва в Україні» (Рівне, 15 червня 2022 р.). Зб. наук. праць «Аграрна наука Західного Полісся». Рівне. 2022. С. 44–46.

54. **Дрига В.В.**, Урожай і якість насіння проса прутоподібного залежно від плоідності сортозразків. Матеріали Міжнародної науково-практичної молодих вчених, присвяченої до Дня науки в Україні. «Формування інноваційних агротехнологій в умовах зміни клімату для забезпечення сталого розвитку агропромислового комплексу України» (Одеса, 18-19 травня 2023 р.). Одеса. 2023.

55. **Дрига В.В.** Вплив геному на урожайність і якість насіння проса прутоподібного. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів, (21 квітня 2023). «Селекція, генетика та технологія вирощування сільськогосподарських культур». Центральне. Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла. 2023 р. С.39.

56. **Дрига В.В.**, Доронін В.А. Перспективна культура для виготовлення біопалива – просо прутоподібне (*Panicum virgatum L.*). Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Іноваційний розвиток землеробства на засадах еколого-економічної збалансованості» (Рівне, 2023 р.). Зб. наук. праць «Аграрна наука Західного Полісся». Рівне. 2023. С. 59–60.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	2
ВСТУП.....	30
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ	
ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО (<i>PANICUM</i>	
<i>VIRGATUM</i> L.), ЯК БІОЕНЕРГЕТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ В УКРАЇНІ	
(огляд наукової літератури).....	38
1.1. Просо прутоподібне, як перспективна енергетична культура для виробництва альтернативного біопалива	38
1.2. Агробіологічна оцінка сучасних сортів проса прутоподібного	45
1.3. Урожай та якість насіння проса прутоподібного залежно від умов його вирощування	52
1.4. Фактори, що стримують широке впровадження культури у виробництво	60
1.4.1. Чинники, які зумовлюють низьку схожість насіння.....	60
1.4.2. Способи зниження біологічного стану спокою насіння.....	63
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ	
ДОСЛІДЖЕННЯ.....	
2.1. Програма та методика проведення дослідження.....	70
2.2. Характеристика вихідного матеріалу.....	85
2.3. Ґрунтово-кліматичні умови.....	87
РОЗДІЛ 3. ФОРМУВАННЯ ГЕНЕРАТИВНИХ ОРГАНІВ У	
РОСЛИН ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ЇХ	
ВИРОЩУВАННЯ ТА СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ	
3.1. Якість пилку.....	116
3.2. Формування зародку та насінини.....	126
РОЗДІЛ 4. НАСІННЄВА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРОСА	
ПРУТОПОДІБНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ	
ОСОБЛИВОСТЕЙ.....	
4.1. Урожайність насіння та його якість залежно від генотипу.....	134

4.2. Насіннева продуктивність проса прутоподібного залежно погодних умов вирощування.....	147
4.3. Урожайність та якість насіння сортозразків залежно від їх походження.....	152
4.4. Якість насіння залежно від року вегетації культури.....	158
4.5. Урожай і якість насіння залежно від місця його формування на рослині.....	162
РОЗДІЛ 5. ЯКІСТЬ НАСІННЯ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ЙОГО ЗБЕРІГАННЯ.....	179
5.1. Якість насіння різних років вегетації залежно від строку та умов його зберігання.....	179
5.2. Вплив умов зберігання насіння залежно від його маси 1000 насінин.	183
5.3. Якість насіння залежно від сортових особливостей та умов зберігання – температури та вологості насіння.....	188
РОЗДІЛ 6. СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ СХОЖОСТІ НАСІННЯ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО.....	196
6.1. Якість насіння залежно від строків його збирання.....	196
6.2. Способи зниження біологічного стану спокою насіння.....	211
6.2.1. Скарифікація як спосіб підвищення схожості насіння.....	213
6.2.2. Якість насіння залежно від застосування стратифікації за його підготовки до сівби.....	227
6.3. Особливості визначення лабораторної схожості насіння проса прутоподібного.....	237
РОЗДІЛ 7. НАУКОВІ ОСНОВИ ПІДГОТОВКИ НАСІННЯ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО.....	246
7.1. Фізичні та біологічні властивості насіння залежно від сортування за аеродинамічними властивостями.....	246
7.2. Сортування насіння за питомою масою.....	256
7.3. Ефективність сортування насіння за сукупністю ознак.....	260

7.4. Технологічна схема підготовки насіння.....	265
---	-----

РОЗДІЛ 8. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ І ЯКОСТІ НАСІННЯ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ В

ЗРОШУВАНИХ УМОВАХ І БЕЗ ЗРОШЕННЯ.....	269
--	------------

8.1 Ріст та розвиток насінників проса прутоподібного	269
--	-----

8.2. Імунологічний стан посіву проса прутоподібного.....	276
--	-----

8.3. Урожай та якість насіння залежно від елементів технології.....	278
---	-----

РОЗДІЛ 9. ОЦІНКА СОРТОЗРАЗКІВ ПРОСА ПРУТОДІБНОГО ЗА ЯКІСТЮ НАСІННЯ ТА УРОЖАЙНІСТЮ НАЗЕМНОЇ МАСИ.....

291

9.1. Якість насіння та урожайність вегетативної маси залежно від сортових особливостей та строку вегетації.....	291
---	-----

РОЗДІЛ 10. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ

НАСІННЯ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР.....	299
---	------------

10.1. Економічна ефективність вирощування насіння.....	299
--	-----

10.2. Порівняльна оцінка ефективності вирощування насіння і сировини для біопалива проса прутоподібного і сорго звичайного двокольорового	304
---	-----

ВИСНОВКИ.....	308
----------------------	------------

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ПРАКТИКИ ТА

ВИРОБНИЦТВА.....	313
-------------------------	------------

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	315
--	------------

ДОДАТКИ	342
----------------------	------------

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми досліджень. Кількість традиційних енергоносіїв – нафти і газу з кожним роком зменшуються, а їх вартість збільшується. Частковим заміщенням їх можуть бути альтернативні джерела енергії. Особлива увага приділяється вирощуванню та перероблянню сировини рослинного походження для виробництва біопалива. Перспективними рослинами для виробництва біопалива є цукрові буряки, просо прутіподібне (свічграс), цукрове сорго, міскантус, верба та тополя. Практичний інтерес для виготовлення біопалива із фітомаси представляє просо прутіподібне (*Panicum virgatum* L.) – свічграс. За даними Ma Z., Wood C.W., Bransby D.I. (2001) з одного гектару культури, можна отримати від 5 до 12 т умовного палива. Основними перевагами проса прутіподібного (свічграсу), як біоенергетичної культури вважають відносно високий урожай, низьку потребу у воді та підживленні, надійну продуктивність у широкому географічному ареалі, зменшення ерозії ґрунту, поглинання вуглецю та покращення середовища існування дикої природи. Його можна вирощувати на ґрунтах не придатних для культивування інших сільськогосподарських культур. Просо прутіподібне (свічграс), належить до роду Просо (*Panicum*) родина Тонконогові (*Poaceae*), має ефективну систему використання сонячної енергії – це рослина типу C₄.

Розмноження проса прутіподібного можливе насінням і кореневищами, але найсприятливішим способом є генеративний. Насіння цієї культури дуже дрібне і характеризується великим станом біологічного спокою, що є одним з головних стримуючих факторів широкого впровадження культури у виробництво. За високого рівня стану спокою значна кількість насіння свічграсу зазвичай не проростає й може мати лише 10 % схожості. Біологічний стан спокою насіння проса прутіподібного зумовлений біологічними властивостями сортів. Тому, дослідження особливостей росту та розвитку насінників, формування врожаю і якості насіння за його вирощування та передпосівної підготовки і розроблення

ефективних способів зниження біологічного стану спокою насіння і, відповідно – підвищення інтенсивності його проростання є актуальним, що забезпечить широке впровадження культури у виробництво для отримання біопалива.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Дослідження за темою дисертаційної роботи виконані впродовж 2018–2023 рр. і є складовою частиною досліджень Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН згідно з ПНД 16 «Біоенергетичні ресурси» за завданням 16.00.02.04.Ф «Розробити теоретичні основи насінництва і розсадництва біоенергетичних культур, біотехнологічні і агротехнічні методи репродукування насіння та садивного матеріалу, забезпечуючи високий коефіцієнт їх розмноження» (номер державної реєстрації 0116U003188), завданням 16.00.01.05.Ф «Встановити особливості формування насіння свічграсу залежно від його цитоембріологічного розвитку та різноякісності» (номер ДР 0116U003186) та згідно з ПНД 26 «Біоенергетичні ресурси» за завданням 26.00.01.02.Ф. «Формування якості та урожаю насіння свічграсу (проса прутоподібного) – біоенергетичної культури залежно від біологічних особливостей сортів, абіотичних і біотичних чинників» (номер державної реєстрації 0121U107856) Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків.

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування та з'ясування особливостей росту і розвитку насінників, формування якості насіння та продуктивності проса прутоподібного залежно від сортових особливостей, погодних умов та елементів технології.

Для досягнення поставленої мети передбачалося вирішити такі завдання:

- з'ясувати процеси формування генеративних органів рослин залежно від сортових особливостей та кліматичних умов вегетаційного періоду;

- виявити закономірності формування врожаю і якості насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від його біологічних особливостей та впливу біотичних і абіотичних чинників;

- визначити залежність між урожайністю насіння і його схожістю;

- розробити спосіб визначення якості насіння – енергії проростання, схожості та маси 1000 насінин в лабораторних умовах;

- встановити вплив комплексу елементів технології вирощування – зрошення, способів сівби, позакореневого підживлення та строків збирання насіння на ріст і розвиток рослин, урожай і якість насіння проса прутоподібного;

- розробити способи зниження біологічного стану спокою насіння та підвищення інтенсивності його проростання за його вирощування і післязбиральної підготовки;

- з'ясувати вплив умов та терміну зберігання насіння на його енергію проростання та схожість;

- визначити залежність між якістю насіння сортів різних груп стиглості і урожайністю їх наземної маси;

- дати економічну оцінку ефективності виробництва насіння енергетичної культури – проса прутоподібного.

Об'єкт досліджень – процеси росту, розвитку та особливості формування врожаю і якості насіння проса прутоподібного.

Предмет досліджень – сорти, насіння, рослини, мінеральні добрива, різні способи сівби та строки збирання насіння.

Методи досліджень. *Полевий* – спостереження за ростом і розвитком насінників, умовами зовнішнього середовища, виявлення кращих варіантів досліду, які сприяють підвищенню врожайності з високою якістю насіння, оцінювання агротехнологічного та економічного ефектів, агрозаходів, що досліджували; *лабораторний* – визначення стану дозрівання насіння, його вологості та якості; *вимірально-ваговий* – визначення біометричних показників насінників та урожайності насіння; *математично-статистичний*

– оцінка достовірності отриманих результатів досліджень; *розрахунково - порівняльний* – встановлення економічної ефективності результатів досліджень.

Наукова новизна дослідження полягає в наступному:

вперше:

- теоретично обґрунтовано особливості формування якості насіння проса прутіподібного залежно від погодних умов в період проходження фенологічних фаз росту і розвитку культури;

- виявлені закономірності формування врожаю і якості насіння залежно від застосування комплексу елементів технології – зрошення, способів сівби, позакореневого підживлення та строків збирання насіння;

- науково-обґрунтовано закономірності проростання насіння проса прутіподібного в лабораторних умовах та розроблено спосіб визначення його якості (підтверджено патентом № 143580 «Спосіб визначення лабораторної схожості насіння проса прутіподібного (*Panicum virgatum L.*)»);

- встановлено закономірності формування якості насіння залежно від стану його дозрівання та розроблено спосіб збирання насіння, яким передбачено скошування насінників за 75-100% побуріння волоті, дозрівання насіння на скошених рослинах та їх обмолочування (підтверджено патентом № 149440 «Спосіб збирання насіння проса прутіподібного (*Panicum virgatum L.*)»);

удосконалено:

- спосіб вирощування насіння проса прутіподібного за використання зрошення, який забезпечує високу насінневу продуктивність;

- спосіб передпосівної підготовки насіння проса прутіподібного, який передбачає очистку його від домішок, скарифікацію та сортування за сукупністю ознак – питомою масою та аеродинамічними властивостями, який забезпечує отримання високоякісного насіння для сівби (підтверджено патентом № 150025 «Спосіб передпосівної підготовки насіння проса прутіподібного (*Panicum virgatum L.*)»);

набули подальшого розвитку:

- наукові положення щодо росту і розвитку сортів проса прутоподібного, особливостей формування врожайності і якості насіння залежно від сортових особливостей та елементів технології його вирощування.

Практичне значення отриманих результатів. На основі результатів польових та лабораторних досліджень розроблено науково обґрунтований спосіб вирощування насіння, передпосівної його підготовки та метод визначення якості насіння проса прутоподібного результати, яких викладено в методичних рекомендаціях: «Спосіб підвищення якості насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.), 2021 р.», «Спосіб збирання насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.), 2023 р.» та «Визначення якості насіння проса прутоподібного (Свічграсу) *Panicum virgatum* L., 2021 р.»

Виробничою перевіркою способу визначення якості насіння проса прутоподібного, проведеною в акредитованій випробувальній лабораторії органу сертифікації ТОВ «АГРОСЕРТ» в м. Києві (акт від 27.04.2021 р.) встановлено, що за попереднього охолодження насіння упродовж 7 діб та підрахунку схожого насіння на 15, а не на 20 добу, забезпечило отримання енергії проростання і лабораторної схожості на рівні контрольного варіанту – за охолодження його упродовж 14 діб, відповідно – 70% та 72%, та скорочення терміну визначення цих показників на 13 діб. На підставі цих досліджень внесені зміни до методики визначення якості насіння проса прутоподібного. Результати досліджень впроваджено в 2022-2023 рр. у господарствах Полтавської області (довідка Департаменту агропромислового розвитку Полтавської області Державної адміністрації № 01-69/366 від 28.06.2024 р.), в 2023 р. у ПСГП «Еліт» Кіровоградської області, Голованівського району на площі 2,2 га, що забезпечило отримання економічного ефекту 211,2 тис. грн. з усієї площі (акт від 10.10.2023 р.) та в 2022-2023 р. в ТОВ «Агрофірма Текуча» Черкаської області Уманського району на площі 2,45 га, урожайність насіння становила 0,25-0,28 т/га (акт від

20.10.2023 р.).

Результати досліджень використовуються в навчальному процесі Білоцерківського національного аграрного університету (акт від 02.10.2023 р.), Полтавського державного агрономічного університету (довідка від 25.06.2024 р.), Уманського національного університету садівництва (акт від 26.10.2023 р.), Уманського державного педагогічного університету ім. Павла Тичини на природничо-географічному факультеті (довідка № 1586/01 від 26.10.2023 р.).

Особистий внесок здобувача. Здобувачем проведено аналітичний огляд та аналіз наукової зарубіжної і вітчизняної літератури, на підставі чого визначено основні питання, які потребують подальшого вивчення, розроблено програму і схему дослідів, проведено лабораторні та польові дослідження, узагальнено експериментальні дані та проведено їх статистичну обробку, визначено економічну ефективність досліджень, сформульовано висновки та пропозиції виробництву. За результатами досліджень самостійно та в співавторстві опубліковано наукові праці (частка авторського внеску в останніх становить 55-65%).

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень доповідались на засіданнях вченої ради Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (2023–2024 рр.) та на *Міжнародних конференціях*: IV Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках V наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2020»), (Крути, Чернігівська обл., 12 березня 2020 р.); IX Міжнародної наукової конференції «Парієві читання», (Умань, 19 березня 2020 р.), Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої видатним вченим Васильківському С.П. і Молоцькому М.Я., (Біла Церква, 26-27 березня 2020 р.), Міжнародної наукової інтернет-конференції присвяченої ювілейним датам від дня народження видатних вчених-рослиників: академіка АН УРСР Кулешова М.М., члена-кор. АН УРСР Страхова Т.Д., проф. Кучумова П.В., «Новітні технології в рослинництві: традиції та сучасність», (Харків, 17-18 червня 2020 р.), Міжнародної науково-практичної конференції «Іноваційні технології в

агрономії, землеустрої, в лісовому та садово-парковому господарстві», (Біла Церква, 30 жовтня 2020 р.), II Міжнародної науково-практичної конференції «Аграрна наука та освіта: досягнення і перспективи розвитку», присвяченої видатним вченим Васильківському С.П. і Молоцькому М.Я., (Біла Церква, 4-5 березня 2021 р.), I Міжнародної науково-практичної конференції «Results of modern scientific research and development» (Мадрид, Іспанія, 4-6 квітня, 2021 р.), IX Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів «Селекція, генетика та технологія вирощування сільськогосподарських культур», (Центральне, 23 квітня 2021 р.), VIII Міжнародної науково-практичної конференції «World science: problems, prospects and innovations» (Торонто, Канада, 21-23 квітня, 2021 р.), Міжнародної науково-практичної конференції «Гончарівські читання», присвяченої 92 річчю з дня народження селекціонера-картопляра, лауреата Державної премії, доктора с.-г. наук, професора Гончарова Миколи Демяновича, (Суми, 25 травня 2021 р.), Міжнародної науково-практичної конференції «Аграрна освіта та наука досягнення, роль, фактори росту» (Біла Церква, 20 жовтня 2022 р.), XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів «Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур» (Миронівка, 21 квітня, 2023 р.), Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, присвяченої до Дня науки «Формування інноваційних агротехнологій в умовах зміни клімату для забезпечення сталого розвитку агропромислового комплексу України» (Одеса, 18-19 травня, 2023 р.), *Всеукраїнських конференціях:* Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України», (Львів - Оброшино, 12 листопада 2020 р.), VIII науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів, «Селекція, генетика та технологія вирощування сільськогосподарських культур», (Центральне, 24 квітня 2020 р.) Всеукраїнської науково-практичної конференції «Роль науково-технічного забезпечення розвитку агропромислового комплексу в сучасних ринкових

умовах», (Дніпро, 25 лютого 2021 р.), Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Природничі науки в системі освіти».(Умань, 7-8 квітня 2022 р.), IX Всеукраїнської науково-практичної конференції науковців, викладачів та студентів «Географія та екологія: наука і освіта» (Умань, 9-10 червня 2022 р.), Всеукраїнська науково-практичної інтернет-конференції «Шляхи інноваційного розвитку агровиробництва в Україні» (Рівне, 15 червня 2022 р.). Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування» (Полтава, 30 вересня 2022 р.), Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Інноваційний розвиток землеробства на засадах еколого-економічної збалансованості» (Рівне, 20 червня 2023 р.). *На наукових інтернет-конференціях*: VI науково-практичної Інтернет-конференції «Інтеграція фундаментальних та прикладних досліджень в географії, екології та хімічній освіті», (Умань, 27 листопада 2020 р.), V Інтерне-конференції молодих вчених «Генетика та селекція сільськогосподарських рослин – від молекули до сорту» (Київ, 21 вересня 2021 р.), Наукової інтернет-конференції до 85-річчя від дня народження В'ячеслава Григоровича Михайлова – видатного вченого у галузі селекції та насінництва сільськогосподарських культур (Чабани, 5 жовтня 2021 р.),

Публікації результатів досліджень. За матеріалами дисертації опубліковано **56** наукових праць, з них **21** стаття в наукових фахових виданнях України, **4** статті включено до міжнародної наукометричної бази Scopus, **4** статті у виданнях інших держав, **21** тези доповідей на міжнародних та українських наукових конференціях (з них 2 зарубіжних), **3** патенти та **3** науково-методичні рекомендації.

Обсяг і структура дисертації. Дисертація викладена на 385 сторінках машинописного тексту, основного тексту 284 сторінки, містить 64 таблиці, 145 рисунків. Робота складається з анотації, вступу, 10 розділів, висновків, рекомендацій селекційній практиці та виробництву, додатків. Список використаних джерел налічує 251 найменування, з яких 115 латиницею.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО (*PANICUM VIRGATUM* L.), ЯК БІОЕНЕРГЕТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ В УКРАЇНІ

(огляд наукової літератури)

1.1. Просо прутоподібне, як перспективна енергетична культура для виробництва альтернативного біопалива

Сьогодні перед людством стоїть важливе питання: раціональне використання запасів палива та зменшення впливу парникових газів на навколишнє середовище. Вчені розрахували, що обмеження змін клімату і утримання його на безпечному рівні, за якого можна уникнути небезпеки для існування екосистем, у XXI столітті слід використовувати лише чверть обсягу викопного палива, яке нині вважається економічно вигідним для споживання [1]. За останні роки кількість поширених енергоносіїв – нафтопродукти та природний газ прискореними темпами зменшується як в світі, так і в Україні, які є найпоширенішими видами палива в нашій країні. У зв'язку з дефіцитом цих енергоносіїв та значним їх подорожчанням, все більше уваги приділяється пошуку та виробництву альтернативних джерел енергії, які можуть зменшити залежність держави від традиційних видів палива [2], з мінімальними впливом на довкілля та ризиком техногенних катастроф [3].

У світі розвиток альтернативних джерел енергії забезпечений великою кількістю законодавчих і нормативно-правових актів та державних програм, які спрямовані на збільшення виробництва біопалива в певних країнах [4]. Розвинуті країни світу мають великі досягнення у розвитку та використанні біотехнологій. Альтернативні джерела енергії давно і успішно використовуються в країнах Європи (Австрія, Данія, Нідерланди, Норвегія, Фінляндія та Швеція), частка яких становить від 40 до 65%, а до 2020 р. планувалося мати екологічно чистої біоенергії 100% [5]. Енергетичні

культури є важливою складовою біоенергетичного сектора Європейського Союзу, де постійно підвищується зацікавленість до культур, які вирощуються для отримання біомаси як джерела відновлювальної енергії та як джерела волокна для виробництва паперу, а також інших відновлювальних матеріалів. Для цього вивчається багато різних видів рослин. На 27-й Європейській конференції й виставці біомаси у Лісабоні було визначено, що вирощування біомаси є вирішальним для підтримки зростаючої європейської біоекономіки [6]. Серед усіх відновлюваних джерел енергії, енергія з біомаси відіграє найважливішу роль у шляхах зберігання енергії [7], зокрема, це стосується пального з біомаси [8,9].

Європейська біоенергетична асоціація (АЕВІОМ) оцінює сьогоденний потенціал енергетичних культур в Євросоюзі на рівні 44-47 млн. т н.е./рік. Одна з цілей ЄС за короткий час – досягти 138 млн. т н.е. біомаси у валовому кінцевому енергоспоживанні, що відповідає 14% валового кінцевого енергоспоживання (ВКЕ). Наявний потенціал енергетичних культур дозволяє покрити близько третини цієї цілі. За даними 2011 р., загальна площа під лігноцелюлозними енергокультурами в ЄС становить 130-140 тис. га. Близько 37% цієї площі (50 тис. га) припадає на Румунію, де вирощується просо пруттоподібне [10,11].

В Україні екологічно чиста біоенергія складає всього 3% [12]. Недостатня забезпеченість нашої країни традиційними власними енергоносіями зобов'язує не лише економно їх використовувати, а і шукати нові альтернативні джерела енергії. Для України ваговою альтернативою традиційному пальному на сьогодні є біопаливо [13]. Ґрунтово-кліматичні умови України сприятливі для вирощування біоенергетичних культур і вона має великий потенціал створення стабільного ринку енергетичних культур та використання їх сировини для виробництва біопалива [14].

Створення відновлювальних джерел енергії є важливою альтернативою традиційним викопним енергоресурсам. При цьому, Україна має великий потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії – близько 29 млн. т у.п.

Основними складовими потенціалу є побічна продукція сільського господарства (солома, стебла та ін.) і енергетичні культури [15]. В Україні вже є певні напрацювання щодо застосування альтернативного палива за такими напрямками як виробництво біоетанолу на базі спиртових та цукрових заводів, виробництво твердого біопалива та збільшення площ під вирощування біоенергетичних культур задля забезпечення потреб вітчизняного агросектору в біоенергетиці. Використання альтернативного біопалива зможе частково вирішити проблеми енергозалежності України, яка має значний енергетичний потенціал біомаси, наявні трудові, матеріальні та земельні ресурси [16]. Застосування енергетичних культур має ряд переваг, а саме: їх вирощування можливе на низькопродуктивних і деградованих землях, вони зупиняють ерозію ґрунтів та відновлюють непродуктивні землі, скорочують вирубку лісів, заміщують використання традиційних видів палива – газу і вугілля. Крім того, під час згоряння 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 порівняно з вугіллям, а побічним продуктом у результаті згоряння твердого біопалива є органічна речовина, яку можна використовувати як добриво. Вирощування біоенергетичних культур, виробництво та використання біопалива створюють додаткову зайнятість сільського населення та є джерелом доходу, зокрема в сільській місцевості, де гостро відчувається нестача робочих місць; – низька собівартість біомаси [17]. Біоенергетичні культури можуть задовольнити базову потребу в електроенергії, яка набуває все більшої важливості, оскільки існуючі теплові потужності на основі викопного палива згортаються, біопаливо може бути з високою щільністю енергії за відносно низьких витрат, яке потрібне для судноплавства й авіації [18].

Біоенергетика відіграє значну роль у досягненні цілей Паризької угоди з обмеження кліматичних змін значно нижче 2 °C [19]. Вона є значною частиною енергетичної економіки – на частку біоенергетики припадає 9,5 %

загального обсягу первинного енергопостачання та близько 70 % відновлюваної енергії, що використовується сьогодні [20]. Найперспективнішими видами біоенергетики є використання біомаси рослинного походження – фітоенергетика. Біоенергетика, або енергетика на основі біомаси, посідає досить відокремлене місце серед відновлюваних енергетичних ресурсів. Це пов'язано з певною низкою її особливостей. На відміну від енергії Сонця та вітру, які нерідко називають «новими» видами енергії, спалювання біомаси (дров, торфу) для обігріву та приготування їжі – одне з найстаріших джерел отримання енергії людиною. Отже, даний вид енергоресурсу зовсім не новий. Однак альтернативним є процес отримання енергії та раціоналізація методів використання даного енергоресурсу [21].

Сьогодні більшість біоенергетичних культур – це рослини типів C_3 та C_4 [22]. До енергетичних культур належать швидкоростучі дерева різні види верби і тополі, однорічні та багаторічні трав'янисті рослини, наприклад сорго, цукровий очерет, міскантус, амарант, гірчак гострокінцевий, горець сахалінський, мальва пенсильванська, румекс, свічграс (просо лозове), гібридний тютюн [23]. Практичний інтерес для виготовлення біопалива із фітомаси представляють такі рослини як цукрові буряки, просо прутоподібне (свічграс), цукрове сорго, міскантус [24], верба та тополя [25]. Енергетичні рослини цінні великим урожаєм і невибагливістю до умов вирощування.

Однією з найперспективніших багаторічних рослин для виробництва біопалива є просо прутоподібне – свічграс (*Panicum virgatum* L.). Основними перевагами свічграсу, як біоенергетичної культури вважають відносно високий урожай, низьку потребу у воді та підживленні, надійну продуктивність у широкому географічному ареалі, зменшена ерозія ґрунту, поглинання вуглецю та покращення середовища існування дикої природи [26]. Багаторічні біоенергетичні культури (міскантус, свічграс, верба та ін.) можуть навіть підвищити родючість ґрунтів на місцях, що зазнали впливу ерозії, що зумовлено покращенням умови для ґрунтової мікробіоти [27], меншим порушенням ґрунту, збагаченням ґрунту органічним вуглецем [28].

Вирощування біоенергетичних культур на малопродуктивних землях забезпечить поліпшення екології довкілля, збереження і відтворення родючості ґрунту [29].

Серед нових перспективних енергетичних рослин родини злакових, що інтродукуються в Україні, на особливу увагу заслуговує багаторічна злакова культура, яка здатна нагромаджувати значні обсяги біомаси за рахунок фотосинтезу – просо прутоподібне (*Panicum virgatum* L.), яке у природі поширене від Центральної Америки до Півдня Канади і є одним з домінуючих видів центральних північноамериканських прерій, належить до рослин з C_4 типом фотосинтезу [30]. За кордоном ця культура інтенсивно досліджується для всебічного застосування – на біопаливо, для тваринництва та паперової промисловості [31]. За даними L.E. Moser та K.P. Vogel [32] основними факторами, що визначають регіон поширення, адаптації сорту є реакція на довжину світлового дня, кількість опадів та забезпеченість вологою. Просо прутоподібне має низьку собівартість сировини для виготовлення біопалива та високу урожайність наземної маси [33,34]. Його можна вирощувати на землях не придатних для культивування інших сільськогосподарських культур [35]. Вид відзначається низькою собівартістю вирощування, потребує незначних матеріальних вкладень, забезпечує високу врожайність біомаси навіть на непродуктивних землях [36]. Наприклад, для виробництва 1 т сировини проса прутоподібного необхідно витратити від 0,97 до 1,34 ГДж, водночас як для виробництва 1 т зернових культур необхідно від 1,99 до 2,66 ГДж [37]. Крім того, ключовою особливістю багаторічних трав (проса прутоподібного, міскантусу) вважається позитивний вплив на екологічний стан навколишнього середовища [38]. Вирощування енергетичних культур для виробництва біопалива має також вплив на ерозійні процеси в ґрунті. Завдяки швидкоростучій вегетативній масі багаторічних трав, утворюється щільний ґрунтовий покрив, який сприяє зменшенню проявів вітрової та водної ерозії [39].

Просо прутоподібне (*Panicum virgatum* L.) – багаторічна трав'яниста рослина з родини тонконогових (*Poaceae*) роду просових, 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) [40]. Просо прутоподібне (свічграс), належить до родини Просо (*Panicum*) сімейства Злакових (*Poaceae*), має ефективну систему використання сонячної енергії. Воно формує потужну кореневу систему і наземну вегетативну масу за багаторічного циклу вирощування. Рослини характеризуються високим стеблом від 1 до 2,5 м [41]. В умовах США ця культура виростає більше 3 м, а коренева система проникає на глибину 3-5 м [42]. Число продуктивних пагонів може змінюватися від 12-14 до 30-35 штук. Листкова пластинка досягає довжини 50-60 см і більше, ширина – в середньому 11-14 см. Урожайність насіння становить 500-600 (іноді до 1000) кг/га [43]. Генеративних органів (волоті) на одній рослині може бути 12-14 шт. (максимум до 30-35 шт.). Наявні прямі і напіврозлогі форми. Кількість міжвузлів на стеблі в середньому 3-7 шт., але може сягати і 9 шт. Волоть може бути: розлога, комоподібна, овальна, пірамідальна або стисла. Довжина волоті 30-40 см, ширина – 20-30 см [44].

Біомаса свічграсу широко використовується для виготовлення паливних пелет, рідкого біопалива (етанолу) [45], а також для виробництва електроенергії через газифікацію [46].

Просо прутоподібне відзначається високим вмістом целюлози та лінгвіну, що дає всі підстави розглядати його як перспективну сировину для виробництва біопалива. Воно посухостійке, солевитривале з високою потенційною продуктивністю, великим потенціалом вирощування у різних ґрунтово-кліматичних умовах та пристосованістю до широкого діапазону термінів сівби [47]. Свічграс має складові, типові для біопаливної біомаси: близько 50 % вуглецю, 43 % кисню і 6% водню. Він має високий вміст золи – до 4-6 %, що пояснюється високою часткою листяної маси. Порівняно низький вміст калію та натрію у комбінації з підвищеним вмістом кальцію та

магнію в біомасі призводить до вищої температури згоряння, що зменшує імовірність шлакування під час спалювання в котлах [23]. Оптимальна температура повітря для проростання насіння проса прутоподібного більше 15 °С, а для росту і розвитку рослин від 10 до 35 °С. Рослини середньо вимогливі до вологозабезпечення [47]. Встановлено, що в умовах України просо прутоподібне має високу стійкість до вилягання та ураження хворобами і пошкодження шкідниками, середню морозостійкість та високу посухостійкість. Розпочинаючи з третього року вегетації, біомаса може збиратись на біопаливо та насіння [48,49]. На малопродуктивних ґрунтах воно забезпечує потужний стеблостій, формує стабільну врожайність фітомаси (сировини для виробництва біопалива) та насіннєву продуктивність [50]. Ця культура є цінним джерелом цукрів, які використовують для виробництва біоетанолу [51,52] та високим вмістом целюлози та лігніну і є найпридатнішою сировиною для виробництва біопалива [52]. З однієї тони біомаси можна отримати до 380 л етанолу або 9500 л етанолу з одного гектару, водночас як з цукрових буряків 6200 л/га, а з кукурудзи - 3800 л/га [53]. За даними А. Монті [54] з одного гектару культури, може отримати від 5 до 12 т умовного палива. Науковими установами США встановлено, що свічграс може забезпечити до 25 т/га абсолютно сухої маси за середньої урожайності 14,6 т/га [55].

Враховуючи високу врожайність проса прутоподібного та широкого географічного поширення, можливості його вирощування на деградованих і малопродуктивних ґрунтах, незначних вимог рослин до забезпечення вологою та поживними речовинами і позитивного впливу на навколишнє середовище США обрав просо прутоподібне як модель лігноцелюлозної культури для вирощування біомаси з метою виробництва енергії [56].

Просо прутоподібне відноситься до найбільш поширених енергетичних культур але в Україні вирощування цієї культури поки що не набуло поширення через відсутність агротехнічного та економічного обґрунтування [57]. Технологія вирощування свічграсу для різних природно-кліматичних зон

повністю не вивчена. В останній період увага до свічграсу зростає і питання адаптації технології вирощування розпочали на Уладово-Люлинецькій та Ялтушківській дослідно-селекційних станціях Інституту біоенергетичних культур та цукрових буряків НААН України [58].

На сьогодні просо прутоподібне уже інтродуковане в Україні: вивчаються його ботаніко-біологічні особливості [23,59], продуктивні властивості в умовах України [60] розробляються елементи технології вирощування культури [25,61,62], вивчається ефективність використання для виготовлення біопалива [63,64]. Проводяться дослідження з розробки способу визначення якості насіння [65,66,67] та підвищення його схожості [68].

В умовах Лісостепу України сорти свічграсу третього року вегетації забезпечили врожайність 10,9-11,7 т/га [57]. Продуктивність проса прутоподібного становить 6-25 т/га сухої речовини. На одному полі його можна використовувати упродовж 10 і більше років. За розрахунками виробнича собівартість 1 т проса прутоподібного у 2015 р., виходячи з рівня урожайності 15 т/га і реальних матеріальних витрат, витрат на оплату праці, відрахувань на соціальні заходи, амортизацію та інших операційних витрат, становить 432,98 грн. [69].

Отже, за своїми біологічними особливостями та продуктивними властивостями просо прутоподібне (свічграс) може вирощуватися в умовах України, оскільки ґрунтово-кліматичні чинники забезпечують оптимальні умови для росту та розвитку рослин і формування високого врожаю біосировини.

1.2. Агробіологічна оцінка сучасних сортів проса прутоподібного

Дослідження нових сортів біоенергетичних культур для України є важливим, тому що інтенсивне використання вичерпних джерел енергії вимагає від людства залучення та використання альтернативи у забезпеченні своїх потреб в енергоресурсах [70]. Просо прутоподібне (свічграс) одна з перспективних культур для виробництва альтернативних джерел енергії. За вирощування свічграсу не відбувається виснаження ґрунтів – потужна

коренева система та рослинні залишки рослини збагачують ґрунт на поживні речовини та сприяють інтенсивному розвитку мікроорганізмів, підвищенню процесів гуміфікації [71]. Ця культура має ряд переваг порівняно з іншими біоенергетичними культурами, а саме: розмноження насінням, високий потенціал продуктивності, висока ефективність використання поживних речовин і води, оскільки це культура C_4 фотосинтетичної діяльності, хороші горючі властивості біомаси та його можна збирати один раз на рік з пізньої осені до ранньої весни, можливий і відкладений урожай. Водовикористання у рослин C_4 фотосинтезу в приблизно в двічі більше, ніж у рослин C_3 фотосинтезу [72].

Свічграс це самозапильна культура але біля 5% рослин можуть бути перехреснозапильними. Пилок може переноситься вітром. Рослина сортів проса прутоподібного мають прямостоячі стебла різного кольору, які досягають 0,5-2,7 м у висоту, розмножується насінням і кореневищем [73,74], а також прискореним способом клонального мікророзмноження [74]. Листки округлі і тверді плоскі, що варіюються від 10 до 60 см в довжину. Кількість їх змінюється залежно від генотипу та середовища. Суцвіття це розсіяна волоть довжиною від 15 до 55 см із колосками до кінця довгої гілки [75]. Волоть складається з основної осі, що розгалужується на гілочки першого, другого та наступного порядків. На кінцях гілочок розміщуються колоски, в яких формується насіння [76]. Колоски двоквіткові завдовжки від 3 до 5 мм причому верхня квітка ідеальна, а нижня - або порожня або уламкова. Врожайність насіння в дослідженні штату Айова (США) коливався від 200 до 1000 кг/га. Потужна коренева система може досягати до 3 м у глибину [75].

Просо прутоподібне багаторічна рослина проходить повний цикл розвитку (від насіння до насіння) протягом першого вегетаційного періоду. Завершує інтенсивну вегетацію в III декаді серпня-кінці жовтня залежно від генотипу. Після перезимівлі, рано навесні (II декада квітня) починається інтенсивне відростання рослин. Фаза виходу в трубку настає з 2-ї декади липня. Цвітіння проходить з 3-ї декади липня до 1-ї декади серпня. Достигання

припадає на кінець вересня – середину жовтня. Вегетаційний період становить 175–185 діб. Тривалість життя проса прутоподібного до 10–15 років на одному місці [77].

У перший рік вегетації рослини проса прутоподібного характеризуються інтенсивним пагоноутворенням. Кількість основних продуктивних пагонів на рослині у період генеративного розвитку залежно від форми та умов вегетації становить від 3-4 до 20 штук. На другий і наступні роки вегетації кількість продуктивних пагонів на рослині істотно збільшується – від 12-14 до 30-35 штук [49].

За формою волоть проса прутоподібного буває розлогою, овальною, пірамідальною, стиснутою. Довжина волоті становить 30-40 см, ширина – 20-30 см. За щільність волоті бувають нещільні, середньої щільності та щільні. Насінина може бути жовто-коричневою, коричневою та темно-коричневою. За масою 1000 шт. виділяють три групи: з малою масою до 1,5 г; середньою масою – 1,5-1,8 г та великою масою – понад 1,8 г. Кількість бічних пагонів на стеблі різних форм проса прутоподібного становить 2-4. Більшість форм рослин мають генеративні пагони без розгалуження [49].

В умовах України фаза викидання волоті проса прутоподібного настає в третій декаді липня, початок цвітіння припадає на першу декаду серпня. Виявлено, що маточково-тичинкові квітки розкриваються швидше порівняно з тичинковими [74, 77]. За даними Тищенко В. М. та ін. [78] початок цвітіння відзначають найчастіше близько 8 год. ранку. Продовжується цвітіння до 12—14 год. (в окремі дні довше). Масове цвітіння на півдні спостерігається між 10-ю і 13-ю год. У більш скоростиглих форм початок цвітіння і максимум цвітіння звичайно настають на 30 хв. або 1 годину раніше. Температура близько 16 °С — мінімум, за якого може цвісти скоростигле сорти. Пригнічення цвітіння спостерігається за температури вище 25-30 °С — це залежить від сорту і зони вирощування.

Загальна кількість хромосом у проса посівного $2n=4x=36$ встановлена в 1928 р. Н. П. Авдуловим. До 1942 р. число хромосом було визначено у

більшості видів роду *Panicum*. Відомо, що в роді *Panicum* є групи 18-хромосомних (*P. antidotale*, *P. capilare*, *P. commutatum* та ін.), 36-хромосомних (*P. miliaceum*, *P. miliare*, *P. fasticulatum* та ін.), 54-хромосомних (*P. texanum*, *P. dichotomiflorum* та ін.), а також 72-хромосомних видів (*P. virgatum*, *P. octomiliaceum*). Можна вважати, що у філогенезі проса істотну роль грала поліплоїдія при базовому числі хромосом, рівному 9. Просо володіє винятковою різноманітністю форм, що розрізняються по безлічі ознак, а саме: по типу волоті і забарвленню зерна, які в поєднанні з наявністю антоціанового забарвлення рослин покладені в основу внутрішньовидової класифікації проса, що включає більше 100 різновидів [79].

За даними американських вчених генетична характеристика свічграсу виявила, що низькорослі сорти злакових трав є переважно тетраплоїдними ($2n = 4x = 36$ хромосоми), тоді як високогірні сорти є переважно октоплоїдними ($2n = 8x = 72$ хромосоми) [80]. Два цитоплазматичні типи свічграсу трапляються і розрізняються між високогірними та низинними екотипами [81,82,83].

Кожен сорт трав'янистої трави (свічграсу) може бути класифікований залежно від характеру розподілу листків і висоти як високогірний або низинний. У верхових сортів переважають генеративні і подовжені вегетативні пагони з основною масою листків у верхній частині, у низових генеративних стебел мало, проте дуже багато вегетативних, головним чином укорочених. Класифікація базується на морфологічних характеристиках [84]. Низинні рослини вищі, товсті стеблові та більше підходить для більш вологих умов. Для порівняння високогірні рослини коротші, тонші та пристосовані до більш сухих умови [84]. Високогірні сорти мають хорошу зимостійкість але вони можуть зазнати збитків взимку, якщо їх збирати рано. Перед зимівлею в кореневій системі та наземній частині рослин мають бути достатні запаси вуглеводів, зменшення яких призводить до пошкодження рослин низкими температурами або до їх загибелі. Височинні сорти високоврожайні та придатні для вирощування на різних типах ґрунтів.

Низовинні сорти також можуть бути легко знищеними високими морозами, якщо їх також зрізати рано восени, поки вони не поповнить свої зимові запаси поживних речовин. Вони повинні мати повний спокій (тобто залишати в полі кілька тижнів після першого сильного морозу) перед зрізанням культури. Низовинні сорти свічграсу мають високий ризик загибелі взимку в перший рік, коли рослини невеликі [85]. Існують також відмінності в числі хромосом; однак ці відмінності полягають не лише між сортами, але й у сорті всередині них. Комутаційна трава має базову хромосому, дев'ять [82].

Тобто, існує два основних екотипи свічграсу: низовинні та височинні (високогірні). Низовинні види вирощуються на вологих ґрунтах – вони мають високі, товсті, грубі стебла, які ростуть кущами. Височинний тип адаптований до сухого клімату – вони мають тонші стебла, ніж низовинні та більшу їх кількість [86]. Усі екотипи низовинні є тетраплоїдами ($2n \frac{1}{4} 4x \frac{1}{4} 36$), тоді як високогірні екотипи можуть бути або тетраплоїдами, або октаплоїдами ($2n \frac{1}{4} 8x \frac{1}{4} 72$) [73]. Сорти низовинного екотипу характеризуються більшою урожайністю порівняно з сортами височинного екотипу [87].

У височинного екотипу наявні сорти проса прутоподібного зарубіжної селекції як тетраплоїдні, так і оксаплоїдні, різного екологічного походження та різних груп стиглості. За терміном дозрівання сорти проса прутоподібного відносять до ранніх, середньостиглих, середньопізніх та пізньостиглих. Тетраплоїдні сорти: Дакота (Dacotah), дуже ранній, Форестбург (Forestburg), ранній, Небраска (Nebraska), середньоранній, Санбурст (Sunburst), середній; оксаплоїдні сорти: Кейв-ін-Рок (Cave-in-rock), середньопізній та Картадж (Carthage), пізній. Серед низинного екотипу відомі два тетраплоїдні сорти: Аламо (Alamo) та Канлау (Kanlow), які відносять до групи стиглості – дуже пізніх [88,89]. Залежно від кліматичних умов тривалість вегетаційного періоду сортів проса прутоподібного була різною і становила для ранньостиглої групи від 150 до 173 діб, середньостиглої – від 180 до 190 діб і пізньостиглої – від 195 до 204 діб. У середньому за роки досліджень

вегетаційний період пізньостиглих сортів був на 14-15 діб більшим порівняно з середньостиглими і на 31-45 діб – порівняно з ранньостиглими [88].

Американськими вченими проведено оцінку генотипів проса прутоподібного на толерантність до температур. Максимальну схожість насіння (MSG) і інтенсивність проростання (GR), оцінювали за середніх кардинальних температур: T_{\min} , T_{opt} і T_{\max} , були 8,1, 26,6 і 45,1 °C для MSG та 11,1, 33,1 і 46 °C для GR. Усі генотипи класифікували як чутливі (Alamo, Blackwell, Carthage, Dacotah, Shawnee, Shelter і Summer), помірно чутливі (Cave-in-rock, Forestburg, Kanlow, Sunburst і Warrior), генотипи які помірно переносять низькі температури (Trailblazer), і толерантні (Espresso) до них. Отримані дані можна використовувати при впровадженні сортів в певних кліматичних умовах, а також використовувати в селекційній практиці за створення нових сортів толерантних до низьких або високих температур [89].

Групи стиглості сортів відображається на біометричних показниках рослин (висота та кількість стебел на одиницю площі): найвищими вони виявились у сортів середньо- та пізньостиглих сортів (Кейв-ін-Рок та Картадж), що характеризувалися подовженим періодом вегетації, порівняно із ранньостиглим сортом Форесбург і продуктивності рослин. На другий і третій вегетаційний рік найбільшу продуктивність рослин та урожайність сухої фітомаси формував пізній сорт Картадж, суттєво менше, але на високому рівні – середньопізній Кейв-ін-рок і найнижчим цей показник був у раннього сорту Форесбург [90]. В умовах нестійкого зволоження Ялтушківської ДСС найвищу урожайність сухої маси – 16 т/га, вихід твердого біопалива – 17,6 т/га забезпечив пізньостиглий сорт Кейв-ін-рок, найменшу урожайність – 7,8 т/га та вихід твердого палива – 8,6 т/га отримано в ранньостиглого сорту Дакота. Дуже ранній сорт Форесбург та ранній Набриска забезпечили урожайність сухої маси 9,3-9,4 т/га, вихід твердого біопалива – 10,2-10,3 т/га [91]. Найбільшу урожайність сухої маси в умовах Східного Лісостепу зоні недостатнього зволоження на четвертий рік використання спостерігали в сортів: Аламо – 19,1 т/га; Канлау – 16,6 т/га;

Картадж – 15,6 т/га; Кейв-ін-рок – 14,9 т/га. Відповідно на третій рік використання у сортів Кейв-ін-рок – 16,8 т/га, Картадж – 14,2; Санбурст – 14,3; Канлау– 13,7 т/га [92]. Для інтродукції в Україні придатні всі 9 сортів, що вивчали [93].

Насіннева продуктивність культури залежить від елементів структури волоті – з збільшенням розмірів волоті, кількості продуктивних гілочок та квіток на них зростала врожайність насіння, але водночас знижувався його вихід та якість насіннєвого матеріалу [94]. Поруч із біометричними показниками рослин і сортовими властивостями, на врожайність сортів проса прутоподібного впливали і строки збирання біомаси. Встановлено, що врожайність сортів проса прутоподібного осіннього збору врожаю була найбільшою і змінювалася в межах від 9,4 до 16,3 т/га, весняного – значно менше, варіювала від 7,7 до 13,9 т/га [95].

На основі комплексної оцінки визначено, що більшість сортів свічграсу є придатні для поширення в природно-кліматичних умовах Лісостепу України [96,97], а саме: Кейв-ін-рок, Форестбург, Санбурст, Шелтер, Аламота та Канлоу. Продуктивність біомаси залежить від сортового складу. Найбільшу урожайність 17,9 т/га була у сорту Кейв-ін-рок [97].

У 2015 р. до Реєстру сортів рослин дозволених до поширення в Україні Інститутом біоенергетичних культур і цукрових буряків (ІБКіЦБ) внесено новий вітчизняний тетраплоїдний сорт проса прутоподібного Морозко, а Ботанічним садом ім. Гришка внесено сорт Зоряне. Обидва сорти ефіро-олійного напрямку використання. За даними випробування урожайність сирої біомаси сорту Морозко становить 23 т/га, вихід сухої маси – 17 т/га. Висота рослин понад 160 см [98]. Сорт Морозко віднесено до височинного екотипу з тривалістю вегетаційного періоду 160–170 діб, середньостиглий [44]. У 2018 р. ІБКіЦБ внесено другий вітчизняний тетраплоїдний сорт Лядівське (середньостиглий), біоенергетичного напрямку використання. Урожайність сирої маси становить 28 т/га, вихід сухої маси – 18 т/га. Висота рослин понад 150 см. Початок цвітіння обох сортів – середина серпня, термін

використання плантації 15 років, Періодичність збирання сировини – щорічно, з другого року вегетації [98].

Рослини проса прутоподібного не вимогливі до вмісту поживних речовин у ґрунті, мають високу стійкість до хвороб і шкідників та позитивно впливають на навколишнє середовище [97]. При його вирощуванні ерозія і рівень використання пестицидів зменшуються відповідно на 95 і 90 % [99].

1.3. Урожай та якість насіння проса прутоподібного залежно від умов його вирощування

Найважливішими факторами у технології вирощування проса прутоподібного є місце вирощування – широта походження, зниження стану спокою насіння, вологість ґрунту, температурний режим, строки сівби. Значний вплив на ріст та розвиток культури і, відповідно – на продуктивність мають погодні умови упродовж вегетації [100].

Південні сорти мають більший потенціал урожайності, ніж північні. Якщо сорти вирощені занадто далеко на півночі, вони не встигають затвердіти взимку, що знижує якість біомаси (висока поживна речовина та волога) та зимового виживання [101].

За даними Сторожик Л. І., Мандровської С. М. [102] інтенсивність наростання фітомаси проса прутоподібного за вегетаційний період п'ятого року використання зумовлена різними погодними умовами: від помірного зволоження навесні (ГТК-0,7-0,9) до посушливого на початку і середині літа (ГТК-0,4-0,2). В таких умовах різниця в наростанні біомаси між сортами спостерігалася протягом усього вегетаційного періоду. Більш інтенсивне наростання як сирої, так і сухої біомаси було у сорту Канлоу, станом на 10 жовтня врожайність сирої маси склала 24,0 т/га, сухої – 12,0 т/га. На другому місці за інтенсивністю наростання біомаси були сорти Небраска, Дакота, Шелтер, Форесбург: врожайність сирої маси у них коливалася в межах 15-19 т/га, сухої – 7,2-10,5 т/га. Найменша інтенсивність наростання як сирої, так і сухої маси була в сорту Аламо – відповідно, 10,0 і 6,5 т/га.

Суттєвим фактором оптимізації росту й розвитку рослин культури є їх захист від бур'янів, перш за все за рахунок застосування гербіцидів. Потреба в них може відрізнятися залежно від ґрунтово-кліматичної зони вирощування, низовинних і височинних екотипів культури [100,103]. Продуктивність злакових культур на середньо та сильно забур'янених полях зменшується більше ніж на 30%, оскільки останні знижують родючість ґрунту, використовуючи поживні речовини та пригнічують культурні рослини [104]. Бур'яни сходи, яких з'являються приблизно одночасно з сходами трав'янистих злакових культур створюють конкуренцію за площу живлення, поживні речовини та воду. Найбільш конкурентоспроможні однорічні бур'яни, оскільки вони, як правило, проростають швидшими темпами і перешкоджають культурним травостоям ріст та розвиток [105]. За період від сівби до появи повних сходів особливо інтенсивно ростуть широколисті бур'яни, які затінювали пророслі сходи і закривали рядки та пригнічували молоді рослини свічграсу. Для знищення широколистяних бур'янів за висоти рослин 10-12 см у фазі куштиння необхідно вносити гербіцид Прима [106].

Продуктивність культури зумовлена, перш за все, повнотою насадження, яка залежить від якості насіння – його крупності і схожості та ґрунтово-кліматичних умов у період сівби і отримання сходів упродовж вегетації. Дослідженнями Green J. C., Bransby D. I. з'ясовано, що насіння з масою 1000 насінин 1,9-2,1 г швидше проростало, додаткові корінці формувалися також швидше, ніж в насіння легшого з масою 1000 насінин 1,3-1,6 г. Але інтенсивність такого росту і розвитку була мінімальною, навіть за умов незначного дефіциту вологи. Коли в проростків утворилося два і більше додаткових корінці, розмір насіння більше не впливав на інтенсивність росту та розвитку рослин [107].

Повнота сходів та інтенсивність проростання насіння проса прутіподібного зумовлені температурою та вологістю ґрунту. За низької температури і дефіциту вологи в ґрунті поява сходів затягується, а тривала

нестача тепла і вологи може призвести до повної загибелі рослин. Вологість ґрунту є вирішальним фактором проростання насіння і підвищення польової схожості. Польова схожість насіння проса прутоподібного залежить як від погодних умов, його якості, так і від строків сівби адже отримання дружних сходів відіграє важливу роль для механізованого догляду за рослинами. Застосування нових технологій підготовки ґрунту та догляду за рослинами упродовж вегетації забезпечує створення оптимальних умов для росту та розвитку культури і, відповідно – підвищення її продуктивності [108]. Найбільшою складністю в технології вирощування проса прутоподібного є підвищена чутливість рослин до умов життєзабезпечення, найперше таких як вологість і температура ґрунту на початку росту й розвитку в перший рік вегетації. Насіння проса прутоподібного починає проростати за температури не нижче $+6 - 8$ °C, але дружне проростання спостерігається за прогрівання ґрунту до $+15-16$ °C. Якщо в період проростання температура знижується до $+8- 9$ °C, сходи з'являються тільки через 15-18 днів. Сходи витримують незначні заморозки до $- 2$ °C, а за температури $-3-5$ °C здебільшого гинуть або сильно пошкоджуються. Дуже шкідливою для сходів проса прутоподібного є тривала одночасна дія низьких позитивних температур ($+6 -10$ °C) та хмарної погоди. У рослин при цьому значно знижується фотосинтез, що може стати причиною їх загибелі [109].

Доступність води визначена як один з найважливіших факторів для росту та розвитку проса прутоподібного. Високі сорти вважаються більш стійкими до посухи але хронічна посуха викликає і в них втрату біомаси в цілому, що може спричинити повну втрату врожаю [6]. Дослідженнями вчених США визначено, що найважливішими факторами, які впливають на урожайність свічграсу (проса прутоподібного) є екотип рослин, температура, волога та добрива [110]. Агротехнологічною особливістю проса прутоподібного, особливо в перший рік вегетації, є його підвищена чутливість до вологості і температури ґрунту на початку росту й розвитку,

які зумовлюють дружність появи сходів і відіграють важливу роль у подальшому механізованому догляді за рослинами [111].

З'ясовано, що у вологі роки вегетації, коли ГТК був рівний або більший одиниці біометричні показники рослин, а саме: висота рослин, довжина волоті їх кількість, маса насіння та його розміри були більшими, ніж в роки з незначним дефіцитом вологи. Ґрунтові умови також впливали на проходження фаз росту та розвитку рослин. На малопродуктивних ґрунтах термін дозрівання насіння збільшувався, порівняно з родючими. Насіннева продуктивність (урожайність насіння та його якість) значно більша на родючих ґрунтах, порівняно із збідненими на поживні речовини (малопродуктивних). Енергія проростання насіння, що було отримане на родючих ґрунтах, порівняно із малопродуктивними, на контрольних варіантах виявилася більшою на 38,2 %, лабораторна схожість – на 22,5 %, а польова схожість – на 8,8 % [112,113].

Шкідники, поряд з бур'яною конкуренцією і схильністю насіння проса прутоподібного до довготривалого спокою, можуть також стати потенційною загрозою для врожаю культури. [114]. В даний час існує дуже мало шкідливих комах та хвороб, які спричиняють значні економічні збитки для проса прутоподібного. Зі збільшенням виробництва цієї культури, як монокультури, відбудеться неминуче збільшення шкідливих комах та хвороб цієї культури. Зі збільшенням продукції рослинництва шкідники та хвороби мають тенденцію до розповсюдження і починають суттєво впливати на врожай біомаси. Як і будь-яка культура, збільшення загального виробництва трав'янистих трав призведе до появи нових шкідників та хвороб [105]. Просо прутоподібне має високу стійкість до хвороб і шкідників. Найбільша чисельність фітофагів, що можуть становити загрозу для врожайності біомаси була зафіксована на рослинах проса прутоподібного, яке вирощували в Полтавській області упродовж шести років [115]. Рослини цієї культури можуть пошкоджуватися спеціалізованими та багаторідними видами комах, а також хворобами і нематодами [116].

Просо прутоподібне не вимогливе до живлення але після кожного урожаю або до початку нового вегетаційного періоду доцільно вносити добрива. Виробничі випробування, які проведені в штаті Айова показали, що необхідно по 56 кг/га діючої речовини вносити азотних добрив. Внесення азотних добрив в такій нормі забезпечує підвищення урожаю на 20% порівняно з неудобреними ділянками. Хоча більш високі норми внесення азотних добрив можуть збільшити урожайність проса прутоподібного але додаткові витрати на добриво можуть перевищувати надходження від додаткового урожаю [117]. За даними Девід Дж. Пэрриш & Джон Х. Фай [118] свічграс економно витрачає внесений азот і може використовувати його з інших джерел, які недоступні для інших культур. Кількість азоту в зібраній біомасі, часто перевищує кількість азоту, який було внесено. У багатьох випадках багаторічні біоенергетичні культури мають низьку потребу у внесенні азоту через їх здатність переміщувати й повторно використовувати поживні речовини [119]. Урожай цієї культури можна збирати двічі на рік, але для цього потрібно вносити більше азоту, щоб компенсувати використаний азот в середині вегетації. Збирання урожаю двічі на рік негативно впливає на довговічність культури.

За даними Гончарука Г. С., Броннікова Л. Ф, [120] свічграс відноситься до культури інтенсивного виносу елементів ґрунтового живлення у процесі формування урожаю наземної листостеблової і стеблової маси. З'ясовано, що надходження мінеральних речовин з ґрунту відбувається упродовж всього вегетаційного періоду, однак інтенсивність в різні періоди онтогенезу неоднакова. На початку вегетації рослини засвоюють більше азотистих сполук в період кущення та цвітіння – калійних. Використання фосфору упродовж вегетації проходить більш рівномірно, ніж використання калію та азоту. У зв'язку з інтенсивним ростом надземної маси та формуванням вегетативних органів найбільше поживних речовин використовується рослинами в другий період розвитку (кущення-цвітіння).

Рекомендовані норми фосфору для проса прутоподібного становлять приблизно 12 до 15 мг/кг ґрунту [121]. За даними Caddel J. L. та ін. [122] добрива найкраще вносити навесні через два три тижні від початку вегетації рослин. Фосфор і калій повинні застосовувати за низького вмісту цих елементів в ґрунті. Просо прутоподібне позитивно реагує не лише на основне удобрення, а і на позакореневі підживлення. За даними Кулик М. І. [123] дворазового підживлення препаратом групи «Кристалонів» у періоди відновлення вегетації та весняного кушіння рослин на третій-п'ятий рік вирощування культури забезпечило найбільшу врожайність (більше 12,0 т/га) сухої надземної вегетативної маси. Весняне підживлення рослин проса прутоподібного азотними добривами в нормі 30–45 кг/га забезпечило збільшення урожайності сухої маси на 0,25–0,27 кг/м² сорту Кейв-ін-рок та на 0,21–0,27 кг/м² в сорту Картадж порівняно з контролем – без підживлення добривами [124]. За даними Кулика М. І. [125] в умовах Лісостепу України найвищу урожайність забезпечує сівба з міжряддям 45 см і застосуванням весняного підживлення азотними добривами в нормі 30-45 кг/га. Внесення зменшених і збільшених норм азоту не призводить до суттєвого підвищення врожайності, а навіть зменшує цей показник. Із збільшенням ширшими міжряддями (60 см) істотної різниці між внесенням N₄₅ і N₆₀ не виявлено.

Урожайність насіння проса прутоподібного залежить як від елементів технології, так і від біометричних показників рослин – висоти та густоти стеблостою. Найбільший вплив на формування насінневої продуктивності культури за роки досліджень має середньомісячна кількість опадів 20-80 мм та середньодобова температура повітря більше 22 °С. На формування урожайності біомаси та насіння проса прутоподібного достовірно впливають елементи структури урожайності, які залежать від сортових особливостей та погодних умов [126]. Істотний вплив має довжина волоті ($r= 0,6-0,7$), а в роки достатнього зволоження – кількість волотей на рослині ($r= 0,41-0,0,34$) та висоти рослин ($r= 0,33-0,4$, у посушливі роки – маса 1000 насінин ($r= 0,3-0,31$) [127].

Врожайність насіння проса прутоподібного залежить від елементів технології його вирощування. Сівба з шириною міжрядь від 40 до 100 см забезпечує більший вихід насіння, порівняно з суцільним способом сівби. Строки збирання також впливають на якість насіння, які залежать як від умов погоди, так і від сортових особливостей. Так, екотипи свічграсу височині дозрівають в серпні, а низовинні у кінці вересня. Навіть сорти однієї групи стиглості дозрівають по різному. Сорт Канлау на два тижні раніше дозріває ніж сорт Аламо, хоча вони обидва з низовинного екотипу і обидва з дуже пізньої групи стиглості. Суха погода в серпні і вересні сприяє формуванню високоякісного насіння [122]. Урожайність насіння варіює залежно від сортових особливосте. Так в умовах України сорт Зоряний забезпечив урожайність 1,3 т/га (оригінатор Національний ботанічний сад ім. Гришка), Морозко – 0,2 т/га (Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН), Ліні 1307 – 0,5 т/га (Польтавська державна аграрна академія), Cave-in-rock – 0,6 т/га (Місурійська сільськогосподарська дослідна станція, США). На урожайність насіння істотно впливали погодні умови. Так, сорт Морозко в посушливих умовах забезпечив урожайність насіння 17,3 г/м.п., за оптимальних умов – 21,3 г/м.п., а за надмірного зволоження – 16,7 г/м.п. Аналогічна тенденція зберігалася і по інших сортах [128]. За даними Рожко І. І., Дьоміна Д. Г. та Кулика М. І. [42] сорт Кейв-ін-рок формував більшу насінневу продуктивність – від першого по третій рік вирощування – від 0,011 до 0,064 кг/м². Урожайність насіння сорту Зоряне була на рівні умовного стандарту і становила від 0,10 до 0,066 кг/м². Сорти Форесбург і Морозко урожайність насіння мало значно нижчу, яка не перевищувала 0,037 кг/м².

Найбільшою складністю в технології вирощування проса прутоподібного є значна чутливість рослин до умов життєзабезпечення, особливо в першій половині вегетації. Оцінка густоти стояння рослин у динаміці показала, що їх найбільша кількість як весною, так і перед збиранням, була за норми висіву насіння 7,70 кг/га – у сорту Кейв-ін-рок ці

показники становили відповідно 934 і 221 шт./м², у сорту Шелтер – 891 і 217 шт./м² [49,76]. Дослідженнями М.І. Кулика з'ясовано, що найбільшу урожайність отримано за норми висіву 3 млн. насінин на гектар, зменшення або збільшення норми висіву призводило до зниження продуктивності культури. В умовах Лісостепу України весняна сівба проса прутоподібного забезпечила найвищу урожайність, порівняно з ранніми та пізніми строками [129]. За даними зарубіжних вчених врожайність сухої речовини свічграсу на ґрунтах з низькою родючістю може сягати 6 т/га і більше, а з високою родючістю – до 25 т/га [130,131]. За даними Кулика М. І. та Юрченко С. О. урожайність сухої фітомаси проса прутоподібного в умовах центрального Лісостепу України становив сорту Кейв-ін-рок 13,0-16,6 т/га, сорту Картадж – 14,3-18,0 т/га, насіння, відповідно – 0,037 та 0,064 кг/м². Насіннева продуктивність за роками вегетації збільшувалась. На третій рік вегетації найвищою урожайність насіння була у пізньостиглого сорту Картадж, а найнижча – у ранньостиглого сорту Форесбург, що свідчить про те, що поряд із сортовими властивостями і погодними умовами тривалість вегетаційного періоду також має вплив на урожай насіння [60].

Впровадження у виробництво проса прутоподібного дозволить використовувати деградовані землі, забезпечить отримання додаткового прибутку аграрним підприємствам, додатково забезпечить кормами галузь тваринництва, а також виробництво гранул біопалива [132]. Крім того, багаторічні культури, можуть покращувати якість ґрунту на деградованих землях і бути економічно привабливий способом відновлення земель, які в іншому випадку були б надзвичайно дорогими для відновлення [133].

1.4. Фактори, що стримують широке впровадження культури у виробництво

Одним з головних стримуючих факторів широкого впровадження проса прутоподібного у виробництво є низька схожість насіння, яка зумовлена біологічними властивостями сортів та великим станом спокою насіння, що призводить до низької польової схожості та отримання

нерівномірних сходів і, відповідно – до зниження продуктивності культури. Спокій – стан життєздатного насіння, у якому воно не проростає. Він має значення для теорії і практики зберігання та проростання посівного матеріалу. Поряд з позитивною роллю цього явища і еволюції, спокій насіння часто ускладнює вирощування багатьох культурних рослин, створює значні перешкоди у контролюванні чисельності бур'янів в посівах.

1.4.1. Чинники, які зумовлюють низьку схожість насіння

У польових умовах схожість насіння зумовлена цілим комплексом факторів, а саме: ґрунтово-кліматичними умовами в період сівби та отримання сходів (різновидності ґрунту, його вологості, температури на глибині загортання насіння), елементами технології (якість обробітку ґрунту, створення ложе для проростання насіння, глибина його загортання, якості сівби, рівномірності розкладання насіння в рядку, що залежить від типу сівалок) і звичайно від якості насіння. Усі антропогенні чинники, які залежать від людини, можна усунути за вирощування проса прутоподібного і вони не можуть бути стримуючими для широкого впровадження культури у виробництво. Навіть питання вологості ґрунту та його температури на глибині загортання насіння можна вирішити шляхом підбиранням сприятливої зони для вирощування або терміну сівби, щоб насіння вложити у вологий та прогріти шар ґрунту.

Основними факторами, які визначають територію пристосування (адаптацію) сорту є реакція на довжину світового дня, кількість опадів та вологість. Збільшення тривалості світового дня призведе до фази цвітіння на початку літа. Північні екотипи виростають нижчими, в них раніше настає фаза цвітіння та дозрівання, ніж у південних [32].

Різновидність ґрунту та його родючість також впливають як на урожайність культури, так і на якість насіння. Насіння вирощене на збіднених на поживні речовини ґрунтах, має більш подовжений термін досягання та нижчу схожість, ніж те, що вирощене на більш родючих [105].

Дослідженнями, проведеними у фітотроні, де оцінювало проростання насіння різних віків двох культурних сортів свічграсу "Карфаген", "Канлоу" за різних температур, які бувають в травні, червні та липні у окрузі Міддлсекс, штат Нью-Джерсі (США) встановлено, що температура не має значного впливу на проростання насіння; проте більш високі температури, які були за пізніших строків сівби сприяли більш інтенсивнішому його проростанню. Результати також вказували, що якість насіння більш свідчить про проростання, ніж фактичний вік насіння [134].

За даними Parrish, D. і J.H. Fike [105] та Peters T. J., Moomaw R. S., Martin A. R. [103] температура ґрунту на час сівби впливає на проростання насіння. Якщо ґрунт тепліший на час сівби показники проростання насіння – польова схожість збільшується. Оптимальна температура повітря для сівби насіння свічграсу між 25 °С і 35 °С. Сівба культури пізніше навесні, коли температура піднялася, може підвищити показники проростання, що також забезпечує більшу конкуренцію бур'янам.

Встановлено, що крупніше насіння свічграсу за масою 1000 шт. має здатність до більш швидкого проростання і рослини на початкових етапах росту та розвитку мають інтенсивніші темпи приросту наземної маси, порівняно з дрібнішим насінням [135,136].

Низька схожість насіння проса прутоподібного зумовлена біологічними властивостями сортів та великим станом спокою насіння, що призводить до низької польової схожості та отримання нерівномірних сходів. Під час проростання насіння може статися один або кілька блоків процесу, що запобігають його проростанню. Ці механізми спокою можна розділити на два основні типи; ті, що базуються в тканинах, які оточують ембріон і ті, які знаходяться всередині ембріона або ендосперм. У багатьох видів ембріон має здатність до проростання, але спокій зумовлений одним або кількома шарами тканин, які оточують ембріон. Такі тканини можуть діяти як: а) бар'єри проникності, що перешкоджають поглинанню води або газоподібний обмін; б) механічні бар'єри, що запобігають розширенню ембріона; або с) джерелом

для зниження проростання є інгібітори [137]. За даними Adkins S. W. [138], Li M. та ін. [139] стан біологічного спокою насіння може бути спричинений пониженням активності зародку (зародок не зрілий чи нерозвинений) або різноманітними властивостями його покриву (захисної оболонки). Оболонка насіння може перешкоджати проростанню через низьку проникність води та повітря до зародка.

Більшість вчених вважають, що стан спокою в переважній кількості видів, контролюється гормональною системою, а саме наявністю абсцизової [139] та індолілоцтової кислоти [140] і концентрацією гіберелінової кислоти [141]. Вихід насіння зі стану спокою контролюють складні фізіолого-біохімічні механізми, на які впливає широкий спектр ендогенних та екзогенних чинників. Серед екзогенних чинників важливе місце посідають температурний, водний і світловий режими [142], серед ендогенних — фітогормональна система, що регулює метаболізм і сигналінг при переході насіння зі стану спокою до проростання [143-145]. Фітогормони контролюють і координують поділ, ріст та диференціації клітин, а також приймають участь у регуляції процесів спокою і проростання насіння [145,146]. При цьому біологічні процеси в насінні не зупиняються, а відбувається повільний обмін речовин, що підтримує метаболізм зародкової тканини. Baskin C. C. та Baskin J. M. [147] запропонували комплексну схему класифікації, яка включає п'ять типів спокою насіння: фізіологічний, морфологічний, морфо фізіологічний, фізичний і комбінований. Фізіологічний тип спокою найрозповсюженіший і характерний для видів голонасінних та більшості покритонасінних рослин, включаючи представників родин Poaceae [148]. Вчені Sarath G. та Mitchell R. B. вважають, що існує три основні типи спокою: первинний, вторинний чи залишковий. Первинний стан спокою настає відразу після збору врожаю і може бути видалений різними механічними обробками або стратифікацією. Вторинний спокій виникає тоді, коли насіння все ще не проростає після холодної обробки та потребує хімічної обробки. Відбувається реверсія спокою коли

стратифіковане насіння повторно сушать перед його сівбою [149]. Природній спокій розділяється на екзогенний, ендогенний і комбінований. Екзогенний спокій визначається різними властивостями насінневої оболонки або оплодня. Ендогенний – завжди пов'язаний з станом зародка. Комбінований – викликається поєднанням причин, що притаманні для екзогенного і ендогенного спокою [150]. Вченими США виявлено, що навколишні структури насінини (захисна оболонка – оплодень) проса прутоподібного виступали в якості бар'єрів для регулювання надходження кисню до зародка, що і є причиною низької схожості [151]. Дослідженнями Є. В. Войненко [152] виявлено, що строки збирання впливають на якість насіння. Так, оптимальні строки збирання насіння при яких схожість була найвища, це суцільне 100 % побуріння рослин. Середня схожість яких становить 10 %. При збиранні насіння рослин побуріння яких становить 50 %, одержали найнижчу схожість насіння 6-7 %.

1.4.2. Способи зниження біологічного стану спокою насіння

Біологічний спокій насіння спостерігається у рослин самих різноманітних географічних зон, для його зниження існує різні способи. Стан спокою насіння культур можна порушити різними способами, але всі вони ґрунтуються на створенні стресових умов в період його проростання, про що свідчать численні дослідження як за кордоном, так і в нашій країні.

Для порушення стану спокою насіння овочевих і квіткових культур та свіжозібране насіння пшениці озимої попереднє охолоджують за температури 5–10 °С, насіння тропічних та субтропічних культур – попереднє прогривають [153]. Стан спокою насіння деяких видів, яке не проростає зразу після збирання, долають його прогривання упродовж 1-7 діб за температури 30-35 °С [154]. Насіння окремих видів рослин пророщують на субстраті зволоженому 0,2 % розчином нітрату калію (KNO_3) або розчином гіберлінової кислоти [155]. Якщо на насінні є речовини інгібруючі його проростання або насіння з твердою оболонкою, то його замочують [153,156].

Стадію спокою можна призупинити наступними шляхами: а) у повітряно-сухому стані; б) в набухломому насінні за низької або перемінної температури; в) під дією світла або темноти; г) під дією різних екологічних факторів; д) після дозрівання насіння. Насіння багатьох видів виходить з стану спокою лише після дії низьких температур (0-6 С) упродовж декількох тижнів або місяців, що сприяє швидшому проростанню. Більшість способів порушення стану спокою ґрунтується на створенні стресових умов в період проростання насіння або ж до початку його проростання: низькими або перемінними температурами; дією світла або темноти; дією різних екологічних факторів; після дозрівання зародку [157]. Зниження стану спокою і, відповідно – підвищення інтенсивності проростання насіння свічграсу можливе механічними способами – проведенням скарифікації [158], сортуванням за аеродинамічними властивостями [159] та питомою масою [160].

Зменшення стану спокою можливо застосуванням такого прийому, як стратифікація – це техніка зволоження та охолодження насіння для зменшення стану його спокою. Цей процес вимагає зберігання насіння у прохолодному вологому середовищі протягом 14 діб до сівби. Хоча цей процес дійсно збільшує проростання насіння повинні залишатися вологими при сівбі [161].

З метою підвищення інтенсивності проростання та росту проростків вивчали різні способи: обробку насіння, закалювання його, зволоження, застосування регуляторів росту та обробку його сухим теплом [162]. Стан спокою насіння можна знизити за допомогою хімічної скарифікації, що займає не багато часу порівняно з попереднім охолодженням. Обробка насіння упродовж 15 хвилин 1,5 моль L1 розчином хлоретанолу забезпечила підвищення схожості сорту Аламо від 50 % у необробленому контролі до 87% [163]. Обробка насіння 5,25 % гіпохлоридом натрію упродовж 15 хвилин або в Mn_2SO_4 упродовж 10 хвилин забезпечувало достовірне підвищення енергії проростання насіння свічграсу [164]. Але, незважаючи на позитивні результати, цей спосіб не рекомендовано для промислового використання

через його токсичність [165].

Одним з найпоширеніших методів обробки насіння з метою підвищення його схожості є охолодження насіння за нижчої температури протягом заданого періоду часу, як правило, насіння зберігається при 4 °С приблизно 14 діб. Цей процес був розроблений для дзеркального відображення умови в природному середовищі. За цього способу найінтенсивніше насіння проростає порівняно з іншими способами в т.ч. застосування вологи. Замочування насіння в гібереліновій кислоті викликають вивільнення протеолітичного і гідролітичні ферментів, які забезпечують насіння поживними речовинами; що також може викликати зниження стану спокою [3]. Дослідженнями Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків встановлено, що найінтенсивніше проростало насіння за постійної температури пророщування 20 °С після попереднього його охолодження упродовж 14 діб за пониженої температури 10 °С, що забезпечило зниження стану спокою насіння і підвищення інтенсивності його проростання на 10-у добу з 15 до 61 % [166]. Попереднє охолодження насіння проводять за температури -2 -3 °С з наступним його замочування композицією мікроелементів: цинк 0,05% (0,7 л/кг насіння), марганець 0,05 % (0,7 л/кг), кобальт 0,05 % (0,7 л/кг), бор 0,01 % (0,5 л/кг), молібден 0,01 % (0,5 л/кг) + вода 3 л/кг упродовж 24 годин. Після просушування насіння пророщують за температури +8...+10 °С, забезпечувало підвищення його інтенсивності проростання [167].

Зниження стану спокою та підвищення схожості насіння можливо за його зберігання упродовж певного терміну. Продовження терміну післязбирального дозрівання упродовж року або більше зберігання в теплих або прохолодних умовах чи проведення стратифікації значно підвищує його схожість. За тривалого зберігання стимулюється дозрівання насіння в результаті чого розм'якшуються шари насінневої оболонки, прискорюються біохімічні процеси в зародку, що сприяє швидкому і дружному його проростанню. Вивчали питання підбору температури пророщування та

застосування хімічних препаратів з метою прискорення пробудження насіння [168]. За даними Parrish, D. та Fike J. H. [105] зберігання насіння упродовж одного року також сприяє підвищенню його схожості. За даними Рожко І. І., Дьоміна Д. Г., Кулика М. І. [44] протягом перших двох років зберігання насіння відмічено незначне підвищення його схожості, а з третього року зберігання крупного насіння значне підвищення цього показника, особливо у сортів Кейв-ін-рок, Форесбург і Морозко. Достовірно нижча була схожість дрібного насіння незалежно від сортів.

Неглибокий фізіологічний стан спокою може зникати за сухого зберігання насіння, термін якого у різних видів знаходиться від декількох діб до 5-12 місяців. Так, схожість крупного насіння проса прутоподібного, яке вирощене на маргінальних землях за зберігання упродовж трьох років збільшилася з 18,7 % до 35,3 %, упродовж п'яти років зберігання – до 47,9 %; вирощеного на родючих ґрунтах, відповідно – з 14,3 % до 43 % та 61 %. Термін післязбирального досягання насіння, вирощеного на маргінальних ґрунтах більш подовжений, ніж у того, що вирощене на родючих ґрунтах [169]. Порушення фізіологічного стану спокою насіння можливе під дією низьких температур [150]. За даними Кулик М.І., Рожко І.І. [126] термін післязбирального досягання насіння проса прутоподібного можливо зменшити шляхом зберігання його упродовж трьох і більше років у приміщеннях з температурою 18 °С. На термін післязбирального досягання насіння впливає також його маса 1000 штук – у важчого насіння швидше настає післязбиральне досягання та підвищується схожість, ніж у менш крупного, що зумовлено з пристосувальними реакціями на несприятливі умови вирощування материнських рослин.

Стан спокою можна знизити шляхом застосування способу, розробленого в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків, який включає відбір насіння за питомою масою та стратифікацію. Відбір проводять в сольовому розчині зі збільшеною кількістю на 7-12 % ендосперм з підвищеним потенціалом проростання з наступною скарифікацією –

пошкодженням насіннєвих оболонок в абразивному середовищі шляхом пропускання насіння з регульованою швидкістю та часом обертання 15-30 сек. барабана з наждачним папером із забезпеченням доступу вологи до ендосперму з поживними речовинами з отриманням лабораторної на 10 %, польової схожості на 5,6 % та з подальшою стратифікацією – швидким пробудженням насіння з глибокого стану спокою при позитивних температурах за наявності вологи в повітряному середовищі з скороченням строку післязбирального дозрівання [170].

Рослинні гормони є важливими регуляторами росту ініціювання проростання насіння [171]. На тривалість спокою впливають хімічні речовини як ендогенного, так і екзогенного походження. Ендогенними хімічними речовинами є фітогормони. Проростання насіння регулюється фітогормонами, які розглядаються не як стимулятори, а як регулятори процесів росту. Залежно від концентрації, об'єкта та умов той або інший гормон може виявляти свою дію або як прискорювач, або як інгібітор росту. Із гормонів, що синтезуються в рослині, найбільш поширені гібереліни, цитокиніни, етилен, абсцизова кислота та етилен [172].

Проводилися дослідження з фізичного обробітку насіння електромагнітними хвилями, магнітними полями, ультразвуком та іонізуючим випромінюванням, які мали свої переваги, порівняно з хімічними способами. Ефективним способом підвищення якості насіння є «Праймінг» – тимчасова активація зародка, що включає антиоксидантні функції і процеси репарації ДНК [173].

Замочуванням насіння в хімічних розчинах можна зменшити стан спокою. Наприклад насіння *Zoysia japonica Steud.* покрите кремнієм і віском, що перешкоджає надходженню води та кисню і призводить до зниження його схожості. З'ясовано, що замочування його в 30 % розчині ацетону на 20 хвилин, або 60 % розчині сірчаної кислоти на 5 хвилин, або 20 % розчині хлористого натрію на 20 хвили забезпечило підвищення схожості насіння, відповідно – до 90, 92 та 91 % [174]. Замочування насіння зойсії японської

(*Zoysia japonica Steud.*) в 7-10 % розчинах NaOH та KOH упродовж 15 хвилин збільшує його інтенсивність проростання [175].

За даними Мандровської С. М. [176] замочування насіння сорту Кейв-ін-рок перед сівбою в розчині мікродобрих Аватар та Рост концентрат забезпечило підвищення енергії проростання на 8-9 %, лабораторної схожості на 14-15 % порівняно з контролем – без замочування насіння в мікродобривах.

За даними Опалка А. І. та Сержука О. П. [177] стратифіковане і скарифіковане дозріле насіння глоду врожаю 2007 р. було висіяне весною 2008 р. і перші сходи з'явилися у 2010 р. з невеликою перевагою варіантів з механічною скарифікацією (5 %) і теплою стратифікацією (4,7 %). Після скарифікації висіяне насіння краще вбирає воду, швидше набухає і інтенсивніше проростає [178]. На думку А. J. Smart та L. E. Moser [179] термін біологічного спокою насіння можна зменшити шляхом ранньовесняного його висіву в вологий і не прогрітий ґрунт.

Встановлено взаємозв'язок між тепловими властивостями і процесом, за якого насіння стає життєздатними. Для цього використовували колону заповнену ґрунтом і дві групи насіння, яке розміщували на двох рівнях висоти всередині колони [143].

Для розроблення способів прискореного пророщування насіння проса прутоподібного необхідно продовжити вивчення природи спокою насіння з метою з'ясування можливостей управління цим явищем і вдосконалення технологій отримання достатньої кількості високосхожого насіння.

Висновки до розділу 1

1. Як у світі, так і в Україні зі зменшенням поширених енергоносіїв – нафтопродуктів та природного газу все більше уваги приділяється пошуку та виробництву альтернативних джерел енергії, які можуть зменшити залежність держав від традиційних видів палива з мінімальними впливом на довкілля та ризиком техногенних катастроф.

2. Вагомою альтернативою традиційному пальному на сьогодні є

біопаливо. Найперспективнішими видами біоенергетики є використання біомаси рослинного походження – фітоенергетика. На сьогодні більшість біоенергетичних культур – це рослини типів C_3 та C_4 . Практичний інтерес для виготовлення біопалива із фітомаси представляють такі рослини як цукрові буряки, просо прутоподібне (свічграс), цукрове сорго, міскантус, верба та тополя. Енергетичні рослини цінні великим урожаєм і невибагливістю до умов вирощування.

3. Однією з найперспективніших багаторічних рослин для виробництва біопалива є просо прутоподібне – свічграс (*Panicum virgatum* L.). Основними перевагами якої є відносно високий урожай, низька потреба у воді та підживленні, надійна продуктивність у широкому географічному ареалі, зменшення ерозії ґрунту, поглинання вуглецю та покращення середовища існування дикої природи.

4. Численними дослідженнями встановлено, що за своїми біологічними особливостями та продуктивними властивостями просо прутоподібне (свічграс) може вирощуватися в умовах України, оскільки ґрунтово-кліматичні чинники забезпечують оптимальні умови для росту та розвитку рослин і формування високого врожаю біосировини.

5. Просо прутоподібне розмножується насінням але одним з головних стримуючих факторів широкого впровадження проса прутоподібного у виробництво є низька схожість насіння, яка зумовлена біологічними властивостями сортів та великим його станом спокою, що призводить до низької польової схожості та отримання нерівномірних сходів і, відповідно – до зниження продуктивності культури.

6. Способів зниження біологічного спокою насіння в літературі описано багато і переважно інших культур, але більшість з них не мають експериментального підтвердження і є лише як припущення, тому дослідження причин стану спокою насіння проса прутоподібного та розроблення способів його зниження як в процесі вирощування, так і за передпосівної підготовки є актуальним, що і було метою наших досліджень.

РОЗДІЛ 2

ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Програма та методика проведення досліджень

Програмою досліджень передбачено вивчення закономірностей формування якості та урожайності насіння проса прутоподібного залежно від сортових особливостей, елементів технології та розробка способу визначення лабораторної схожості насіння, підвищення його якості за вирощування та передпосівної підготовки, які забезпечать зниження біологічного спокою насіння і, відповідно – підвищення його схожості.

Дослідження проводили в умовах нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу (Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН дослідне поле та Ялтушківська ДСС ІБКіЦБ НААН), в умовах недостатнього зволоження Лівобережного Лісостепу (Веселоподолянської дослідно-селекційних станціях ІБКіЦБ НААН) упродовж 2018-2023 рр. і в зрошуваних умовах Степу України в Херсонській області (Інституті кліматично орієнтованого сільського господарства НААН) упродовж 2021-2023 рр. Дослідження проводили з сортозразками різних груп стиглості: дуже ранні (Dacotah), ранньостиглі (Forestburg), середньоранні (Nebraska, Sunburst), пізні (Carthage), середньопізні (Cave-in-rock, Alamo) та дуже пізній (Kanlow). Для виконання програми досліджень було проведено 20 дослідів з вивчення біологічних особливостей формування урожаю, якості насіння та продуктивності культури, впливу умов зберігання насіння та передпосівної його підготовки з метою підвищення урожаю і якості насіння як за його вирощування, так і за передпосівної підготовки.

І. Досліди із з'ясування чинників, що впливають на насінневу продуктивність проса прутоподібного

Метою досліджень було визначення оптимальних умов для проростання насіння – вологості ложе для пророщування, температури пророщування та його терміну, а також особливостей формування чоловічого (пилкових зерен) та жіночого (зародкового мішка) гаметофітів.

Дослід 1. Виявити інтенсивність проростання насіння залежно від умов його пророщування.

Висіяне на вологий субстрат (фільтрувальний папір) насіння витримували за температури 10 °С протягом 4, 7 та 14 діб після чого переставляли у термостат для пророщування за температури 20 °С. Період попереднього охолодження не входив у термін визначення енергії проростання та схожості. Підрахунки пророслого насіння проводили лише при його пророщування за перемінної і постійної температури 20 °С на 10 (енергія проростання) та 15 (схожість) добу.

Схема дослідів

Варіант	
температура пророщування (фактор А)	термін охолодження, діб за температури 10 °С (фактор Б)
За постійної температури, 20 °С	Без охолодження, контроль
	4
	7
	14
За перемінної температури: 10 °С – 8 годин, за 20 °С 16 годин	Без охолодження, контроль
	4
	7
	14

Дослід 2. З'ясувати процеси формування генеративних органів насінників залежно від сортових особливостей та умов вирощування проса прутноподібного

Схема дослідів

1. Розмір пилкових зерен та їх життєздатність залежно від сортових особливостей свічграсу та погодних умов у фазу цвітіння.

2. Формування зародкового мішка на 28 добу після початку цвітіння (довжина та ширина зародкового мішка і власне насінини, їх співвідношення

у 10-ти кратній повторності).

Дослідження проводили з чотирма сортами проса прутоподібного різних груп стиглості, різного походження та плоїдності: середньопізні: тетраплоїдний сорт – Морозко (Україна), октаплоїдний сортозразок Кейв-ін-рок (Південний Іллінойс, США) та тетраплоїдні: середньої стиглості Самбурст (Південна Дакота, США) і дуже пізній Амало (Південний Техас, США).

Пилок відбирали в період масового цвітіння культури з 11 до 13 години. Аналіз пилку проводили на наступну добу після його відбирання.

Дослід 3. Визначення впливу вологості ложе для пророщування насіння проса прутоподібного на його схожість

Схема досліду

Зволоження ложа для пророщування насіння водою в кількості 15, 20, 25, 30 та 35 мл на одну ростильню.

Пророщування насіння в термостаті за температури 20 °С без попереднього охолодження. Визначали кількість насіння, що проросло на 4-у, 8-у, 10-у (енергія проростання) та 15-у (схожість) добу.

Дослідження проводили з насінням чотирьох сортів різних груп стиглості: сортозразки американського походження Forestburg – середньоранній, Cave-in-rock – середньопізній, Alamo – середньопізній та сорт українського походження Морозко середньопізній. Насіння вирощене в зоні нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України в умовах Ялтушківської дослідно-селекційної станції.

II. Досліди з визначення якості насіння залежно від біологічних особливостей культури

Досліджували закономірності формування урожаю і якості насіння залежно від сортових особливостей, року вегетації рослин, груп стиглості сортозразків, місця формування насіння на рослині, елементів технології вирощування та погодних умов упродовж вегетації. Дослідження проводили

в умовах нестійкого зволоження Західного Лісостепу, упродовж 2018-2023 рр. (Ялтушківської дослідно-селекційної станції).

Дослід 4. Дослідити урожайність та якість насіння залежно від місяця його розміщення на стеблах

Дослідження проводили в умовах нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу на дослідному полі Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків упродовж 2018-2022 рр. і в умовах Ялтушківської дослідно-селекційної станції упродовж 2020-2023 рр. та недостатнього зволоження Лівобережного Лісостепу, упродовж 2022-2023 рр. (Веселоподолянська ДСС).

Схема дослідів

Варіант		
сортозразок	ярусність волоті	рослини
Санбурст	Волоть першого ярусу	5-10
	Волоть другого ярусу	5-10
	Волоть третього ярусу	5-10
Кейв-ін-Рок	Волоть першого ярусу	5-10
	Волоть другого ярусу	5-10
	Волоть третього ярусу	5-10

Насіння відбирали з волотей, розміщених на 1, 2 та 3 ярусах. Волоть першого ярусу розміщені на найбільш розвинутих стеблах, за висотою вони найбільші; волоті другого ярусу – на менш розвинутих стеблах, які нижчі по висоті, а третього – ще нижчі.

Дослід 5. Якість насіння залежно від сортових особливостей та груп стиглості.

Усі сортозразки тетраплоїдні ($2n=4x=36$ хромосоми), крім Кейв-ін-рок та Картадж, які октаплоїдні ($2n=8x=72$ хромосоми).

Схема дослідів

Варіант	
група стиглості	Сортозразок/сорт*
Дуже ранній	Дакота
Середньоранній	Форестбург, Небраска, Санбурст
Середньопізній	Кейв-ін-рок, *Морозко, Аламо
Пізній	Картадж, Шавні, *Ліберті
Дуже пізній	Канлоу, Інденпенденс, *Лядівське

Дослід 6. Дослідити вплив терміну вегетації проса прутоподібного на його схожість.

Схема дослідю

Щорічно насіння збирали з рослин, які висіяні в: 2009, 2011, 2012, 2014, 2015 та 2016 рр. Дослідження проводили з сортозразком Кейв-ін-рок.

Загальний стан дослідних ділянок проса прутоподібного показано на рис. 2.1.



Рис. 2.1. Дослідні ділянки проса прутоподібного

Дослід 7. Дослідити особливості формування урожайності і якості насіння залежно від елементів технології в зрошуваних умовах і без зрошення. Дослідження проводили в умовах Степу України Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства (ІКОСГ) за схемою:

Схема досліду

№ варіанту	Умови вирощування	Ширина міжряддя, см	Підживлення
1.	Без зрошення - контроль	45	Без підживлення
2.		45	N ₄₅ у фазу виходу в трубку
3.		60	Без підживлення
4.		60	N ₄₅ у фазу виходу в трубку
5.	Зрошення, вологість ґрунту за всіх фаз росту і розвитку 60 % НВ	45	Без підживлення
6.		45	N ₄₅ у фазу виходу в трубку
7.		60	Без підживлення
8.		60	N ₄₅ у фазу виходу в трубку
9.	Зрошення, вологість ґрунту до закінчення фази цвітіння 60 % НВ; зрошення припиняють після закінчення фази цвітіння.	45	Без підживлення
10.		45	N ₄₅ у фазу виходу в трубку
11.		60	Без підживлення
12.		60	N ₄₅ у фазу виходу в трубку

Схемою передбачено комплексне застосування зрошення, ширини міжрядь та удобрення. Особливості формування урожаю та якості насіння проса прутоподібного в умовах зрошення і на богарі – без зрошення вітчизняного сорту Морозко проведені в Інституті кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, Херсонської обл.

Позакореневе підживлення проводили через два-три тижні від початку вегетації рослин аміачною селітрою з розрахунку 45 кг/га діючої речовини. Попередник – люцерна. Площа облікової ділянки 15 м², повторність

трьохразова. Розташування варіантів у досліді проведено методом рендомізації та систематично. Багатофакторний дослід закладено методом розщеплених ділянок.

III. Досліди спрямовані на розробку способів підвищення якості насіння

Метою досліджень було визначити оптимальні способи підвищення якості насіння як за його вирощування, так і за передпосівної підготовки. Вагомими чинниками впливу на якість насіння є строки його збирання, скарифікація та стратифікація насіння за передпосівної підготовки.

Дослід 8. Визначити якість насіння проса прутоподібного залежно від строків його збирання та післязбирального дозрівання.

Схема дослідів

Варіант	
дозрівання насіння (фактор А)	строк збирання насіння – побуріння росних, % (фактор Б)
Обмолоченого відразу після скошування рослин (прямий спосіб збирання)	50
	75
	100
На рослинах після їх скошування (роздільний спосіб збирання)	50
	75
	100

Схемою дослідів передбачено збирання насіння в три строки з дозріванням і підсушуванням насіння на скошених рослинах (роздільний спосіб збирання) та з дозріванням і підсушуванням обмолоченого насіння відразу після скошування рослин (прямий спосіб збирання). Для визначення впливу ефективності дозрівання насіння відбирали зразки насіння відразу обмолочене після скошування насінників і обмолочене після підсушування його на скошених рослинах. У кожному варіанті відбирають по 20 рослин, з 10 рослин насіння обмолочують зразу, а на 10 скошених рослинах дозрівання

насіння проходить у снопі і після висихання також обмолочують.

Повторність – десятиразова (по десять рослин кожного варіанту і повторень). У основу цього досліді покладено гіпотезу про те, що упродовж підсушування насіння на скошених рослинах проходить відтік поживних речовин від рослин до насіння, що може сприяти підвищенню його інтенсивності проростання. Дослід проводили в умовах Ялтушківської ДСС правобережного Лісостепу України з сортозразком Кей-ін-рок та Інституті кліматично орієнтованого сільського господарства НААН в умовах Степу з сортом Морозко.

Дослід 9. Дослідити вплив скарифікації (шліфування) насіння на його інтенсивність проростання.

Для досліді використовували насіння різних років вегетації але одного року врожаю. Скарифікацію проводили в лабораторних умовах, створюючи абразивну поверхню з використанням наждачного паперу і перетирання насіння на такому папері забезпечує пошкодження твердої частини оболонки насінини, яка є перешкодою для надходження до зародка води та кисню.

Схема досліді 1

Варіант	
рік вегетації	видалено оболонки оплодня, %
4-й	Контроль, без скарифікації
	1,0-5,0
	Більше 10
7-й	Контроль, без скарифікації
	1,0-5,0
	Більше 10
10-й	Контроль, без скарифікації
	1,0-5,0
	Більше 10

Дослід 10. Ефективність скарифікації залежно від сортових особливостей

Скарифікацію насіння проводили двох сортів різних груп стиглості середньо-пізньостиглий Кейв-ін-рок та середньоранньостиглий Санбурст на спеціальному обладнанні, де насіння активно перемішується між двома абразивними поверхнями, при цьому відбувається його самошліфування за рахунок тертя одне об одне, а також частково по абразивній поверхні. Після скарифікації насіння очищали від пилу на аеродинамічній аспіраційній колонці та зважували.

Схема досліду 2

Варіант		
сортосразки, група стиглості	схожість насіння, %	скарифікація
Кейв-ін-рок, середньопізній	25-35	Контроль
		Скарифікація
	36-59	Контроль
		Скарифікація
	Більше 60	Контроль
		Скарифікація
Санбурст, середньоранній	25-35	Контроль
		Скарифікація
	36-59	Контроль
		Скарифікація
	Більше 60	Контроль
		Скарифікація

Для досліду використовували насіння, зібране з волотей першого ярусу з різною схожістю: від низької 25-35 % до високої – більше 60 %.

Для цього відбирали по 2 г насіння для кожного варіанту в 4-кратній повторності 3-5 сортів (повторень) проса прутоподібного. Точність зважування до скарифікації і після цього прийому до 0,001 г.

IV. Досліди з встановлення впливу умов та терміну зберігання насіння на його якість

Досліджували вплив строків зберігання насіння залежно від сортових

особливостей, маси насіння, року вегетації проса прутіподібного та умов зберігання – вологості насіння та температурного режиму за зберігання.

Дослід 11. Мінливість схожості каліброваного насіння проса прутіподібного за масою 1000 насінин залежно від терміну, сортових особливостей та умов його зберігання.

Схема дослідів

Умови зберігання	Сорто-зразки	Маса 1000 насінин, г	Умови зберігання	Сорт	Маса 1000 насінин, г
За кімнатної температури. 19-22 °С	Морозко	1,8	За температури 5-7 °С	Морозко	1,8
		1,5			1,5
		1,2			1,2
	Дакота	1,6		Дакота	1,6
		1,5			1,5
		1,3			1,3
	Кейв-ін-рок	1,8		Кейв-ін-рок	1,8
		1,6			1,6
		0,6			0,6

Дослідження проводили з каліброваним насінням з різною масою 1000 насінин трьох сортів вітчизняної селекції: середньопізній Морозко, та американського походження ранньостиглий Дакота і середньопізній Кейв-ін-рок, урожаю 2020 р. Насіння зберігали в поліетиленових герметичних пакетах за температури повітря 18-20 °С (в кімнаті лабораторії) та 5-7 °С (в холодильній камері).

Періодично визначали енергію проростання (на 10 добу) та схожість (на 15 добу) насіння, пророщували його за постійної температури 20 °С з попереднім його охолодженням згідно з методикою Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків.

Дослід 12. Мінливість схожості не каліброваного насіння проса

прутоподібного залежно від терміну та умов його зберігання різних років вегетації.

Для дослідю використовували насіння після первинної очистки – від дрібних та крупних домішок і пилу, калібрування його не проводили.

Схема дослідю

Дослід закладено з насінням урожаю 2018 р. різних років вегетації 2009 (10-й рік), 2011 (8-й рік), 2012 (7-й рік), 2014 (5-й рік), 2015 (4-й рік) та 2016 (3-й рік).

Облік енергії проростання і схожості здійснювали в наступні роки:

1. У рік збирання урожаю – кінець жовтня 2018 р.
2. Вересень-жовтень 2019 р. (перший рік зберігання).
3. Вересень-жовтень 2020 р. (другий рік).
4. Вересень-жовтень 2021 р. (третій рік).
5. Вересень-жовтень 2022 р. (четвертий рік).
6. Вересень-жовтень 2023 р. (п'ятий рік).

Для кожного варіанту відбирали по 100 г насіння, яке зберігали в поліетиленових герметичних пакетах за температури повітря 18-20 °С (в кімнаті лабораторії). Якість насіння визначали щорічно в кінці жовтня. Енергію проростання (на 10 добу) та схожості (на 15 добу) визначали за постійної температури 20 °С без попереднього охолодження та з попереднім його охолодженням на вологому субстраті за температури 10 °С упродовж 7 діб.

Дослід 13. Зміна якості насіння проса прутоподібного залежно від сортових особливостей та умов зберігання – температури та вологості насіння

Згідно з гіпотезою одним з способів зниження стану спокою насіння проса прутоподібного (свічграсу) у виробничих умовах може бути висів його восени – в листопаді або грудні, воно взимку перебуває в холодних і вологих умовах, що призводить до зниження стану спокою, а навесні за прогрівання ґрунту на глибині сівби, насіння інтенсивніше буде проростати, але при цьому норму висіву насіння доцільно збільшувати. Тому в лабораторних

умовах був змодельований трьох-факторний дослід схемою якого передбачено створення різних умов, які бувають в польових умовах, а саме: зберігання вологого насіння за температури 5-7 °С (за ранньої сівби в польових умовах) та 20 °С (за пізніших строків сівби, коли ґрунт добре прогрітий), його пророщування за постійної температури 20 °С з попереднім охолодженням (за умови, що після сівби в полі будуть понижені температури – холодна пізня весна) та без нього (після сівби в полі рання і тепла весна).

Схема дослідів

Сортозразки та група стиглості (фактор А)	Умови зберігання (фактор В)
Кейв-ін-рок, середньопізній	Контроль без обробки, вологість 9 %, зберігання при t = 18-20 °С
	Вологість насіння 26 %, зберігання при t = 5-7 °С
	Вологість насіння 26 %, зберігання при t = 18-20 °С
Дакота, дуже ранній	Контроль без обробки, вологість 9 %, зберігання при t = 18-20 °С
	Вологість насіння 26 %, зберігання при t = 5-7 °С
	Вологість насіння 26 %, зберігання при t = 18-20 °С

Енергію проростання і схожість насіння визначали за постійної температури 20 °С без попереднього його охолодження та з попереднім охолодженням. Перед пророщуванням насіння підсушували до сипучого стану. Для дослідів використано насіння двох тетраплоїдних, височинних сортів різних груп стиглості.

V. Дослідження з передпосівної підготовки насіння

З метою підвищення посівних якостей насіння досліджували різні режими його сортування за аеродинамічними властивостями на аспіраційній пневматичній колонці та питомою масою на пневматичному столі для розроблення оптимальних режимів сортування у виробничих умовах.

Дослід 14. Визначити фізичні та біологічні властивості насіння проса

прутоподібного залежно від сортування його за аеродинамічними властивостями та розробити спосіб покращення якості насіння. Сортування насіння проса прутоподібного проводили на лабораторній аеродинамічній колонці фірми "Петкус" за швидкості повітря в аспіраційному каналі колонки від 5,6 до 9,5 м/сек.

Схема досліду

1. Контроль – без сортування.
2. Режим 1 – швидкість повітря в аспіраційній колонці 5,6 м/сек. (у відходи надходить 5-10 % насіння).
3. Режим 2 – швидкість повітря в аспіраційній колонці 6,0-7,0 м/сек. (у відходи надходить 8-9 % насіння).
4. Режим 3 – швидкість повітря в аспіраційній колонці 7,0-7,5 м/сек. (у відходи надходить 15-20 % насіння).
5. Режим 4 – швидкість повітря в аспіраційній колонці 7,6-8,5 м/сек. (у відходи надходить 25,0-30,0 % насіння).
6. Режим 5 – швидкість повітря в аспіраційній колонці 8,6-9,5 м/сек. (у відходи надходить більше 40 % насіння).

Для досліду використали насіння проса прутоподібного (свічграсу) урожаю 2019-2020 рр.

Дослід 15. Визначити фізичні та біологічні властивості насіння проса прутоподібного залежно від сортування його за питомою масою.

Схема досліду

Сортування насіння на пневмостолі проводили з поздовжнім кут $2,5^{\circ}$, поперечним $0,5^{\circ}$, частота коливань робочої поверхні 425, 435 та 440 за хвилину. Насіння відбирають з позицій пневмостолу 1, 2, 3, 4 та 5.

Енергію проростання, схожість, масу 1000 насінини та вихід якісного насіння визначали, з кожної позиції пневмостолу. Сорт Морозко.

Дослід 16. Визначити фізичні та біологічні властивості насіння проса прутоподібного залежно від сортування його за сукупністю ознак – питомою масою та аеродинамічними властивостями.

Схема досліду

Передбачено сортування насіння за питомою масою + сортування за аеродинамічними властивостями.

З пневматичного сортувального стола відбирали високосхоже насіння з позицій 1-2, а насіння з позицій 3-5 направляли на повторне сортування за аеродинамічними властивостями.

Режим роботи пневмостола: поздовжній кут $1,5^{\circ}$, поперечний $0,5^{\circ}$, частота коливань робочої поверхні 486 за хв., сортування за аеродинамічними властивостями проводили за швидкості повітря в аспіраційному каналі 7,7 м/сек.

Визначали енергію проростання, схожість насіння, його масу 1000 штук та вихід підготовленого насіння і кількість насіння, що потрапляло у відхід.

VI. Оцінка сортозразків за якістю насіння та урожайністю наземної біомаси проса прутоподібного

Метою дослідження було визначити сорти в яких поєднується висока продуктивність сухої біомаси з високою якістю насіння, що забезпечить отримання якісного насіння для сівби промислових посівів та високу продуктивність культури за вирощування культури для отримання біопалива.

Дослід 17. Урожайність вегетативної біомаси залежно від сортових особливостей, умов вирощування та строку вегетації.

Для визначення сортів в яких поєднуються вихід сухої біомаси та якість насіння схемою передбачено визначення урожайності біомаси сортозразків різних груп стиглості: дуже ранній – Дакота, середньоранній – Самбурст, середньопізній – Кейв-ін-рок, Морозко, Аламо, пізній – Шавні, Ліберті, дуже пізні – Інденпенденс, Канлоу, Лядівське.

Дослід 18. Продуктивність біомаси проса прутоподібного залежно від року його вегетації. Роки сівби культури: 2009, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016.

Обліки та спостереження

В лабораторних умовах визначали:

1. Відбір середніх проб насіння та масу 1000 насінин визначали згідно з чинним ДСТУ [179].

2. Енергію проростання та схожість насіння визначали згідно з методикою Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН [180].

3. Розміри пилку, зародка та насінини визначали за методикою Г. І. Ярмолук і Е. І. Ширяєвої [181]. Пилок відбирали в період масового цвітіння культури з 11 до 13 години. Аналіз його проводили на наступну добу після відбирання. Насіння для визначення розмірів зародка і насіння, їх співвідношення відбирали через 28 діб від початку цвітіння.

4. Ступінь скарифікації – зважуванням насіння до «шліфування» та після нього.

У польових умовах визначали:

1. У динаміці вологості ґрунту на глибині 0-50 см. пошарово (0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50 см) в основні фази розвитку насінників – повні сходи, кущіння, вихід в трубку, викидання волоті, цвітіння та дозрівання насіння [182].

2. Динаміку появи сходів (від перших поодиноких сходів до фази повних сходів) за методикою ІБКіЦБ [183].

3. За визначення фенологічних спостережень відмічали початок фази (коли до неї вступило 10–15 % рослин) і повну фазу (70–75 % рослин) та тривалість кожної фази.

Фенологічні спостереження (поява сходів – відновлення весняної вегетації, фази: повних сходів, кущіння, вихід в трубку, викидання волоті, початок цвітіння та масове цвітіння, дозрівання насіння за якого збирають насіння (75-100 % рослин мали побурівшу волоть), побуріння рослин – закінчення вегетації), визначення тривалості вегетаційного періоду та визначити яку кількість тепла необхідно для початку настання цих фаз росту і розвитку – суму ефективних температур (більше 5 °С) [183].

4. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) розраховували як відношення суми опадів за період, що досліджується, до суми активних температур більше 10 °С за

той же період, зменшене в 10 разів.

5. Густоту рослин, визначали два рази за вегетацію – перший раз у фазу повних сходів, другий раз – перед збиранням врожаю на одних і тих самих площадках, які виділяли після появи повних сходів по 3–4 по діагоналі повторення, площею за міжряддя 45 см $1,35 \text{ м}^2$ (0,45 м * 3 рядка * 1 м), за міжряддя 70 см $2,2 \text{ м}^2$ (0,70 м * 3 рядка * 1 м) на кожному повторенні.

6. Польову схожість насіння розраховували з врахуванням кількості висіяного насіння та отриманих сходів у фазу повних сходів.

7. Біометричні показники: висота рослин, кількість стебел, довжина волоті, їх кількість та перед збиранням кількість насіння в одній волоті – визначали на постійно закріплених 25-50 рослинах в 3-4 –х кратній повторності.

8. Пошкодження рослин шкідниками (вказати якими і ступінь пошкодження) та ураження хворобами (розвиток хвороб та поширення хвороб).

9. Урожайність насіння – визначали шляхом зважуванням по ділянках з кожного повторення або на пробних закріплених ділянках на яких визначали густоту рослин.

10. Вихід підготовленого насіння після очищення та калібрування визначали вимірювально-ваговим способом.

11. Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали методами дисперсійного і кореляційного аналізів за методом Фішера [185] з використанням комп'ютерної програми Statistica 6.0 від StatSoft та методичних рекомендацій [186].

12. Економічну ефективність визначали згідно з рекомендаціями використання НДР і ДКР в сільському господарстві [187].

2.2. Характеристика вихідного матеріалу

Дослідження проводили з рослинами і насінням наступних сортів проса прутоподібного вітчизняної та зарубіжної селекції як тетраплоїдними ($2n = 4x = 36$ хромосоми), так і октаплоїдними ($2n = 8x = 72$ хромосоми):

Сорти української селекції:

- Морозко, оригінатор Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (Україна). Середньопізній, тетраплоїдний сорт. Урожайність насіння 0,2 т/га, сирої маси 23 т/га, сухої речовини 17 т/га. Вихід енергії 255 ГДж/га. Занесений до Реєстру рослин в 2015 р.

- Лядівське, Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (Україна). Дуже пізній, тетраплоїдний сорт. Урожайність насіння 0,2 т/га, сирої маси 28 т/га, сухої речовини 18 т/га. Вихід енергії 301 ГДж/га.

Сортозразки зарубіжної селекції [187]:

- Дакота (Dacotah), тетраплоїд. Центр рослинних матеріалів. Служба охорони ґрунтів, Бісмарк, Північна Дакота; Північна Дакота та Міннесота, сільськогосподарські ДС (США). Дуже ранній, тетраплоїдний сортозразок.

- Форестбург (Forestburg), тетраплоїд. Центр рослинних матеріалів. Служба охорони ґрунтів, Бісмарк, Північна Дакота; Північна Дакота та Міннесота, сільськогосподарські ДС (США). Середньоранньостиглий, тетраплоїдний сортозразок.

- Небраска (Nebraska). Центр рослинних матеріалів. Небраська сільськогосподарська дослідна станція (США). Середньоранній, тетраплоїдний сортозразок.

- Санбурст (Sunburst). Південна Дакота, Сільсько-господарська ДС (США). Середньоранній, тетраплоїдний сортозразок. Центр рослинних матеріалів.

- Кейв-ін-рок (Cave-in-rock). Служба охорони ґрунтів, Elsberry, Міссурі; Міссурійська сільськогосподарська ДС (США). Середньопізній, октаплоїдний сортозразок.

- Картадж (Carthage). Служба охорони ґрунтів, Манхеттен, Канзас; Канзаська сільськогосподарська ДС (США). Пізній октаплоїдний сортозразок.

- Аламо (Alamo), оригінатор Центр рослинних матеріалів, Служба охорони ґрунтів, Нокс-Сіті, Техас; Техаська сільськогосподарська ДС (США). Середньопізній тетраплоїдний сортозразок.

- Канлау (Kanlow). Канзаська сільськогосподарська ДС; Відділ науки про рослини АРС (США). Дуже пізній тетраплоїдний сортозоазок.

Із сортозразків американського походження два сортозоазки Канлау та Аламо відносяться до низовинного екотипу, а всі інші – до височинного екотипу. Низовинні види вирощуються на вологих ґрунтах – вони мають високі, товсті, грубі стебла, які ростуть кущами. Височинний тип адаптований до сухого клімату – вони формують тонші стебла, ніж низовинні та більшу їх кількість.

2.3. Ґрунтово-кліматичні умови

Територія Лісостепної зони за площею є найбільшою в межах України, і охоплює 22,16 млн. га. За агрокліматичними показниками і особливостями ґрунтового покриву поділяється на три провінції: Лісостепову Західну, Лісостепову Правобережну та Лісостепову Лівобережну. Лісостепова Правобережна провінція має загальну площу 9895,4 тис. га. Для провінції характерний помірно континентальний клімат і достатнім зволоженням. Річна сума опадів змінюється від 500 до 570 мм. Упродовж року вони розподіляються нерівномірно, 75 % опадів випадає за період з позитивними температурами. Сума активних температур понад 10 °С становить 2600-2800 °С. Сніговий покрив лежить 60-75 діб, тривалість без морозного періоду – 165-175 діб. У ґрунтовому покриві переважають чорноземи типові (44,4 %), далі ідуть чорноземи та темно-сірі опідзолені (30,7 %) і сильно опідзолені (19,8 %) [188].

Дослідне поле Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН розміщене в зоні нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України. Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий вилугуваний, середньоглибокий, малогумусний, грубопилувато-легкосуглинковий на карбонатному лесі. Вміст гумусу 2,64 % (за методом Тюріна) рухомих форм фосфору та обмінного калію (за Чириковим) становить відповідно – 180 та 160 мг/кг, вміст азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом) – 280 мг/кг. Кислотність ґрунту (рН) - 6,6. Глибина гумусового горизонту 100-120 см.

Середня багаторічна температура повітря становить + 7 °С, в окремі

роки бувають значні відхилення від 5 до 8 °С, максимальна температура влітку досягає 37-39 °С, а мінімальна взимку – 36 °С. Умови вегетаційного періоду, в основному, сприятливі для росту і розвитку культур. Тривалість вегетаційного періоду становить 160-190 діб, сума позитивних температур вище 10 °С – 2650 °С. Відносна вологість повітря в середньому за рік становить 77 %, влітку зменшується до 50 % і підвищується взимку до 85 %. Середньорічна сума опадів за рік становить 538 мм і змінюється від 350 до 850 мм. Сума опадів з температурою повітря більше 10 °С, у середньому становить 316 мм.

Відбирання пилку та насіння через 28 діб після початку цвітіння проводили на дослідних ділянках Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків (м. Київ). В цілому клімат Києва помірно континентальний з м'якою зимою і теплим літом, але в міру зміни клімату набуває рис морського. Середньорічна температура повітря в Києві становить +8,4 °С, найвища - в липні: 20,5 °С, найнижча - в січні: -3,5 °С.

В умовах правобережного Лісостепу України вегетаційні періоди в роки проведення досліджень за температурним режимом були наближені до середнього багаторічного показника і, навіть, дещо вища середня добова температура повітря зафіксована в окремі роки дослідження починаючи з травня і до жовтня (рис. 2.2).

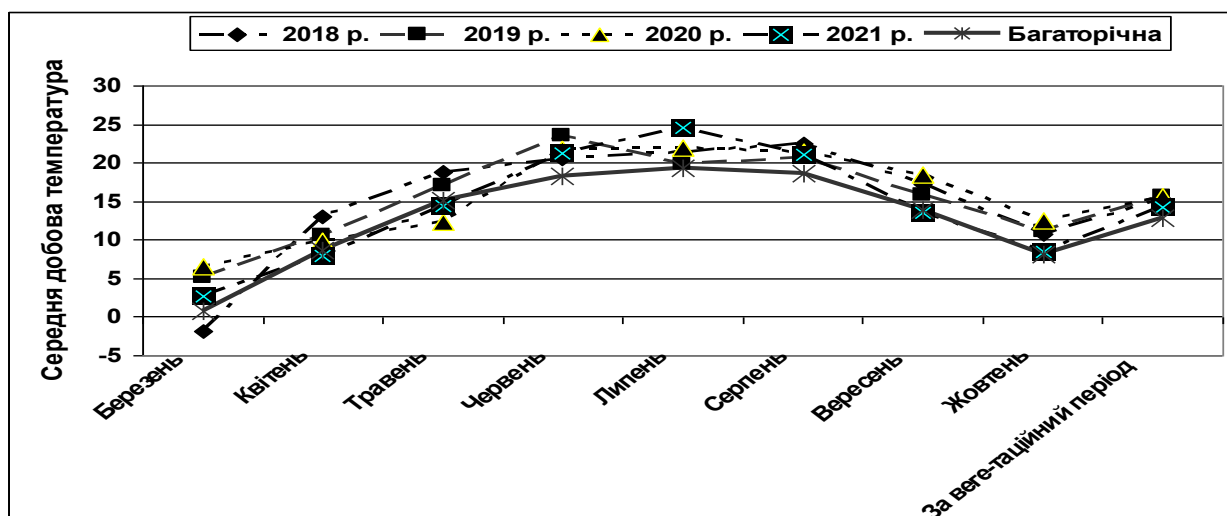


Рис. 2.2. Середня місячна температура повітря в роки дослідження (за даними Українського гідрометіоцентра, за 2018-2021 рр, дослідне поле)

За забезпеченням вологою вегетаційні періоди в роки проведення дослідження (2018-2021 рр.) були складними. Більшість років характеризувалися незначним дефіцитом води, опадів випадало менше середнього багаторічного показника і лише в 2020 р. опадів випало більше багаторічного показника (рис. 2.3).

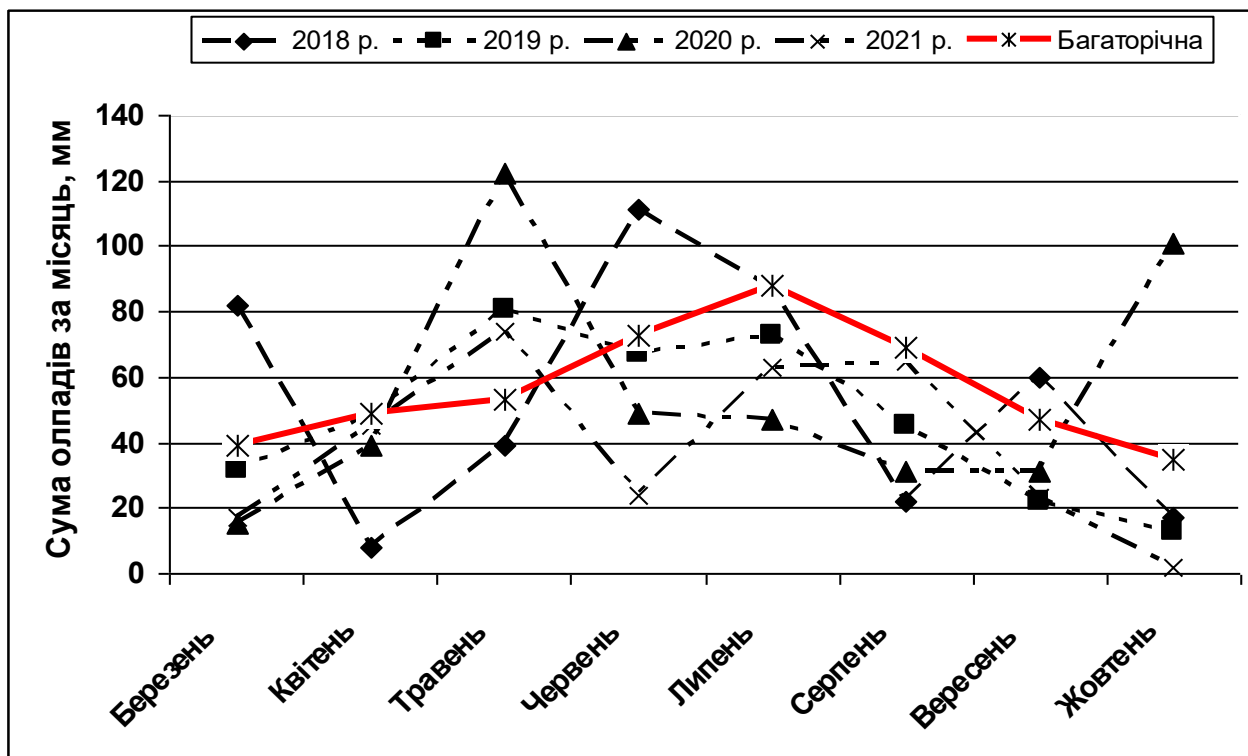


Рис. 2.3. Кількість опадів за вегетаційні періоди в роки проведення дослідження (за даними Українського гідрометіоцентра, за 2018-2021 рр., дослідне поле Інституту БКіЦБ)

Для комплексної оцінки умов вегетації використовують показник гідротермічного коефіцієнту (ГТК), який характеризує погодні умови з врахуванням температури повітря та кількості опадів за певний період. Він вираховується як відношення суми опадів за період, що досліджується, до суми активних температур більше 10°C за той же період, зменшене в 10 разів. Вегетаційний період вважається сприятливим для росту і розвитку рослин як за температурним режимом, так і вологість, коли гідротермічний коефіцієнт дорівнює одиниці. Якщо ж він менше одиниці, то вегетаційний період засушливий, а якщо більше – то надмірно зволожений. Гідротермічний

коефіцієнт вегетаційного періоду 2018 року становив 0,96, тобто він був засушливим (рис. 2.4). Аналіз показника за місяцями вегетації показав, що у міжфазний період відростання та початкового росту і розвитку рослин (квітень-травень) проса прутоподібного ГТК був значно меншим за одиницю – цей період був засушливим, що призвело до зниження інтенсивності процесів росту і розвитку та їх затримання в часі.

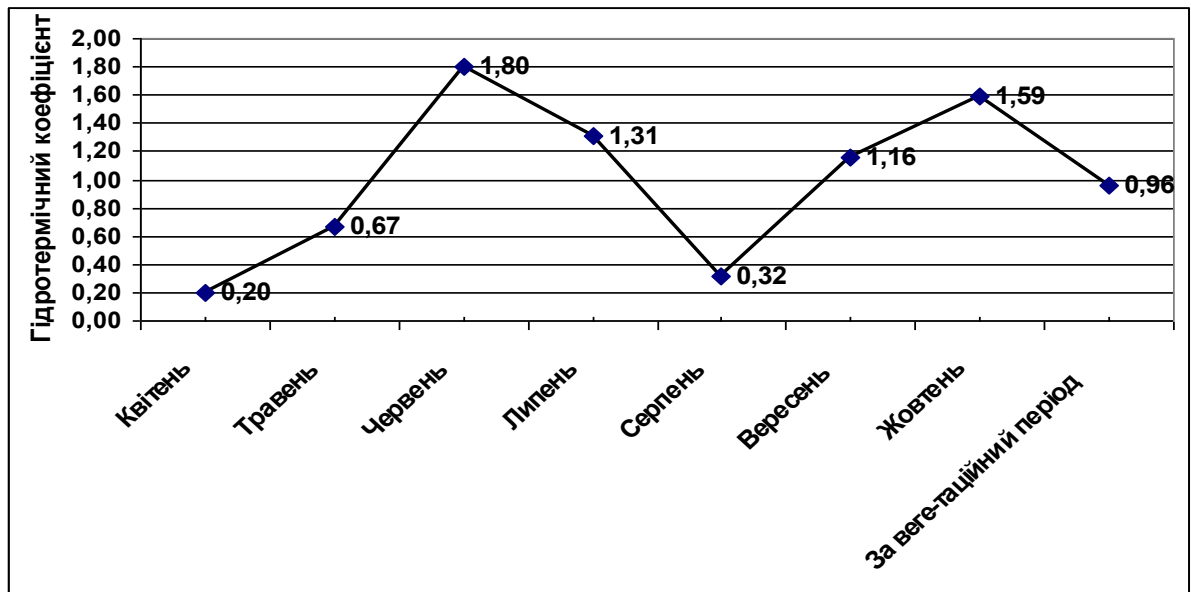


Рис. 2.4. Гідротермічний коефіцієнт вегетаційного періоду 2018 р.

У фазу цвітіння і початку формування насіння ГТК також був меншим одиниці і становив 0,32, що сприяло доброму запиленню рослин та зав'язуванню насіння і, відповідно – формування його якості.

Веgetаційний період 2018 р. визначили типовим для зони розміщення дослідних ділянок Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків (додаток А 1).

Середня добова температура повітря становила 15,3 °С або була вищою на 2,5 °С за середнє багаторічне значення і за достатнього забезпечення рослин вологою це сприяло росту та розвитку рослин і формуванню генеративних органів. За вегетаційний період сума опадів становила 426 мм за середнього багаторічного показника 453 мм, тобто спостерігали надмірне зволоження.

У фазу цвітіння, запилення та формування генеративних органів середня добова температура повітря в 2018 р. за липень зафіксована $21,4^{\circ}\text{C}$, а за серпень – $22,5^{\circ}\text{C}$, що вище від середньої багаторічної температури, відповідно – на $2,1$ та $3,9^{\circ}\text{C}$. Забезпеченість рослин вологою за цей період була достатня для формування пилку.

У червні випало опадів на 38 мм, більше від середнього багаторічного показника, в липні кількість опадів відповідала середньому багаторічному показнику, а в серпні був дефіцит вологи, який становив 47 мм, але це не вплинуло негативно на ріст та розвиток рослин свічграсу, оскільки попередній період характеризувався надмірним зволоженням. Інші місяці вегетації також відмічали теплими, середні добові температури були вищими від середнього багаторічного показника.

Значні коливання середньої добової температури в липні та серпні негативно вплинуло на формування пилкових зерен. У середньому за добу в липні середня добова температура варіювала від $9,4$ до $30,4^{\circ}\text{C}$, в серпні – від $11,7$ до $32,8^{\circ}\text{C}$ (рис. 2.5).

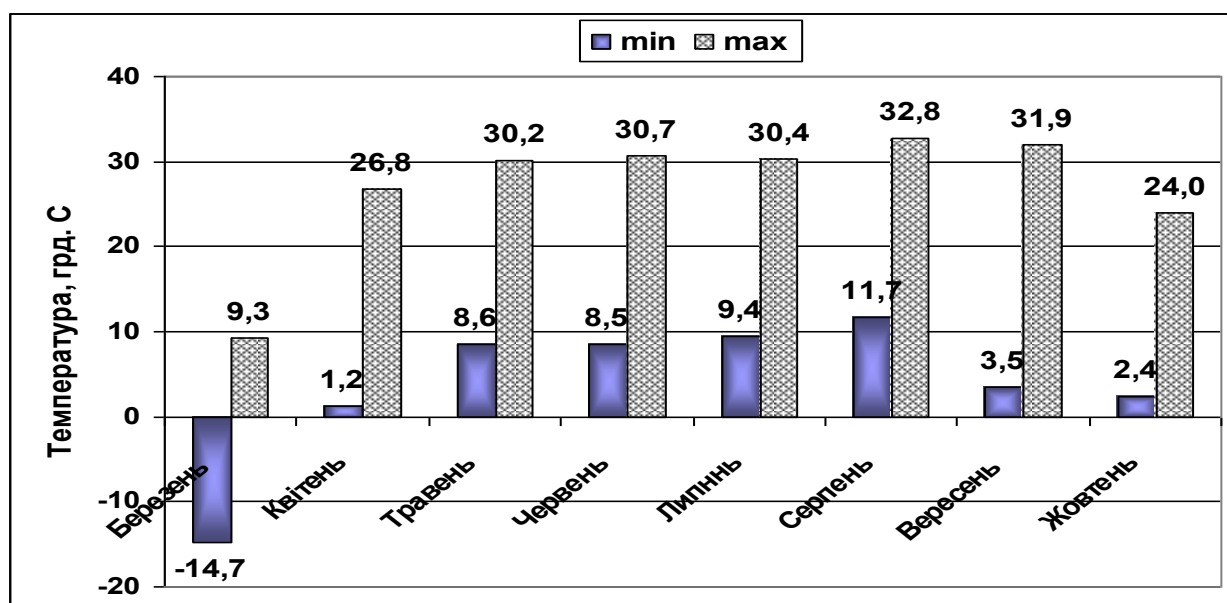


Рис. 2.5. Коливання середньої добової температури повітря за вегетаційний період 2018 р. (за даними Українського гідрометіоцентру)

Аналогічні віріювання середньої добової температури спостерігали в період формування та дозрівання насіння.

Абсолютний максимум температур в період цвітіння проса прутоподібного в становив більше 30 °С: в червні – 30,7 °С, липні 30,4 °С, а в серпні 32,8 °С.

Характеристика погодних умов упродовж вегетації 2019 року з врахування гідротермічного коефіцієнту показала, що за кількістю опадів та активних температур повітря вегетаційний період, порівняно з 2018 р. був найсприятливішим для росту і розвитку рослин проса прутоподібного – ГТК становив 1,06 (рис. 2.6)..

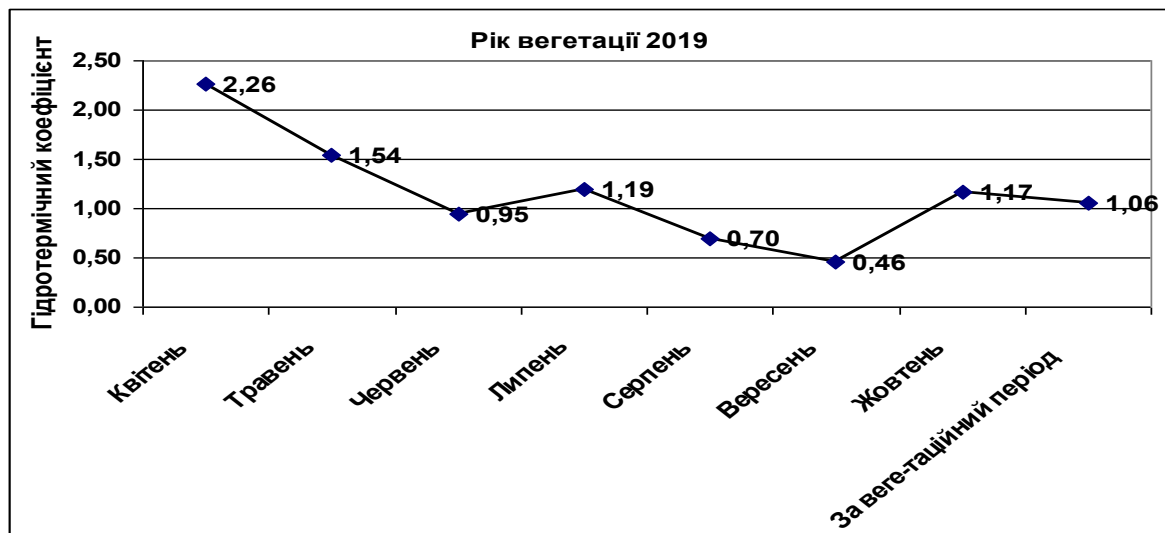


Рис. 2.6. Гідротермічний коефіцієнт вегетаційного періоду 2019 року

Квітень і травень характеризувалися надмірним зволоження, а в червні ГТК становив 0,95, тобто він був наближеним до оптимального періоду, а з врахуванням запасів вологи в попередні місяці незначний дефіцит вологи не вплинув на процеси росту і розвитку рослин. У серпні і вересні – між фазному періоді цвітіння і формування насіння ГТК був меншим за одиницю, що сприяло доброму запиленню рослин і формуванню насіння

За температурним режимом вегетаційний період 2019 р. був жарким середня добова температура повітря становила 15,6 °С або перевищувала середнє багаторічне значення на 2,6 °С, а за вологозабезпеченістю зазначили засушливим, дефіцит вологи становив 72,0 мм (додаток А 2).

За місяцями вегетаційного періоду середня добова температура була вищою за середнє багаторічне значення, а опади розподілялися нерівномірно.

У період початку цвітіння (червень) середня добова температура повітря була вищою на 5,4 °С, порівняно з середнім багаторічним показником, що за незначного дефіциту вологи (випало опадів 67 мм за багаторічного показника 73 мм) були створені сприятливі умови для формування пилкових зерен.

Період цвітіння 2019 р. також був теплим. Середня добова температура повітря у фазу цвітіння свічграсу (липень та серпень) перевищувала середні багаторічні значення, відповідно – на 0,5 та 2,1 °С з значним дефіцитом вологи, що вплинуло на якість пилку, особливо на його розміри.

Серпень – жовтень також спостеігали теплішими, середня добова температура повітря була вищою за середнє багаторічне значення, а дефіцит вологи сприяв формуванню якісного насіння та його збирання.

Як в середньому за місяць, так і за декадами спостереігали значне підвищення середньої добової температури повітря (рис. 2.7). Так, в період масового цвітіння (II та III декади липня) середня добова температура повітря становила, відповідно – 17,8 та 21,9 °С або перевищувала середнє багаторічне значення на 1,6 та 2,8 °С, а в другій декаді серпня ці показники становили, відповідно – 22,2 та 18,6 °С.

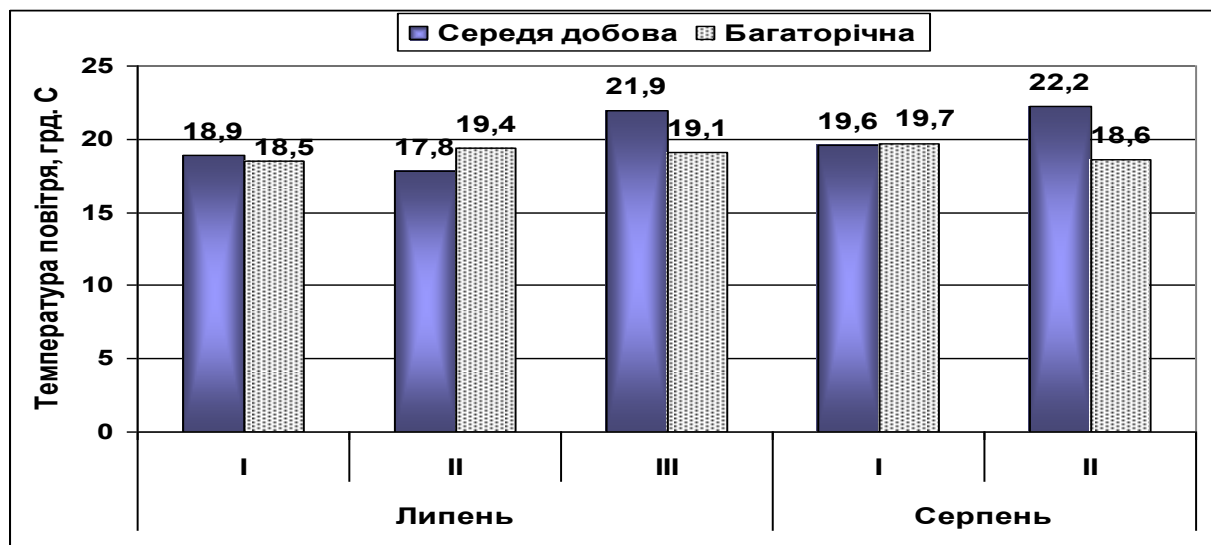


Рис.2.7. Температура повітря у фазу цвітіння проса прутоподібного за 2019 р. (за даними Українського гідрометцентру, дослідне поле Інституту)

Високі температури повітря, які після 11 годин доби, коли проходило цвітіння і запилення, сягали більше 35 °С за відсутності опадів, дефіцит

вологи становив в липні 15,0 мм, в серпні 24,0 мм, призвели до стерильності пилку і втрати його життєздатності і, в кінцевому результаті до зниження схожості насіння.

У липні та серпні спостерігалися значні варіювання середньої добової температури повітря, відповідно – від 15,5 до 33 °С та від 15,7 до 35 °С (рис. 2.8).

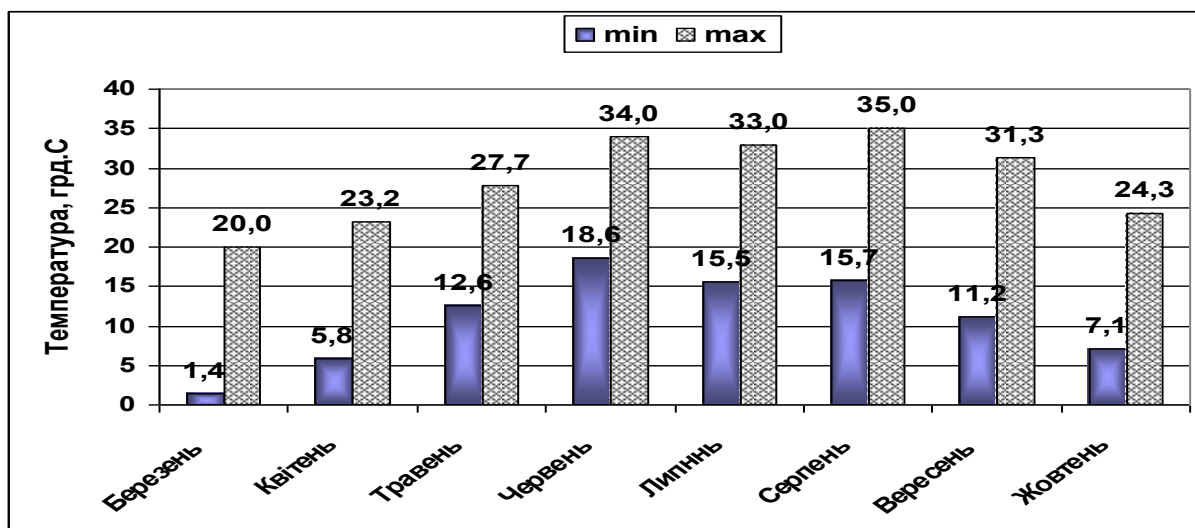


Рис. 2.8. Коливання середньої добової температури повітря за вегетаційний період 2019 р. (за даними Українського гідрометеоцентру).

Високі температури за дефіциту вологи як у вегетаційний період 2018 році, так і в 2019 р. впливали на зниження абсолютної вологості повітря. У фазу цвітіння середня добова вологість повітря становила 60, 72 % в 2018 р. і 61, 65 % в 2019 р., а мінімальна, відповідно – 21, 38 % та 24, 28 % (рис. 2.9).

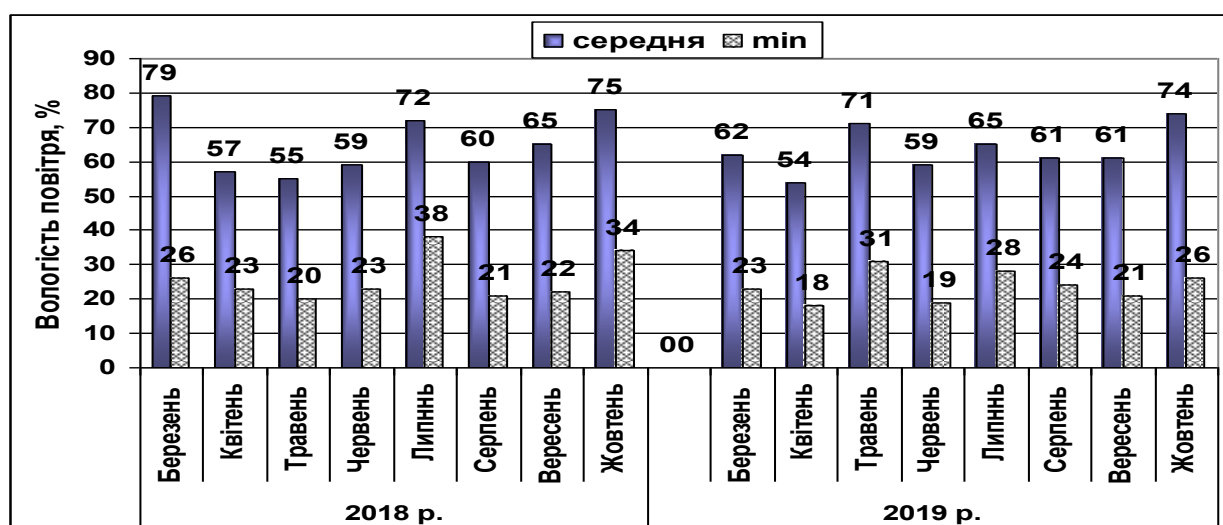


Рис. 2.9. Відносна вологість повітря (за даними Українського гідрометеоцентру, дослідне поле Інституту)

Фактично фаза цвітіння проса прутоподібного проходила не лише в умовах ґрунтової, а і в умовах повітряної засухи, що вплинуло на розміри пилоквих зерен та їх життєздатність. Засуха настає коли випаровування вологи перевищує опадам, а це призводить до виснаження запасів вологи в ґрунті і, відповідно – викликає підвищення осмотичного потенціалу ґрунтового розчину та ускладнює поглинання води рослинами [188].

Комплексна оцінка погодних умов за вегетаційний період 2020 року з використанням гідротермічного коефіцієнту свідчить, що він був сприятливим для росту і розвитку рослин, ГТК за вегетацію становив 1,26, тобто вегетаційний період характеризувався надмірним зволоженням, тобто достатня кількість вологи разом з сумою активних температур забезпечують добрий ріст і розвиток рослин (рис. 2.10).

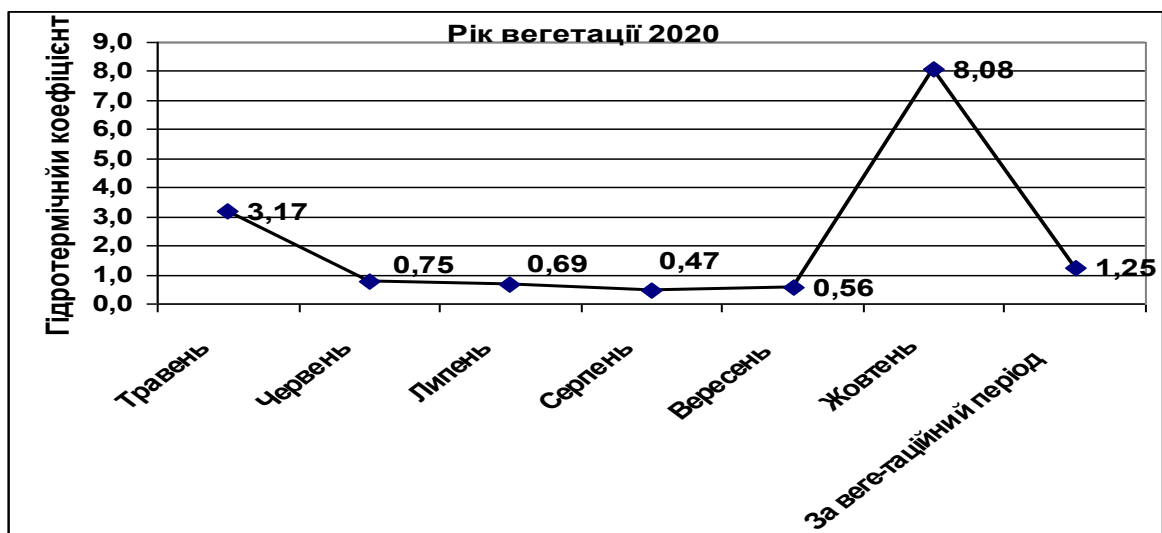


Рис. 2.10. Гідротермічний коефіцієнт вегетаційного періоду 2020 року

Саме цей вегетаційний період показує, що недостатньо робити оцінку погодних умов лише в середньому за вегетацію, а доцільно оцінювати щомісячно з врахуванням ГТК. Аналіз погодних умов за гідротермічним коефіцієнтом показав, що з червня по вересень коефіцієнт був меншим одиниці і становив від 0,47 (серпень) до 0,75 (червень), тобто ці місяці були засушливі. Водночас травень і жовтень характеризувалися надмірним зволоженням, ГТК становив відповідно – 3,17 та 8,08. Якщо в травні надлишок вологи сприяв підвищення інтенсивності процесів росту і розвитку, то в

жовтні він негативно вплинув на збирання насіння, період якого затягнувся майже до кінця жовтня і, це призвело до часткової втрати якості насіння. За температурним режимом підтверджуються результати комплексної оцінки погоди – вона був теплою, середня добова температура повітря становила 15,6 °С або перевищувала середнє багаторічне значення на 2,8 °С (додаток А 3). За місяцями вегетаційного періоду середня добова температура була вищою за середнє багаторічне значення, за виключенням лише травня, коли вона була нижчою на 2,8 °С, а опади розподілялися нерівномірно. Фаза відростання рослин та кушіння (березень – квітень) проходили за дефіциту вологи, відповідно – 24 та 10 мм. Травень був холодним і характеризувався надмірним зволоженням, опадів випало в 2,3 рази більше багаторічного значення.

У фазу цвітіння (липень – серпень) середня добова температура повітря була вищою на 2,6-2,8 °С, порівняно з багаторічним показником, а дефіцит вологи становив, відповідно – 41 та 38 мм. Такі умови негативно вплинули на формування пилкових зерен та формування насіння. Вересень був сухим, дефіцит вологи становив 16 мм, середня добова температура повітря становила 18,4 °С або була більшою на 4,5 °С, ніж середнє багаторічне значення. Такі умови сприятливі для дозрівання насіння.

Фаза масового цвітіння проходила за підвищеної середньої добової температури, що вплинуло на формування якості пилкових зерен (рис.2.11).

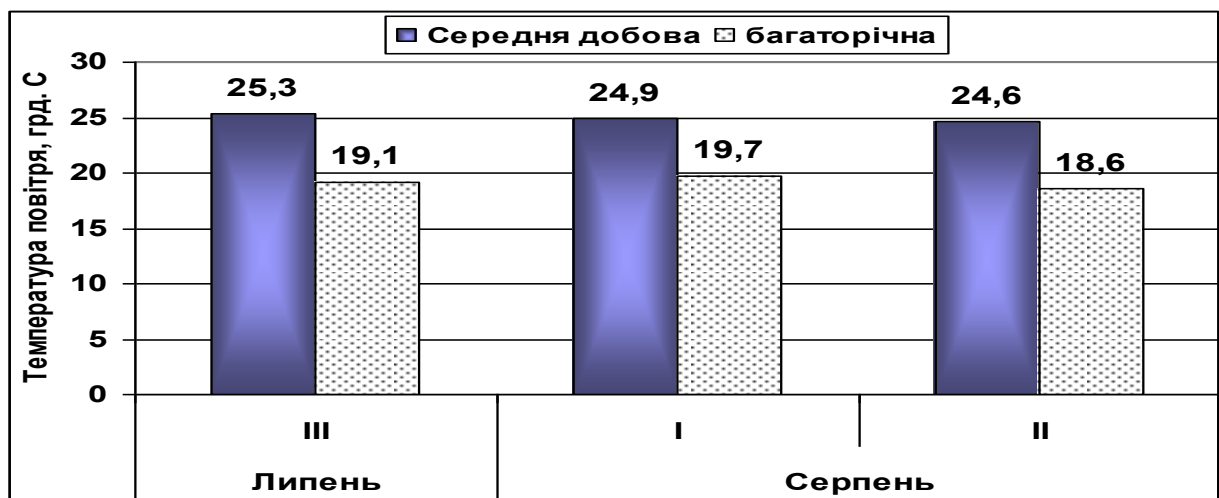


Рис. 2.11. Температура повітря у фазу цвітіння проса прутоподібного за 2020 р. (за даними Українського гідрометцентру, дослідне поле Інституту)

У період масового цвітіння (II декади липня) середня добова температура повітря становила $25,3^{\circ}\text{C}$ або перевищувала середнє багаторічне значення на $6,2^{\circ}\text{C}$. У першій та другій декадах серпня перевищення середньої добової температури повітря становило, відповідно – $5,2$ та $6,0^{\circ}\text{C}$.

Комплексна характеристика вегетаційного періоду 2021 року показала, що він був засушливим (рис. 2.12).

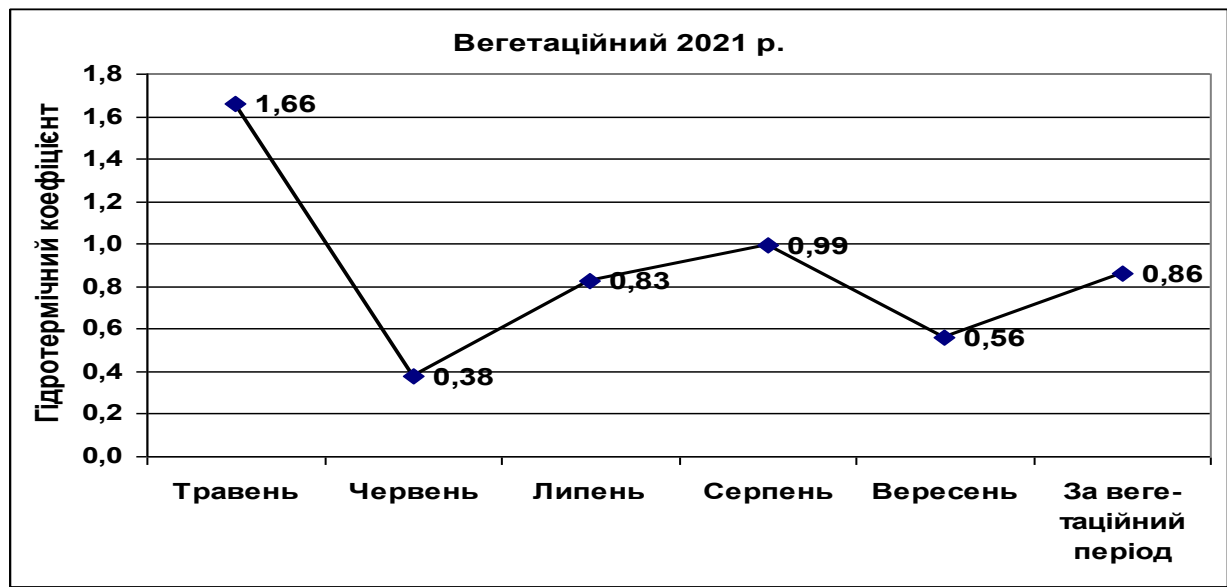


Рис. 2.12. Гідротермічний коефіцієнт вегетаційного періоду 2021 року

Гідротермічний коефіцієнт за вегетацію становив 0,86 і за всіма місяцями він був нижчим від одиниці, за виключенням лише травня, де ГТК становив 1,66 – місяць був надмірно зволеним, що забезпечило добрий початковий ріст та розвиток рослин. Найменш сприятливими умовам для росту і розвитку рослин проса прутноподібного були в червні, де ГТК становив 0,38 але враховуючи, що ця культура біологічно посухостійка, запаси вологи, які створені надмірним зволоженням в травні були достатні для росту і розвитку рослин.

Аналіз вегетаційного періоду 2021 р. окремо за температурою та вологістю підтвердив комплексну оцінку за ГТК – він був теплим, середня добова температура повітря перевищувала середній багаторічний показник на $1,4^{\circ}\text{C}$ і характеризувався значним дефіцитом вологи, який становив 140 мм або 69,1% (додаток А 4).

У період відростання рослин (березень) середня добова температура була вищою на 2 °С порівняно з багаторічним показником, а опадів випало лише 43,6 % від багаторічного показника, що не сприяло інтенсивному відростанню проса прутоподібного. Цвітіння насінників проходила в липні, який був занадто жарким та засушливим, середня добова температура повітря перевищувала багаторічне значення на 5,3 °С, а дефіцит вологи становив 25 мм або понад 30% від середнього багаторічного значення. Максимальна температура повітря у фазу цвітіння сягала 34 °С упродовж 8 діб, що вплинуло на якість пилкових зерен – їх розмірів та призвело до швидшого проходження фази цвітіння.

Період формування, дозрівання та збирання насіння був сприятливим: за температурним режимом він був наближеним до середнього багаторічного значення, а забезпеченістю вологою сухим, що сприяло формуванню високоякісного насіння.

Ялтушківська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН розміщена в зоні нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України. Ґрунтові умови і гідротермічний режим зони діяльності дослідної станції є типовими для південно-західної частини Вінницької областей. Клімат помірно теплий, вологий. Середня річна норма опадів становить 550 мм з коливаннями від 280 до 360 мм. Сума ефективних температур за вегетацію становить 1942-2059 °С.

Досліди з вивчення закономірностей формування якості та урожайності насіння біоенергетичної культури – проса прутоподібного в умовах Ялтушківської ДСС проводили на малопродуктивних, сірих опідзолених слабо-змитих ґрунтах з низьким вмістом гумусу, який становить 1,56 %. Вміст рухомих форм фосфору та обмінного калію (за Чириковим) становить, відповідно – 170 та 132 мг/кг, азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом) – 59 мг/кг ґрунту. Гідролітична кислотність, 2,7 мг.-екв. на 100 г ґрунту, рН – 5,1. Сума увібраних основ становить 14,6 %, ступінь насиченості основами 84 %. Щільність ґрунту 1,25 г/см³. Вміст продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту 110 мм.

За температурним режимом вегетаційні періоди в роки проведення досліджень були типовими для Правобережного Лісостепу. Середня добова температура повітря майже в усі роки досліджень як за місяцями, так і в середньому за весь період вегетації була вищою за середню багаторічну, тобто всі роки були теплими (рис. 2.13).

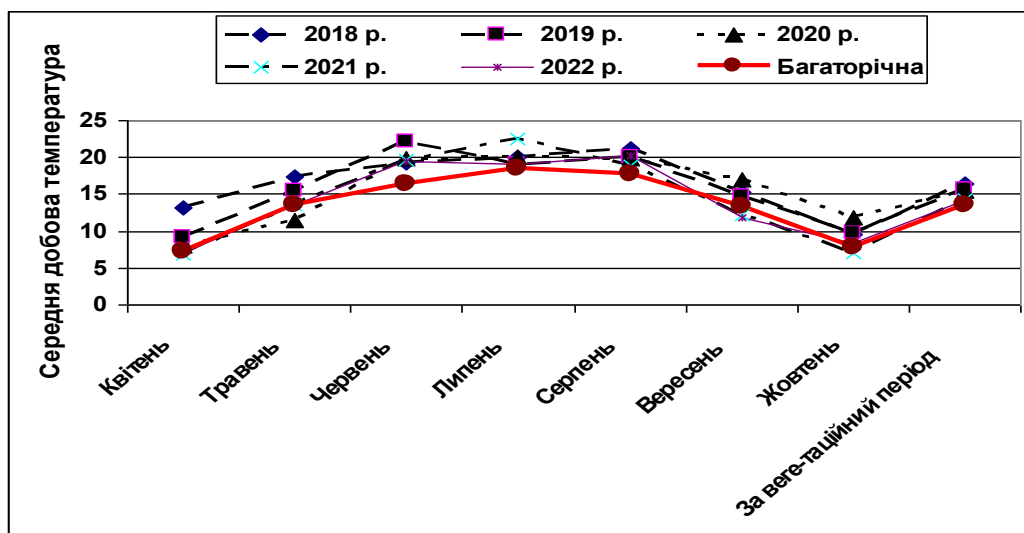


Рис. 2.13. Середня місячна добова температура повітря в роки дослідження (за даними Ялтушківської ДСС)

Характеристика вегетаційних періодів за вологозабезпеченням показує, що переважно роки досліджень були засушливими як за місяцями, так і в цілому за вегетаційні періоди (рис. 2.14).

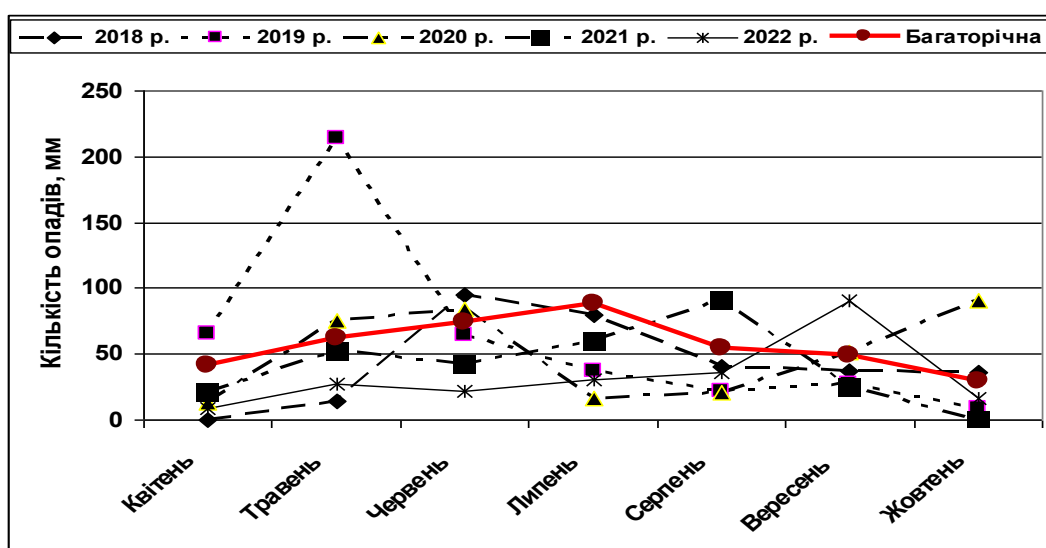


Рис. 2.14. Кількість опадів за вегетаційні періоди в роки проведення дослідження (за даними Ялтушківської ДСС)

Лише в 2019 р. опадів випало більше від середнього багаторічного значення, інші роки характеризувалися незначним дефіцитом вологи або опадів випало на рівні середнього багаторічного значення.

Комплексна характеристика вегетаційного періоду 2018 року показала, що він був наближеним до середнього багаторічного, гідротермічний коефіцієнт становив 0,9 (рис.2.15).

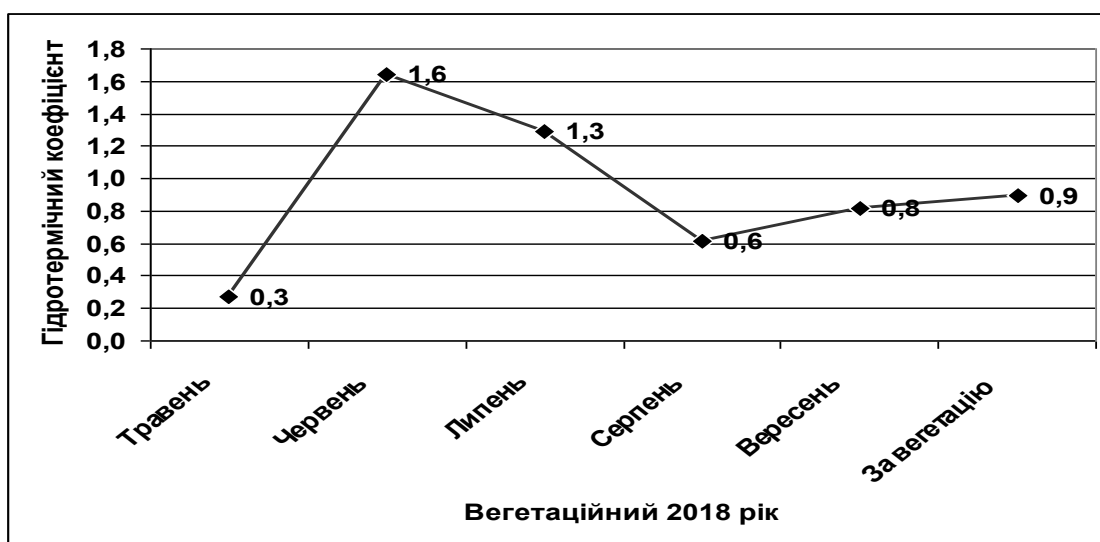


Рис. 2.15. Гідротермічний коефіцієнт вегетаційного періоду 2018 року

У травні, серпні та вересні ГТК був нижчим від одиниці і становив, відповідно – 0,3, 0,6 та 0,8, а в червні і липні становив 1,6 та 1,3, ці місяці були надмірно зволоженими, що забезпечило добрий ріст та розвиток рослин. Найменш сприятливими умовам для росту і розвитку рослин проса прутоподібного були в травні, де ГТК становив 0,3.

Веgetаційний період 2018 р. в умовах правобережного Лісостепу (Ялтушківська дослідно-селекційна станція) за температурним режимом був типовим і наближеним до середнього багаторічного. Середня добова температура повітря становила 16,5 °С або була вищою на 3,0 °С, тобто веgetаційний період був досить теплим (додаток А 5).

За місяцями середня добова температура повітря була вищою від багаторічного показника. Відхилення за температурою змінювалася від 1,5 °С (липень) до 5,8 °С (квітень). За режимом зволоження веgetаційний період був засушливим і характеризувався дефіцитом вологи, який становив 97 мм.

Період відростання рослин – квітень був дуже теплим і засушливим, середня добова температура повітря перевищувала багаторічний показник на $5,8^{\circ}\text{C}$, а опади були відсутні, дефіцит вологи становив 42 мм, що негативно не вплинуло на інтенсивність відростання проса прутоподібного, оскільки запасів продуктивної вологи в ґрунті разом з опадами, яких випало в березні на 6,8 мм більше від багаторічного значення було достатньо для початку вегетації рослин.

За місяцями дефіцит вологи розподілявся майже рівномірно, за виключенням квітня і травня, де він був найбільшим (42,0 та 47,5 мм) та жовтня, період збирання насіння, який був типовим для даної зони, опадів випало 35,6 мм за багаторічного показника 30,0 мм.

Фаза цвітіння проходила в сприятливих умовах, середня добова температура повітря становила 20°C або вищою на $1,5^{\circ}\text{C}$ від середнього багаторічного показника, опадів випало 80,1 мм, що лише на 7,9 мм менше середнього багаторічного. Період збирання насіння за температурним режимом та вологозабезпеченням бу наближеним до середнього багаторічного значення, що сприяло якісному збиранню насіння.

Комплексна характеристика вегетаційного періоду 2018 року показала, що він був занадто зволуженим, гідротермічний коефіцієнт становив 1,3 (рис.2.16).

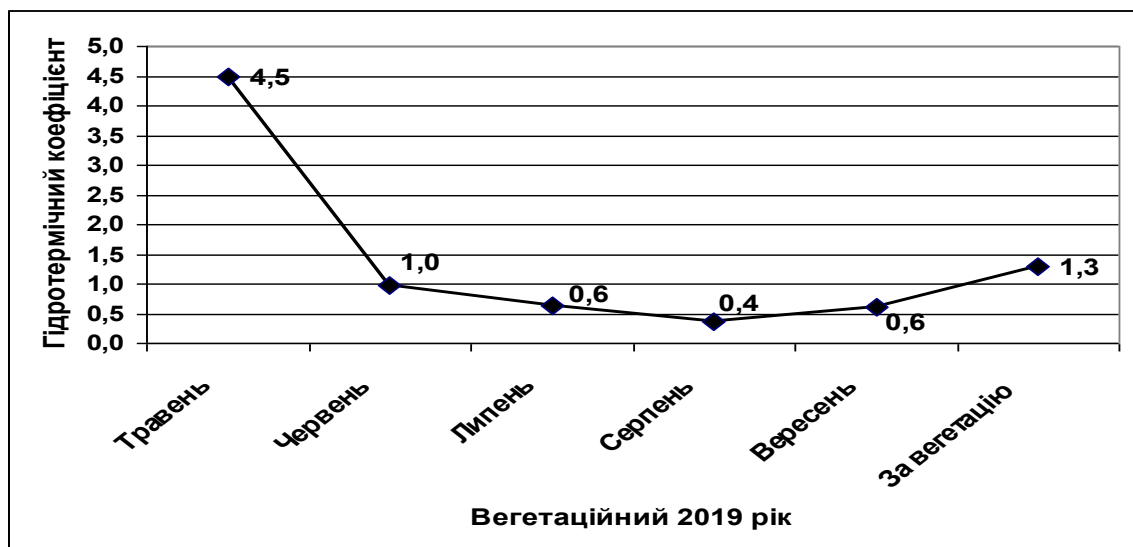


Рис. 2.16. Гідротермічний коефіцієнт вегетаційного періоду 2019 року

Доцільно зазначити, що липень, серпень та вересень – проходження міжфазних періодів «цвітіння – дозрівання насіння» були засушливими ГТК був нижчим одиниці, що сприяло запиленню та формуванню насіння.

Вегетаційний період 2019 р. за температурним режимом був типовим і наближеним до середнього багаторічного. Середня добова температура повітря становила 15,7 °С або була вищою на 2,2 °С (додаток А б).

За місяцями вегетації істотних відхилень за температурою повітря порівняно з середнім багаторічним показником не спостерігалось. Порівняно з середніми багаторічними показниками середня добова температура повітря в усі місяці була дещо вищою. Відхилення за температурою змінювалася від 0,5 °С (липень) до 1,9 °С (квітень, травень та жовтень). Найтеплішими були червень та серпень, коли середня добова температура повітря була вищою на 5,7 °С та 2,3 °С, відповідно, порівняно з середньою багаторічною.

Фаза цвітіння проходила в сприятливих умовах, середня добова температура повітря була на рівні багаторічного показника, дефіцит вологи сприяв доброму запиленню квіток і формуванню насіння.

Період збирання насіння був теплим, середня добова температура повітря перевищувала середній багаторічний показник на 1,9 °С, дефіцит вологи – опадів випало менше на 21 мм сприяли якісному збиранню насіння.

Вегетаційний період 2019 р. характеризувався надмірним зволоженням, опадів випало 438 мм або на 38 мм більше від середнього багаторічного значення. За місяцями вегетації опади випадали нерівномірно. Якщо квітень і травень були надмірно зволоженими, опадів випало, відповідно 65 та 214 мм або на 23 та 152 мм більше від середнього багаторічного значення, то інші місяці вегетації характеризувалися дефіцитом вологи, що негативно вплинуло на урожайність і якість насіння.

Комплексна характеристика вегетаційного періоду 2020 року показала, що він був занадто зволеним, гідротермічний коефіцієнт становив 1,2 (рис.2.17).

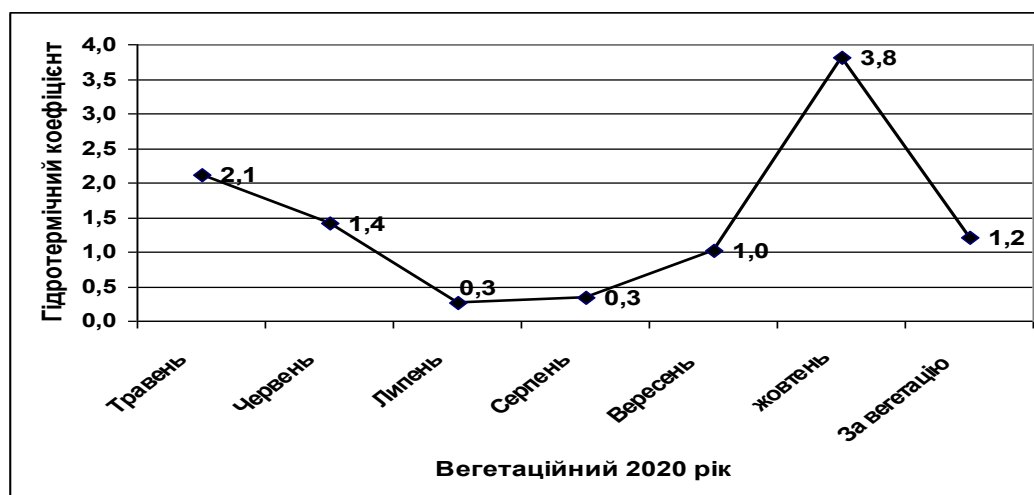


Рис. 2.17. Гідротермічний коефіцієнт вегетаційного періоду 2020 року

Найсприятливіші умови за температурним режимом та забезпеченістю вологою для росту і розвитку проса прутоподібного були в червні – ГТК становив 1,4 та вересні – ГТК становив 1,0. Травень, коли було інтенсивне наростання вегетативної маси характеризувався надмірним зволоженням – ГТК = 2,1, що позитивно впливало на формування урожаю культури і жовтень був занадто зволожений – ГТК = 3,8, що впливало на якість збирання насіння. Міжфазний період «цвітіння – формування насіння» був засушливим, що забезпечило добре запилення.

Вегетаційний період 2020 р. в умовах Ялтушківської дослідно-селекційної станції за температурним режимом був типовим і наближеним до середнього багаторічного, а за режимом зволоження – дефіцитом вологи. Середня добова температура повітря становила 15,5 °С або була вищою на 2,0 °С, а дефіцит вологи становив 47,7 мм (додаток А 7).

За місяцям опади розподілялися не рівномірно. Травень і червень характеризувалися надмірним зволоженням; квітень, липень і серпень – дефіцитом вологи, вересень був на рівні середнього багаторічного значення, а жовтень – надмірним зволоженням.

Період відростання рослин та фаза розетки (квітень) був прохолодним, середня добова температура повітря становила 7,3 °С або на 0,8 °С була меншою середнього багаторічного показника та значним дефіцитом вологи, який становив 28,7 мм. Такі погодні умови призвели до уповільнення росту і

розвитку рослин проса прутоподібного.

Проходження фаз стеблуння та початку цвітіння (травень-червень) проходили в сприятливих умовах: середня добова температура повітря на рівні середнього багаторічного показника та достатнім забезпеченням вологою – опадів випало на 13 та 10,5 мм більше середнього багаторічного показника. Фази цвітіння та формування насіння (липень-серпень) проходили за середньої добової температури повітря, відповідно – 20,1 °С або вищою на 1,6 С та 19,9 °С або вищою на 2,2 °С за значного дефіциту вологи.

Дозрівання насіння (вересень) проходило за температурного режиму та забезпеченості вологою в умовах наближених до середніх багаторічних показників, тобто в суху і теплу погоду. За даними Caddel J. L та ін. [189] суха погода в серпні і вересні сприяє формуванню високоякісного насіння.

Комплексна характеристика вегетаційного періоду 2021 року показала, що температурним режимом і волого-забезпеченням він був найсприятливішим для росту і розвитку рослин та формування урожаю і якості насіння, гідротермічний коефіцієнт становив 1,0 (рис.2.18).



Рис. 2.18. Гідротермічний коефіцієнт вегетаційного періоду 2021 року

За місяцями значних відхилень за показником ГТК не було, всі місяці були наближеними до середніх багаторічних. Травень і серпень характеризувалися надмірним зволоженням, інші місяці незначним дефіцитом вологи, який перекривався опадами травня і серпня, що не впливало на формування урожаю і якості насіння.

Вегетаційний період 2021 р. в умовах правобережного Лісостепу в Ялтушківській ДСС за температурним режимом був наближеним до середнього багаторічного, а за режимом зволоження характеризувався дефіцитом вологи. Середня добова температура повітря лише на $0,9^{\circ}\text{C}$ була вищою за середнє багаторічне значення, а дефіцит вологи становив 108,8 мм або 27,2 % від середнього багаторічного показника. Всі місяці вегетаційного періоду характеризувалися дефіцитом вологи, крім серпня, коли випало їх надмірна кількість (додаток А 8).

Квітень за температурним режимом визначили типовим для даної зони, але дефіцит вологи становив 50% від багаторічного показника, що вплинуло на інтенсивність відростання рослин, яке розпочалося лише 5 травня. Запізнення фази відростання рослин призвело до проходження всіх фаз росту та розвитку, в тому числі і збирання насіння, в більш пізніші календарні строки.

Фаза цвітіння (серпень) проходила в помірних умовах, за середньої добової температури $18,8^{\circ}\text{C}$, що на $1,1^{\circ}\text{C}$ вище багаторічної з достатнім забезпеченням вологою. Формування та дозрівання насіння (вересень – початок жовтня) за температурним режимом були наближені до багаторічного показника, а за режимом зволоження були сухими, що сприяло формуванню якісного насіння. Збирання насіння також проходило в суху погоду, за дефіциту вологи 24-30 мм.

Комплексна характеристика вегетаційного періоду 2022 року в умовах Ялтушківської ДСС показала, що температурним режимом і вологозабезпеченням він був засушливим, що негативно вплинуло на ріст і розвиток рослин та формування урожаю і якості насіння, гідротермічний коефіцієнт становив 0,8 (рис.2.19).

Усі місяці, крім вересня, де ГТК становило 2,6, були засушливими, ГТК був менше одиниці.



Рис. 2.19. Гідротермічний коефіцієнт вегетаційного періоду 2022 року

Веgetаційний період 2022 р. за температурним режимом був наближеним до середнього багаторічного, а за режимом зволоження характеризувався дефіцитом вологи. Середня добова температура повітря лише на $0,7^{\circ}\text{C}$ була вищою за середнє багаторічне значення, а дефіцит вологи становив 168,0 мм або 27,2 % від середнього багаторічного показника. Всі місяці веgetаційного періоду характеризувалися дефіцитом вологи, крім вересня, коли випало їх надмірна кількість – 91 мм або на 42 мм більше (додаток А 9).

Квітень і травень за температурним режимом були типовими але дефіцит вологи становив 32,8-35 мм, понад 50 %. Цвітіння проходило в помірних умовах, за середньої добової температури $17,7^{\circ}\text{C}$, що на $2,5^{\circ}\text{C}$ вище багаторічної з незначним дефіцитом вологи. Дозрівання насіння було в умовах наближених до середніх багаторічних, середня добова температура повітря перевищувала багаторічний показник на $0,5^{\circ}\text{C}$, дефіцит вологи становив 13,5 мм, що забезпечило якісне збирання насіння.

Комплексна характеристика веgetаційного періоду 2023 року в умовах Ялтушківської ДСС показала, що температурним режимом і вологозабезпеченням він був наближеним до багаторічних показників, гідротермічний коефіцієнт становив 0,9 (рис.2.20).

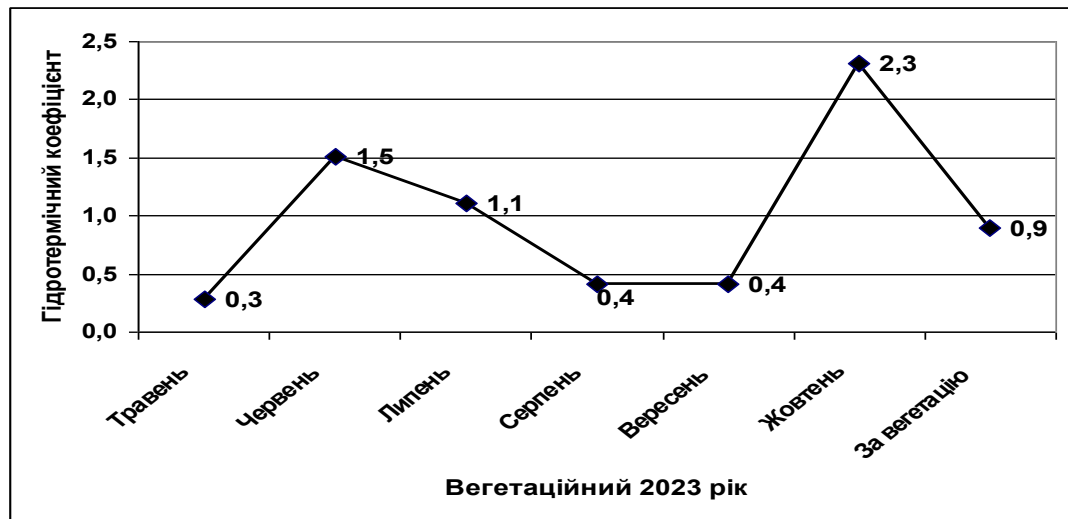


Рис. 2.20. Гідротермічний коефіцієнт вегетаційного періоду 2023 року

За місяцями вегетаційного періоду гідротермічний коефіцієнт змінювався від 0,3 – засушливі умови до 2,3 – надмірне зволоження, хоча в середньому ГТК становив 0,9 – був наближеним до багаторічного.

Вегетаційний період 2023 р. в умовах нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу (Ялтушківської ДСС) був теплим, середня добова температура повітря перевищувала середній багаторічний показник на $2,5^{\circ}\text{C}$, а за режимом зволоження характеризувався дефіцитом вологи, який становив 73,5 мм (додаток А 10).

Опади розподілялися нерівномірно за місяцями. Період відновлення вегетації (квітень) був теплим з надмірним зволоженням, що забезпечило добрий ріст і розвиток рослин, водночас як в травні дефіцит вологи становив 48,6 мм але він негативно не вплинув на рослини, оскільки запасів вологи з квітня було достатньо для росту і розвитку рослин. Фаза цвітіння проходила в сприятливих умовах, за середньої добової температури повітря $20,2^{\circ}\text{C}$, що на $1,7^{\circ}\text{C}$ більше від середнього багаторічного показника з незначним дефіцитом вологи. Міжфазний період – формування насіння та його дозрівання проходив теплих засушливих умовах, що забезпечує отримання якісного насіння. Середня добова температура повітря перевищувала середню багаторічну на $4,3-4,4^{\circ}\text{C}$, а дефіцит опадів становив 27,0 мм (серпень) та 26,8 мм (вересень). Період збирання насіння характеризувався

теплою і сухою погодою. Середня добова температура повітря та забезпеченість рослин вологою були наближеними до багаторічних показників, що забезпечило якісне збирання насіння.

Досліди з вивчення закономірностей формування якості та урожайності насіння біоенергетичної культури – проса прутоподібного в умовах Веселоподільської ДСС, яка розміщена в зоні недостатнього зволоження Лівобережного Лісостепу України. Кліматичні умови визначають характер і спрямованість ґрунтових процесів і урожай культур у зазначених конкретних умовах. Район, в якому проводили дослідження, характеризується помірно-континентальним кліматом з теплим літом і м'якою зимою та недостатнім зволоженням. Максимальна температура повітря в липні і серпні досягає в окремі роки $+38,0$ °С. Найнижчу температуру повітря спостерігали в січні і лютому, інколи шкала термометра опускається до $-36,0$ °С. Утворення снігового покриву настає в кінці листопада і з перервами тримається до третьої декади березня, при цьому висота його значно коливається. Малосніжні зими змінюються зимами з потужним сніговим покривом, який досягає 20-30 см. Тривалі відлиги при температурі повітря $8-9$ °С вище нуля в січні і лютому викликають нестійкість снігового покриву, утворенню льодової кірки і накопиченню талих вод у понижених місцях рельєфу. Все це нерідко призводить до часткової, а інколи і повної, загибелі озимих культур. В окремі посушливі роки високу температуру повітря (вище 25 °С) і на поверхні ґрунту (до 60 °С) у період травень-серпень спостерігали протягом тривалого часу. Висока температура повітря і низька відносна його вологість, недостатня кількість опадів, часті південно-східні вітри обумовлюють ґрунтову і повітряну посухи, що згубно впливає на ріст і розвиток сільськогосподарських культур.

Середня багаторічна кількість опадів, за даними метеостанції Веселий Поділ, протягом року становить 511 мм, за вегетаційний період - 326 мм. Середньобагаторічна температура повітря становить $+7,7$ °С, сума активних температур ($> +5$ °С) – 2030 °С, сума ефективних температур ($>+10$ °С) –

1275 °С. Середня тривалість вегетаційного періоду складає 210 діб, безморозного періоду – 162 діб. Тривалість періоду з активною температурою повітря вище +5 °С становить 200-210 діб, а тривалість періоду з ефективною температурою повітря вище +10 °С – 165 діб. Середній багаторічний період із середньодобовою температурою повітря вище +5 °С, яка визначає початок інтенсивної вегетації сільськогосподарських рослин, настає 31 березня, закінчується 28 жовтня. Відносна вологість повітря за місяцями коливається від 55 до 92 %, при цьому найнижчою вона відмічена в липні і серпні.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий слабкосолонцюватий малогумусний середньосуглинковий, який характеризується такими агрохімічними показниками орного шару: рН сольової витяжки – 7,2-7,7; ємність поглинання коливається в межах 35-41 мг-екв. на 100 г ґрунту, гумус за Тюрнімом – 4,2-4,9 %, забезпеченість рухомим фосфором і обмінним калієм (за Мачигінімом) становить 47,1-70,9 і 138,7-161,4 мг/кг ґрунту, відповідно. Дослідні ділянки рівні за рельєфом, глибина залягання ґрунтових вод становить 3-5 м. Ступінь забур'яненості поля, на якому розміщували досліді, середня. Найпоширенішими бур'янами були щиріця звичайна, лобода біла, рутка лікарська, мишій сизий, паслін чорний, куряче просо, редька дика, гірчиця польова, осот рожевий.

Вегетаційний період 2022 р. в умовах Веселоподільської ДСС за температурним режимом був наближеним до середнього багаторічного, а за режимом зволоження характеризувався надмірним зволоженням (табл. 2.1).

Середня добова температура повітря за вегетаційний період становила 16,0 °С і була такою ж як і середня багаторічна. За місяцями вегетації значних відхилень за температурним режимом не було, середня добова температура коливалися в межах 0,9-2,0 °С від середнього багаторічного показника. За період вегетації випала надмірна кількість опадів – 396,9 мм, що на 44,9 мм більше за середнє багаторічне значення. За місяцями опади розподілялися не рівномірно.

Таблиця 2.1.

Погодні умови за вегетаційний період 2022 р.

(за даними метеостанції Веселий Поділ)

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С			Сума опадів, мм		
	поточного року	середня багаторічна	відхилення від багаторічної	поточного року	середня багаторічна	відхилення від багаторічної
Квітень	9,1	10,0	-0,9	63,6	32	31,6
Травень	14,4	16,0	-1,6	20,0	61	-41,0
Червень	21,2	19,7	1,5	45,3	57	-11,7
Липень	20,7	21,7	1,0	66,2	61	5,2
Серпень	23,3	20,8	2,5	59,3	42	17,3
Вересень	13,0	15,0	-2,0	92,4	54	38,4
Жовтень	10,1	8,6	1,5	50,1	45	5,1
За вегетаційний період	16,0	16,0	0	396,9	352,0	44,9

У період відновлення вегетації проса прутоподібного (квітень) випало на 31,6 мм опадів більше від середнього багаторічного показника, що сприяло інтенсивному відростанню рослин. Травень і червень характеризувалися недостатнім забезпеченням рослин вологою, дефіцит якої становив в травні 41,0 мм, а в червні 11,7 мм. Період викидання волоті та формування генеративних органів (липень) був сприятливим. Середня добова температура повітря була на рівні середнього багаторічного значення, а опадів випало лише на 5,2 мм більше від середнього багаторічного показника.

Початок цвітіння (III декада липня) був засушливим, дефіцит опадів становив 13,4 мм, у другій декаді серпня випало опадів більше багаторічного значення на 33,9 мм, але фаза масового цвітіння II-III декади серпня

проходила без опадів (додаток А11), що сприяло доброму запиленню і формуванню насіння. Жовтень був теплим, середня добова температура повітря перевищувала середню багаторічну на 1,5 С, відсутність опадів в II декаді сприяло якісному збиранню насіння.

Веgetаційний період 2023 р. за температурним режимом був наближеним до багаторічного з незначним дефіцитом вологи (табл. 2.2).

Таблиця 2.2.

Погодні умови за вегетаційний період 2023 р.

(за даними метеостанції Веселий Поділ)

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С			Сума опадів, мм		
	поточного року	середня багаторічна	відхилення від багаторічної	поточного року	середня багаторічна	відхилення від багаторічної
Квітень	10,1	10,0	0,1	59,4	32	27,4
Травень	15,6	16,0	-0,4	26,9	61	-34,1
Червень	19,3	19,7	-0,4	36,3	57	-20,7
Липень	21,5	21,7	-0,2	42,5	61	-18,5
Серпень	23,1	20,8	2,3	56,2	42	14,2
Вересень	17,9	15,0	2,9	9,6	54	-44,4
Жовтень	11,3	8,6	2,7	82,1	45	37,1
За вегетаційний період	17,0	16,0	1,0	313,0	352,0	-39,0

Значних відхилень середніх добових температур повітря від багаторічного не спостерігалось але серпень – жовтень були теплішими, середня добова температура повітря була вищою на 2,3-2,9 °С від багаторічного показника. Майже всі місяці, крім квітня, серпня і жовтня характеризувалися дефіцитом вологи. В період дозрівання і збирання насіння (друга декада жовтня) випало на 12,2 мм більше опадів, а в третій декаді жовтня – на 33,5 мм більше середнього багаторічного значення (додаток А

12), що негативно вплинуло на якість насіння. Все насінн було уражене грибковими хворобами.

Дослідне поле Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства розташоване в зоні Південного Степу в підзоні сухого Степу в яку входять Запорізька, Миколаївська, Одеська, Херсонська області й Автономна республіка Крим. У степових агроландшафтах України найбільш розповсюджені південні чорноземи та каштанові ґрунти. Значна частина ґрунтового покриву Південного Степу представлена чорноземом південним зі зниженим вмістом гумусу (3,3-3,5 % в орному шарі). Цим ґрунтам властиві рихле складення, добра структурність і висока біологічна активність, а солі акумульовані в них на великій глибині. За механічним складом на півдні України переважають середньо- й важкосуглинкові, а також в меншому ступеню – легкосуглинкові ґрунти. Більшості ґрунтів півдня України властива висока активна вологоємкість – 80-100 мм, зменшуючись до 70 мм на малопоширених ґрунтах. Такі показники є позитивною властивістю ґрунтів зони, що дозволяє реалізовувати стратегію різних режимів зрошення (біологічно оптимальних, ресурсощадних, ґрунтозахисних, синхронізованих тощо). За високої інтенсивності випаровування вона створює передумови для ефективного використання наявних водних і технологічних ресурсів при різних способах штучного зволоження, дозволяючи в певних межах переносити строки поливів, не виходячи за межі діапазону оптимального зволоження або диференційованого подання поливної води [190].

Ґрунт дослідного поля темно-каштановий, слабосолонцюватий, середньосуглинковий на карбонатному лесі з вмістом гумусу в орному шарі 2,1 %. Щільність метрового шару ґрунту 1,37 г/см³, вологість в'янення 9,1 %, найменша вологоємкість 20,3 %.

Метеорологічні показники, які визначали погодні умови вегетаційного періоду взято із спостережень обласного центру з гідрометеорології м. Херсон, що розташований на відстані 600 м від дослідного поля.

Агrometeorологічні умови на посівний період свічграсу 2021 року на півдні України були аномально вологими (рис. 2.21). Так у травні місяці на момент сівби (21.05.2021 р.) запаси вологи у посівному шарі ґрунту були достатніми для отримання дружніх сходів і склали 25,5 мм, а в метровому шарі ґрунту становили 212,8 мм.

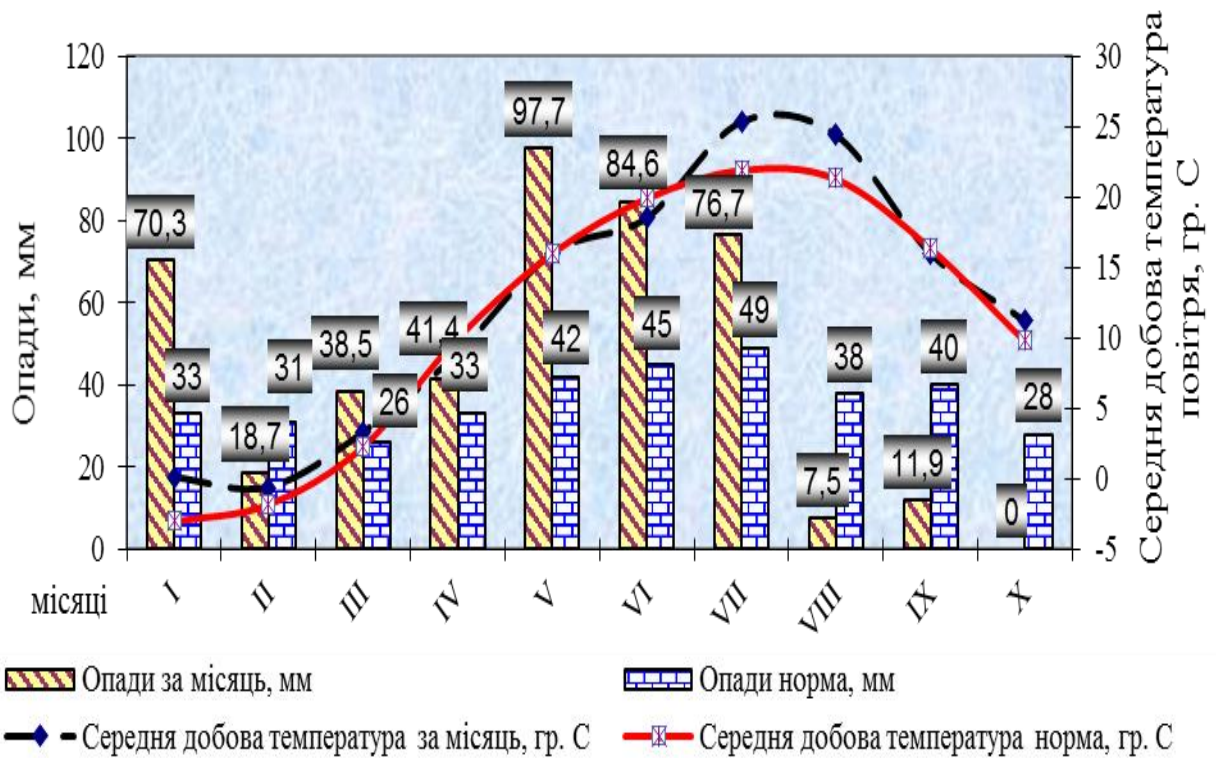


Рис. 2.21. Погодні умови за вегетаційний період 2021 р.

(за даними обласного центру з гідрометеорології м. Херсон)

За травень випало 97,7 мм опадів, що на 55,7 мм перевищує середньо багаторічну норму. Середня добова температура за місяць становила 16 °C, що відповідає середньо багаторічній нормі. У червні випало 84,6 мм опадів, що на 39,6 мм перевищує середньо багаторічну норму

Середня добова температура за місяць становила 18,5 °C, що на 1,4 °C менше середньо багаторічної норми. У липні випало 76,7 мм опадів, що на 27,7 мм вище від середньо багаторічної норми. Показники середньодобової температури повітря за місяць становили 25,3 °C, що на 3,4 °C вище середньо багаторічної норми. Серпень відзначався підвищенням температури повітря на 3,1 °C відносно середньо багаторічної норми. Опадів випало на 30,5 мм

менше норми. У вересні та випало на 28,1 мм, а у першу декаду жовтня на 28 мм менше середньо багаторічної показника.

Агrometeorологічні умови на період пробудження – відновлення вегетації проса прутоподібного в 2023 р. на півдні України були сприятливими. За квітень випало 91,8 мм опадів, що на 58,8 мм перевищує середнє багаторічне значення. Температурний режим квітня вирізнявся значними коливаннями температури та низьким рівнем нічних температур, що затримувало вегетацію та перехід рослин до наступних етапів органогенезу (рис 2.22).

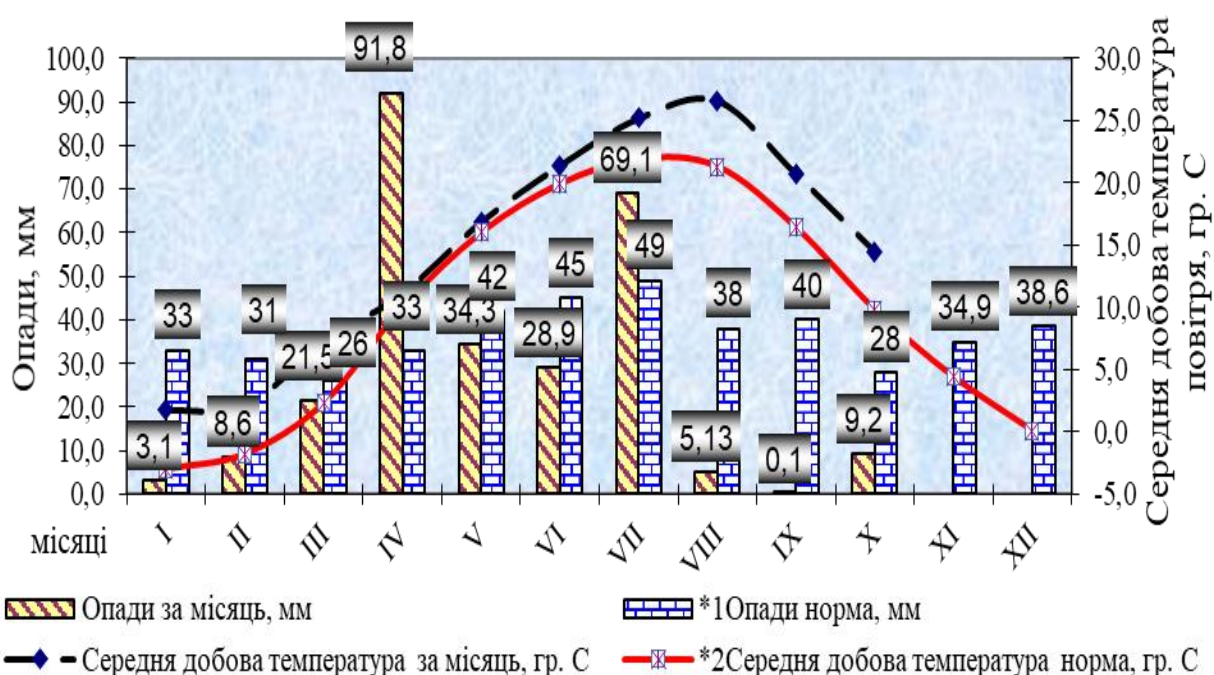


Рис. 2.22. Погодні умови за вегетаційний період 2023 р.
(за даними обласного центру з гідрометеорології м. Херсон)

Перехід середньодобової температури повітря через $+10^{\circ}\text{C}$ до підвищення відбувся 09–12 квітня, що на 3–5 діб пізніше за звичайні строки. Середня добова температура за квітень становила $11,1^{\circ}\text{C}$, що в межах середнього багаторічного значення.

Травень був в межах середнього багаторічного показника та характеризувався стабільним підвищенням температур після 11 числа місяця, за опадами цей місяць характеризувався дефіцитом. У травні випало 34,3 мм опадів, що на 7,7 мм менше середнього багаторічного значення. Середня

добова температура за місяць становила 16,9 °С, що в межах середнього багаторічного.

Температурний режим червня перевищував середнє багаторічне значення на 1,5 °С, а опадів випало 28,9 мм, що становить біля 35,7 % до середнього місячного показника.

У липні випало на 20,1 мм опадів вище середнього багаторічного значення, а середня добова температура була на 3,3 °С вище від середнього багаторічного показника. З серпня по жовтень кількість опадів була нижчою від середнього багаторічного показника, відповідно – на 32,9 мм, 39,9 мм та 18,8 мм з підвищенням середньомісячної температури повітря відносно контролю від 4,3 °С у вересні до 5,3 °С у серпні.

У 2023 році середня температура була вищою, ніж за попередні роки, особливо в літній період. Кількість опадів у 2023 році була нижчою, порівняно з середніми значеннями за попередні роки, особливо в січні та лютому, а також в період з серпня по жовтень.

Висновки до розділу 2.

1. Методи та методики лабораторних і польових досліджень, що використані при виконанні робіт є сучасними, що дало можливість об'єктивно оцінити ефективність елементів технології вирощування та передпосівної підготовки насіння проса прутopodobного і сприяло успішному виконанні поставленої проблеми.

2. Ґрунтово-кліматичні умови в цілому були сприятливими для вирощування насіння але за роками досліджень вони змінювалися від типових для даних зон до значних відхилень як за середньої добової температури повітря, так і режимом зволоження, що забезпечило дослідити особливості росту і розвитку рослин та формування врожаю і якості насіння за різних погодних умов.

РОЗДІЛ 3

ФОРМУВАННЯ ГЕНЕРАТИВНИХ ОРГАНІВ У РОСЛИН ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ЇХ ВИРОЩУВАННЯ ТА СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ

3.1. Якість пилку

Урожайність та якість насіння проса прутоподібного залежить від кількості і якості пилкових зерен, що зумовлено погодними умовами в період їх формування та проходження запилення і зав'язування насіння. Запилення це перенесення пилку з тичинок на маточку. Якщо пилок з пиляків переноситься на свою маточку, то відбувається самозапилення, якщо на маточку іншої квіткої цієї ж рослини або іншої рослини, то відбувається перехресне запилення. Перехресне запліднення в проса прутоподібного (свічграсу) звичайно складає лише 0,01-0,5 % і лише в окремих випадках може досягати 5 % [78]. Пилок переноситься переважно вітром.

За даними В.М. Тищенко та ін. [78] процес запліднення у проса завершується за температури повітря близько 22-23 °С через 2-2,5 год. після запилення, а за температури близько 20°С — через 4-4,5 год. Процеси ембріогенезу запліднених кліток зародкового мішка починаються через 4-8 год. після запліднення. Через 10-12 днів після запилення зародок проса здатний до проростання за відповідних умов, хоча ендосперм ще не сформований. Наливання зернівки продовжується від 18 до 24 днів після запліднення. Період післяжнивного дозрівання насіння у проса продовжується 12-18 днів.

Формування якісного насіння залежить від ряду факторів, і в першу чергу, від проходження процесу запилення і запліднення та якості пилку, яка зумовлена сортовими особливостями і умовами вегетації в період запилення. Від якості пилкових зерен значною мірою залежить ефективність гібридизації, що впливає на насінневу продуктивності і є показником адаптації до кліматичних умов вирощування. Рослини, які утворюють пилок і насіння високої якості, ліпше пристосовані до нових умов [192]. Якість пилку

зумовлена його розмірами та життєздатністю. Зі збільшенням кількості життєздатних пилкових зерен підвищується схожість насіння. Пилок проса кулястий і незабарвлений (рис.3.1).

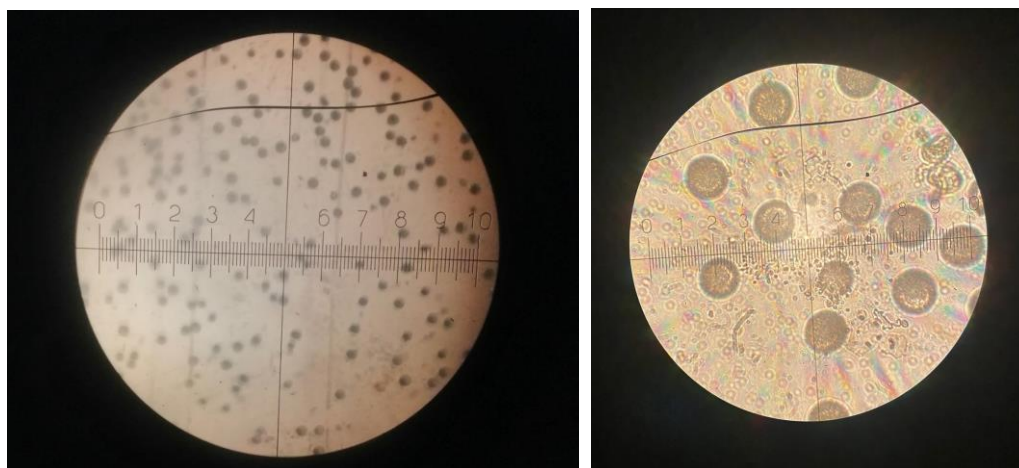


Рис. 3.1. Пилок проса прутоподібного (сорт Морозко)

Якість пилку значною мірою залежить, як від внутрішніх, так і зовнішніх чинників, зокрема погодних умов періоду вегетації [193]. За погодних умов, що склалися в 2017-2018 рр. початок цвітіння (липень) був сприятливим для формування життєздатного пилку, а в серпні високі температури, які після 11 годин дня, коли проходило запилення, сягали більше 36 °С за відсутності опадів вплинули на життєздатність пилку. Температура повітря в період цвітіння 36 °С і більше призводить до стерильності пилку і квіток. Причому приймочка маточки відносно більш чутлива, ніж пилкові зерна, що призводить до зниження урожайності насіння [194].

В усіх сортах, що вивчали життєздатність пилку була низькою (рис. 3.2).

Найбільше життєздатного пилку було в сорту Морозко, найменше – в сортозразку Кейв-ін-рок, що негативно вплинуло на схожість насіння.

У середньому за чотири роки вегетації розмір пилкових зерен варіював від 22.9 до 23,6 мкм залежно від сортових особливостей та погодних умов у фазу цвітіння та формування пилку. Достовірної різниці з розміру пилку залежно від сортових особливостей не виявлено, спостерігалася лише тенденція збільшення чи зменшення його розмірів (рис. 3.3).

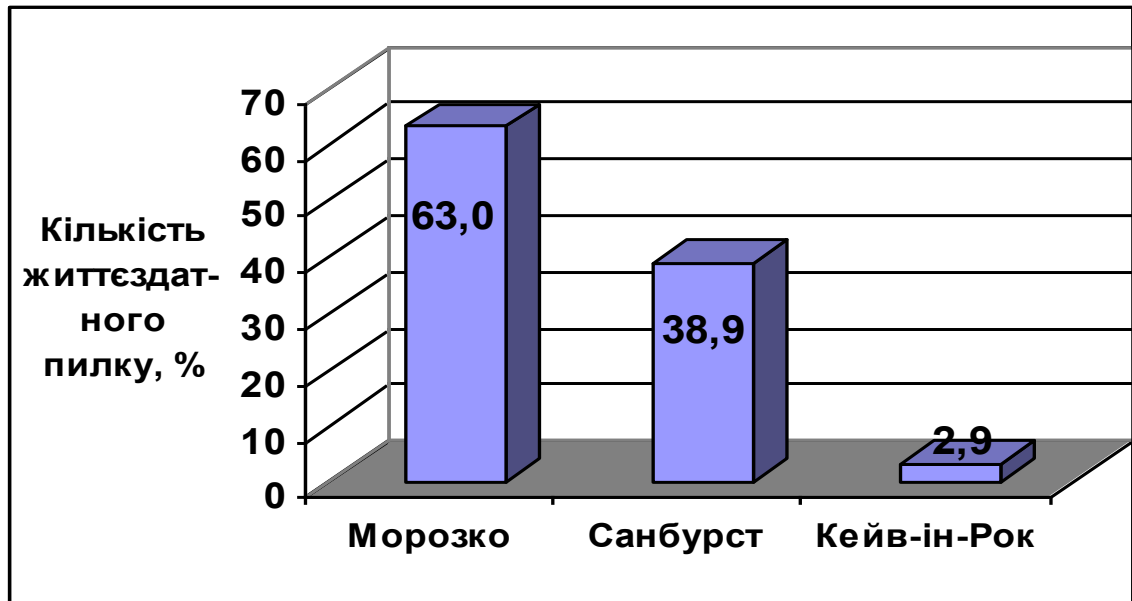


Рис. 3.2. Кількість життєздатного пилку по сортозразках (2018-2019 рр.)

Найкрупніші розміри пилку були в середньораннього сортозразка Санбурст. Пилок середньопізнього сорту Морозко та сортозразка Кейв-ін-рок був однаковим 23,4 мкм, найменший пилок був в середньопізнього сортозразка Аламо.

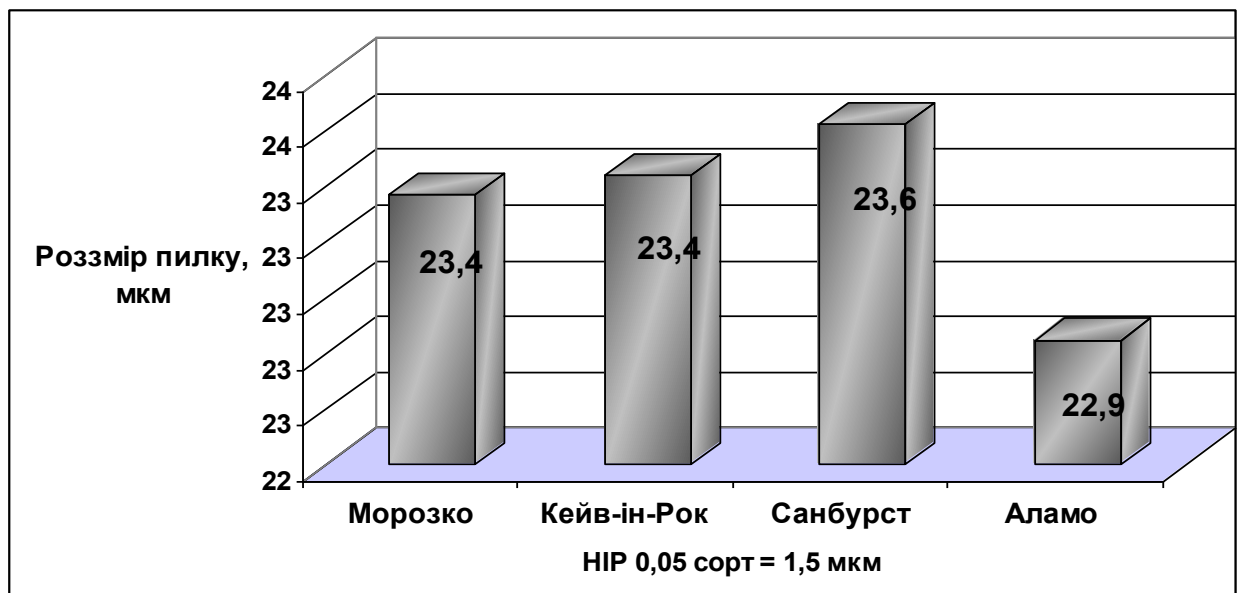


Рис.3.3. Розмір пилку залежно від сортових особливостей (середнє за 2018-2021 рр.)

Залежно від погодних умов та сортових особливостей розміри пилкових зерен за роками дослідження змінювалися, навіть в межах одного сорту (рис. 3.4).

Найменших розмірів пилок усіх сортозразків був в 2018 та 2019 рр. В ці роки найкрупніший пилко 17,3 та 18,0 мкм, відповідно, за роками формувався в сорту Морозко, а найменший – 15,1 та 14,9 мкм в сортозразків Санбурст та Амало, відповідно.

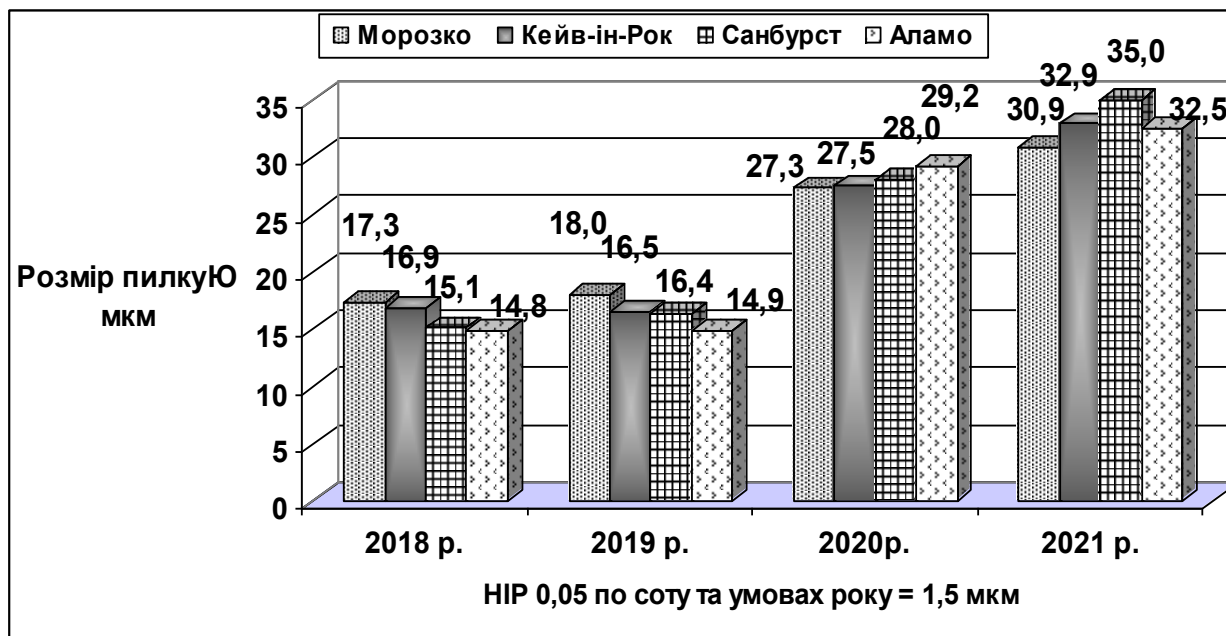


Рис.3.4. Розмір пилку залежно від сортових особливостей (за 2018-2021 рр.)

У вегетаційних 2020-2021 рр. середні розміри пилку були значно більшими, ніж в 2018 та 2019 р. по всіх сортах. У 2020 р. розміри пилку сорту Морозко та сортозразка Кейв-ін-рок були майже однаковими і меншими, ніж сортозразків Санбурст та Амало. В 2021 р. найкрупніший пилко (35 мкм) формувався в сортозразка Санбурст, найменших розмірів (30,9 мкм) був пилко в сорту Морозко.

Все це свідчить, що розміри пилку залежать як від сортових особливостей, так і від кліматичних умов у фазу цвітіння в роки проведення дослідження.

Середня добова та максимальна температура повітря у фазу масового цвітіння (в липні-серпні) 2018-2020 рр. були майже однаковими і становили, відповідно – 22,4-25,3 та 29-30 °С, а в 2021 р. ці показники були значно вищими і становили, відповідно – 29 та 34 °С, що призвело до швидшого проходження фази цвітіння, яка закінчилася в кінці липня (рис. 3.5).

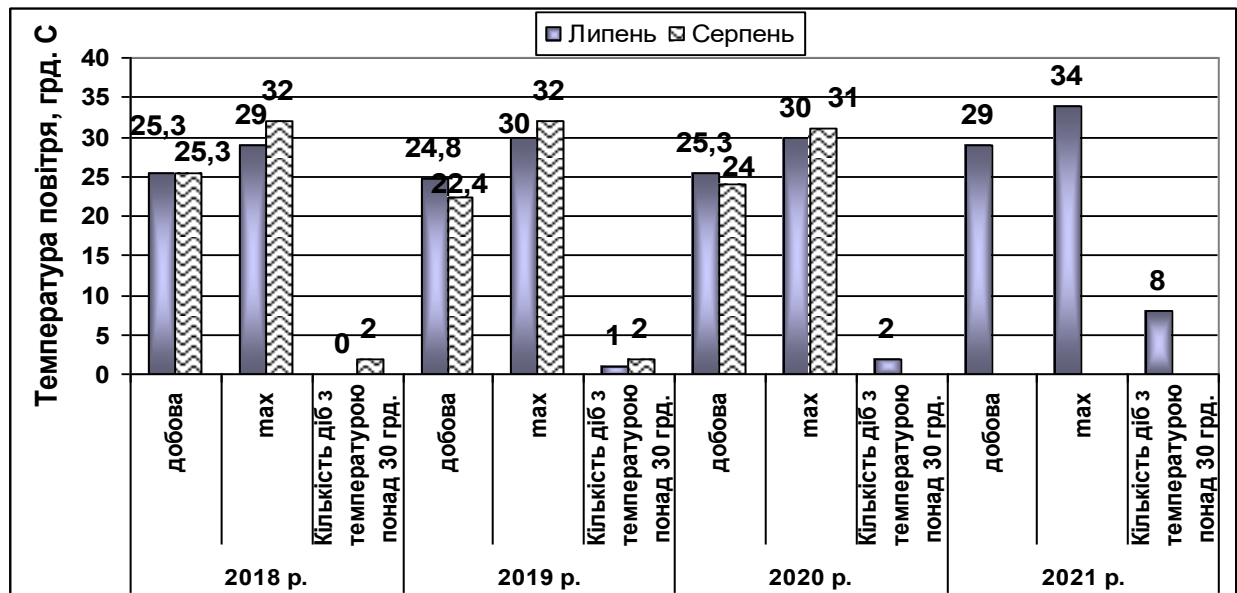


Рис. 3.5. Метеорологічні умови у фазу масового цвітіння проса прутоподібного (за даними Українського гідрометцентра, 2018-2021 рр.)

Але на формування пилкових зерен впливає не лише температурний режим, а і забезпеченість рослин вологою. Оскільки просо прутоподібне не потребує значних вимог до забезпечення вологою, то в умовах 2020 і 2021 рр., які характеризувалися значним дефіцитом вологи (рис. 3.6) рослини формували значно крупніших розмірів пилкові зерна.

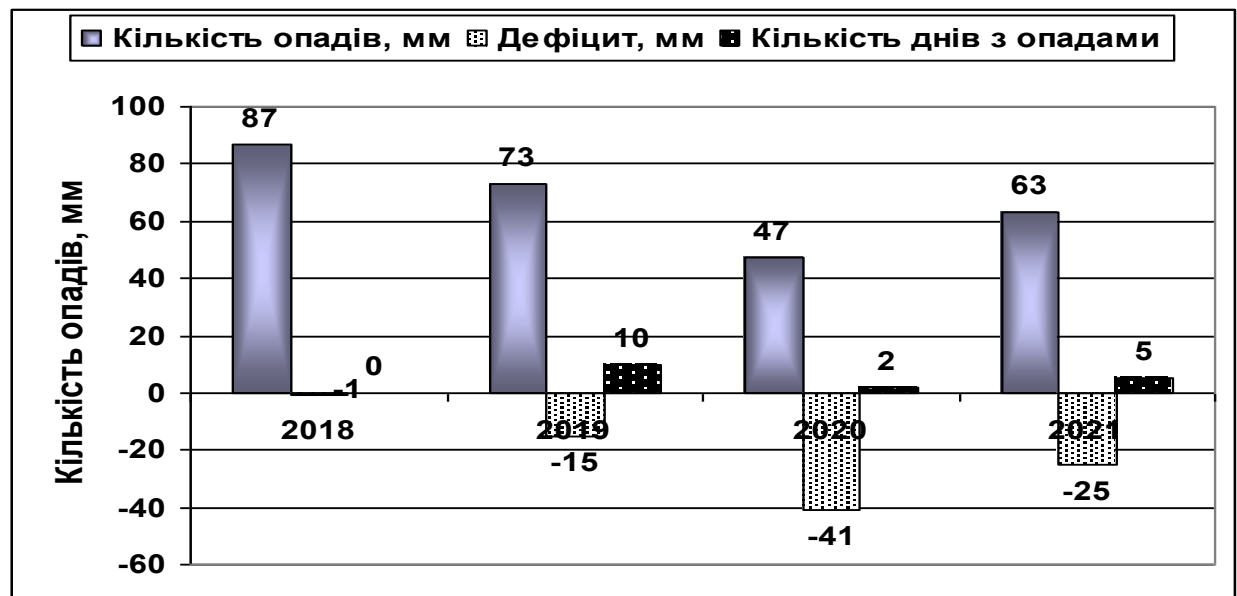


Рис. 3.6. Вологозабезпечення рослин проса прутоподібного у фазу масового цвітіння (за даними Українського гідрометцентра)

Проходження фази масового цвітіння в 2021 р. було в найсприятливіших погодних умовах, хоча середня добова температура повітря була високою, а днів з температурами понад 30 °С було найбільше – 8 порівняно з попередніми роками досліджень, а дефіцит вологи становив 25 мм і опадів випало майже стільки, як в 2019 р. але за рахунок рівномірного розподілу опадів, були створені сприятливі умови для формування пилкових зерен крупніших розмірів, порівняно з 2018 та 2019 рр.

Аналіз факторів, які впливали на розмір пилкових зерен показав, що найбільший вплив мали умови вегетаційного періоду в роки проведення досліджень (рис. 3.7). Вплив умов року упродовж вегетації і, особливо в фазі цвітіння та формування насіння, становив 89,3%. Вплив фактору сорт та взаємодія факторів умови року і сорт були незначними – 0,2-2,2%.

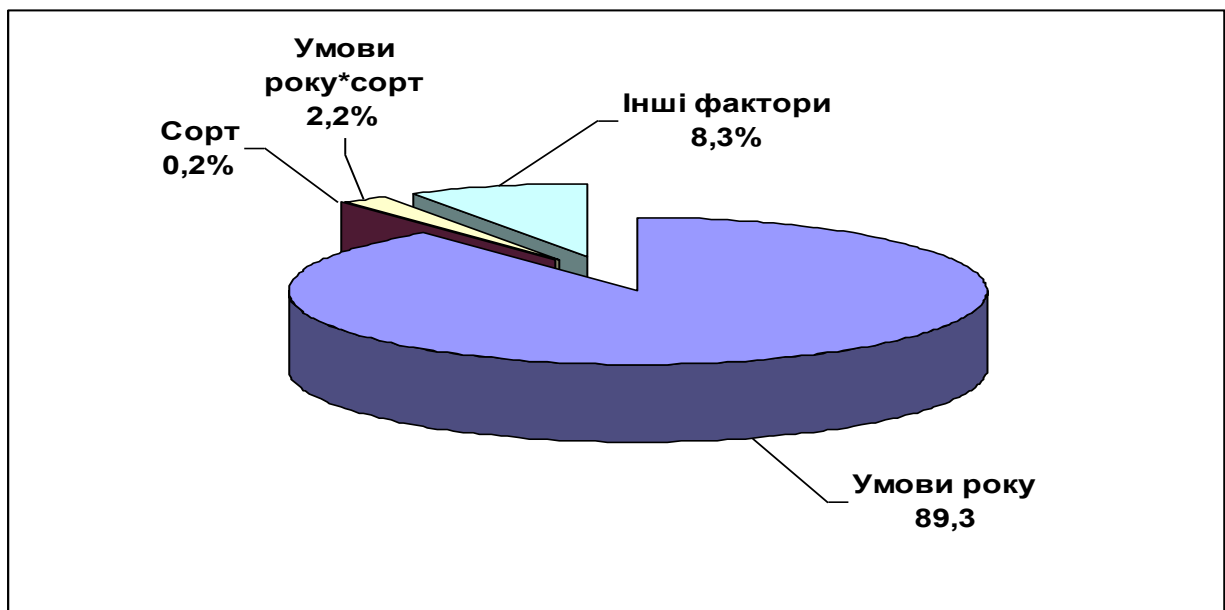


Рис. 3.7. Вплив факторів на розмір пилкових зерен (середнє за 2018-2021 рр.)

Розміри та вирівняність пилку прутоподібного залежали від його генетичних особливостей та погодних умов у роки досліджень. Вирівняність пилку характеризується розмахом мінливості і вираховується за найбільшою кількістю пилку певного розміру. У середньому за чотири роки найбільш вирівняний пилкок формувався в середньостиглого сортозразка Кейв-ін-рок і становив 68,3 % (рис. 3.8).

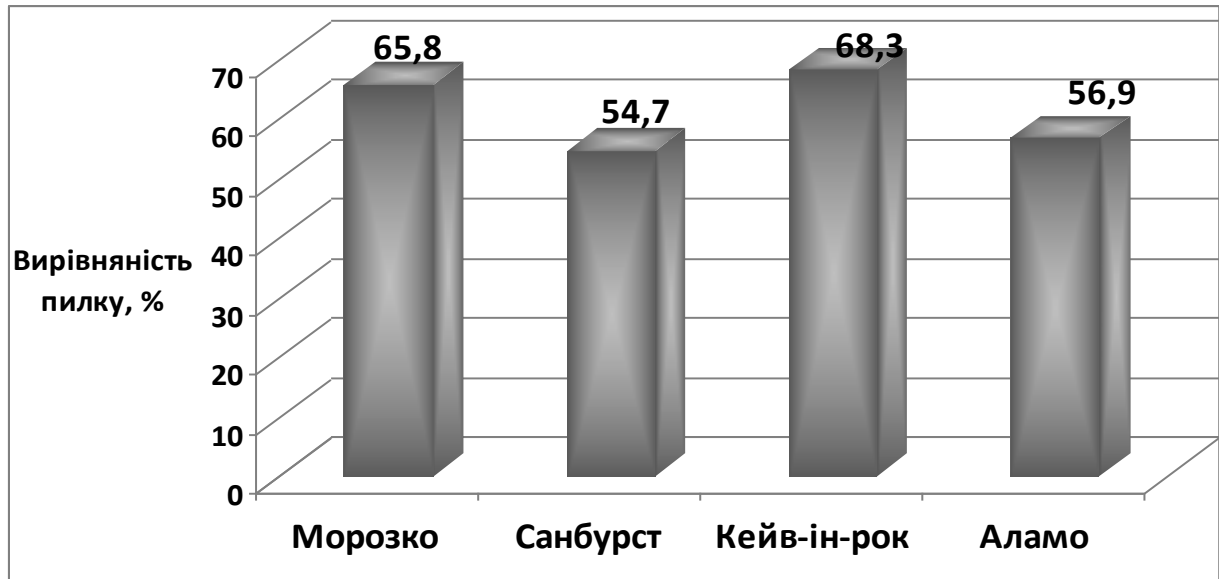


Рис. 3.8. Вирівняність пилку за розмірами (середнє за 2018-2021 рр.)

Найменш вирівняний пилко формувався в сортозразка Санбурст (54,7%) та середньо-пізностиглого сортозразка Аламо (56,9 % вирівняність). Вирівняність пилкових зерен середностиглого сорту Морозко була меншою, ніж в сортозразка Кейв-ін-рок але більшою, ніж в Санбурст і Аламо.

За роками досліджень вирівняність пилкових зерен також змінювалася (рис. 3.9).

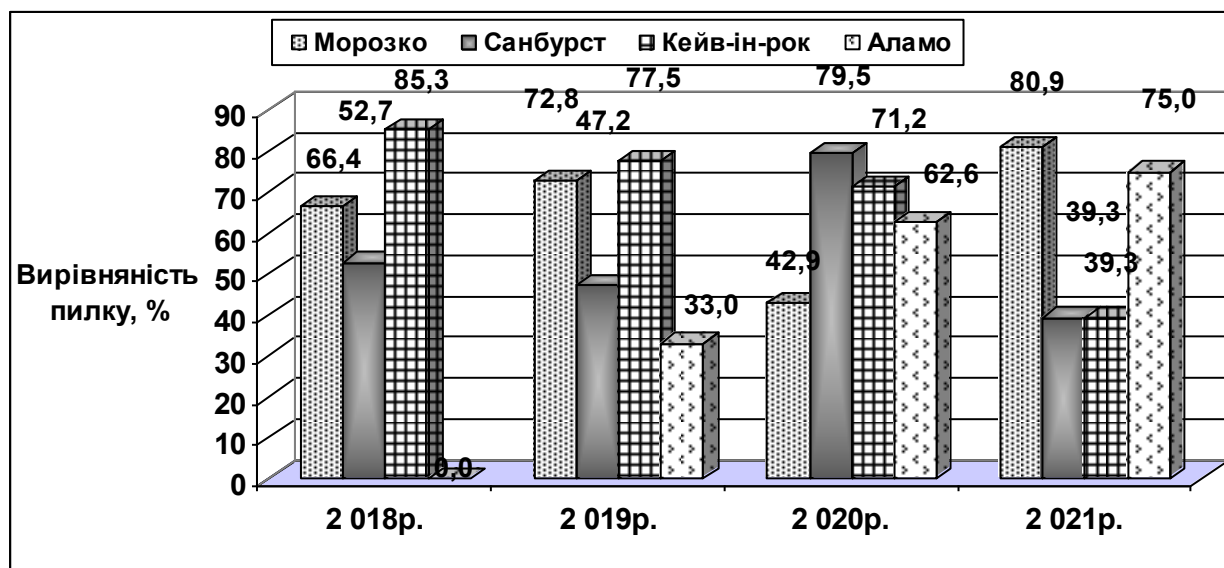


Рис. 3.9. Вирівняність пилкових зерен проса прутіподібного залежно від сортових особливостей та погодних умов (за 2018-2021 рр.)

У 2018 та 2019 рр. найбільш вирівняний пилкок формувався в середньостиглого сортозразка Кейв-ін-рок і становив, відповідно – 85,3 (розміром 29-37 мкм) та 77,5% (розміром 10-30 мкм), інший пилкок був або менших, або більших розмірів. Найменше вирівняний пилкок був в сортозразків Санбурст та Аламо. У 2020 р. в сортозразка Санбурст був найбільше вирівняний пилкок – 79,5% (розміром 20-30 мкм), водночас як в 2021 р. вирівняність пилку в цього сорту була найменшою і становила 39,3% (розміром 26-35 мкм). У 2021 р. найбільшу вирівняність пилку 80,9% (розміром 26-35 мкм) мав сорт Морозко, а найменшу сортозразки Санбурст та Кейв-ін-рок – 39,3% (розміром 26-35 мкм). Вирівняність пилку середньо-пізнеспілого сортозразка Аламо становила 75%.

За розмірами пилкок сортів проса прутіподібного піддається модифікаційній дії ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Мінливість розмірів пилку за роки досліджень відтворює фенотиповий характер даної ознаки, яка змінювалася як від сортових особливостей, так і від погодних умов у період вирощування. Пилкок був не однорідний залежно як від генотипу, так і від років вегетації. Якщо в 2018 р. розмір пилку варіювали в межах від 29 до 60 мкм, то в 2019 р. – від 5,2 до 57,2 мкм, в 2020 р. – від 18,2 до 36,4 мкм, а в 2021 р. – від 18,2 до 44,2 мкм. У 2019 р. формувалося більше дрібного за розміром пилку, порівняно з 2018 р., а в 2020 та 2021 рр. формувалося більше крупного пилку.

У вегетаційний період 2018 р. пилкові зерна сорту Морозко були достовірно більших розмірів, порівняно з пилком інших сортів і в середньому становили 17,3 мкм з варіюванням від 11,6 до 66,7 мкм (табл. 3.1).

Достовірно менших розмірів був пилкок сорту Кейв-ін-Рок – 16,9 мкм за варіюванням від 23,2 до 37,7 мкм та сорту Санбурст, відповідно – 15,1 мкм за варіюванням від 14,5 до 95,7 мкм. Достовірної різниці з розміру пилку цих сортів не було.

Таблиця 3.1.

Мінливість розміру пилку залежно від сортових властивостей (2018 р.)

Сорт	Відсоток пилку за розмірами, мкм							Розмір пилку, мкм		
	< 29	29-33	33,1-37	37,1-41	41,1-45	45,1-60	>60	середнє	min	max
Морозко	21,6	34,4	20,0	12,0	5,6	3,2	3,2	17,3	11,6	66,7
Санбурст	12,7	20,0	32,7	23,6	0,0	5,5	5,5	15,1	14,5	95,7
Кейв-ін-рок	5,9	47,1	38,2	8,8	0,0	0,0	0,0	16,9	23,2	37,7
НІР _{0,05}								2.6		

У вегетаційному 2019 р. середні розміри пилку були значно меншими в усіх сортах. Істотної різниці за цим показником залежно від сортових особливостей не виявлено (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Мінливість розміру пилку залежно від сортових властивостей (2019 р.)

Сорт	Відсоток пилку за розмірами, мкм						Розмір пилку, мкм		
	до 10	10.-20	21-30	31-40	41-50	>50	середнє	min	max
Морозко	20,8	49,4	23,4	1,3	2,6	2,6	18,0	5,2	57,2
Санбурст	43,8	37,1	10,1	9,0	0,0	0,0	16,5	5,2	41,3
Кейв-ін-рок	15,0	42,9	34,6	6,7	0,8	0,0	16,4	5,2	33,8
Аламо	61,7	22,9	10,1	4,8	0,5	0,0	14,9	5,2	28,6
НІР _{0,05}							4,0		

Залежності розмірів та вирівняності пилку залежно від сортових особливостей у вегетаційному 2019 р порівняно з 2018 р. збереглися. Пилок сорту Морозко був найбільших розмірів порівняно з іншими сортами, середні розміри якого становили 18,0 мкм з розмахом мінливості від 5,2 до 57,2 мкм, найменших – в сортотразка Аламо, 14,9 мкм з варіюванням від 5,2 до 28,6 мкм. Пилок сортотразків Санбурст та Кейв-ін-рок за розміром був майже

однаковим і становив в 16,4-16,5 мкм.

У вегетаційний період 2020 р. розмір пилкових зерен усіх сортів був більшим, ніж в 2018-2019 рр. Істотно більших розмірів пилок був у сортозразка Аламо і становив 29,2 мкм з розмахом мінливості від 18,2 до 36,4 мкм (табл. 3.3).

Таблиця 3.3.

Мінливість розміру пилку залежно від сортових властивостей (2020 р.)

Сорт	Відсоток пилку за розмірами, мкм					Розмір пилку, мкм		
	до 20	20-25	26-30	31-35	>50	середнє	min	max
Морозко	5,4	32,0	20,9	25,2	16,5	27,3	18,2	36,4
Кейв-ін-рок	3,5	19,9	51,3	24,1	1,3	27,5	18,2	31,2
Санбурст	15,0	34,0	45,5	5,5	0,0	28,0	20,8	31,2
Аламо	2,5	17,7	44,9	28,9	5,9	29,2	18,2	36,4
НІР _{0,05}						1,0		

Достовірно менших розмірів був пилок в сорту Морозко та сортозразка Санбурст з найбільшим варіюванням, відповідно – від 18,2 до 36,4 мкм (різниця між max і min розмірами становила 18,2 мкм) та від 18,2 до 31,2 мкм (різниця між max і min розмірами становила 13,0 мкм). Найменша різниця між max і min розмірами 10,4 мкм була в сортозразка Кейв-ін-рок.

У вегетаційний період 2021 р. розмір пилкових зерен усіх сортів був більшим, ніж в 2018-2020 рр. Істотно більших розмірів пилок був у сортозразка Самбурст і становив 35,0 мкм з розмахом мінливості від 28,6 до 41,6 мкм, а достовірно меншим був пилок сорту Морозко (табл. 3.4).

Значної різниці в розмірах пилку сортозразків Кейв-ін-рок та Аламо не було. Найбільша різниця між max та min розмірами (26 мкм) була в Кейв-ін-рок, що свідчить про те, що пилок не вирівняний. В 2021 р. майже не було дрібного пилку – менше 25 мкм і навпаки велика кількість пилку була розмірами більше 50 мкм, що зумовлено максимальним температурами повітря 31-34 °С, які були упродовж 8 днів.

Таблиця 3.4.

Мінливість розміру пилку залежно від сортових властивостей (2021 р.)

Сорт	Відсоток пилку за розмірами, мкм					Розмір пилку, мкм		
	до 20	20-25	26-30	31-35	>50	середнє	min	max
Морозко	0,0	1,9	32,7	48,2	17,3	30,9	23,4	41,6
Санбурст	0,0	0,0	1,7	37,6	60,7	35,0	28,6	41,6
Кейв-ін-рок	1,9	4,7	39,6	9,4	46,2	32,3	18,2	44,2
Аламо	0,0	4,9	27,8	47,2	20,1	32,5	23,4	41,6
НІР _{0,05}						2,6		

3.2. Формування зародку та насінини

Якість насіння – енергія проростання та схожість залежать від величини зародка та наявності поживних речовин (ендосперму), необхідних для росту і розвитку зародка та проростка (рис.3.10).

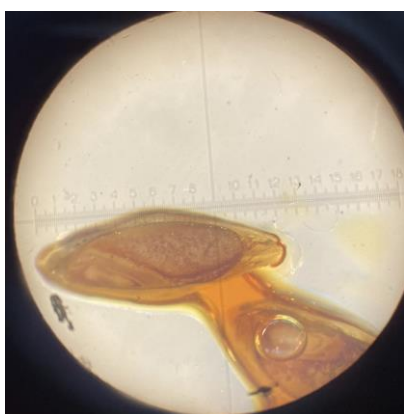


Рис. 3.10. Розріз насінини та зародку проса прутоподібного під мікроскопом (сорт Морозко)

Встановлено, що величина зародка насіння проса прутоподібного змінювалася залежно від сортових особливостей але істотної різниці по сортах за цим показником не виявлено (табл. 3.5.).

У середньому за роки досліджень достовірної різниці в розмірах зародка і насінини залежно від сортових особливостей не виявлено. Водночас спостерігалася зміна цих розмірів залежно від сортів. Так найбільша довжина зародка була в сорту Морозко і становила 48,2 мкм, а найменша – 44,4 мкм в сортозразка Кейв-ін-рок. Ширина зародка також змінювалася залежно від сортів: найбільша 23,3 та 23,1 мкм вона була в сорту Морозко та сортозразку

Аламо, відповідно, а найменша – 21,9 мкм в Кейв-ін-рок.

Таблиця 3.5.

Розміри насінини і зародка та їх співвідношення залежно від сортних особливостей проса прутіподібного (середнє за 2019-2021 рр.)

Сорт, сортозразок	Довжина, мкм			Ширина, мкм		
	насі- нини	зарод- ка	їх співвід- ношення	насі- нини	зарод- ка	їх співвідно- шення
Кейв-ін-рок	90,2	44,4	2,03	33,0	21,9	1,50
Морозко	90,0	48,2	1,87	35,6	23,3	1,53
Аламо	90,4	47,0	1,92	34,3	23,1	1,48
НІР _{0,05} заг.	7,8	6,2		9,2	5,5	
НІР _{0,05} сорт	4,5	3,6		5,3	3,2	

Співвідношення розмірів зародка до розмірів насіння показує, що найменших розмірів зародок був сформований в сортозразка Кейв-ін-рок і майже однаковим він був в сорту Морозко та сортозразка Аламо.

Найбільший вплив на розміри зародку та насінини, їх довжину та ширину, мали погодні умови вирощування, який становив від 98 до 100 %. Вплив фактору «сорт» був занадто малим – 0-0,42 %.

Розміри зародка і насінини істотно залежали від погодних умов упродовж цвітіння та їх формування. Найбільші розміри (довжина і ширина) насінини та зародка сформовані в 2019 вегетаційному році по всіх сортах. Достовірно меншими ці показники були в 2020 та 2021 рр. (табл. 3.6).

Погодні умови в міжфазний період «цвітіння – формування насіння» - 28 діб від початку цвітіння в 2019 р. були сприятливими для процесів запліднення та росту і розвитку зародка і насінини. Середня добова температура повітря в цей період становила 24,6 °С (рис.3.11) та незначний дефіцит вологи (15 мм), який рівномірно розподілився упродовж 10 дні (рис.3.12) створили сприятливі умови для проходження процесів цвітіння,

запліднення та формування насіння, ніж в 2020 та 2021 роках, що забезпечило формування більших розмірів як зародка, так і насінини в усіх сортах.

Таблиця 3.6.

Розміри насінини і зародка та їх співвідношення залежно від сорткових особливостей проса пругоподібного (2019-2021 рр.)

Рік (фактор А)	Сорт, сортозразок (фактор В)	Довжина, мкм			Ширина, мкм		
		насі- нини	зарод- ка	їх спів- відно- шення	насі- нини	зарод- ка	їх спів- відно- шення
2019	Кейв-ін-рок	161,2	62,5	2,58	56,7	30,9	1,83
	Морозко	162,3	72,8	2,23	63,1	32,9	1,92
	Аламо	161,7	69,6	2,32	60,1	35,5	1,69
2020	Кейв-ін-рок	79,6	47,2	1,69	27,5	23,3	1,18
	Морозко	78,0	47,2	1,65	29,3	26,0	1,13
	Аламо	78,7	47,5	1,66	28,5	23,4	1,22
2021	Кейв-ін-рок	29,8	23,6	1,26	14,8	11,6	1,28
	Морозко	29,8	24,5	1,22	14,3	11,0	1,31
	Аламо	30,7	23,8	1,29	14,2	10,4	1,37
НІР _{0,05} заг.		7,8	6,2	-	9,2	5,5	-
НІР _{0,05} умови року		4,5	3,6	-	5,3	3,2	-
НІР _{0,05} сорт		4,5	3,6	-	5,3	3,2	-

Фази цвітіння та формування насіння у вегетаційному 2020 році проходили в менш сприятливих погодних умовах: середня добова температура повітря у фазу цвітіння – формування насіння становила 25,2 °С (рис.3.11) за значного дефіциту вологи (41 мм), опади випали лише 2 дні, а 22 дня були ясними (рис. 3.12), що призвело до формування менших розмірів зародка і насінини. Достовірної різниці в розмірах зародка і насінини залежно від сорткових особливостей не виявлено. Аналіз співвідношення довжини та ширини зародка до розмірів насінини показав, що найбільший зародок в

умовах 2020 р. сформований в сорту Морозко, а найменший – в сортозразка Аламо.

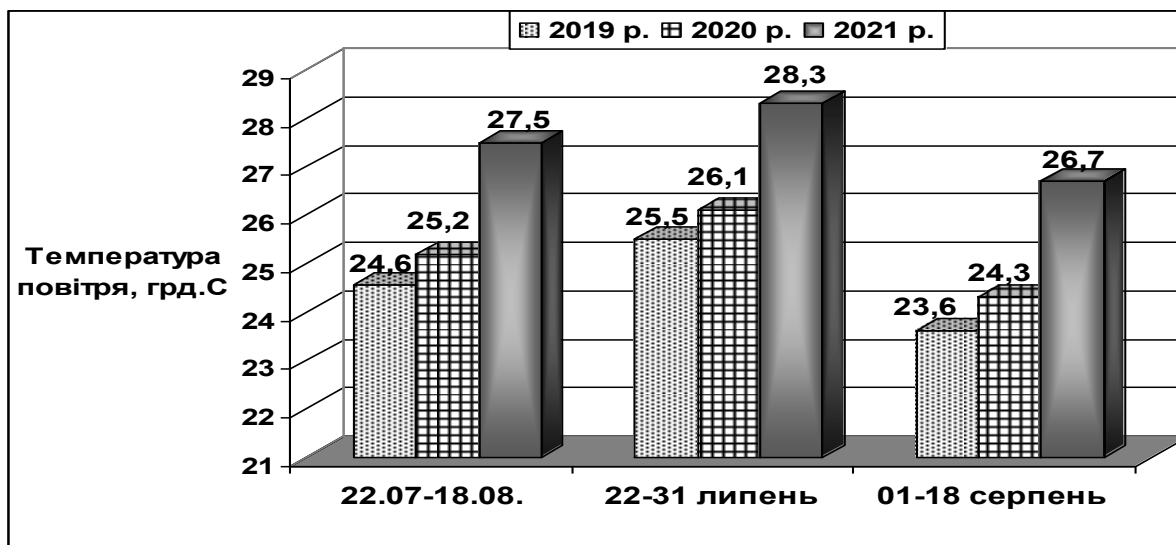


Рис. 3.11. Температура повітря у фазу цвітіння – формування насіння (за 28 діб від початку цвітіння)

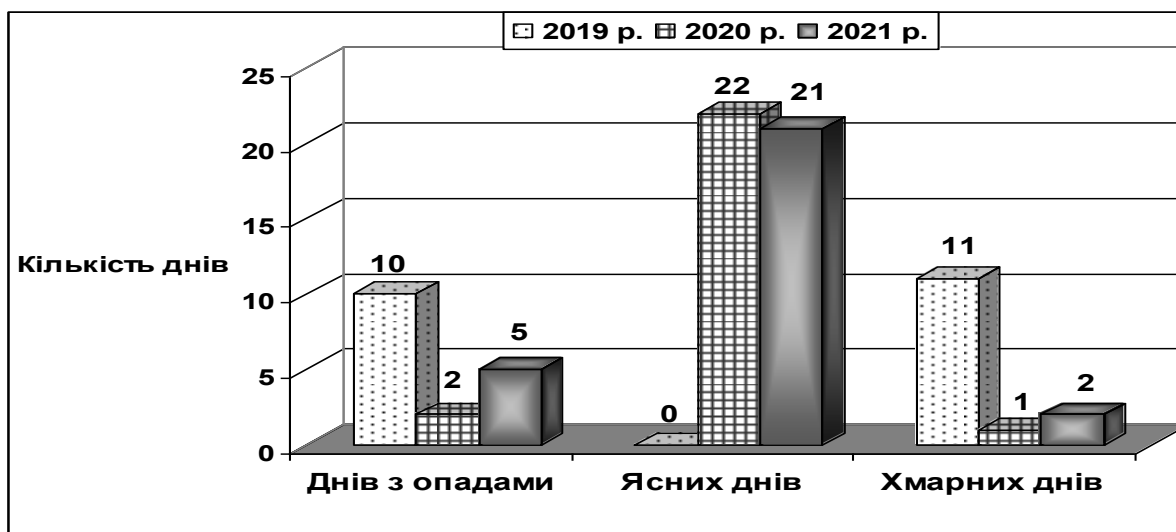
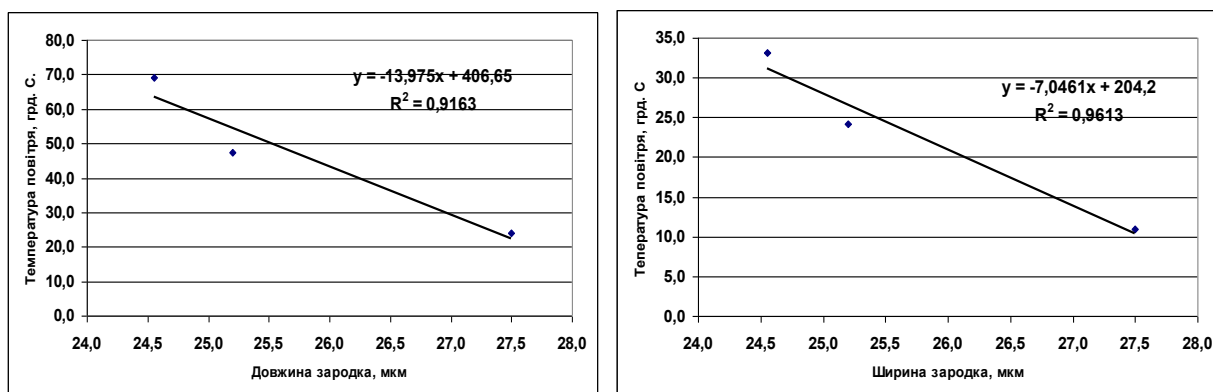


Рис. 3.12. Погодні умови в фазу цвітіння-формування насіння (за 28 діб від початку цвітіння)

Найменш сприятливими умовами для формування зародка і насіння були в 2021 р. Середня добова температура повітря у фазу цвітіння – формування насіння становила 27,5 °С, а дефіцит вологи – 25 мм, що призвело до формування значно менших розмірів як зародка, так і насіння в усіх сортах. Достовірної різниці за цими розмірами залежно від сортових особливостей не виявлено.

Щодо впливу сортових особливостей на формування зародка і насінини, то варто зазначити, що достовірно меншою довжина зародка була в сортозразка Кейв-ін-рок, порівняно з сортом Морозко та сортозразком Аламо. Аналіз співвідношення довжини і ширини зародка до розмірів насіння показав, що найбільший зародок в умовах 2019 р. був сформований в сортозразка Аламо, а найменший – в Кейв-ін-рок.

Кореляційно-регресійний аналіз даних показав сильну лінійну кореляцію між довжиною і шириною зародка та погодними умовами в фазу «цвітіння-формування» насіння з коефіцієнтом детермінації $R^2=0,9163$ й коефіцієнтом кореляції $R=0,96$ для довжини зародка та $R^2=0,9613$ й коефіцієнтом кореляції $R=0,98$ для ширини зародка (рис. 3,13)



а) довжина зародка

б) ширина зародка

Рис. 3.13. Залежність довжини та ширини зародка від погодних умов його формування

Побудоване рівняння регресії, що описує цю залежність: $y = 13,9756x + 406,65$ (для довжини зародка) та $y = 7,0461x + 204,2$ (для ширини зародка).

Отже, пилок проса прутоподібного за формою кулястий, не забарвлений і не однорідний за розмірами, які залежали як від генотипу, так і від умов вегетації. У середньому за чотири роки розмір пилкових зерен варіював від 22,9 до 23,6 мкм залежно від сортових особливостей та погодних умов у фазу цвітіння та формування пилку. Достовірної різниці за цим показником не виявлено. Найменших розмірів пилок усіх сортів був в 2018 та 2019 рр., а у вегетаційних 2020-2021 рр. середні розміри пилку були

значно більшими, ніж в 2018 та 2019 р. по всіх сортах, що зумовлено погодними умовами в фазу цвітіння проса прутоподібного. Найбільш вирівняний пилок формувався в середньостиглого сортозразка Кейв-ін-рок і становив 68,3 %, найменш вирівняний – в Самбурст (54,7%) та дуже пізньостиглого сортозразка (56,9 % вирівняність) Аламо. Вирівняність пилкових зерен середньостиглого сорту Морозко була меншою, ніж в сортозразка Кейв-ін-рок але більшою, ніж в Самбурст і Аламо.

Розміри зародка і насінини, їх співвідношення залежали переважно від погодних умов упродовж цвітіння, запилення і їх формування, частка впливу фактору «умови вирощування» становила 98-100 %. Значного впливу сортових особливостей не виявлено. Істотної різниці по сортах за цим показником також не було.

Висновки до розділу 3

1. Пилок проса прутоподібного за формою кулястий, не забарвлений і не однорідний за розмірами, які залежали як від генотипу, так і від умов вегетації.

2. У середньому за роки дослідження розмір пилкових зерен варіював від 22,9 до 23,6 мкм залежно від сортових особливостей та погодних умов у фазу цвітіння та формування пилку. Найменших розмірів пилок усіх сортів був в 2018 та 2019 рр., а у вегетаційних 2020, 2021 рр. середні розміри пилку спостерігали значно більшими, ніж в 2018 та 2019 р. по всіх сортах.

3. Найбільш вирівняний пилок формувався в середньостиглого сорту Кейв-ін-рок і становив 68,3 %, найменш вирівняний – в сорту Санбурст (54,7%) та дуже пізньостиглого сорту (56,9 % вирівняність) Аламо. Вирівняність пилкових зерен середньостиглого сорту Морозко була меншою, ніж в сорту Кейв-ін-рок але більшою, ніж в сортів Санбурст і Аламо.

4. Розміри зародка і насінини, їх співвідношення залежали переважно від погодних умов упродовж цвітіння рослин проса прутоподібного, запилення і їх формування, частка впливу фактору «умови вирощування» становила 98-100 %. Значного впливу сортових особливостей не виявлено. Істотної різниці

по сортах за цим показником також не було.

5. Встановлено сильну лінійну кореляцію між довжиною і шириною зародка та погодними умовами в фазу «цвітіння-формування» насіння з коефіцієнтом кореляції $R=0,96$ для довжини зародка та коефіцієнтом кореляції $R=0,98$ для ширини зародка.

За результатами розділу опубліковано 7 праць

1. Дрига В.В. Якість пилку проса прутоподібного залежно від умов його вирощування та сортових особливостей. *Зб. наук. праць Білоцерківського НАУ Агробіологія*. 2019. Вип.2. С. 59–65.

2. Дрига В.В. Розмір пилку проса прутоподібного залежно від умов вирощування насіння. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України» (12 листопада 2020 р.). Львів-Оброшино. Інститут с.-г. Карпатського регіону. 2020. С. 29–30.

3. Дрига В.В. Мінливість розмірів пилку проса прутоподібного залежно від сортових особливостей та умов його вирощування. Матеріали VI науково-практичної Інтернет-конференції «Інтеграція фундаментальних та прикладних досліджень в географії, екології та хімічній освіті» (27 листопада 2020 р.). Умань. Сочинский М.М., 2020. С. 43-45.

4. Дрига В.В. Вплив умов вирощування насіння проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM* L.) на якість пилку. V Інтерне-конференція молодих вчених «Генетика та селекція сільськогосподарських рослин – від молекули до сорту» (Київ, 21 вересня 2021 р.). НААН, СП-ННЦ Мінагрополітики, Український інститут експертизи сортів рослин. К. 2021. С.8.

5. Дрига В.В. Мінливість розмірів пилку проса прутоподібного залежно від умов його вирощування. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Природничі науки в системі освіти».(Умань, 7-8 квітня 2022 р.). Умань. 2022. С. 17–18.

6. Дрига В.В. Вплив сортових особливостей та умов вирощування проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM* L.) на якість пилку. *Зб. наук. праць Уманського національного університету садівництва*. 2022. Вип. 100. Частина 1. Сільськогосподарські та технічні науки. С. 75–82.

7. Viktoria Dryha, Volodymyr Doronin, Viktor Sinchenko, Lesia Karpuk, Valerii Mykolaiko, Oksana Topchii. Formation of Generative Organs of Switch-Grass (*Panicum virgatum* L.) Depending on Cultivation Conditions. *Ecol. Eng. Environ. Technol.* 2023; 4:210–215. DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/149457> <http://www.ecoeet.com/Formation-of-generative-organs-of-switch-grass-Panicum-virgatum-1-depending-on-cultivation,162706,0,1.html>

РОЗДІЛ 4

НАСІННЄВА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ

4.1. Урожайність насіння та його якість залежно від генотипу

Для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур необхідно створювати сприятливі умови для прояву високої потенційної продуктивності культур. Всі елементи технології мають бути направлені на забезпечення оптимальних умов для проходження фізіологічних процесів, які визначають високу продуктивність рослин [196]. Одним з таких елементів є строк сівби, а для багаторічних культур – початок відростання рослин, отримання повних сходів. Цей період залежить як від груп стиглості сортів, так і від суми ефективних температур. Строки з'явлення сходів є початком відліку настання всіх наступних фенологічних фаз росту і розвитку рослин.

В умовах вегетаційного 2022 р. Ялтушківської ДСС, яка розміщена в Правобережному Лісостепу України, поява повних сходів залежала як від груп стиглості сортів проса прутоподібного, так і від кількості ефективних температур. Сума ефективних температур – це сума середніх за добу температур, зменшена на величину біологічного мінімуму, застосовується для визначення проходження фаз росту і розвитку рослин [197]. Повні сходи дуже раннього сортозразку Дакота та середньораннього Самбурст були отримані 15.05. (табл. 4.1), при цьому сума ефективних температур була 406,5 °С.

Повні сходи сортозразків середньопізніх та пізніх груп стиглості отримано через 5 діб – 20 травня, а сума ефективних температур для них становила 474,0 °С. Найпізніше повні сходи отримано дуже пізніх сортозразків – 25 травня за суми ефективних температур 541,5 °С. Спостерігалася аналогічна тенденція проходження інших фенологічних фаз. Так, фаза побуріння рослин дуже раннього стиглого сортозразку Дакота розпочалася 10 вересня за суми ефективних температур 2615,9 °С. Середньопізніх сортозразків ця фаза наступила аж 30 вересня за суми ефективних температур 2859,9 °С. найпізніше фаза побуріння рослин наступила дуже пізніх сортозразків – 01 листопада, а сума

ефективних температур становила 3080,0 °С.

Таблиця 4.1.

Дати проходження фенологічних фаз розвитку залежно від сортових особливостей в умовах Правобережного Лісостепу (Ялтушківська ДСС, 2022 р.)

Варіант		Дата настання фенологічних фаз					
сорт-зразок	група стиглості	повні сходи	кущіння	викидання волоті	масове цвітіння	дозрівання	побуріння рослин
Дакота	Дуже ранній	15.05.	30.05.	10.08.	25.08.	10.09.	10.09.
Самбурст	Середньо-ранній	15.05.	30.05.	10.08.	25.08.	15.09.	20.09.
Кейв-ін-рок	Середньо-пізній	20.05.	2.06.	15.08.	30.08.	20.09.	30.09.
Морозко	Середньо-пізній	20.05.	2.06.	15.08.	30.08.	20.09.	30.09.
Аламо	Середньо-пізній	20.05.	2.06.	15.08.	30.08.	20.09.	30.09.
Шавні	Пізній	20.05.	2.06.	15.08.	30.08.	20.09.	10.10.
Ліберті	Пізній	20.05.	2,06.	15.08.	30.08.	20.09.	10.10.
Інден-пенденс	Дуже пізній	25.05.	5.06.	20.08.	10.09.	20.10.	01.11.
Канлоу	Дуже пізній	25.05.	5.06.	20.08.	10.09.	20.10	01.11.
Лядівське	Дуже пізній	25.05.	5.06.	20.08.	10.09.	20.10.	01.11.

В умовах Веселоподільської ДСС, яка розміщена в Лівобережному Лісостепу України спостереження за відновленням вегетації засвідчують, що між ранніми і пізніми строками різниця в настанні даної фази складала 5-7 діб. Найраніше, спостерігався початок відростання рослин сортозразків Самбурст (13.04) та Кейв-ін-Рок (16.04). Сортозразок Дакота відновив

вегетацію на 2 дні пізніше – 15 квітня. Найпізніше, 20 квітня розпочали відростати пізньостиглі сортозразки Аламо, Канлоу (табл. 4.2).

Таблиця 4.2.

Дати проходження фенологічних фаз розвитку залежно від сортових особливостей в умовах Лівобережного Лісостепу (Веселоподільська ДСС, 2022 р.)

Варіант		Дата настання фенологічних фаз						
сорто-зразок	група стиглості	поява сходів	повні сходи	вихід в трубку	викидання волоті	масове цвітіння	дозрівання	побуріння рослин
Дакота	Дуже ранній	15.04.	22.04.	13.05.	10.06.	20.06.	10.07.	10.09.
Самбурст	Середньо-ранній	13.04.	16.04.	20.04.	06.07.	25.07.	29.09.	10.10.
Кейв-ін-рок	Середньо-пізній	16.04.	20.04.	10.05.	10.07.	02.08.	05.10.	01.11.
Аламо	Середньо-пізній	20.04.	23.04.	13.05.	10.07.	02.08.	05.10.	01.11.
Канлоу	Дуже пізній	20.04.	23.04.	18.05.	25.07.	10.09.	30.10.	20.11.

Повні сходи сортозразків Самбурст та Кейв-ін-рок спостерігали, відповідно – через 3 та 4 доби після відновлення вегетації, а дуже раннього сортозразку Дакота – через 7 діб, що зумовлено низькою температурою, сума ефективних температур становила лише 170 °С. За збільшення суми ефективних температур до 1046 °С сортозразок Дакота який відноситься до найбільш ранніх в сприятливих погодних умовах вже 20 червня вступив в фазу масового цвітіння. Водночас, фаза масового цвітіння середньопізніх та дуже пізнього сортозразків наступила 25 липня та 02 серпня за суми ефективних температур понад 1780 °С. Відповідно, початок дозрівання

насіння розпочалось дуже раннього сортозразка Дакота уже в першій декаді серпня за суми ефективних температур 1867 °С, середньопізніх сортозразків – аж в першій декаді жовтня за суми ефективних температур 2888 С, а дуже пізнього – в кінці жовтня.

Вегетаційний період в 2023 р. в умовах Лівобережного Лісостепу розпочався пізніше всіх сортозразків про що свідчать фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин проса прутоподібного. Якщо в 2022 р. початок відростання рослин зафіксовано 13-17 квітня, то в 2023 р. – 23-28 квітня, а повні сходи отримано на 4-5 діб пізніше. Спостереження за відновленням вегетації засвідчують, що між ранніми і пізніми строзразками різниця в настанні даної фази складала 4 доби. Найраніше, 20 квітня спостерігали початок відростання стебел сортозразку Дакота. Сортозразок Самбурст відновив вегетацію на 2 доби пізніше – 22 квітня. Найпізніше, 24 квітня розпочали відростати пізньостиглі сортозразки Аламо, Кейв-ін-рок (додаток А 13).

Спостереження проходження фаз розвитку рослин проса прутоподібного як в умовах Правобережного, так і в умовах Лівобережного Лісостепу дали можливість визначити термін вегетації культури залежно від груп стиглості сортозразків (рис.4.1).

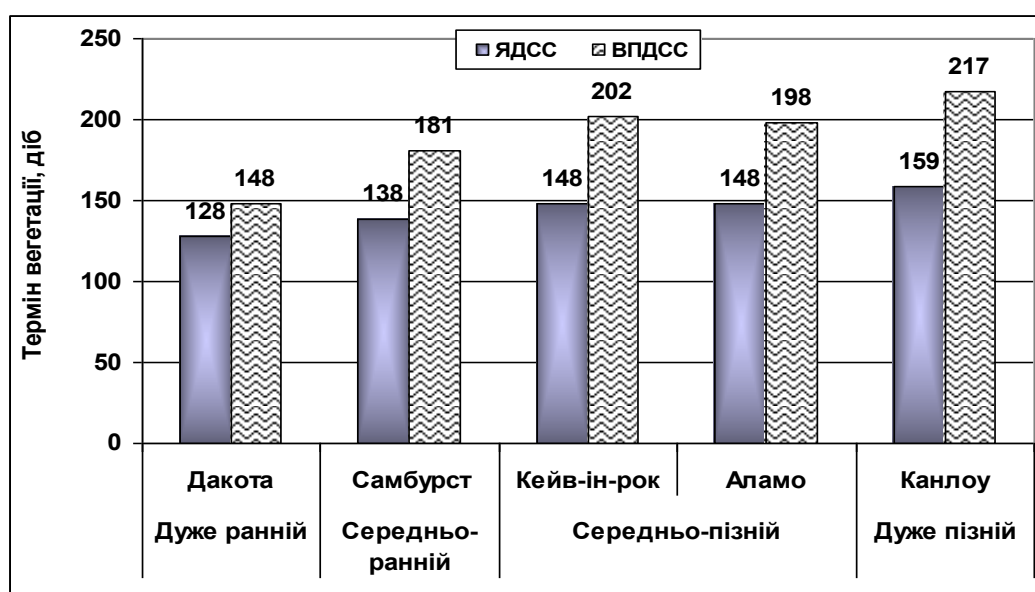


Рис. 4.1. Термін вегетації сортозразків (середнє за 2022-2023 рр.)

З'ясовано, що чим сортозразок більш пізньої групи стиглості, тим більша йому потрібна сума ефективних температур і, відповідно – триваліший термін настання фенологічних фаз росту і розвитку культури та довший термін вегетації.

Від того як проходять фенологічні фаз в як умовах і, особливо фази цвітіння та формування насіння залежить його урожайність та якість. За даними І.І. Рожко та М.І. Кулика [198] врожайність насіння по сортах проса прутіподібного в середньому варіює від 86,0 до 340,5 кг/га.

Дослідженнями встановлено, що урожайність насіння проса прутіподібного залежала від групи стиглості сортозразків: в умовах Правобережного Лісостепу в середньому за три роки ранні та пізньостиглі сортозразки мали достовірно нижчу урожайність насіння, порівняно з іншими. Найбільшу урожайність насіння мали середньоранні та середньопізні сортозразки (рис. 4.2).

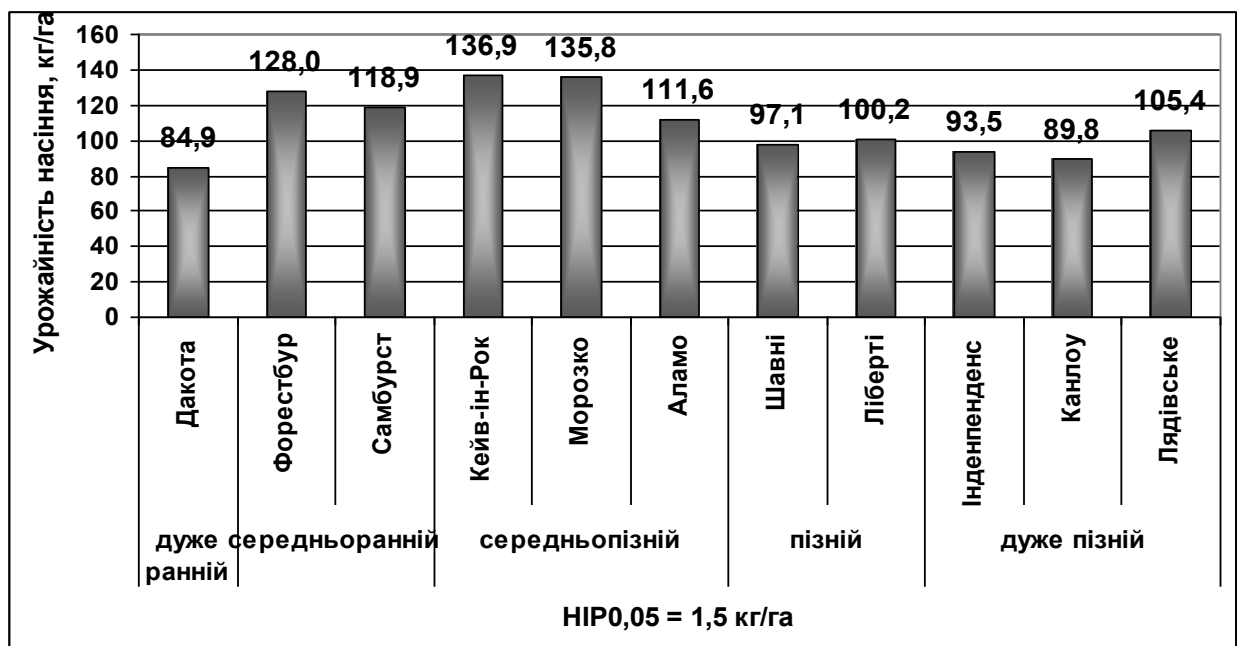


Рис. 4.2. Урожайність насіння проса прутіподібного залежно від сортових особливостей та груп стиглості (Правобережний Лісостеп, Ялтушківська ДСС, середнє за 2020-2023 рр.)

Достовірно найнижча урожайність була в дуже раннього сортозразку Дакота - 84,9 кг/га. Урожайність дуже пізніх сортозразків – Інденпенденс,

Канлоу та Лядівське становила, відповідно – 93,5, 89,8 та 105,4 кг/га. Пізні сортозразки мали урожайність вищу, ніж дуже пізні, але значно нижчу, ніж середньопізні сортозразки.

Середньоранні сортозразки Форестбург та Самбурст мали урожайність насіння значно нижчу, ніж середньопізній сортозразки, але вищу, ніж дуже ранній та дуже пізні сортозразки – на рівні 118,9-128,0 кг/га. На урожайність насіння значний вплив мали групи стиглості сортозразків. Сортозразки однакової плоїдності, але різних груп стиглості ранньостиглий тетраплоїдний сортозразок Форестбур забезпечив урожайність насіння 128,0 кг/га, а сортозразок такої ж плоїдності але дуже пізній – лише 89,8 кг/га. Аналогічно і по інших сортозразках.

Дослідження факторів, які впливають на урожайність насіння встановлено, що вплив фактору «сорт» був найбільшим і становив 63,0%, а фактору «умови вирощування», був меншим і становив 15,1 % (рис. 4.3).

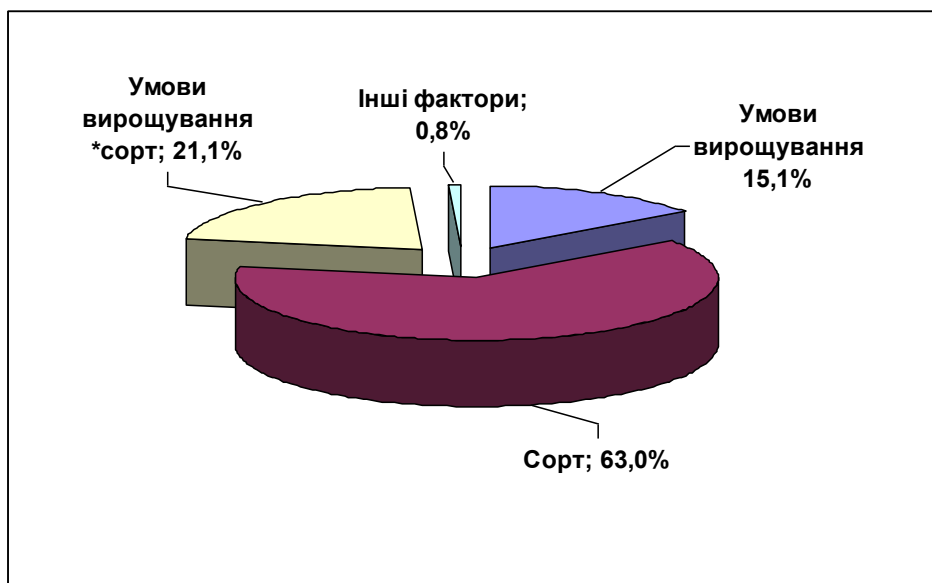


Рис. 4.3. Вплив факторів на урожайність насіння
(середнє за 2020-2023 рр.)

В умовах Лівобережного Лісостепу найвищу урожайність насіння сформував дуже ранній сортозразок Дакота – 309,4 кг/га та середньоранній Самбурст – 308,9 кг/га, урожайність середньопізніх сортозразків Кейв-ін-рок та Амало була нижчою (рис. 4.4).

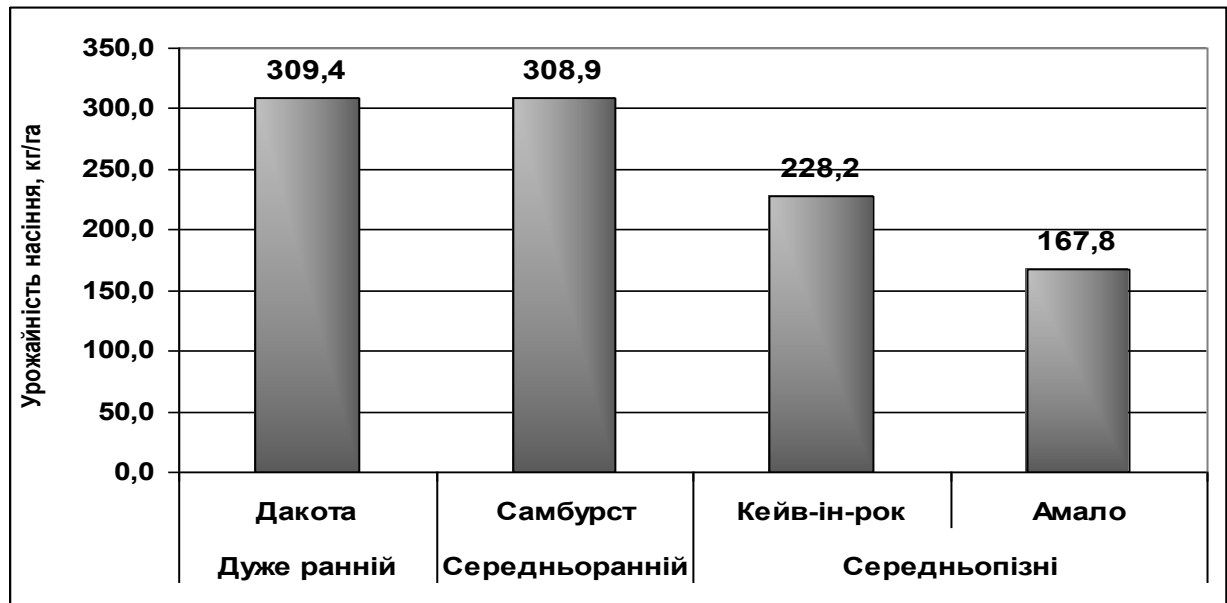


Рис. 4.4. Урожайність насіння проса прутоподібного залежно від сортових особливостей та груп стиглості (Лівобережний Лісостеп, Веселоподільська ДСС, за 2022-2023 рр.)

Порівняльна оцінка урожайності насіння показала, що в умовах Лівобережного Лісостепу вона була достовірно вищою в усіх сортозразків, ніж в умовах Правобережного Лісостепу (табл.4.3).

Таблиця 4.3

Урожайність насіння залежно від умов вирощування (за 2022-2023 рр.)

Сортозразок	Група стиглості	Урожайність насіння в умова Лісостепу, кг/га		
		Правобережному, Ялтушківська ДСС	Лівобережному, Веселоподільська ДСС	різниця
Дакота	Дуже ранній	84,9	309,4	224,5
Самбурст	Середньоранній	118,9	308,9	190,0
Кейв-ін-рок	Середньопізній	136,9	228,2	91,3
Аламо		111,6	167,8	56,2
НІР _{0,05}		1,5	10,5	

Енергія проростання та схожість насіння так, як і його урожайність залежали від груп стиглості сортозразків (табл. 4.4).

Таблиця 4.4.

**Якість насіння залежно від сортових особливостей
(Правобережний Лісостеп, Ялтушківська ДСС, середнє за 2018-2023 рр.)**

Варіант		Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %
сортозразок	група стиглості		
Дакота	дуже ранній	52	55
Форестбур	ранньостиглий	33	34
Небраска	середньоранній	40	40
Самбурст	середньоранній	51	54
Кейв-ін-рок	середньопізній	32	33
Аламо	середньопізній	22	24
Картадж	пізній	17	19
Канлоу	дуже пізній	6	7
НІР _{0,05} заг.		8,0	7,9
НІР _{0,05} сорт, група стиглості		3,6	3,5

Аналізуючи якість насіння з'ясовано, що найвищі показники – енергії проростання і схожості мало насіння сортозразків дуже раннього Дакота, відповідно – 52 та 55% та середньораннього Самбурст – 51 і 54%. Енергія проростання і схожість насіння ранньостиглого сортозразку Форестбур, середньораннього Небраска та середньопізнього Кейв-ін-рок була на рівні, відповідно – 30-34%, 40% та 32-33%, виявлено достовірну різницю з якості насіння залежно від сортових особливостей. Сортозразки середньопізні мали достовірно нижчі показники якості і найнижчі – вони були в дуже пізнього сорту.

За даними L.E. Moser та K.P.Vogel [32] основними факторами, які визначають територію пристосування (адаптацію) сорту є реакція на довжину світлового дня, кількість опадів та вологість. Середньопізні, пізні та дуже пізні сорти біологічно не дозрівають, що позначається на якості насіння – схожість якого дуже низька. У такому випадку, на нашу думку, жодний

агрозахід не забезпечить підвищення цього показника. Тому, для вирішення питання отримання високоякісного насіння сортів цих груп стиглості їх вирощування необхідно концентрувати в інших ґрунтово-кліматичних умовах, сприятливих для формування якісного насіння культури.

Аналогічні результати отримані в умовах Веселоподільської ДСС, яка розміщена в Лівобережному Лісостепу України. Найвищу енергію проростання і схожість отримано дуже раннього (Дакота) та середньораннього (Самбурст) сортозразків, відповідно – 56-61% та 70-72% (табл. 4.5).

Таблиця 4.5.

**Якість насіння залежно від сортових особливостей
(Лівобережний Лісостеп, Веселоподільська ДСС)**

Варіант		Виповненість, %	Маса 1000 шт., г	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %
сортозразок	група стиглості				
Дакота	дуже ранній	98	1,63	56	61
Самбурст	середньоранній	97	2,05	70	72
Кейв-ін-рок	середньопізній	98	1,63	14	15
Аламо	середньопізній	93	1,15	13	14
НІР _{0,05}		2,7	0,10	4,1	4,0

Якість насіння середньопізніх сортозразків була значно нижчою. Доречно відзначити, що виповненість насіння всіх сортозразків була високою понад 90 %, а енергія проростання і схожість достовірно нижчими, що зумовлено великим біологічним станом спокою насіння.

Експериментальним шляхом виявлено, що між урожайністю насіння та його схожістю проса прутоподібного існує середня кореляція, яка зображена у вигляді графіка на рис. 4.5.

Характер розташування точок на діаграмах свідчить про те, що з збільшенням урожайності насіння підвищується його схожість. Залежність між

вказаними величинами є лінійною, кореляція середньою, коефіцієнт кореляції становить 0,48. Побудоване рівняння регресії, що описує цю залежність: $y = 0,2716x + 5,9952$, величина достовірності апроксимації становить 0,2349.

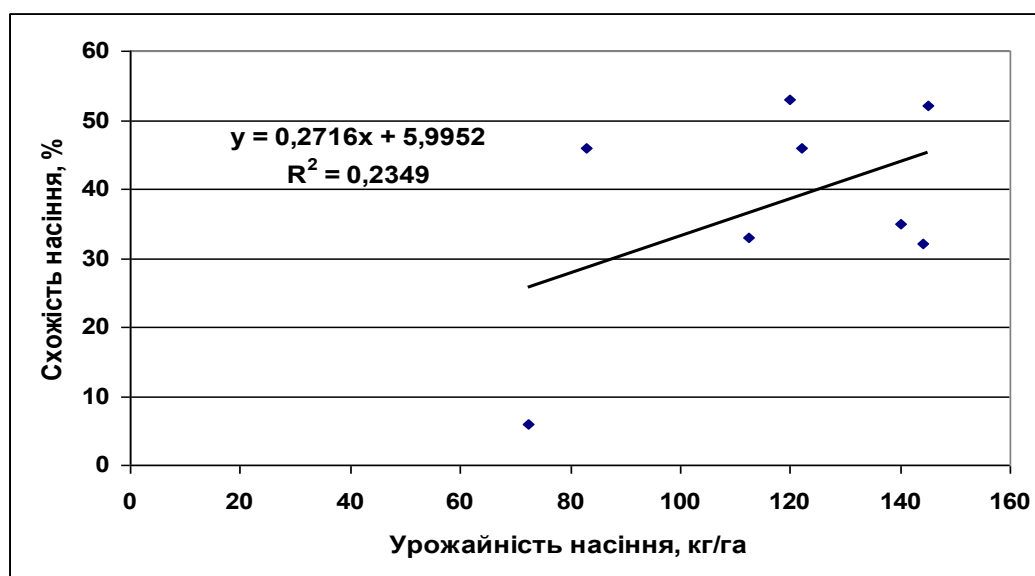


Рис. 4.5. Залежність урожайності насіння та його схожості

Аналізуючи якість насіння за роками досліджень з'ясовано, що енергія проростання та схожість насіння залежала як від груп стиглості сортів (Додатки А 4, А 5), так і від суми ефективних температур в період вегетації (рис. 4.6).



Рис. 4.6. Сума ефективних температури за вегетаційний період

Достовірно найвищі енергія проростання і схожість всіх сортів і, особливо

сортів пізньої групи стиглості, були в 2018 вегетаційному році, які становили, відповідно – 33-66% та 17-25%, що зумовлено сумою ефективних температур – понад 3539 °С. Істотно менші показники якості насіння отримані в 2021 р., який був найменш сприятливим для формування якісного насіння, сума ефективних температури становила лише 3080 °С. У цьому році навіть дуже ранній сорт Дакота сформував насіння з енергією проростання та схожістю 25%. Насіння пізніх та дуже пізніх сортів було зовсім не схоже.

Веgetаційні періоди 2019 та 2020 років були менш сприятливими, ніж 2018 р. але значно сприятливішими, ніж 2021 р. Сума ефективних температур в ці роки сягала понад 3300 °С, що сприяло формуванню якісного насіння проса прутіподібного всіх сортів, крім сортозразку Канлау, дуже пізньої групи стиглості енергія проростання і схожість якого була 1-6%. Найвищі показники якості насіння були у ранньостиглого сорту Дакота (56-58%) та середньоранніх сортозразків Небраска (61-63%) та Самбурст (59-69%).

Підсумовуючи, можна зробити висновок, що формування якісного насіння проса прутіподібного залежало від суми ефективних температур за період вегетації, яка була не нижче 3300 °С.

На основі експериментальних даних з'ясовано, що між схожістю насіння і сумою ефективних температур існують сильна кореляція, яка зображено у вигляді графіків на рис.4.7.

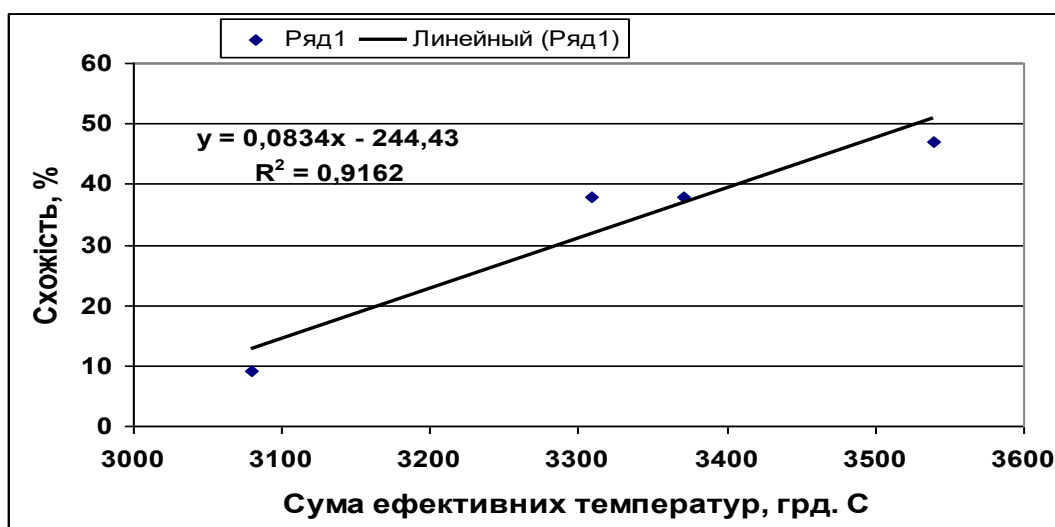
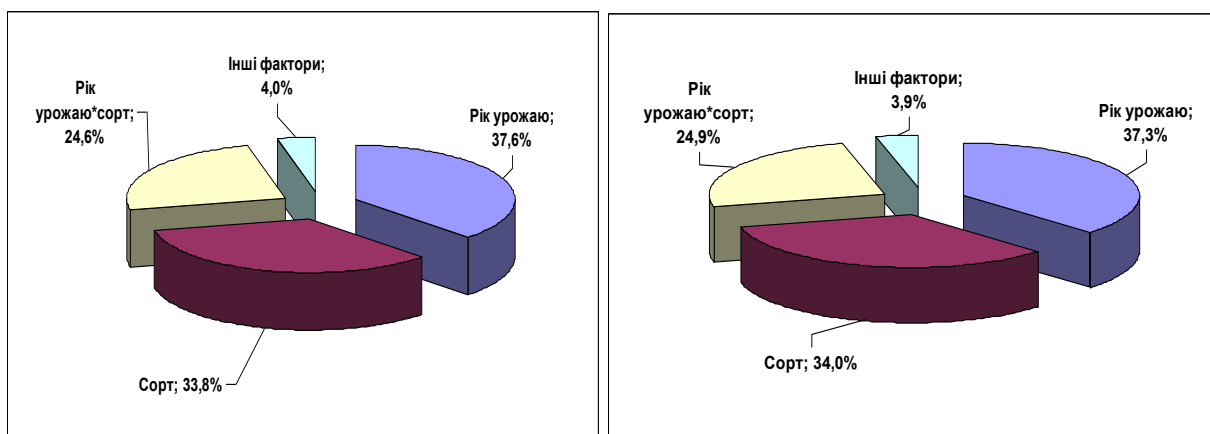


Рис. 4.7. Залежність схожості насіння від суми ефективних температур

Характер розташування точок на діаграмах свідчить про те, що за збільшення суми ефективних температур підвищується схожість насіння. Залежність між вказаними величинами є лінійною, кореляція сильна, коефіцієнт кореляції між сумою ефективних температур та схожістю становить 0,96. Побудовані рівняння регресії, що описують цю залежність: для схожості $y = 0,0834x - 244,43$, величина достовірності апроксимації становить 0,9162.

Дослідження факторів, які впливають на якість насіння встановлено, що вплив фактору «умови року» у період вегетації на енергію проростання та схожість був найбільшим і становив 37,3-37,6%, а фактору «сорт», був меншим і становив, відповідно – 33,8 та 34,0% (рис. 4.8).



а). на енергію проростання

б). на схожість

Рис. 4.8. Вплив факторів на якість насіння проса прутоподібного

Раніше проведеними дослідженнями доведено, що сорт культури з більшим вмістом хромосом більш продуктивні. Встановлено, що триплоїдні гібриди цукрових буряків мають вищу цукристість та збір цукру з гектару, які становили 17,8 % та 9,11 т/га, водночас, як в диплоїдних гібридів ці показники були меншими, відповідно – 17,0 % та 8,75 т/га. Тобто, гібриди з вищою плоїдністю забезпечували вищу продуктивність культури. Тому в свій час всі селекційні компанії проводили активну селекційну роботу зі створення триплоїдних гібридів цукрових буряків.

Аналогічна залежність збільшення урожайності насіння залежно від плоїдності сортів виявлена і в проса прутоподібного. У середньому за роки досліджень урожайність насіння сортів залежно від їх плоїдності по всіх

сортах октаплоїдні сорти мали достовірно вищу урожайність насіння, яка становила 142,0 кг/га, або була вищою на 42,8 кг/га, ніж тетраплоїдні сорти (рис. 4.9).

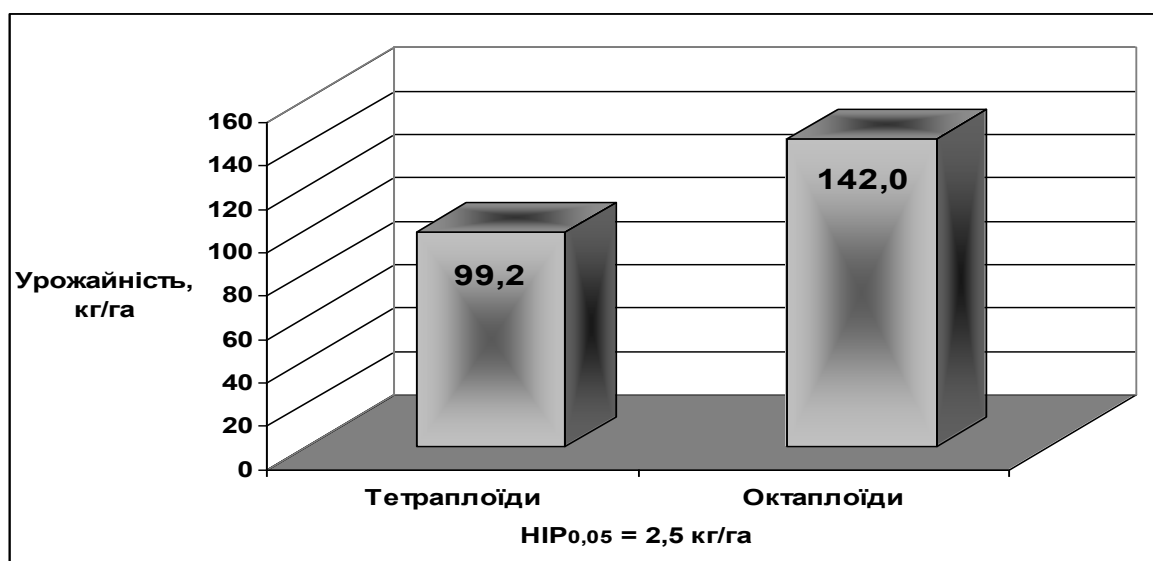


Рис. 4.9. Урожайність насіння залежно від плоїдності сортів (середнє по сортах за 2018-2020 рр.)

Водночас, якість насіння – енергія проростання та схожість насіння октаполоїдних сортів були достовірно нижчими і становили, відповідно – 31 та 33% або були меншими на 6 %, що зумовлено їх групою стиглості, (рис. 4.10).

Октаплоїдні сорти відносяться до пізньої і дуже пізньої груп стиглості і в умовах Лісостепу України вони не встигають сформувати якісне насіння і не дозрівають.

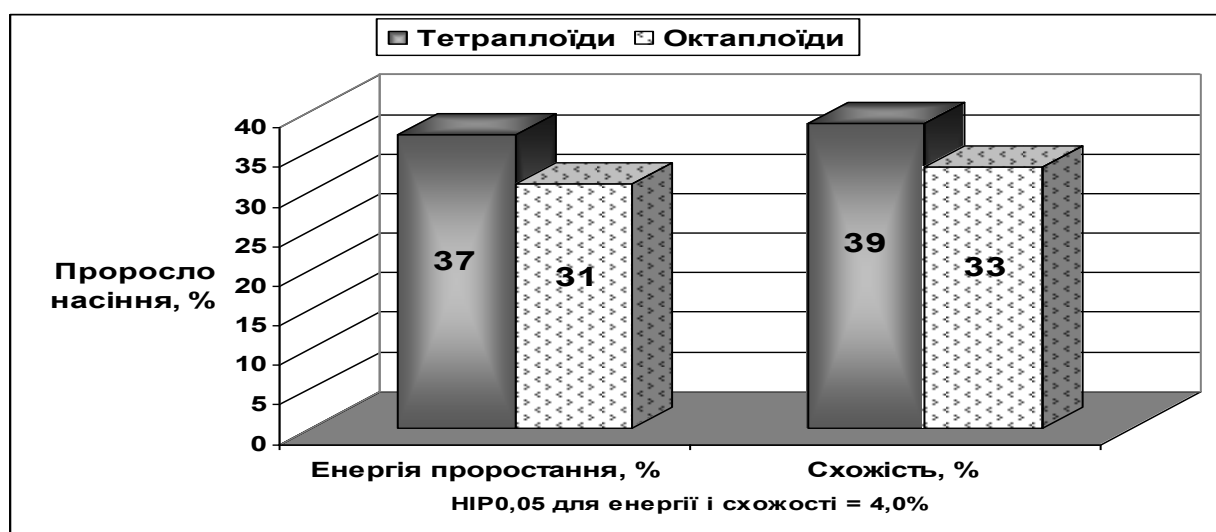


Рис. 4.10. Якість насіння залежно від плоїдності сортів (середнє по сортах за 2018-2020 рр.)

Отже, чим сорт більш пізньої групи стиглості, тим більша йому потрібна сума ефективних температур і, відповідно – довший термін настання фенологічних фаз росту і розвитку культури, що впливає на особливості формування та дозрівання насіння і, відповідно – на його якість та урожайність. Найбільшу урожайність насіння мали ранньостиглі, середньоранні та середньопізні сорти, яка становила, відповідно – 145, 120-124 та 110-150 кг/га. Встановлено, що на якість насіння, найбільший вплив мав фактор «умови року» – 48%, а фактор «сорт – група стиглості», був меншим і становив 29% та 30%.

4.2. Насіннева продуктивність проса прутоподібного залежно погодних умов вирощування

Розвиток і продуктивність рослин залежить від екологічної інформації, що надходить до неї протягом певних періодів її життя. Особлива роль належить інформації початкового періоду, яка значною мірою програмує подальший розвиток рослин.

З метою встановлення впливу погодних умов на формування якості насіння необхідно враховувати не лише суму ефективних температур, а і кількість опадів як впродовж вегетаційного періоду, так і окремо за фазами росту і розвитку рослин. Впродовж вегетації проса прутоподібного відмічали наступні фази росту та розвитку рослин: відростання рослин, кущіння, викидання волоті, цвітіння, дозрівання та побуріння рослин. Тривалість міжфазних періодів та періоду вегетації залежали від груп стиглості сортів. У середньому за роки досліджень найкоротший період вегетації мали сорти дуже ранні та середньоранні, а найдовший – дуже пізні сорти (табл. 4.6).

Тривалість міжфазних періодів також залежала від груп стиглості сортів і, особливо пізніх та дуже пізніх груп. Так, якщо тривалість міжфазних періодів дуже ранніх та середньоранніх сортозразків була майже однаковою, то середньопізніх і пізніх міжфазний період «побуріння рослин» був тривалішим, відповідно – на 9 та 24 доби, а дуже пізніх всі міжфазні періоди

були значно тривалішими.

Таблиця 4.6.

Тривалість міжфазних періодів та періоду вегетації проса прутоподібного
(Ялтушківська ДСС, середнє з сортів за 2018-2021 рр.)

Міжфазний період	Тривалість міжфазних періодів за групами стиглості сортів, діб			
	дуже ранні- середньоранні	середньопізні	пізні	дуже пізні
Відростання-кущіння	57	59	63	63
Викидання волоті	65	70	73	70
Цвітіння-дозрівання	30	32	35	40
Побуріння рослин	24	24	29	34
Тривалість вегетації	176	185	200	207

За незначною різницею тривалості вегетаційного періоду всі сортозразки можна поділити на дві групи за стиглістю, одна група: дуже ранні, середньоранні та середньопізні і друга група: пізні та дуже пізні.

З метою комплексної оцінки впливу середньодобових температур та рівня зволоження за певний період використовували гідротермічний коефіцієнт (ГТК) – це відношення суми опадів за певний період до суми температури вище 10 °С зменшеної в 10 раз за той же період.

Якщо гідротермічний коефіцієнта рівняється 1,0-1,3, то співвідношення кількості опадів і температури найсприятливіше для росту і розвитку рослин, якщо менше 1,0, то погодні умови засушливі, у вологі роки він перевищує 1,3, а якщо більше 1,6 – надмірне зволоження. За гідротермічним коефіцієнтом найсприятливішим для формування насіння обох груп стиглості сортозразків був вегетаційний період 2018 р. (рис.4.11).

Веgetаційні періоди 2019-2021 рр. були менш сприятливими і, особливо для пізніх та дуже пізніх сортозразків, що вплинуло на якість насіння. Ці роки були вологими і, навіть, надмірно вологими. Так, вегетаційні

періоди 2019 р. для всіх сортотразків був надмірно зволуженим – ГТК становив 1,79.

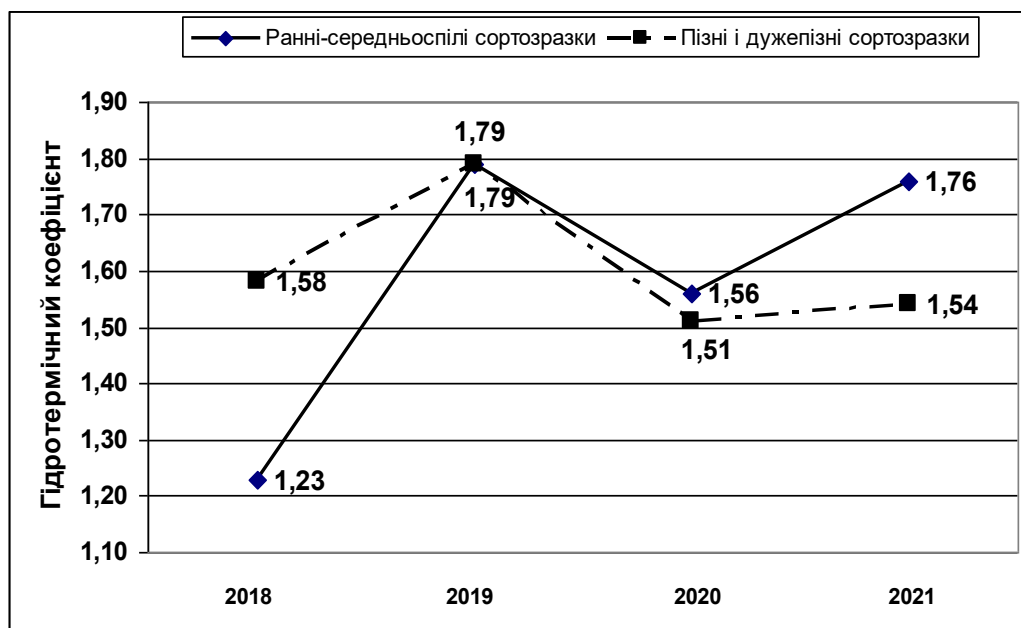


Рис.4.11. Гідротермічний показник за вегетаційний період за роками

Але аналіз погодних умов за ГТК в цілому за вегетаційний період не достатньо розкриває вплив погодних умов на формування якості насіння за проходження окремих етапів органогенезу. Тому був проведений аналіз погодних умов за основними міжфазними періодами росту та розвитку рослин – «сходи-викидання волоті», «цвітіння» та «формування і дозрівання насіння» (табл.4.7).

Таблиця 4.7.

Погодні умови за фазами розвитку проса прутоподібного

Рік	Фаза розвитку	Сума ефективних температур, °С	Кількість опадів, мм	ГТК за фазами розвитку
1	2	3	4	5
2018	Сходи-викидання волоті	1278	224,3	1,8
	Цвітіння	329,7	37,1	1,1
	Формування та дозрівання насіння	256,7	23,9	0,9

<i>Продовження табл. 4,7</i>				
1	2	3	4	5
2019	Сходи-викидання волоті	1223,6	344	2,8
	Цвітіння	326,6	13	0,4
	Формування та дозрівання насіння	124,6	7	0,6
2020	Сходи-викидання волоті	1065,4	108,8	1,0
	Цвітіння	306,6	21	0,7
	Формування та дозрівання насіння	263,6	17,7	0,6
2021	Сходи-викидання волоті	1097,9	279,5	2,5
	Цвітіння	273,0	55,0	2,0
	Формування та дозрівання насіння	186,9	20,0	1,1

З'ясовано, що в найсприятливіший вегетаційний 2018 р. міжфазний період – «сходи-викидання волоті» була надмірно зволоженою (ГТК – 1,8), що сприяло інтенсивному росту та розвитку рослин, фаза «цвітіння» характеризувалася оптимальним зволоженням (ГТК – 1,1), а міжфазний період «формування та дозрівання насіння» був засушливим (ГТК – 0,9). За даними Caddel J. L. та ін. [191] суха погода в серпні і вересні – формування та дозрівання насіння, сприяє отриманню високоякісного насіння. Дослідженнями Aspinal D. [199] доведено, що при ґрунтовій засусі до початку розвитку репродуктивних органів утворюється насіння зі схожістю 58 – 89%, а при засусі після цвітіння (формування та дозрівання насіння) – 92 – 95%.

У вегетаційні 2019 та 2021 роки міжфазний період «сходи-викидання волоті» також був надмірно зволоженою, відповідно, ГТК становило 2,8 та

2,5, що сприяло доброму росту та розвитку культури. Але фаза «цвітіння» в 2019 р. проходила в засушливих умовах (ГТК – 0,4), а середні добові температури перевищували, навіть 35 °С, що призвело до формування дрібного пилку і часткової втрати його життєздатності і, відповідно – зменшення ступеню зав'язування насіння та його схожості.

У 2021 р. цвітіння проходило в умовах надмірного зволоження, що призвело до достовірного зменшення якості насіння, схожість становила 12%, а насіння сортотипів пізньої і дуже пізньої груп стиглості зовсім не проросло. У 2020 р. цвітіння проходило в засушливих умовах, наближених до оптимальних (ГТК – 0,7), що забезпечило формування якісного насіння – зі схожістю 50% сортотипів дуже ранньої – середньопізньої груп стиглості та 28% - пізньої і дуже пізньої груп стиглості (табл. 4.8).

Таблиця 4.8.

Якість насіння залежно від умов його вирощування (середнє з сортів)

Рік вегетації	Дуже ранні-середньопізні		Пізні-дуже пізні	
	енергія проростання, %	лабораторна схожість, %	енергія проростання, %	лабораторна схожість, %
2018	49	52	19	21
2019	47	48	15	16
2020	49	50	27	28
2021	11	12	0	0
НІР _{0,05} умови	2,1	2,8	2,1	2,8

Міжфазний період «формування і дозрівання насіння» в усі роки досліджень проходив в оптимальних умовах – ГТК становив 0,6-1,1 але це істотно не вплинуло на якість насіння, особливо в 2021 р., оскільки основа її була закладена в фазу «цвітіння».

Підсумовуючи результати досліджень можна зробити висновок, що для формування якісного насіння проса прутотипічного оптимальними умовами за фазами росту і розвитку культури є наступні: міжфазний період – «сходивкиданія волоті» має бути надмірно зволoженим, що забезпечує

інтенсивний ріст та розвитку рослин, фаза «цвітіння» – проходити за оптимального або наближених до оптимального зволоження, а міжфазний період «формування та дозрівання насіння» – має бути засушливим.

4.3. Урожайність та якість насіння сортозразків залежно від їх походження

Дослідженнями вчених США визначено, що найважливішими факторами, які впливають на урожайність свічграсу (проса прутоподібного) є екотип рослин, температура, волога та добрива [110]. Існує два екотипи свічграсу: низовинні та височинні (високогірні). Низовинні екотипи мають високі, грубі стебла, які ростуть кущами і ці рослини краще вирощувати на вологих ґрунтах. Високогірні екотипи адаптовані до сухого клімату, вважаються більш стійкими до посухи і характеризуються товщими стеблами, ніж низовинні та більшою їх кількістю [86]. Усі екотипи низовинні є тетраплоїдами ($2n \frac{1}{4} 4x \frac{1}{4} 36$), тоді як високогірні екотипи можуть бути або тетраплоїдами, або октаплоїдами ($2n \frac{1}{4} 8x \frac{1}{4} 72$) [73]. Сорти низовинного екотипу характеризуються більшою урожайністю порівняно з сортами височинного екотипу [87]. Дослідження проводили з сортозразками височинного екотипу та двома низинного екотипу Аламо та Канлау.

Дослідженнями, проведеними в умовах нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України з'ясовано, що урожайність сухої біомаси змінювалася не лише залежно від походження сортів, а і в межах одного екотипу. Найбільшу урожайність сухої маси спостерігали в сортів низинного екотипу. На відміну від урожайності сухої маси, яка була вищою в сортів низинного екотипу, урожайність насіння, навпаки, достовірно була вищою в сортів височинного екотипу (рис.4.12).

У середньому за три роки урожайність насіння височинного екотипу незалежно від їх плоідності була достовірно вищою – на 38,6% або на $37,5 \text{ кг/м}^2$, порівняно з низинним екотипом.

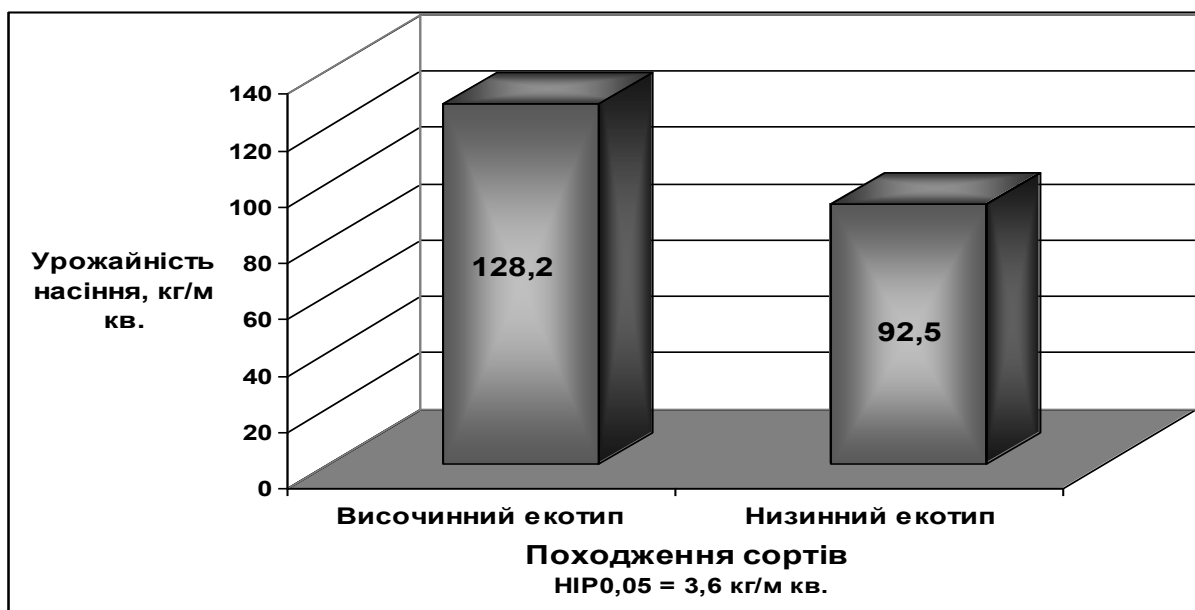


Рис.4.12. Урожайність насіння сортів проса прутоподібного залежно від їх походження (Ялтушківська ДСС, середнє по сортах за 2018-2020 рр.)

Сорти височинного екотипу формували більш якісне насіння. Енергія проростання та схожість його достовірно були вищими, відповідно – на 21% (НІР_{0,05} = 6,4%) та 23% (НІР_{0,05} 8,9%), ніж сортів низинного екотипу незалежно від їх плоідності (рис.4.13).

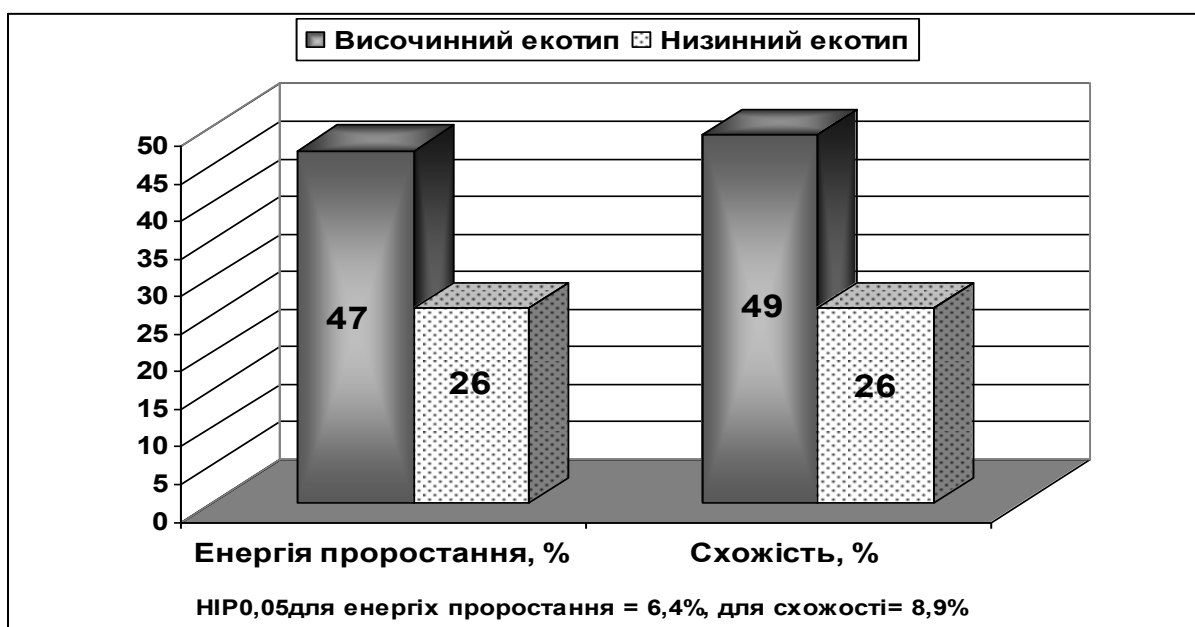


Рис.4.13. Якість насіння сортів залежно від їх екотипу (Ялтушківська ДСС, середнє по сортах за 2018-2020 рр.)

Щодо маси 1000 насінин, то наші експериментальні дані підтвердили

раніше отримані результати Куликом М.І та Рожко І.І. Маса 1000 насінин сортів проса прутоподібного височинного екотипу, незалежно від їх плоїдності, достовірно була вищою – на 0,38 г ($HP_{0,05}=0,12$ г) і становила 1,32 г з варіюванням від 1,10 до 1,58 г, порівняно з сортами низинного екотипу. Маса 1000 насінин сортів низинного екотипу в середньому становила 0,94 г з варіюванням від 0,67 до 1,21 г.

Значно нижча урожайність насіння та його якість сортів низинного екотипу зумовлена несприятливими погодними умовами в період вегетації – значним дефіцитом вологи. Крім того, за даними Zhang Z., Zalapa J. [200] сорти низинного екотипу свічграсу у перший рік вегетації менш зимостійкі, ніж височинного, що може призводити до зниження урожайності і якості насіння. За роками досліджень отримані аналогічні результати. Урожайність насіння та його якість були достовірно вищими сортів височинного екотипу порівняно з низинним (табл.4.9).

Таблиця 4.9.

Насіннева продуктивність сортів проса прутоподібного залежно від їх походження (Ялтушківська ДСС, середнє по сортах за 2018-2020 рр.)

Походження, екотип	Рік	Урожайність, насіння, кг/га	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %
Височинний	2018	137,6	42	46
Низинний		106,0	37	38
$HP_{0,05}$ екотип		1,3	4,4	5,9
Височинний	2019	132,0	45	46
Низинний		99,9	22	22
$HP_{0,05}$ екотип		1,0	9,5	10,2
Височинний	2020	135,1	52	53
Низинний		103,7	18	18
$HP_{0,05}$ екотип		1,9	5,7	6,6
$HP_{0,05}$ вплив року		0,6	5,3	5,5

Достовірно нижчу урожайність насіння обох екотипів отримано в

2019 р., порівняно з 2018 та 2020 рр. Частка впливу фактору «умови року» на урожайність насіння становила 2,2%, на енергію проростання і схожість, відповідно – 4,6 та 6,7%. Якість насіння – енергія проростання та схожість істотно були вищими в сортів височенного екотипу, порівняно з сортами низинного екотипу в усі роки досліджень.

Для височенного екотипу період формування насіння в 2020 р. був найсприятливішим. Середня добова температура повітря перевищувала багаторічний показник на 3,5 °С за оптимального забезпечення рослин вологою, сума опадів максимально була наближена до середньої багаторічної кількості, що забезпечило отримання найвищих показників енергії проростання (на 7-10%) та схожості (на 7%) насіння, порівняно з 2018 та 2019 рр.

Сорти височинного екотипу можуть бути як тетраплоїдами, так і октаплоїдами, а низинного лише – тетраплоїдами. Тому, об'єктивнішу оцінку насінневої продуктивності сортів проса прутоподібного залежно від їх походження можна отримати проаналізувавши їх окремо з врахуванням плоїдності. З'ясовано, що урожайність насіння достовірно була вищою октаплоїдних сортів височинного екотипу, порівняно з тетраплоїдами як височинного, так і низинного екотипів (рис. 4.14).

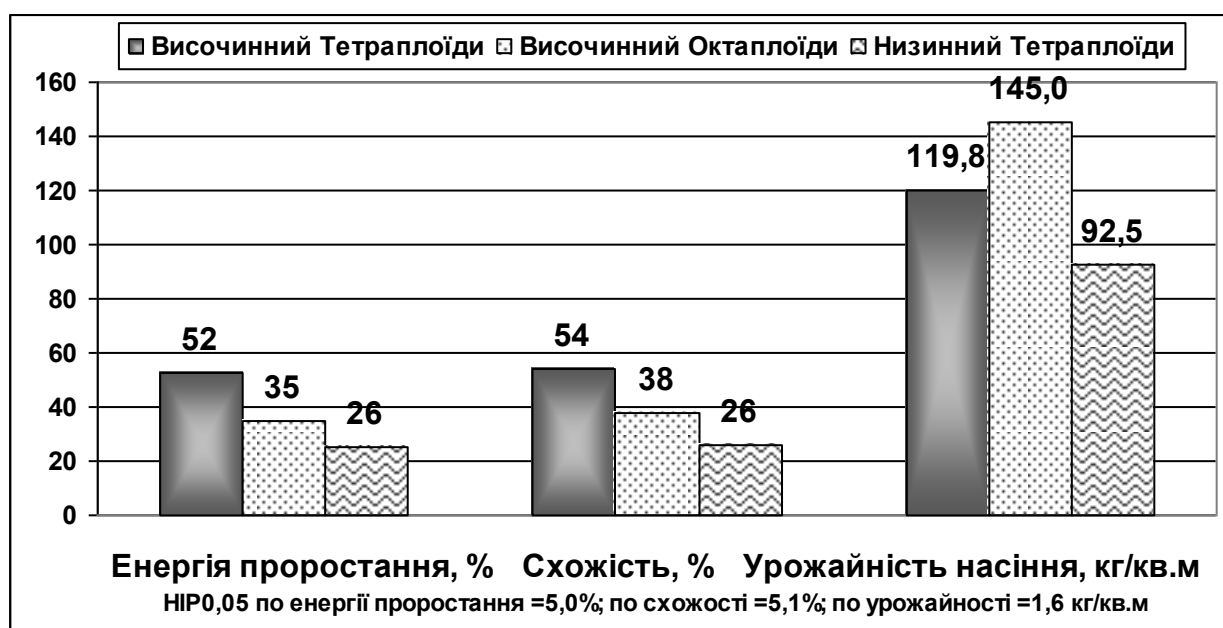


Рис. 4.14. Урожайність та якість насіння залежно від плоїдності та екотипу сортів (Ялтушківська ДСС, середнє по сортах за 2018-2020 рр.)

Тетраплоїдні сорти височинного екотипу забезпечували достовірно вищу урожайність насіння, яка була вищою на 29,5% або на 27,3 кг/м², порівняно з тетраплоїдами низинного екотипу. Найвищу енергію проростання (52%) та схожість (54%) насіння забезпечували тетраплоїдні сорти височинного екотипу. Ці показники октаплоїдних сортів височинного екотипу були достовірно нижчими, відповідно – на 17% та 16%, порівняно з тетраплоїдами височинного екотипу. Найнижчими показники енергії проростання (26%) та схожості (26%) насіння були в тетраплоїдних сортів низинного екотипу.

Маса 1000 насінин так, як і його схожість, була достовірно вищою тетраплоїдних сортів височинного екотипу, порівняно як з октаплоїдними сортами височинного екотипу, так і тетраплоїдами низинного екотипу (рис. 4.15).

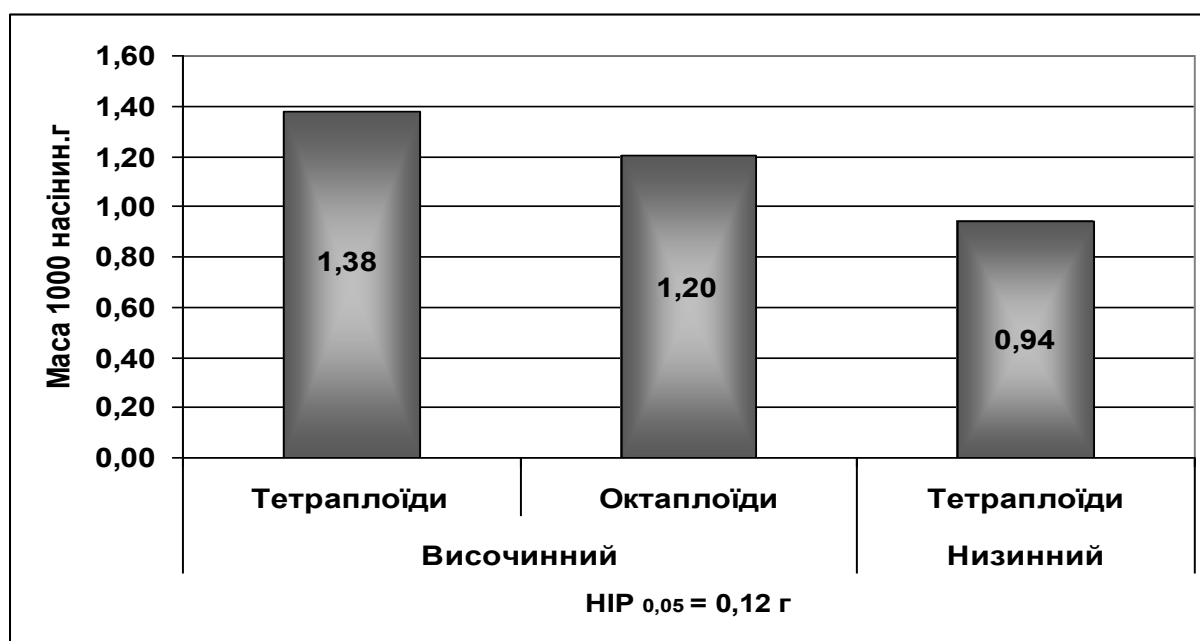


Рис. 4.15. Маса 1000 насінин залежно від плоїдності та екотипу (Ялтушківська ДСС, середнє по сортах за 2018-2020 рр.)

Тобто за більшої маси 1000 насінин отримано і вищі показники його енергії проростання та схожості. Ці дані узгоджуються з раніше отриманими результатами Aiken, G. E., & Springer, T. L. [202] та Smart A. J., Moser L. E. [203], які встановили, що важче насіння має більшу схожість, ніж легше. За

роками досліджень отримано аналогічну залежність.

Достовірно вищу урожайність насіння забезпечили октаплоїдні сорти височинного екотипу порівняно як з тетраплоїдними сортами височинного, так і низинного екотипів (табл. 4.10).

Істотно вищою була урожайність насіння тетраплоїдних сортів височинного екотипу, ніж сортів низинного екотипу. Енергія проростання та схожість насіння достовірно вищими були в тетраплоїдних сортів височинного екотипу. Найнижчі показники якості насіння отримано в тетраплоїдних сортів низинного екотипу.

Таблиця 4.10.

Урожай і якість насіння сортів свічграсу залежно від їх плоїдності та походження (Ялтушківська ДСС, середнє по сортах за 2018-2020 рр.)

Походження, екотип	Плоїдність	Урожайність, насіння, кг/га	Енергія проростання, %	Схожість, %
2018 р.				
Височинний	Тетраплоїди	129,4	48	52
	Октаплоїди	145,8	31	35
Низинний	Тетраплоїди	106,0	37	38
НІР _{0,05}		1,3	4,4	5,9
2019 р.				
Височинний	Тетраплоїди	124,6	51	52
	Октаплоїди	139,5	32	33
Низинний	Тетраплоїди	99,9	22	22
НІР _{0,05}		2,2	6,5	6,2
2020 р.				
Височинний	Тетраплоїди	127,5	57	58
	Октаплоїди	142,7	42	44
Низинний	Тетраплоїди	103,7	18	18
НІР _{0,05}		1,3	5,7	6,6

Отже, урожайність та якість насіння – енергія проростання, схожість та маса 1000 насінин сортів височинного екотипу були достовірно вищими, порівняно з сортами низинного екотипу як в середньому за три роки, так і за роками досліджень. Найвищі показники урожайності насіння забезпечили октаплоїдні сорти височинного екотипу, порівняно з тетраплоїдними як височинного, так і низинного екотипів. Енергія проростання та схожість насіння тетраплоїдних сортів височинного екотипу достовірно перевищувала ці показники октаплоїдних сортів височинного та тетраплоїдних сортів низинного екотипів. Найпридатнішими для умов Лісостепу України є тетраплоїдні сорти височинного екотипу, які забезпечують високу насінневу продуктивність – урожайність та якість насіння.

4.4. Якість насіння залежно від року вегетації культури

За даними І.І. Рожко та ін. [42], найвищу урожайність насіння – 0,011-0,064 кг/м² в перший і по третій рік вегетації формував сорт Cave-in-rock, меншу сорти Зоряний та Forestburg. Але автори нічого не повідомляють яка була схожість насіння. За даними Л.П. Філіпась та О.П. Біленко [204] енергія проростання на 10-й день у насіння другого і четвертого року вегетації становила 8 %, а схожість була однаковою на 28-му добу у насіння другого і третього року вегетації і становила 10 %. Середня схожість четвертого року вегетації на останню дату підрахунків була найвища і становила 11 %. Тобто, якість насіння свічграсу не залежала від року його вегетації. Тому, були проведені дослідження схожості насіння залежно від року вегетації культури.

Для визначення залежності якості насіння від року вегетації культури, починаючи з 2018 р. насіння збирали з рослин сортозразку Кейв-ін-рок різних строків сівби. З'ясовано, що якість насіння не залежала від року сівби проса прутоподібного (рис. 4.16).

У середньому за п'ять років, енергія проростання та схожість насіння зібраного з рослин, проса прутоподібного, висіяного в 2009 р. (10-й рік вегетації) становили, відповідно – 65% та 66%, водночас як ці показники були з рослин, які висіяні в 2014 р. (8-й рік вегетації) були достовірно нижчими і

становили, відповідно – 59 та 60%, а в 2016 р. (3-й рік вегетації) були достовірно вищими – 71 та 72%.

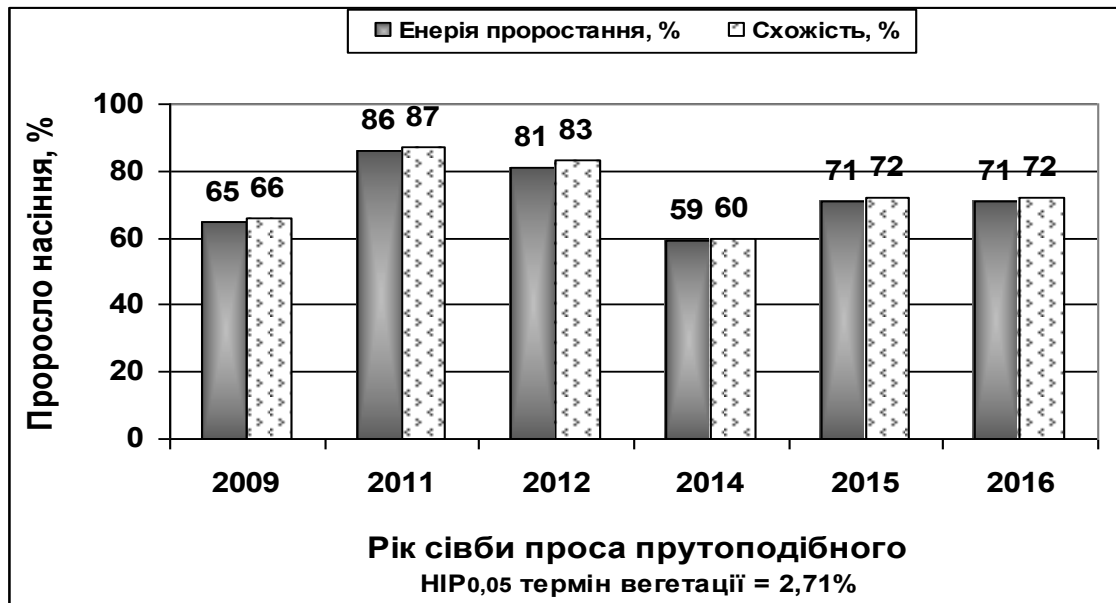
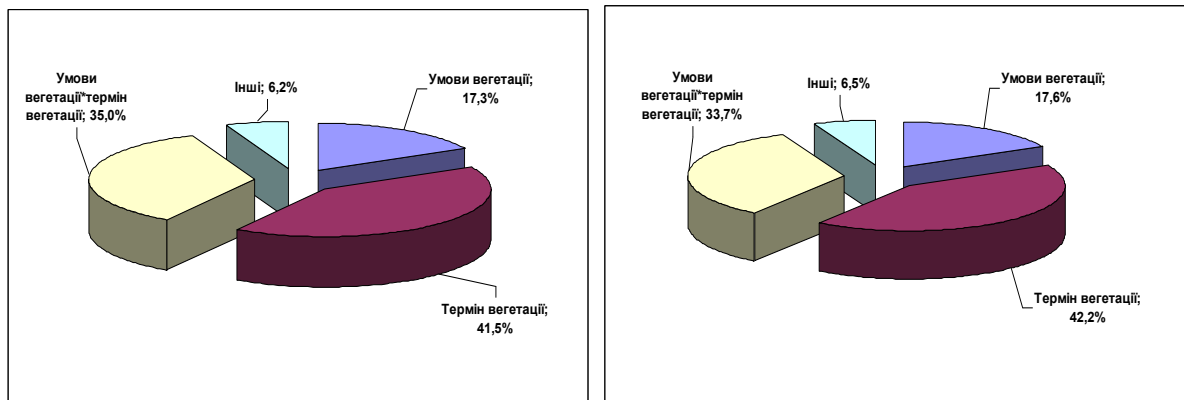


Рис. 4.16. Якість насіння залежно від року сівби проса прутоподібного (Ялтушківська ДСС, середнє за 2018-2022 рр.)

Найвищу енергію проростання – 86% і схожість – 87% отримано з рослин, за сівби в 2011 р., тобто на 7 рік вегетації. Високу схожість отримано з рослин, які були висіяні в 2011 р. (86%) та 2012 р. (81%), відповідно – на 8-й та 9-й роки вегетації. Найвищою була схожість насіння проса прутоподібного, висіяного в 2011 та 2012 рр. – на 11-й та 10-й роки вегетації, відповідно.

Дослідження факторів, які впливають на енергію проростання насіння встановлено, що найбільшим був вплив фактору «термін вегетації» і становив 41,5 %, а фактору «умови вегетації», був значно меншим і становив 17,3%, взаємодія цих факторів становила 35,0 %. Аналогічний вплив факторів був і на схожість насіння (рис. 4.17).

Аналізуючи якість насіння по роках досліджень, а не в середньому за всі роки не виявлено закономірного збільшення чи зменшення схожості насіння залежно від року вегетації проса прутоподібного. Так, на третій рік вегетації (сівба культури в 2016 р.) схожість насіння у 2018 р. становила 75%, на 4-й рік – вона достовірно знизилася до 68%, на 5-й рік знову зросла до 85% і була найвищою, а уже на 6-й і 7-й рік вона знову достовірно зменшилася.



а) на енергію проростання

б) на схожість

Рис. 4.17. Вплив факторів на якість насіння (середнє за 2018-2022 рр.)

Аналогічна залежність спостерігається зі схожістю насіння зібраного з рослин висіяних в інші роки. За сівби проса прутоподібного в 2009, 2011 та 2012 рр. виявлено закономірне збільшення схожості насіння, відповідно – на 12-й, 10-й та 9-й роки (в 2020 році вегетації), але в наступні роки вегетації схожість достовірно знижувалася (табл. 4.11).

Таблиця 4.11.

Схожість насіння (%) залежно від року вегетації проса прутоподібного

Рік сівби культури	Рік урожаю										
	2018 р.		2019 р.		2020 р.		2021 р.		2022 р.		
	рік вегетації	схожість	рік вегетації	схожість	рік вегетації	схожість	рік вегетації	схожість	рік вегетації	схожість	
2009	10-й	58	11-й	77	12-й	80	13-й	46	14-й	69	
2011	8-й	88	9-й	82	10-й	90	11-й	90	12-й	85	
2012	7-й	89	8-й	88	9-й	91	10-й	82	11-й	63	
2014	5-й	69	6-й	55	7-й	78	8-й	38	9-й	62	
2015	4-й	83	5-й	58	6-й	75	7-й	77	8-й	72	
2016	3-й	75	4-й	68	5-й	85	6-й	73	7-й	58	
НІР _{0,05 заг.}		5,84									
НІР _{0,05 умови вегетації}		2,38									
НІР _{0,05 термін вегетації}		2,61									

Дослідженнями схожості насіння за роками вегетації проса

прутоподібного всіх років сівби не виявлено закономірного зменшення цього показника залежно від року сівби культури. Так, схожість насіння, висіяної в 2012 р. (сьомий рік вегетації) становила 89%, в 2019 р. (8-й рік вегетації) – 88%, в 2020 р. (9-й рік вегетації) – 91% і в 2021 р. (10-й рік вегетації) – 82%.

Аналогічна залежність спостерігалася з інтенсивності проростання насіння – енергією проростання. Енергія проростання також менше залежала від року сівби культури, ніж від строку та умов вегетації. Зі збільшенням строку вегетації не виявлено закономірного зниження чи збільшення цього показника (табл. 4.12).

Таблиця 4.12.

**Енергія проростання насіння (%) залежно від року вегетації
проса прутоподібного (Ялтушківська ДСС)**

Рік сівби куль- тури	Рік урожаю									
	2018 р.		2019 р.		2020 р.		2021 р.		2022 р.	
	рік вегетації	схо- жість	рік вегетації	схо- жість	рік вегетації	схо- жість	рік вегетації	схо- жість	рік вегетації	схо- жість
2009	10-й	57	11-й	74	12-й	79	13-й	45	14-й	69
2011	8-й	87	9-й	81	10-й	89	11-й	89	12-й	85
2012	7-й	89	8-й	87	9-й	91	10-й	81	11-й	58
2014	5-й	67	6-й	50	7-й	77	8-й	36	9-й	65
2015	4-й	82	5-й	57	6-й	73	7-й	75	8-й	69
2016	3-й	74	4-й	67	5-й	83	6-й	73	7-й	59
НІР _{0,05} заг.		5,75								
НІР _{0,05} умови вегетації		2,35								
НІР _{0,05} термін вегетації		2,57								

За сівби проса прутоподібного в 2009, 2011, 2012 та 2014 рр. виявлено закономірне збільшення енергії проростання насіння, відповідно – на 12-й, 10-й, 9-й та 7-й роки (в 2020 році вегетації), але в наступні роки вегетації 2021 та 2022 рр. цей показник достовірно знижувався.

Щодо маси 1000 насінин то спостерігалася лише тенденція її зменшення або збільшення залежно від років вегетації культури але істотної

різниці не виявлено.

Отже, енергія проростання та схожість насіння проса прутоподібного залежала не скільки від року сівби культури, скільки від терміну та умов вегетації, причому закономірно зменшення чи збільшення цих показників не виявлено. Лише за сівби проса прутоподібного в 2009, 2011, 2012 та 2014 рр. виявлено закономірне збільшення якості насіння – енергії проростання і схожості, відповідно – на 12-й, 10-й, 9-й та 7-й роки (в 2020 році вегетації), але в наступні роки вегетації вегетації 2021 та 2022 рр. ці показники достовірно знижувалися.

4.5. Урожай і якість насіння залежно від місця його формування на рослині

Формування урожаю і якість насіння проса прутоподібного залежать як від погодних умов вегетації, так і від біологічних особливостей культури, а саме від місця його розміщення на рослинах, оскільки цвітіння та запилення, а відповідно – і зав'язування насіння проходять упродовж тривалого періоду.

За даними Кулика М.І., Рожкова І.І. [127] якість насіння залежить від довжини волоті їх кількості на рослині та висоти рослин. Враховуючи це було важливо визначити урожайність і якість насіння, яке формується на волотях першого ярусу, які розміщені на найвищих рослинах і найбільш розвинуті та волотях другого та третього ярусів, які розміщені на нижчих рослинах і менш розвинуті.

Погодні умови у фазу цвітіння та дозрівання насіння були сприятливими для формування його якості. За температурним режимом вегетаційні періоди 2019-2022 рр. були теплими середня добова температура повітря становила 15,6 °С або перевищувала середнє багаторічне значення за роками на 2,6 та 2,8 °С, а за вологозабезпеченістю були засушливими, дефіцит вологи становив, відповідно – 72,0 та 18 мм.

Після очищення від домішок, зібраного насіння з волотей, на аспіраційній колонці за швидкості повітря в колонці 13,8 м/сек. в середньому за чотири роки вихід насіння з волотей першого ярусу становив 91,9 %,

другого ярусу – 90,6 %. Достовірної різниці залежно від місця формування насіння не було. За сортами вихід насіння був майже однаковим і становив з волотей першого ярусу сортозразків Кейв-ін-рок 90,4 %, Санбурст 85,4 %, з волотей другого ярусу, відповідно – 86,5 % та 82,2 %.

З'ясовано, що в умовах Правобережного Лісостепу України урожайність насіння проса прутоподібного істотно залежала як від умов вирощування (року вегетації), так і від місця його формування (рис.4.18).

У середньому за роки досліджень достовірно вища урожайність насіння була сформована на волоті першого ярусу обох сортозразків. На волоті першого ярусу сортозразка Кейв-ін-рок вона становила 0,83 г, Санбурст – 0,70 г. На волоті другого ярусу урожайність була достовірно нижчою, відповідно по сортозразках – на 0,35 та 0,31 г ($НІР_{0,05} \text{ ярус} = 0,24 \text{ г/з волоті}$) і становила 0,48 та 0,39 г з волоті, достовірної різниці залежно від сортових особливостей не виявлено ($НІР_{0,05} \text{ сорт} = 0,15 \text{ г/волоті}$).

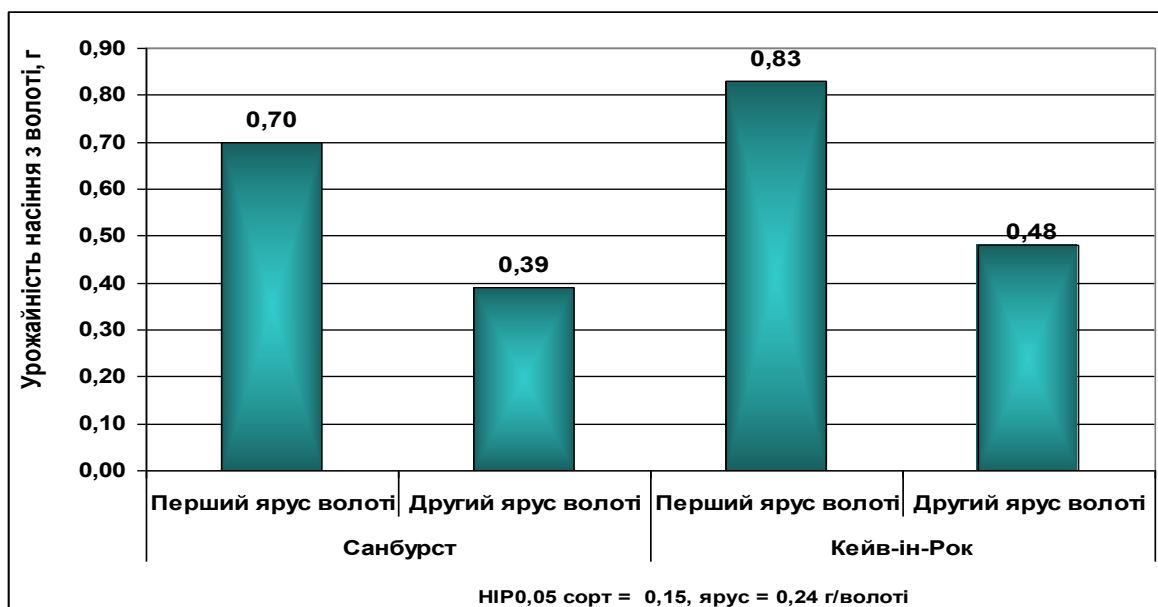


Рис. 4.18. Урожайність насіння залежно від місця його формування (Правобережний Лісостеп, дослідне поле ІБКіЦБ, середнє за 2019-2022 рр.)

На урожайність насіння залежно від місця його формування впливали умови вегетації в роки досліджень (табл. 4.13). Так, в умовах 2019 вегетаційного року урожайність насіння обох сортів з волотей першого та другого ярусів достовірно була вищою, ніж урожайність насіння, яке

вирощене в умовах 2020, 2021 та 2022 рр. У середньому урожайність насіння з першого ярусу в умовах 2019 р. сортозразка Санбурст становила 1,40 г/волоті, Кейв-ін-рок – 1,38 г/волоті, водночас як в умовах 2020 р. вона була нижчою, відповідно – 0,96 та 0,86 г/волоті, а в 2021-2022 рр., ще нижчою ($НІР_{0,05} = 0,24$ г/волоті).

Таблиця 4.13.

Урожайність насіння (г/волоті) залежно від сортових особливостей, місця його формування на рослинах та умов вирощування (Правобережний Лісостеп, дослідне поле ІБКіЦБ)

Рік	Сортозразок	Насіння зібране з волотей	
		першого ярусу	другого ярусу
2019	Кейв-ін-Рок	1,38	0,68
	Санбурст	1,40	0,66
2020	Кейв-ін-Рок	0,86	0,71
	Санбурст	0,96	0,58
2021	Кейв-ін-Рок	0,58	0,27
	Санбурст	0,52	0,26
2022	Кейв-ін-Рок	0,62	0,40
	Санбурст	0,74	0,31
НІР _{0,05} заг.		0,69	
НІР _{0,05} умови року		0,22	
НІР _{0,05} сорт		0,15	
НІР _{0,05} ярус		0,24	

Урожайність насіння з волотей другого ярусу також була достовірно нижчою в 2020, 2021 та 2022 рр., порівняно з 2019 р. Істотно нижчу урожайність насіння з волотей першого та другого ярусів отримано в 2021 р., коли у фазу цвітіння та формування насіння середня добова температура повітря перевищувала середню багаторічну на 5,3 °С, а дефіцит вологи становив 24 мм.

На волоті першого ярусу обох сортів була сформована найвища урожайність, закономірного збільшення урожайності того чи іншого сортозразка за роками не було: в 2019 р. достовірно вища урожайність була в сортозразка Кейв-ін-рок, в 2020 р. – в Санбурст, а в 2021 та 2022 рр. істотної різниці між урожайністю сортозразків не виявлено. На волоті другого ярусу в усі роки дослідження достовірної різниці з урожайності насіння не було.

Встановлено, що в умовах Правобережного Лісостепу на формування урожайності насіння достовірно впливала сума ефективних температур упродовж вегетації (рис. 4.19).

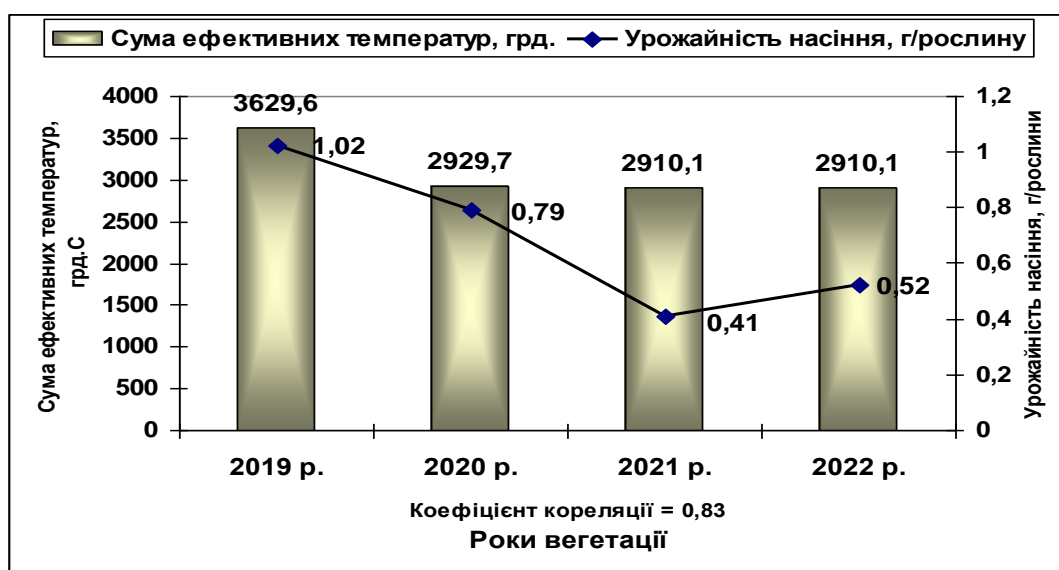


Рис. 4.19. Залежність урожайності насіння від суми ефективних температур (Правобережний Лісостеп, дослідне поле ІБКіЦБ, середнє за 2019-2022 рр.)

Найвищу урожайність – 1,02 г/рослини, отримано в 2019 р., коли сума ефективних температур становила 3629,6 °С. Зі зменшенням суми ефективних температур до 2910,1 °С урожайність насіння значно зменшувалася. На основі експериментальних даних встановлено, що між урожайністю насіння і сумою ефективних температур існує сильна кореляція, коефіцієнт кореляції становить 0,83.

Аналіз факторів, що впливали на урожайність насіння показав, що найбільший вплив був факторів «умови вирощування» - 47,7% та «ярус волоті» - 32,9% (рис. 4.20).

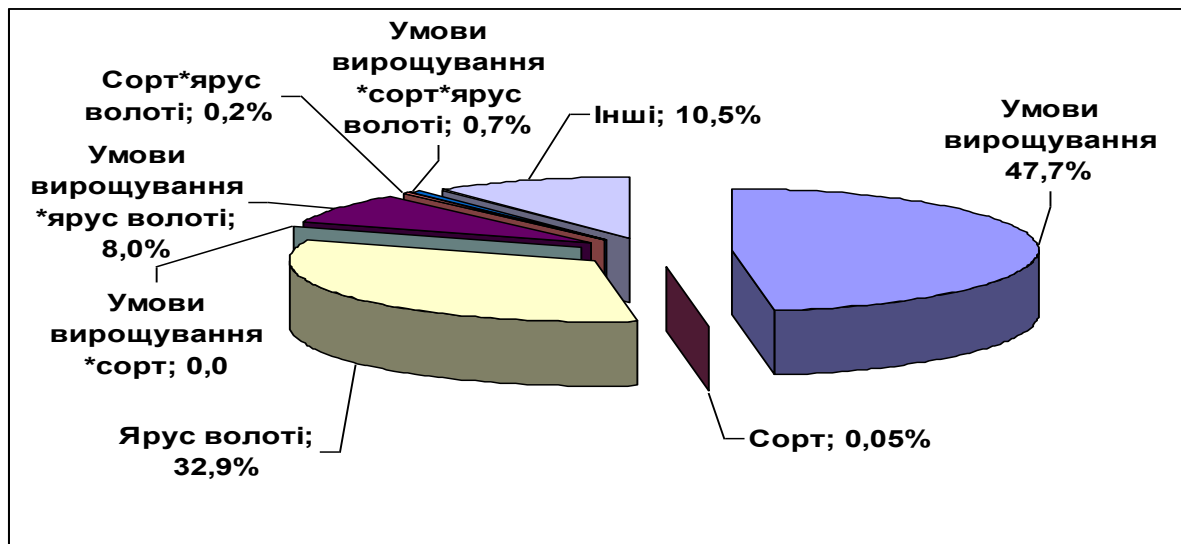


Рис. 4.20. Вплив чинників на урожайність насіння з волоті (за 2019-2022 рр.)

Вплив інших факторів та їх взаємодія були незначними.

З'ясовано, що якість насіння – енергія проростання, схожість та маса 1000 насінини свічграшу (*Panicum virgatum* L.) істотно залежала від сортових особливостей, умов вирощування та матрикальної різноякісності – місця формування насіння на рослинах (табл.4.14).

Таблиця 4.14.

Якість насіння залежно від сортових особливостей та місця його формування на рослинах

(Правобережний Лісостеп, дослідне поле ІБКіЦБ, середнє за 2019-2022 рр.)

Варіант		Якість насіння		
сорт	ярус волоті	Маса 1000 шт., г	енергія проростання, %	схожість, %
Кейв-ін-рок	I ярус	1,94	33	34
	II ярус	1,85	32	32
Санбурст	I ярус	1,72	22	26
	II ярус	1,89	35	35
НІР _{0,05} заг.		0,02	1,0	0,4
НІР _{0,05} сорт, ярус волоті		0,01	0,7	0,3

У середньому за чотири роки якість насіння – енергія проростання та схожість з волотей першого ярусу були достовірно вищими в сортозразка Кейв-ін-рок, які становили, відповідно – 33 та 34 %, а другого ярусу, навпаки, вони були вищими в сортозразка Самбурст і становили 35% ($HP_{0,05 \text{ сорт}} = 0,3 \%$).

Доцільно зазначити, що якість насіння, яке було сформоване на ярусах другого порядку достовірно вища порівняно з якістю насіння з першого ярусу обох сортозразків, що зумовлено достовірно більшим вмістом поживних речовин в насінні – азоту, фосфору та калію (табл. 4.15).

Вміст макроелементів (NPK) в насінні, яке зібране з другого ярусу сортозразка Самбурст так як і його якість, був значно більшим, ніж в насіння сортозразка Кейв-ін-рок.

Таблиця 4.15.

Вміст макроелементів в насінні залежно від сортових особливостей та місця його формування на рослині (Правобережний Лісостеп, дослідне поле ІБКіЦБ)

Варіант		Вміст макроелементів, %		
сорт	ярус волоті	азот	фосфор	калій
Кейв-ін-рок	I ярус	0,17	0,73	0,13
	II ярус	0,18	0,83	0,25
Самбурст	I ярус	0,17	0,73	0,14
	II ярус	0,19	0,90	0,25
$HP_{0,05 \text{ заг.}}$		0,13	0,02	0,03
$HP_{0,05 \text{ сорт, ярус волоті}}$		0,09	0,02	0,02

За роками досліджень якість насіння – маса 1000 насінин, енергія проростання та схожість змінювалася обох сортозразків. Достовірно вищими ці показники були за вирощування насіння у вегетаційному 2019 року.

Енергія проростання насіння з волотей першого та другого ярусів сортозразка Кейв-ін-рок в 2019 р. була 45%, а в 2020 р., відповідно – 12 та

13 % або в 3,5 рази меншою. Схожість та маса 1000 насінин також були вищими насіння з волотей обох ярусів, яке вирощене в умовах 2019 р., порівняно з 2020-2022 рр. Аналогічна залежність спостерігалася по сортозразку Санбурст (табл. 4.16).

Таблиця 4.16.

**Якість насіння залежно від сортових особливостей, місця його формування на рослинах та умов вирощування
(Правобережний Лісостеп, дослідне поле ІБКіЦБ)**

Рік	Варіант		Маса 1000 насінин, г	Енергія проростання, %	Схожість, %
	сортозразок	ярус волоті			
2019	Кейв-ін-Рок	I ярус	1,97	45	45
		II ярус	2,11	42	42
	Санбурст	I ярус	1,87	37	38
		II ярус	2,08	32	32
2020	Кейв-ін-Рок	I ярус	1,53	12	13
		II ярус	1,75	13	13
	Санбурст	I ярус	1,33	10	10
		II ярус	1,88	12	12
2021	Кейв-ін-Рок	I ярус	1,98	42	42
		II ярус	1,46	46	46
	Санбурст	I ярус	1,94	26	26
		II ярус	2,12	88	88
2022	Кейв-ін-Рок	I ярус	2,29	34	36
		II ярус	2,11	27	28
	Санбурст	I ярус	1,76	14	15
		II ярус	1,51	8	9
НІР _{0,05} заг.			0,06	3,8	3,8
НІР _{0,05} умови вирощування			0,03	1,9	1,9
НІР _{0,05} сорт, ярус			0,03	1,6	1,6

Достовірно вищими були енергія проростання та схожість насіння, яке формувалося в сортозразку Кейв-ін-рок, порівняно з сортозразком Санбурст.

Вищими були ці показники насіння, яке формувалося на волоті першого ярусу, ніж насіння з другого ярусу в обох сортозразків. Маса 1000 насінин обох сортозразків була більшою, що сформувалося на другому ярусі, порівняно з першим.

Аналіз факторів, що впливали на формування маси 1000 насінин показав, що найбільший вплив був фактору «умови року» - 40,4% та взаємодії факторів «умови року*ярус» - 19,9% (рис. 4.21).

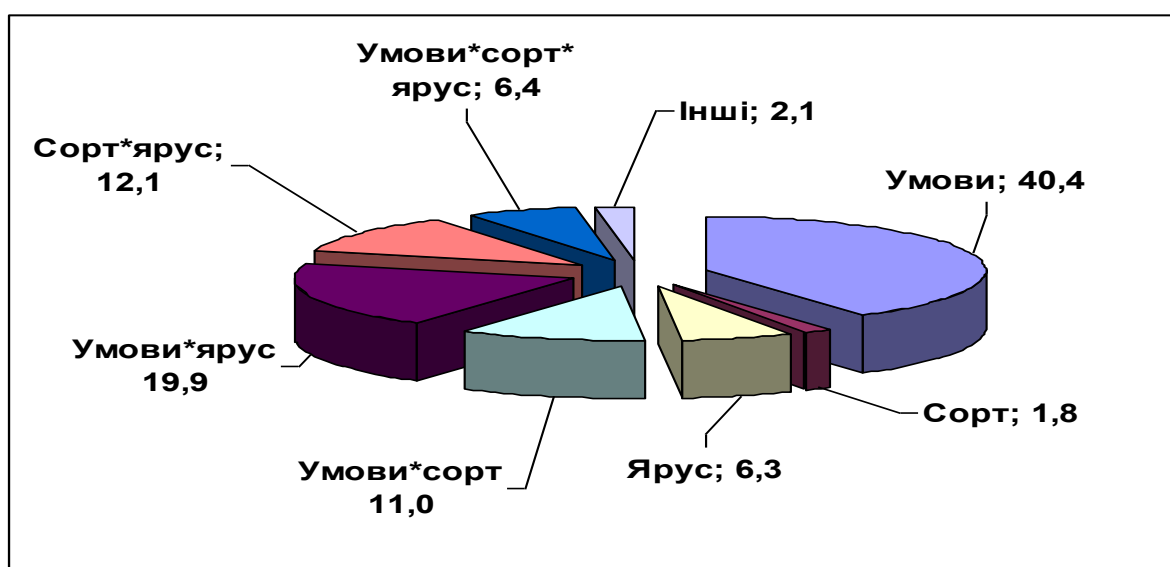
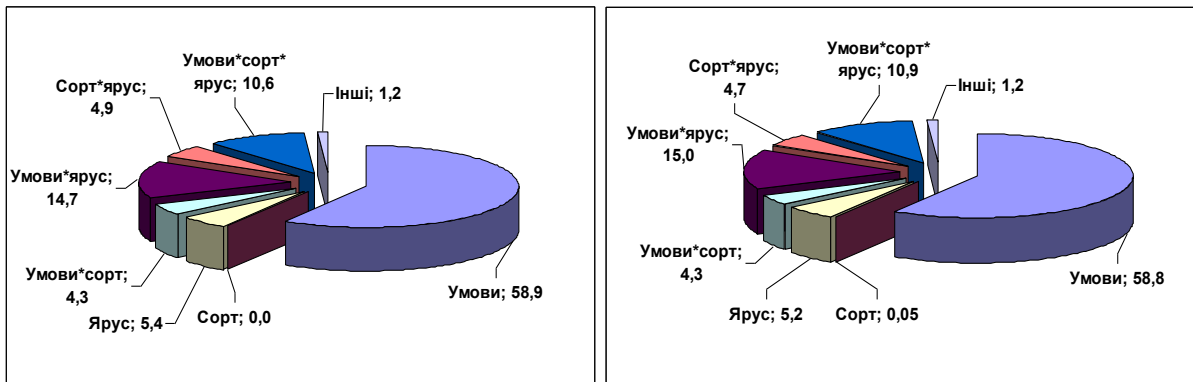


Рис. 4.21. Частка впливу факторів (%) на масу 1000 насінин (середнє за 2019-2022 рр.)

На формування енергії проростання та схожості насіння найбільшим був вплив фактору «умови року» та взаємодії факторів «умови року*ярус», відповідно – 58,9 і 58,8% та 14,7 і 15,0% (рис. 4.22). Вплив інших факторів на формування якості насіння був незначним.

Насіння, яке вирощене умовах правобережному Лісостепу (Ялтушківської ДСС), зібраного з волотей, після очищення від домішок на аспіраційній колонці за швидкості повітря в колонці 13,8 м/сек. вихід його становив в середньому за два роки по сортах з волотей першого ярусу 72,67 %, другого ярусу – 75,27 %, з третього ярусу – 77,82%.



А) на енергію проростання

Б) на схожість

Рис. 4.22. Частка впливу факторів (%) на якість насіння
(середнє за 2019-2022 рр.)

Достовірно більший вихід насіння отримано за очистки насіння сортозразка Кейв-ін-рок з усіх ярусів його формування. Спостерігається закономірне збільшення виходу насіння після первинної очистки з першого до третього ярусу. Достовірно вищий вихід насіння обох сортозразків був з волотей третього ярусу, відповідно по сортозразках – 85,1 % та 70,6 %.

В умовах правобережного Лісостепу (Ялтушківська ДСС) урожайність насіння проса прутоподібного істотно залежала як від сортових особливостей, так і від місця його формування (рис. 4.23.).

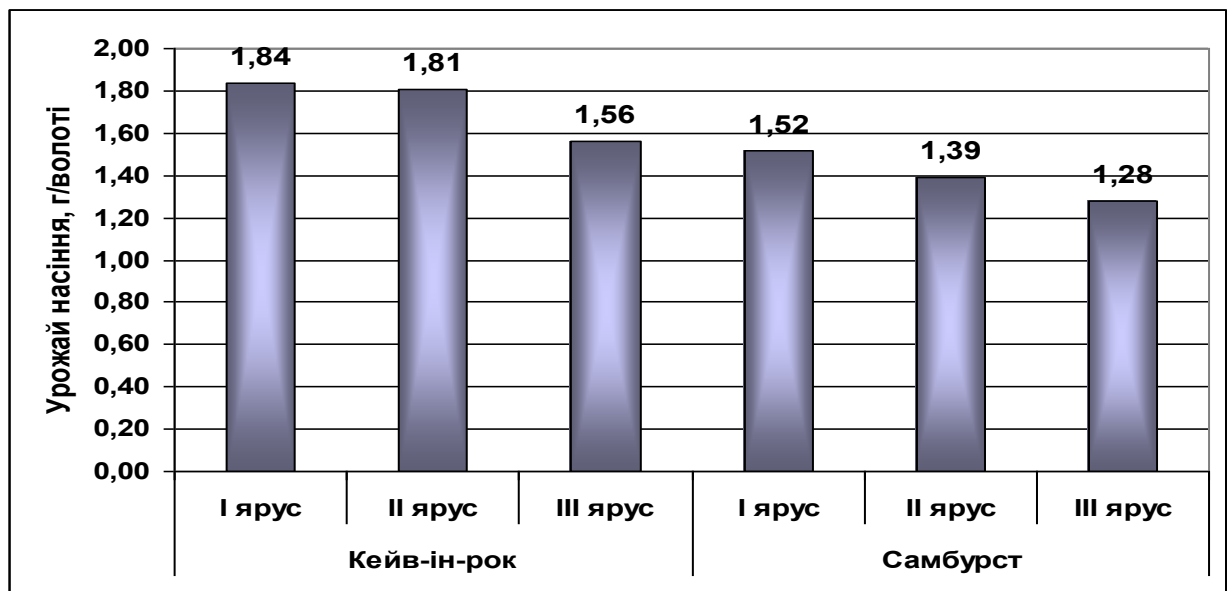


Рис. 4.23. Урожайність насіння залежно від місця його формування
(Правобережний Лісостеп, Ялтушківська ДСС, середнє за 2021-2023 рр.)

Достовірно вищу урожайність насіння з усіх ярусів отримано в сортозразка Кейв-ін-рок, порівняно з сортозразком Санбурст: урожайність насіння з першого ярусу була більшою на 0,32 г/волоті та другого ярусу на 0,42 г/волоті, а з третього – на 0,28 г/волоті.

Значної різниці з урожайності насіння залежно від місця його формування не виявлено в обох сортозразках. За роками досліджень урожайність змінювалася, найвищою була в 2021 р., а найнижчою в 2023 р. обох сортозразків (додаток А 16).

Якість насіння змінювалася залежно від місця його формування. Достовірно меншими енергія проростання, схожість та маса 1000 насінин були насіння, що сформувалося на волотях першого ярусу обох сортозразків (табл. 4.17).

Таблиця 4.17.

Якість насіння залежно від сортових особливостей та місця його формування на рослинах (Правобережний Лісостеп, Ялтушківська ДСС, середнє за 2021-2023 рр.)

Варіант		Енергія проростання, %	Схожість, %	Маса 1000 насінини, г
сортозразок	ярус волоті			
Кейв-ін-рок	I ярус	57	61	1,70
	II ярус	62	67	1,75
	III ярус	57	61	1,79
Санбурст	I ярус	59	62	1,71
	II ярус	61	62	1,74
	III ярус	64	68	1,79
НІР _{0,05} заг.		1,4	1,2	0,05
НІР _{0,05} сортозразок		0,8	0,7	0,03
НІР _{0,05} ярус волоті		1,0	0,8	0,04

Значної різниці з енергії проростання і схожості насіння, що

сформувалося на ярусах другого та третього порядків не виявлено. Достовірно вища енергію проростання і схожість насіння була в сортозразка, Санбурст ніж в Кейв-ін-рок. Маса 1000 насінин залежно від місця його формування достовірно збільшувалася з другого і третього ярусу, порівняно з першим обох сортозразків.

В умовах недостатнього зволоження Лівобережного Лісостепу України (Веселоподільська ДСС) урожайність насіння з волоті була значно нижчою, ніж в умовах нестійкого зволоження Західного та Правобережного Лісостепу всіх сортозразків і залежала як від сортових особливостей, так і від місця його формування (рис. 4.24).

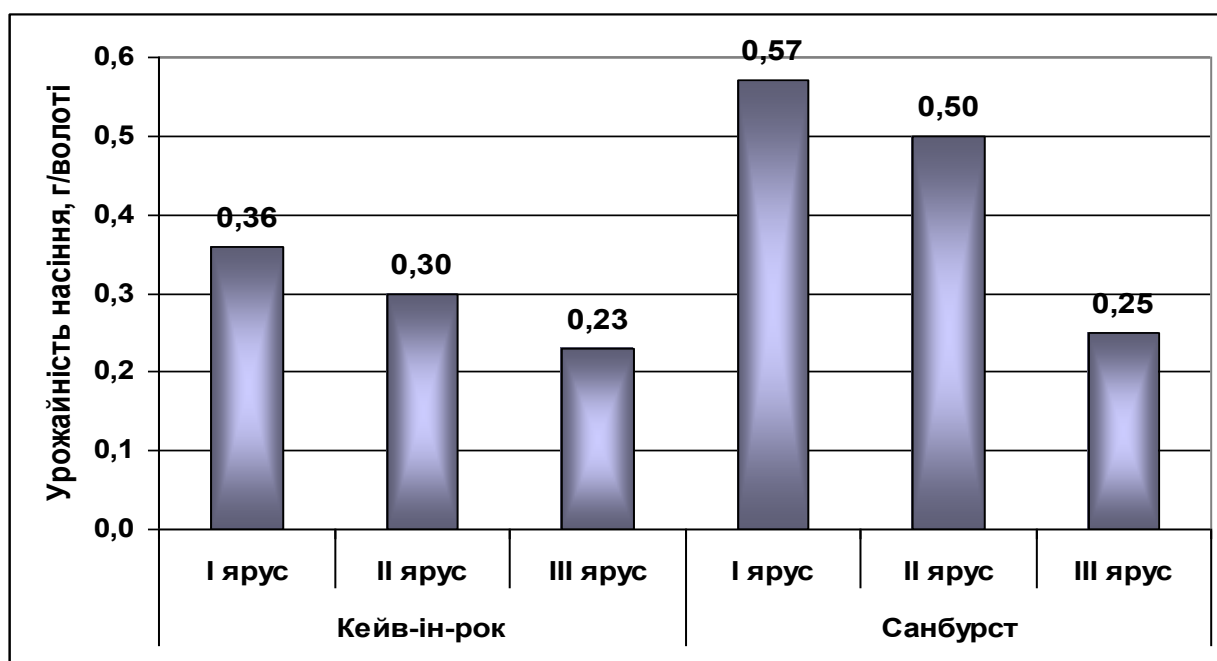


Рис. 4.24. Урожайність насіння залежно від місця його формування (Лівобережний Лісостеп, Веселоподільська ДСС, середнє за 2022-2023 рр.)

У середньому за роки дослідження достовірно вищу урожайність насіння з усіх ярусів отримано в сортозразка Санбурст порівняно з сортозразком Кейв-ін-рок. Спостерігається закономірне зменшення урожайності насіння залежно від місця його формування обох сортозразків, найвищою вона була на ярусі першого порядку, найнижчою – третього порядку.

Якість насіння змінювалася залежно від місця його формування та

сортових особливостей. Достовірно більшими енергія проростання, схожість та маса 1000 насінин були в насіння, що сформувалося на волотях першого ярусу обох сортозразків (табл. 4.18).

На ярусах третього порядку якість насіння достовірно була нижчою, порівняно з якістю на ярусі першого порядку: маса 1000 насінини сортозразка Кейв-ін-рок була меншою на 0,18 г ($НІР_{0,05}$ ярус волоті = 0,13 г), енергія проростання – на 11% ($НІР_{0,05}$ ярус волоті = 5,0%), схожість – на 12% ($НІР_{0,05}$ ярус волоті = 4,9%), сортозразка Самбурст ці показники становили, відповідно – 0,40 г, 7,0% та 7,0%. Значної різниці з якості насіння, зібраного з ярусів першого та другого порядків не виявлено.

Таблиця 4.18.

Якість насіння залежно від сортових особливостей та місця його формування на рослинах (Лівобережний Лісостеп, Веселоподільська ДСС)

Варіант		Енергія	Схожість, %	Маса 1000
сортозразок	ярус волоті	проростання, %		насінини, г
Кейв-ін-рок	I ярус	24	25	1,38
	II ярус	21	21	1,30
	III ярус	13	13	1,20
Санбурст	I ярус	37	38	1,75
	II ярус	35	35	1,35
	III ярус	30	31	1,35
$НІР_{0,05}$ заг.		7,0	6,9	0,18
$НІР_{0,05}$ сортозразок		4,1	4,0	0,10
$НІР_{0,05}$ ярус волоті		5,0	4,9	0,13

Якість насіння – енергія проростання, схожість і маса 1000 насінини, зібраного з усіх ярусів сортозразка Самбурст були достовірно більшими, порівняно з сортозразком Кейв-ін-рок.

Отже, урожайність насіння проса прутоподібного істотно залежала як від умов вирощування (року вегетації), так і від сортових особливостей та місця його формування. На волотях першого ярусу обох сортотразків була сформована достовірно вища урожайність, ніж на волотях другого та третього ярусів, істотної різниці між сортотразками не було. З'ясовано, що якість насіння – енергія проростання, схожість та маса 1000 насінини свічграсу (*Panicum virgatum* L.) істотно залежала від умов вирощування, а саме розміщення насінників в Правобережному та Лівобережному Лісостепу України та матрикальної різноякісності – місця формування насіння на рослинах. Достовірно вищу енергію проростання та схожість насіння, так як і урожайність насіння, отримано за його вирощування в умовах Правобережного Лісостепу, а найнижчими ці показники були сформовано в умовах Лівобережного Лісостепу незалежно від розміщення волоті на рослинах. Значно вищими була енергія проростання та схожість насіння, що сформувалося на волоті першого ярусу. Вплив фактору «ярус волоті» становив 18,0 %. Істотно вища урожайність насіння на волотях всіх порядків сформована в сортотразку Кейв-ін-рок, порівняно з Санбурст. Спостерігається закономірне зменшення урожайності насіння – на волотях першого ярусу вона найбільша, а на волотях третього ярусу найменша. Достовірно меншою були енергія проростання і схожість насіння, що сформувалося на волотях першого ярусу обох сортотразків.

Висновки до розділу 4

1. Урожайність та якість насіння проса прутоподібного залежала від групи його стиглості, більш пізньостиглі сорти мали нижчу енергію проростання і схожість, ранні та дуже ранні сорти характеризувалися вищими показниками якості, причому істотної різниці з енергії проростання і схожості між ранніми, середньораннім та дуже ранніми сортами не виявлено. Найнижчу урожайність насіння мали дуже ранній та дуже пізні сорти, відповідно – 76-90 та 70-80 кг/га. Між урожайністю насіння та його схожістю

існує середня кореляція, коефіцієнт кореляції становить 0,48.

2. Сорти середньопізні мали достовірно нижчі показники схожості – 24-33% і найнижчі – вони були в дуже пізнього сорту – 7%, водночас як дуже раннього та середньоранніх сортозразків вона становила 40-55%. Середньопізні, пізні та дуже пізні сорти біологічно не дозрівають, що позначається на якості насіння – схожість якого дуже низька. У такому випадку, на нашу думку, жодний агрозахід не забезпечить підвищення цього показника.

3. З'ясовано, що енергія проростання та схожість насіння проса прутоподібного залежала як від груп стиглості сортів, так і від суми ефективних температур в період вегетації. Найвищу урожайність – 1,02 г/рослини, отримано за суми ефективних температур 3629,6 °С. Зі зменшенням суми ефективних температур до 2910,1 °С урожайність насіння значно зменшувалася. Між урожайністю насіння і сумою ефективних температур існує сильна кореляція, коефіцієнт кореляції становить 0,83.

4. Урожайність та якість насіння – енергія проростання, схожість та маса 1000 насінин сортів височинного екотипу були достовірно вищими, відповідно – на 38,6%, 21 %, 23 % та 0,38 г, порівняно з сортами низинного екотипу. Найвищі показники урожайності насіння забезпечили октаплоїдні сорти височинного екотипу, порівняно з тетраплоїдними як височинного, так і низинного екотипів. Енергія проростання та схожість насіння тетраплоїдних сортів височинного екотипу достовірно перевищувала ці показники октаплоїдних сортів височинного та тетраплоїдних сортів низинного екотипів. Найпридатнішими для умов Лісостепу України є тетраплоїдні сорти височинного екотипу, які забезпечують високу насінневу продуктивність – урожайність та якість насіння.

5. Енергія проростання та схожість насіння проса прутоподібного залежала не скільки від року сівби культури, скільки від терміну та умов вегетації, причому закономірно зменшення чи збільшення цих показників не виявлено. Лише за сівби проса прутоподібного в 2009, 2011 та 2012 рр. виявлено закономірне збільшення якості насіння – енергії проростання і

схожості, відповідно – на 12-й, 10-й та 9-й роки (в 2020 році вегетації), але в наступні роки вегетації ці показник достовірно знижувалися.

6. Урожайність та якість насіння проса прутоподібного істотно залежали як від умов вирощування (року вегетації), так і від сортових особливостей та місця його формування. На волоті першого ярусу обох сортозразків була сформована найвища урожайність. Істотно вища урожайність насіння на волотях всіх порядків сформована в сортозразку Кейв-ін-рок, порівняно з Санбурст. Достовірно вищими була енергія проростання та схожість насіння, що сформувалося на волоті першого ярусу.

7. З'ясовано, що якість насіння проса прутоподібного – енергія проростання, схожість та маса 1000 насінини істотно залежала від умов вирощування, а саме розміщення насінників в Правобережному та Лівобережному Лісостепу України та матрикальної різноякісності – місця формування насіння на рослинах. Достовірно вищу енергію проростання та схожість насіння, так як і урожайність насіння, отримано за його вирощування в умовах правобережного Лісостепу (Ялтушківська ДСС), а найнижчими ці показники були сформовано в умовах лівобережного Лісостепу незалежно від розміщення волоті на рослинах.

За результатами розділу опубліковано в 12 працях

1. Volodymyr Doronin, Viktorisa Dryha, Hryhorii Honcharuk, Oleh Prysiazhniuk, Lesia Karpuk, Andrii Pavlichenko, Anna Kryvenko and Valentyn Polischuk Seed Germination of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) depending on its Biological peculiarities. *Plant Archives* Volume 20 No. 2, 2020 pp. 7493-7496. (6464) .pdf <http://www.plantarchives.org/20-2/7493-7496%20> (Скопус).

2. Дрига В.В. Схожість насіння сортів проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від груп їх стиглості. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (25 лютого 2021 р.) «Роль науково-технічного забезпечення розвитку агропромислового комплексу в сучасних ринкових умовах». «ДУ Інститут зернових культур НААН». Дніпро, 2021. С. 27–28.

3. Viktoriia V. Dryha, Volodymyr A. Doronin, Viktor M. Sinchenko, Yuliia A. Kravchenko, Anatolii F. Borivskyi, Valerii P. Mykolaiko, Nataliia S. Zatserkovna, Lesia M. Karpuk Seed Productivity Of Millet Cultivars –Switch-Grass (*Panicum Virgatum* L.) Depending On Their Origin. *Nat.Volatiles & Essent. Oils*, 2021; 8(5):8551-8562.

<https://www.nveo.org/index.php/journal/article/view/2251>

<https://www.nveo.org/index.php/journal/issue/view/30>

4. Viktoriia Dryha, Volodymyr Doronin, Viktor Sinchenko, Yuliia Kravchenko, Svitlana Mandrovskya, Anatolii Borivskyi, Lesia Karpuk, Valerii Mykolaiko Formation of Seed Quality of Switch-Grass (*Panicum virgatum* L.) Depending on Cultivation Conditions and Varietal Peculiarities. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2022. 23(4). S. 15-20. **(Скопунс)**.

<http://www.ecoeet.com/pdf-149457>

[76157?filename=Formation%20of%20Seed%20Quality.pdf](http://www.ecoeet.com/pdf-149457?filename=Formation%20of%20Seed%20Quality.pdf)

5. Дрига В.В., Доронін В.А., Щербиніна Н. П., Шкляр В.Д. Урожайність та якість насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від сортових особливостей. *Зб. наук. праць Білоцерківського НАУ Агробіологія*. 2023. Вип. 1. С. 15–22. doi: 10.33245/2310-9270-2023-179-1-15-22

6. Дрига В.В., Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Доронін В.В., Половинчук О.Ю. Урожай та якість насіння проса прутоподібного залежно від місця його формування на рослині. *Новітні агротехнології*, 2023. Т. 11. №2. doi: 10.47414/na.11.2.2023.285655

7. Дрига В.В., Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Доронін В.В., Гончарук Г.С. Якість насіння проса прутоподібного залежно від року вегетації культури. *Біоенергетика*. 2023. вип. 1-2 (21-22) С. 15–16. DOI: <https://doi.org/10.47414/be.1-2.2023.290624>

8. Дрига В.В. Вплив генотипу на урожай і якість насіння проса прутоподібного. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів «Селекція, генетика та технології вирощування

сіськогосподарських культур» (Миронівка, 21 квітня, 2023 р.). Центральне. Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла. 2023 р. С. 39.

9. Дрига В.В. Якість насіння проса прутоподібного залежно від плоїдності сортозразків. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, присвяченої до Дня науки «Формування іновачних агротехнологій в умовах зміни клімату для забезпечення сталого розвитку агропромислового комплексу України» (Одеса, 18-19 травня, 2023 р.). Одеса. Інститут кліматично орієнтованого сіського господарства. 2023. С. 97–98.

10. Дрига В.В. Урожай та якість насіння сортів проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM* L.) залежно від їх походження. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Актуальні напрямки та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва» (Полтава, 20 квітня 2023 р.). Полтава. 2023.

11. В. В. Дрига, В. А. Доронін, Ю. А. Кравченко, В. В. Доронін, А. І. Бойко Насіннева продуктивність проса прутоподібного залежно від сортових особливостей. *Збірник наук. праць ІБКіЦБ*, К. 2023. вип. 31. С. 76 –84. DOI: <https://doi.org/10.47414/np.31.2023.292395>

12. Дрига В.В. Насіннева продуктивність проса прутоподібного залежно від груп стиглості сортів. *Біоенергетика*. 2024. № 1 (23). С. 19–21. DOI:<https://doi.org/10.47414/be.2024.No1.pp19-21>
URL: <http://be.bio.gov.ua/issue/view/17947>

РОЗДІЛ 5

ЯКІСТЬ НАСІННЯ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ЙОГО ЗБЕРІГАННЯ

5.1. Якість насіння різних років вегетації залежно від строку та умов його зберігання

Зберігання насіння його генетичних властивостей, життєздатності, господарсько-цінних ознак та якості завжди було і залишається важливим завданням в насінництві. Численними дослідженнями по зберіганню насіння різних сільськогосподарських культур встановлено, що за тривалого його зберігання енергія проростання і схожість знижуються. Що зумовлено з старінням насіння, тобто з комплексом біохімічних і фізіологічних змін [205,206], які з часом призводять до часткової або повної втрати його здатності проростати. Інтенсивність процесу старіння залежить від початкової схожості, вологості, температури, чистоти насіння, наявності кисню і пошкодження насінневої оболонки [207], від спадкових властивостей та хімічного складу і фізичної структури насінини [208]. Дослідженнями Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків з'ясовано, що посівні якості насіння цукрових буряків з підвищеною вологістю знижується в процесі зберігання. Встановлено пряму залежність між втратою посівних якостей та початковою вологістю і температурою зберігання насіння. Так, якщо через два місяці зберігання насіння за температури повітря 20 °С з його вологістю 14,3 % енергія проростання і схожість майже не змінюються, то за вологості насіння 17 та 19,8 % ці показники істотно знизилися порівняно з контролем [209]. За даними П. Лонгдена та М. Джонсона [210] дражоване насіння цукрових буряків за температури 10 °С за п'ять років зберігання щорічно знижувало схожість на 9 % від початкового значення. Оброблене насіння захисними препаратами з енергією проростання і схожістю менше 83 % зберігати недоцільно [211].

Щодо насіння проса прутоподібного, то зі збільшенням терміну зберігання схожість його підвищується. За даними Кулика М.І. та ін. [212]

протягом перших двох років зберігання спостерігалось збільшення лабораторної схожості насіння проса прутоподібного та значне підвищення даного показника з третього року зберігання, особливо крупнішого насіння. Тобто, термін зберігання впливав на лабораторну схожості насіння, яке отримане в різних ґрунтових умовах. Однак, коли терміни зберігання занадто довгий, життєздатність насіння зменшується внаслідок окислення поліненасичених жирних кислот, пошкодження клітинних мембран і ДНК [143]. Зберігання за високої температури ($60\text{ }^{\circ}\text{C}$) прискорює старіння насіння [213], що призводить до зниження його схожості. За даними Grabowski J, Douglas J, Lang та ін. [214] зберігання за кімнатної температури було оптимальним для порушення стану спокою насіння: через місяць зберігання схожість сорту Аламо підвищилася на 50 %. За даними Emi Kimura [215] зберігання насіння сорту Kanlow упродовж одного місяця за температури $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ забезпечило збільшення кількості насіння, яке проросло до 51%, порівняно з умовами зберігання за температури $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ та кімнатній температурі.

За зберігання насіння свічграсу при температурі $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 49 днів схожість підвищилася з 10 до 76 %, заморожування насіння на 14, 31, 49 та 54 днів не порушило його спокою [216], а при зберіганні за температури $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 90 днів схожість зросла від 78 до 90 % [217]. У процесі зберігання насіння перебуває у стані спокою, коли життєздатність його зведена до мінімуму, але вона збережена [218]. Правильне зберігання насіння свічграсу природним чином забезпечує зменшення стану його спокою та підвищення схожості. Цей процес може зайняти від 2 до 4 років але може призвести і до зниження якості насіння. Але, в науковій літературі занадто мало експериментальних даних, щодо впливу термінів та умов зберігання насіння проса прутоподібного на його якість, а ті, що є отримані в різні часи і суперечливі.

З метою з'ясування цього питання були проведені досліді по зберіганню некаліброваного насіння проса прутоподібного, урожаю 2018 р.,

яке зібране з рослин різних років вегетації. Насіння зберігали за кімнатної температури 18-20 °С в герметичній тарі.

З'ясовано, що за зберігання не каліброваного насіння проса прутіподібного різних років вегетації культури але одного року врожаю упродовж чотирьох років достовірного та закономірного підвищення його енергії проростання і схожості не виявлено. У середньому за всіма роками вегетації ці показники були на рівні контролю (якість насіння в період його закладання на зберігання) і навіть дещо нижчими (рис. 5.1).

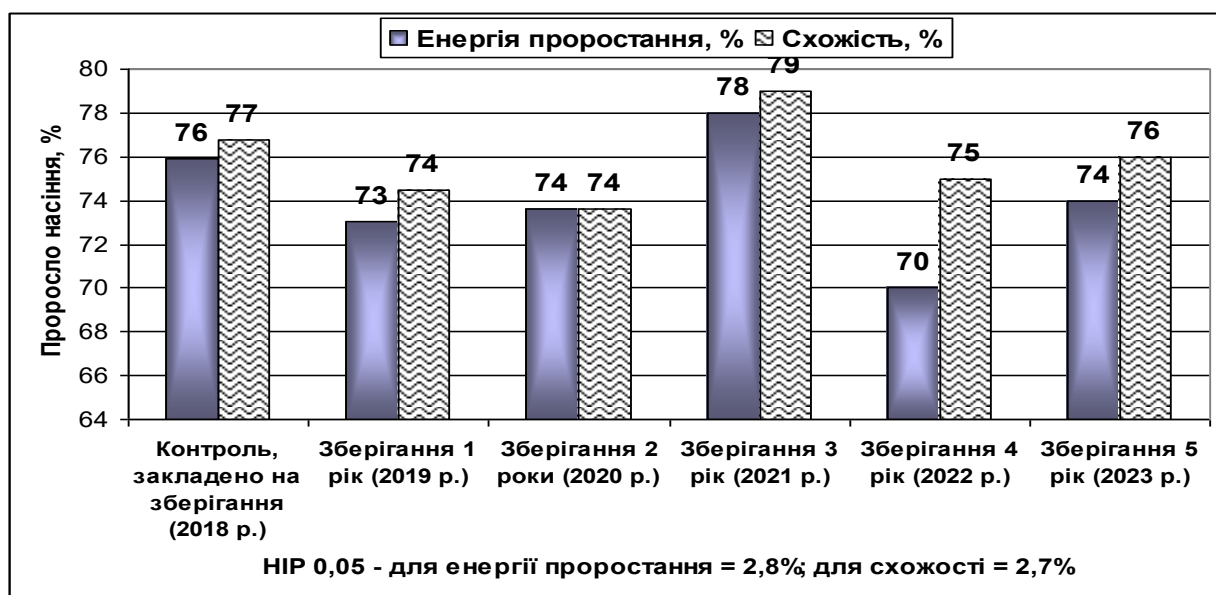


Рис.5.1. Якість насіння проса прутіподібного залежно від терміну його зберігання (середнє з сортів за 2018-2023 рр.)

В перший та другий роки зберігання енергія проростання та схожість були нижчим контролю, в третій рік зберігання – спостерігалася тенденція їх підвищення, а в четвертий та п'ятий – на рівні контролю.

Аналогічні результати отримані за зберігання насіння, зібраного з рослин різних років вегетації. Не виявлено закономірного підвищення енергії проростання (табл. 5.1) та схожості (табл. 5.2) насіння залежно від терміну його зберігання. Так, за зберігання насіння зібраного з рослин, що висіяні в 2016 р. (через три роки) енергія проростання при закладанні досліду становила 74%, через п'ять років зберігання вона була 77%, а з рослин висіяних 2011 р. (через 8 р.) цей показник становив, відповідно – 87% та 84%.

Упродовж п'яти років зберігання показник енергії проростання то зменшувався, то збільшувався але закономірної зміни його не було.

Таблиця. 5.1

**Енергія проростання насіння, урожаю 2018 р. з рослин різних років
вегетації залежно від строку його зберігання**

Рік сівби	Термін вегетації, років	Енергія проростання, %					
		закладка дослідку, 2018 р.	перший рік зберіган- ня (2019)	другий рік зберіган- ня (2020)	третій рік зберіган- ня (2021)	четвертий рік зберігання (2022)	п'ятий рік зберігання (2023)
2016	3	74	67	68	75	72	77
2015	4	82	57	59	71	78	69
2014	5	67	50	66	72	72	64
2012	7	89	87	85	85	84	76
2011	8	87	81	85	89	65	84
2009	10	57	74	80	77	81	75
НІР _{0,05}		8,5	8,7	8,1	4,8	8,3	8,6

За зберігання насіння упродовж двох років підвищення енергії проростання та схожості не було, ці показники були на рівні контролю (на період закладання дослідку) або навіть дещо нижчими. Лише на третій рік зберігання спостерігалось достовірне підвищення показників якості насіння, яке зібране з усіх років вегетації. Необхідно зазначити, що насіння зібране з рослин, які вегетують від трьох до п'яти років характеризувалося нижчими показниками якості, енергія проростання і схожість упродовж двох років зберігання становили 59-68 % (НІР_{0,05} = 8,1 %), ніж зібране з рослин, які вегетують від семи до десяти років, ці показники були вищими і становили 77-90 % (НІР_{0,05} = 7,7 %), що зумовлено якістю насіння, яке було закладене на зберігання.

За зберігання упродовж чотирьох років насіння, яке зібране з рослин, що вегетують десять років виявлено достовірне збільшення енергії

проростання і схожості в усі роки його зберігання. Енергія проростання підвищилася, відповідно – з 57 % до 74 % (2019 р.) та 80 % (2020 р.), схожість – з 58 % до 77 % (2019 р.) та 80 % (2020 р.).

Таблиця. 5.2

**Схожість насіння, урожаю 2018 р. з рослин різних років вегетації
залежно від строку його зберігання**

Рік сівби	Термін вегетації, років	Схожість, %					
		закладка дослідку, 2018 р.	перший рік збері- гання (2019)	другий рік збері- гання (2020)	третій рік збері- гання (2021)	четвертий рік збері- гання (2022)	п'ятий рік збері- гання (2023)
2016	3	75	68	68	75	74	79
2015	4	83	58	59	71	79	70
2014	5	69	55	66	73	68	65
2012	7	89	88	85	87	85	82
2011	8	88	82	85	90	68	87
2009	10	58	77	80	78	81	74
НІР _{0,05}		8,4	8,5	7,7	4,9	7,1	8,2

Отже, за зберігання насіння, зібраного з рослин різних років вегетації упродовж п'яти років не виявлено достовірного підвищення його енергії проростання і схожості. Закономірне збільшення цих показників спостерігалось лише в насіння, яке зібране з рослин, які були висіяні в 2009 р. – 10 року вегетації.

Показники якості насіння, яке зібране з рослин, висіяних в 2011-2014 рр. були на рівні якості на період закладки дослідку, а насіння з рослин, висіяних в 2015-2016 рр. за три роки зберігання енергія проростання і схожість були навіть меншими, ніж на період закладки дослідку.

5.2. Вплив умов зберігання насіння залежно від його маси 1000 насінин

Питання переваг крупного насіння різних сільськогосподарських культур дискутується з кінця XIX століття. В численних дослідах з насіннєзнавства цукрових буряків було одержано досить суперечливі результати. І.І. Малтшев і С.М. Богданов вважали, що жодних переваг велике насіння не має перед дрібним. Ф.П. Гавронський, А.Т. Болотов, Н.Е. Цабель дійшли висновків, що схожість насіння перебуває в прямій залежності від його величини, велике насіння має більше запасних поживних речовин, а більші зародки, дають сильніші ростки, які забезпечують інтенсивніший ріст і розвиток рослин і, відповідно – більшу продуктивність культури [219]. За даними І.Г. Строни [220], Е.Г. Кизилова [221] використання крупної фракції насіння кукурудзи є найбільш позитивним елементом для підвищення врожайності зерна. Дослідженнями К.Е. Овчарова [222] доведено, що дрібне насіння пшениці, вівса і ячменю мало вищу польову схожість, ніж крупніше. Це зумовлено більш швидким набуханням дрібного насіння, у якого відношення поверхні до об'єму більше, ніж у крупного насіння. Дрібне насіння більше поглинає води (в % до своєї маси), ніж крупне.

Дослідженнями М.І. Кулика та І.І. Рожко [76] встановлено, що за зберігання крупнішого насіння, порівняно з дрібним та середніх розмірів насінням проса прутоподібного протягом перших двох років спостерігається динаміка підвищення лабораторної його схожості, та значне збільшення даного показника з третього року зберігання.

Але, автори не вказують рівень підвищення цих показників, його достовірність, умов зберігання, а лише залежність схожості насіння, його величини (за масою) та терміну зберігання. Якщо упродовж трьох років схожість насіння підвищувалася не достовірно, то його недоцільно так довго зберігати та збільшувати собівартість. Щоб відповісти на ці питання нами був проведений дослід за зберігання насіння трьох сортів різних груп стиглості з масою 1000 насінини від 0,6 до 1,75 г за температури повітря 18-22⁰С.

Експериментально доведено, що зі зменшенням маси 1000 насінин закономірно знижувалися його енергія проростання та схожість. У середньому

по сортах найнижчі показники якості отримано за маси 1000 насінин 1,24 г. Перед закладанням досліду енергія проростання та схожість насіння з масою 1,24 г становили, відповідно – 28 та 30%. Водночас, показники якості насіння з більшою масою 1000 насінин – 1,67 г були достовірно вищими і становили 55 та 58% (табл. 5.3).

За зберігання насіння з найменшою масою 1000 насінин (1,24 г) та з найбільшою – 1,68 г не виявлено закономірного зменшення або збільшення енергії проростання та схожості упродовж восьми місяців.

Таблиця 5.3

Якість насіння залежно від його маси 1000 насінин та терміну зберігання за температури 5-7 °С (середнє по сортах)

Варіант		Енергія проростання, %	Схожість, %
термін зберігання	маса 1000 насінин, г		
Закладка досліду 29.03.2021 р. – контроль	1,68	55	58
	1,61	54	58
	1,24	28	30
Облік через 3 місяці	1,68	47	50
	1,61	40	42
	1,24	25	27
Облік через 8 місяців	1,68	55	57
	1,61	51	53
	1,24	30	31
НІР заг		7,6	7,4
НІР _{0,05} строк зберігання		2,6	2,5
НІР _{0,05} маса 1000 шт.		2,5	2,5

Через 3 місяці після зберігання ці показники достовірно знизилися, а через 8 місяців – навпаки збільшилися, порівняно з контролем. Водночас, показники якості насіння з більшою масою 1000 насінин – 1,67 г були достовірно вищими як при закладанні досліду, так і упродовж зберігання. За

зберігання насіння упродовж трьох та восьми місяців спостерігалася тенденція зниження або збільшення цих показників. Так, на період закладання дослідів енергія проростання насіння з масою 1,67 г становила 55%, схожість – 58%. Через три місяці зберігання вони достовірно зменшилися, відповідно – до 47 та 50%, а через 8 місяців вони були такими ж як і на період закладання дослідів. Тобто, закономірного підвищення або зменшення якості насіння залежно від маси 1000 насінин упродовж його зберігання не виявлено. Навпаки енергія проростання та схожість були нижчими, ніж в контролі – на період закладання дослідів.

При дослідженні якості насіння по сортозразках виявлено збільшення енергії проростання (табл. 5.4) та схожості (табл. 5.5) насіння залежно від маси 1000 насінин та терміну його зберігання але закономірного збільшення цих показників не було.

Таблиця 5.4

Енергія проростання насіння залежно від сортових особливостей, крупності насіння та строку його зберігання за температури 5-7 °С

Варіант		Енергія проростання, %, облік через:		
сортозразки	Маса 1000 шт., г	при закладці дослідів (29.03.21)	3 місяці (30.06.21.)	8 місяців (29.11.21.)
Морозко	1,73	19	17	19
	1,63	65	59	76
	1,60	74	57	66
Dacota	1,78	27	25	22
	1,63	69	69	76
	1,48	66	45	56
Cave-in-rock	1,75	28	22	20
	1,35	62	55	69
	0,63	2	4	2
НІР заг		7,6		
НІР _{0,05} строк зберігання		2,6		
НІР _{0,05} сорт, маса 1000 шт.		2,5		

Так, енергія проростання насіння з масою 1000 шт. 1,63 г сорту Морозко за вісім місяців зберігання достовірно збільшилася з 65% до 76%, а насіння з масою 1000 шт. 1,60 г – навпаки енергія проростання значно зменшилася з 74% до 66%. Насіння, яке мало масу 1000 шт. 1,73 г, сорту Морозко перед закладанням досліду енергія проростання становила 19%, то на восьмий місяць зберігання цей показник був таким же – 19%.

Таблиця 5.5

Схожість насіння залежно від сортових особливостей, крупності насіння та строку його зберігання за температури 5-7 °С

Варіант		Схожість, %, облік через:		
сортозразок	маса 1000 шт., г	при закладці досліду (29.03.21)	3 місяці (30.06.21.)	8 місяців (29.11.21.)
Морозко	1,73	22	20	23
	1,63	67	60	76
	1,60	74	63	66
Dacota	1,78	33	27	28
	1,63	74	74	77
	1,48	69	46	56
Cave-in-rock	1,75	32	26	25
	1,35	67	56	69
	0,63	2	6	2
НІР заг		7,4		
НІР _{0,05} строк зберігання		2,5		
НІР _{0,05} сорт, маса 1000 шт.		2,5		

Енергія проростання насіння сортозразків Dacota та Cave-in-rock з масою 1000 шт. 1,75-1,78 г зменшувалася як на третій, так і восьмий місяці зберігання. Найменшу енергію проростання мало насіння сортозразку Cave-in-rock з масою 1000 шт. 0,63 г як при закладанні досліду, так і упродовж восьми місяців його зберігання, але зменшення цього показника не залежало від терміну зберігання. Якщо на період закладання досліду енергія

проростання цього насіння становила лише 2%, то через вісім місяців зберігання вона була такою ж. Аналогічні результати отримані і по схожості насіння.

Аналіз факторів, які впливали на енергію проростання в межах кожного окремо строку зберігання виявив, що вплив фактору «сорт» становив 37,2%, фактору «маса 1000 насінини» - 17,5%, а найбільший вплив – 40,6% був взаємодії факторів «сорт*маса 1000 насінин». Вплив факторів на схожість насіння був майже таким але найбільшим був вплив фактору «сорт» - 44,8%. Вплив інших факторів був незначним або ж повністю був відсутнім.

Отже, в середньому по сортозразках встановлено закономірне підвищення енергії проростання та схожості насіння зі збільшенням його маси. Водночас, закономірного підвищення якості насіння з різною масою 1000 насінин залежно від терміну зберігання не виявлено. Навпаки енергія проростання та схожість були нижчими, ніж в контролі – на період закладки.

5.3. Якість насіння залежно від сортових особливостей та умов зберігання – температури та вологості насіння

На життєздатності насіння впливають біологічні особливостей та ґрунтово-кліматичних умов, які діють на нього при його формуванні та визрівання. Дослідженнями з'ясовано, що стан біологічного стану спокою насіння зменшується і, відповідно – підвищується його схожість за пророщування при температурі 20 °С після попереднього його охолодження на вологому субстраті за температури 10 °С [166]. На думку Smith Ray та ін. одним з способів зниження стану спокою насіння свічграсу у виробничих умовах є висів його восени – в листопаді або грудні, воно взимку перебуває в холодних і вологих умовах, що призводить до зниження стану спокою але при цьому норму висіву насіння доцільно збільшувати [223], що забезпечить збільшення польової схожості і рівномірності розміщення рослин. Для перевірки цієї гіпотези нами був змодельований лабораторний дослід, яким передбачено зберігання вологого насіння за температури 5-7 °С (за ранньої сівби в польових умовах) та 20 °С (за пізніших строків сівби, коли ґрунт

добре прогрітий), його пророщування за постійної температури 20 °С з попереднім охолодженням (за умови, що після сівби в полі будуть понижені температури – холодна пізня весна) та без нього (після сівби в полі рання і тепла весна). Перед закладанням досліду енергія проростання та схожість насіння за пророщування при температурі 20 °С з попереднім його охолодженням становили сортозразків середньопізннього Cave-in-rock 74%, дуже раннього Dacota 69%, без охолодження, відповідно – 70 та 66%.

З'ясовано, що зберігання насіння обох сортів з підвищеною вологістю (24-26%) як при температурі 18-20 °С, так і при температурі 5-7 °С упродовж 3-6 місяців призвело до істотного зниження його енергії проростання (табл. 5.6) та схожості (табл. 5.7) порівняно з контролем та з цими показниками до закладки досліду.

Таблиця 5.6.

**Енергія проростання насіння залежно від умов і терміну його зберігання
(пророщували насіння без охолодження)**

Варіант		Енергія проростання, %, через діб			
умови зберігання	сорт	до закладки досліду	90	180	364
Контроль, вологість 9%, зберігання за t 18-20 °С	Cave-in-rock	70	49	60	80
Вологість 24-26%, зберігання за t 5-7 °С			33	38	52
Вологість 24-26%, t 18-20 °С			43	63	77
Контроль, вологість 9%, зберігання за t 18-20 °С	Dacota	66	39	61	80
Вологість 24-26%, зберігання за t 5-7 °С			33	35	51
Вологість 24-26%, зберігання за t 18-20 °С			33	52	73
НІР _{0,05} заг.			6,8		
НІР _{0,05} строк зберігання			2,8		
НІР _{0,05} сорт			2,3		
НІР _{0,05} умови зберігання			2,8		

За зберігання насіння з вологістю 9% та 24-26% за температури повітря 18-20 °С обох сортозразків упродовж 180 діб забезпечило достовірне підвищення енергії проростання та схожості порівняно з терміном зберігання 90 діб. Енергія проростання сортозразку Cave-in-rock збільшилася на 11-20%, схожість – на 13-21%, сортозразу Dacota, відповідно – на 22-19% та 24-31%. Залежно від сортових особливостей показники якості насіння сортозразку Cave-in-rock були достовірно вищими, ніж Dacota. За зберігання вологого насіння (24-26%) при пониженій температурі 5-7 °С спостерігається лише тенденція підвищення показників якості, достовірної різниці між якістю насіння залежно від сортових особливостей не виявлено.

Таблиця 5.7.

**Схожість насіння залежно від умов і терміну його зберігання
(пророщували насіння без охолодження)**

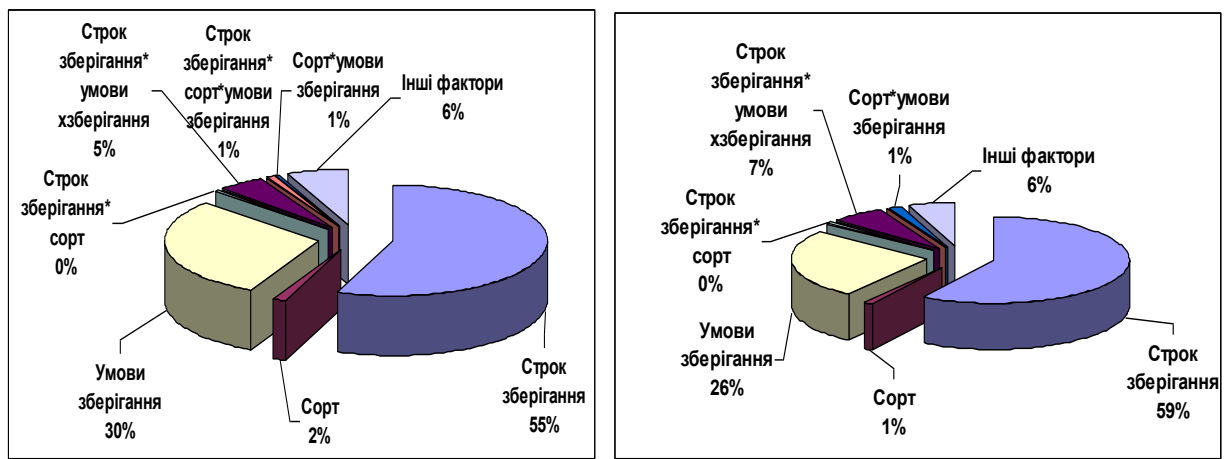
Варіант		Схожість %, через діб			
умови зберігання	сорт	до закладки досліду	90	180	364
Контроль, вологість 9%, зберігання за t 18-20 °С	Cave -in- rock	70	51	64	83
Вологість 24-26%, зберігання за t 5-7 °С			36	49	54
Вологість 24-26%, t 18-20 °С			44	65	79
Контроль, вологість 9%, зберігання за t 18-20 °С	Da- cota	66	39	63	83
Вологість 24-26%, зберігання за t 5-7 °С			36	41	53
Вологість 24-26%, зберігання за t 18-20 °С			36	67	74
НІР _{0,05} заг.			6,4		
НІР _{0,05} строк зберігання			2,6		
НІР _{0,05} сорт			2,1		
НІР _{0,05} умови зберігання			2,6		

За зберігання насіння упродовж 364 діб достовірно збільшилася енергія проростання та схожість обох сортозразків з вологістю 9% за температури

19-20 °С як порівняно з контролем, так і з зберіганням упродовж 180 діб.

Не виявлено достовірної різниці з енергії проростання та схожості вологого насіння (24-26%) при температурі зберігання 18-20 °С та 5-7 °С обох сортозразків.

За зберігання насіння з різною вологістю за температури повітря 18-20 °С та 5-7 °С та його пророщування без попереднього охолодження найбільший вплив на енергію проростання і схожість був фактору «строк зберігання», який становив, відповідно – 55 та 59% (рис. 5.3).



а) на енергію проростання

б) на схожість

Рис. 5.3. Частка впливу факторів на якість насіння
(без попереднього його охолодження)

Значним був вплив фактору «умови зберігання» - 26-30%. Вплив фактору «сорт» та взаємодія факторів були незначними.

Підсумовуючи результати досліджень можна зробити висновок, що за зберігання як вологого (24-26%), так і сухого (9%) насіння за температури повітря 5-7 °С та 18-20 °С упродовж навіть 90 діб не забезпечило достовірного підвищення його енергії проростання та схожості. Тобто в польових умовах за пізньої сівби та теплого періоду «сівба-отримання сходів» достовірного підвищення якості насіння очікувати недоцільно.

За зберігання сухого (з вологістю 9%) і вологого (з вологістю 24-26%) насіння при температурі повітря 5-7 та 18-20 °С та попереднім його охолодженням перед пророщуванням через 90 діб достовірно підвищилися його енергія проростання (табл. 5.8) і схожість (табл. 5.9), порівняно з

контролем – якістю насіння до закладки досліду.

Таблиця 5.8.

**Енергія проростання насіння залежно від умов і терміну його зберігання
(пророщували насіння з попереднім охолодженням)**

Варіант		Енергія проростання, %, через діб			
умови зберігання	сорт	до закладки досліду	90	180	364
Контроль, вологість 9%, зберігання за t 18-20 °С	Cave-in-rock	74	88	80	90
Вологість 24-26%, зберігання за t 5-7 °С			79	76	85
Вологість 24-26%, t 18-20 °С			77	84	91
Контроль, вологість 9%, зберігання за t 18-20 °С	Dacota	69	67	79	88
Вологість 24-26%, зберігання за t 5-7 °С			69	84	86
Вологість 24-26%, зберігання за t 18-20 °С			63	88	89
НІР _{0,05} заг.			6,2		
НІР _{0,05} строк зберігання			2,5		
НІР _{0,05} сорт			2,1		
НІР _{0,05} умови зберігання			2,5		

Через 90 діб зберігання насіння з вологістю 9% за температури повітря 18-20 °С сортозразка Cave-in-rock енергія проростання підвищилася з 74% до 88% або на 14%. Енергія проростання насіння сортозразка Dacota була на рівні контролю. Якість насіння сортозразку Cave-in-rock були достовірно вищою, ніж Dacota. За зберігання вологого насіння при температурі повітря 5-7 °С енергія проростання та схожість достовірно збільшилися обох сортозразків. За зберігання насіння упродовж 364 діб якість насіння достовірно підвищилася обох сортозразків незалежно від його вологості та температури повітря при зберіганні як порівняно з контролем, так і з строком

зберігання упродовж 180 діб.

Таблиця 5.9.

**Схожість насіння залежно від умов і терміну його зберігання
(пророщували насіння з попереднім охолодженням)**

Варіант		Схожість, %, через діб			
умови зберігання	сорт	до закладки досліджу	90	180	364
Контроль, вологість 9%, зберігання за t 18-20 °С	Cave-in-rock	74	89	81	90
Вологість 24-26%, зберігання за t 5-7 °С			79	78	85
Вологість 24-26%, t 18-20 °С			78	84	92
Контроль, вологість 9%, зберігання за t 18-20 °С	Dacota	69	68	79	90
Вологість 24-26%, зберігання за t 5-7 °С			72	84	89
Вологість 24-26%, зберігання за t 18-20 °С			63	88	91
НІР _{0,05} заг.			6,0		
НІР _{0,05} строк зберігання			2,5		
НІР _{0,05} сорт			2,0		
НІР _{0,05} умови зберігання			2,5		

Аналіз факторів, які впливали на енергію проростання і схожість насіння показав, що за зберігання насіння з різною вологістю за температури повітря 18-20 °С та 5-7 °С та його пророщування з попереднім охолодження найбільший вплив на ці показники якості був фактору «строк зберігання», який становив, відповідно – 43 та 45% (рис. 5.4).

Значним був вплив взаємодії факторів «строк зберігання*сорт» - 19-20%. Вплив фактору «сорт» та взаємодія інших факторів були незначними.

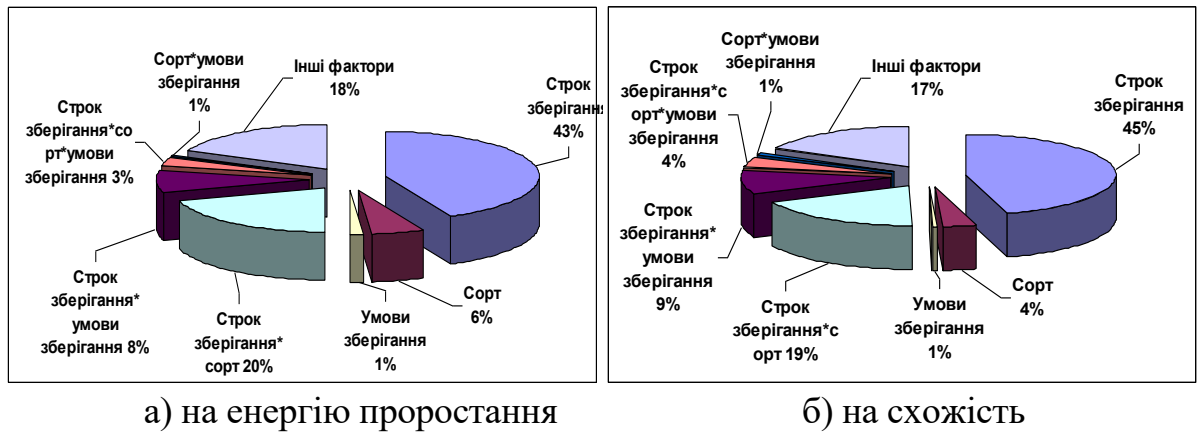


Рис. 5.4. Частка впливу факторів на якість насіння
(попереднього його охолодження)

Підсумовуючи результати досліджень можна зробити висновок, що за зберігання як вологого (24-26%), так і сухого (9%) насіння за температури повітря 5-7 °С та 18-20 °С упродовж навіть 90 діб забезпечило достовірне підвищення його енергії проростання та схожості. Тобто в польових умовах за ранньої сівби та прохолодного періоду «сівба-отримання сходів» можна очікувати достовірного підвищення якості насіння і, відповідно – його польової схожості.

Висновки до розділу 5

1. За зберігання насіння, зібраного з рослин проса прутоподібного різних років вегетації упродовж трьох років не виявлено достовірного підвищення його енергії проростання і схожості. Закономірне збільшення цих показників спостерігалось лише в насіння, яке зібране з рослин, які були висіяні в 2009 р. – 10 року вегетації.

2. Встановлено підвищення енергії проростання та схожості насіння зі збільшенням його маси. Водночас, закономірного підвищення якості насіння з різною масою 1000 насінин залежно від терміну зберігання не виявлено. Навпаки енергія проростання та схожість були нижчими, ніж в контролі – на період закладки.

3. За зберігання як вологого (24-26%), так і сухого (9%) насіння проса прутоподібного за температури повітря 5-7 °С та 18-20 °С упродовж навіть 90 діб забезпечило достовірне підвищення його енергії проростання та схожості.

Тобто в польових умовах за ранньої сівби та прохолодного періоду «сівба-отримання сходів» можна очікувати достовірного підвищення якості насіння і, відповідно – його польової схожості.

За результатами розділу опубліковано 4 праці

1. Дрига В.В., Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Доронін В.В., Орлов С.Д. Вплив умов зберігання насіння проса прутоподібного на його якість залежно від маси 1000 насінин. Зб. наук. праць ІБКіЦБ, К. 2022. вип. 30. С. 26 –32. DOI: <https://doi.org/10.47414/np.30.2022.269016>

2. Дрига В.В., Доронін В.А., Щербиніна Н. П., Шкляр В.Д. Урожайність та якість насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від сортових особливостей. Зб. наук. праць Білоцерківського НАУ Агробіологія. 2023. Вип. 1. С. 15–22. doi: 10.33245/2310-9270-2023-179-1-15-22

3. Дрига В.В., Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Доронін В.В. Якість насіння різних років вегетації залежно від терміну його зберігання. Зб. наук. праць Уманського національного університету садівництва. 2023. Вип. 103 Частина 1. Сільськогосподарські та технічні науки. С. 77–95. DOI: 10.32782/2415-8240-2023-103-1-77-85

4 **Viktoriya Dryha**, Volodymyr Doronin, Viktor Sinchenko, Lesia Karpuk, Valentyn Polischuk, Iryna Mykolaiko, Oksana Topciyi Influence of Rod-Shaped Millet (*Panicum virgatum* L.) Seeds Storage Conditions on its Quality. Ecol. Eng. Environ. Technol. 2024; 7:291–297. <https://doi.org/10.12912/27197050/188804>
<http://www.ecoet.com/Influence-of-rod-shaped-millet-Panicum-virgatum-L-seeds-storage-conditions-on-its,188804,0,2.html> (Скопцс)

РОЗДІЛ 6

СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ СХОЖОСТІ НАСІННЯ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО

6.1. Якість насіння залежно від строків його збирання та післязбирального дозрівання

Строки збирання насіння впливають як на урожайність, так і на його якість. Правильне визначення строків збирання набуває великого значення. Насіння свічграсу після дозрівання схильне до осипання, що потребує правильного визначення строків і способів його збирання. Скошування насінників в надто ранні і надто пізні строки призводить до значного погіршення посівних якостей насіння та зниження його врожайності. За даними Kristek A., Matic J.[224] при ранніх строках збирання насіння схожість його знижувалась на 10 %, а при більш пізніх строках – зменшувалась врожайність насіння на 35 %; за даними Корнієнка В.Л. [225] при ранніх строках збирання у порівнянні з оптимальними схожість насіння зменшувалась на 18-33 %, а при більш пізніх – на 6-8 %. За збирання насінників у ранні строки енергія проростання і схожість насіння зменшувалися на 5 %, а це має пряме відношення до польової схожості [226].

Визначення строків збирання насінників можливо за морфологічними ознаками, в днях від початку цвітіння насінників [227,228], за показниками побуріння плодів, борошністості перисперму насінини та його вологості [226], за вмістом хлорофілу в насінневій оболонці, який визначають шляхом збудження його ренгенівськими променями [229], за сумою активних температур на період збирання і чим вища сума температур, тим вищими будуть врожайність і схожість насіння [230].

За даними Elbersen H.W. та ін. [231], Кулик М.І. та ін. [94] насіння проса прутоподібного (січграсу) має тривалий стан спокою, особливо відразу після його збирання. Цей стан можна знизити і, відповідно – підвищити якість насіння різними способами, одним з таких є збирання його в оптимальні строки.

Високу схожість насіння забезпечує збирання його в оптимальні строки та створення умов для ефективного післязбирального дозрівання. Одним із показників, який враховують при визначенні строків збирання насіння є побуріння оболонки насіння або побуріння волоті рослин. За даними Johna J. Brejda та ін. [232] оптимальним строком збирали насіння свічграсу, коли з верхівок волоті воно почало висипатися, а на нижніх гілках волоті насіння було твердим і коричневим. Для визначення оптимального строку збирання насіння проса прутоподібного сортозразка Кейв-ін-рок збирання його проводили в три строки: за побуріння 50%, 75% та 100% волоті (рис. 6.1).



Рис. 6.1. Просо прутоподібне перед збиранням насіння, сорт Морозко (100% побуріння волоті)

З метою в'яснення як змінюються енергія проростання та схожість насіння залежать від способу його дозрівання відбирали зразки насіння відразу обмолоченого після скошування рослин (пряме комбайнування) та після його підсушування і дозрівання на скошених рослинах (роздільний спосіб збирання).

З'ясовано, що схожість насіння проса прутоподібного залежала від післязбирального дозрівання на скошених рослинах (рис.6.2).

У середньому за три роки за дозрівання насіння на скошених рослинах істотно вищими були його енергія проростання та схожість, відповідно – на

8 % ($\text{НІР}_{0,05 \text{ дозрівання}} = 1,8 \%$) та на 7 % ($\text{НІР}_{0,05} = 1,6 \%$).

Підвищення якості насіння за дозрівання на скошених рослинах зумовлено відтоком поживних речовин з рослини до насіння, чого немає за дозрівання насіння в буртах відразу обмолоченого після скошування рослин.

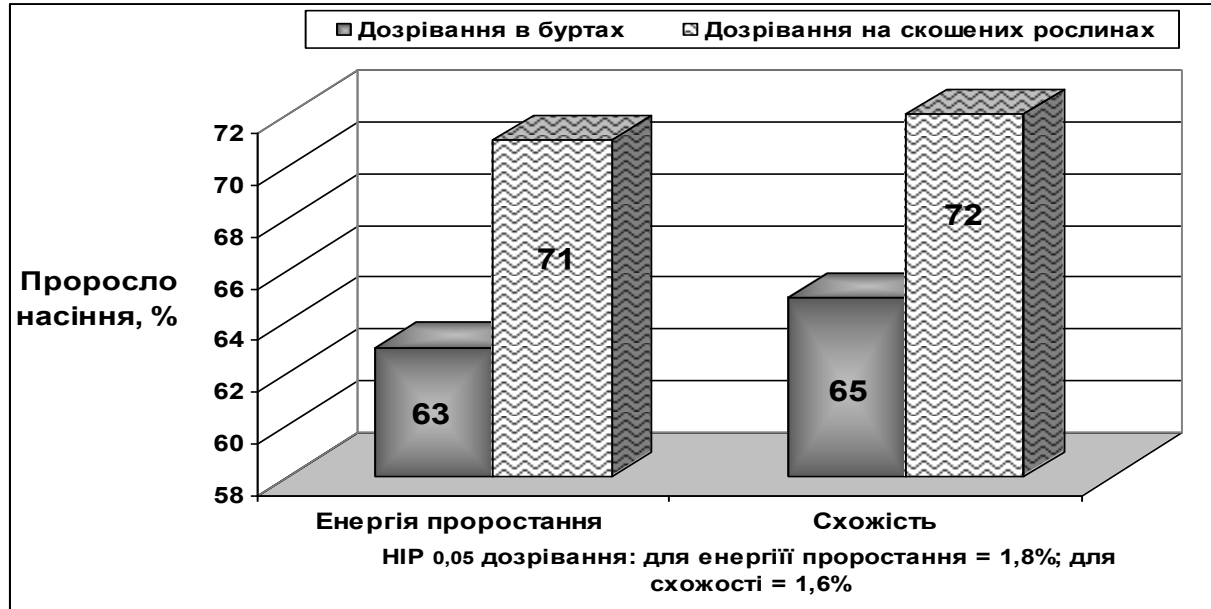


Рис.6.2. Якість насіння залежно від стану його дозрівання
(Правобережний Лісостеп, Ялтушківська ДСС, середнє за 2018-2020 рр.)

Тобто, одним з шляхів підвищення якості насіння є роздільний спосіб його збирання: скошування рослин в валки, підсихання та дозрівання насіння на скошених рослинах і обмолот. За раннього строку збирання – при побурінні 50 % волоті істотно впливали умови дозрівання. Обмолочування насіння з рослин відразу після їх скошування і підсушування поза рослиною призвело до істотного зниження його енергії проростання та схожості, порівняно з обмолочуванням насіння після його дозрівання і підсушування на рослині.

З'ясовано, що маса 1000 насінин в середньому за три роки досліджень істотно не змінювалася залежно від способу дозрівання насіння. У середньому за роки досліджень при дозріванні насіння на скошених рослинах маса 1000 насінини становила 1,74 г, в буртах – 1,76 г ($\text{НІР}_{0,05 \text{ дозрівання}} = 0,03 \text{ г}$). За роками досліджень не спостерігалось закономірного збільшення маси 1000 насінин залежно від дозрівання його на скошених рослинах (рис. 6.3).

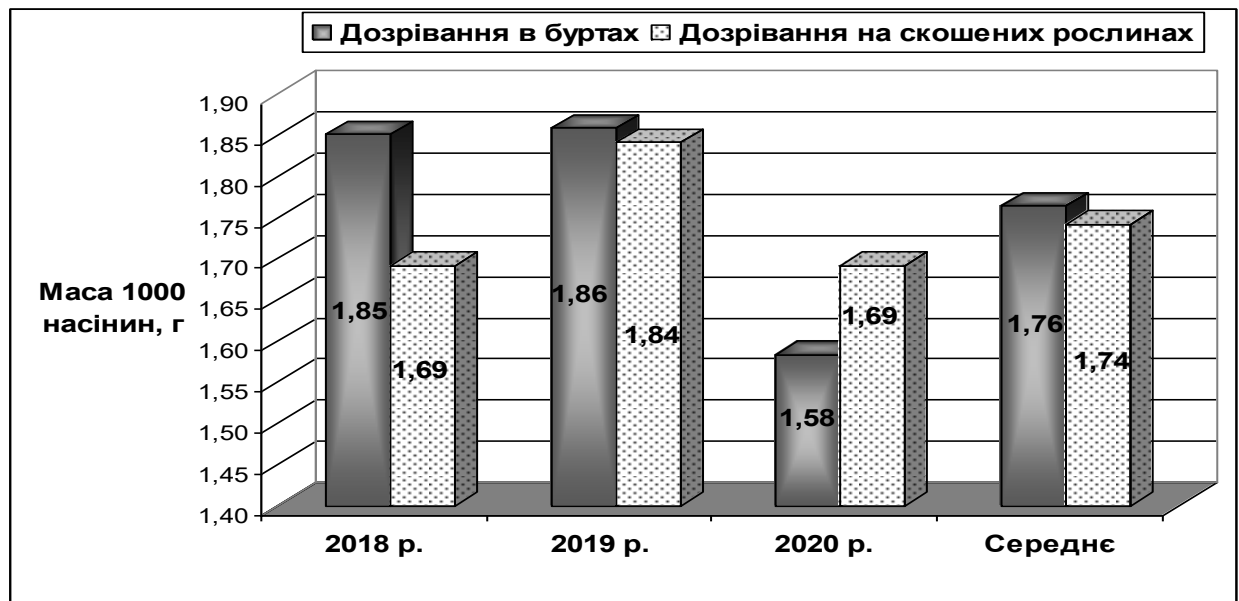


Рис. 6.3. Маса 1000 насінин залежно від умов вирощування та способу його дозріванн (Правобережний Лісостеп, Ялтушківська ДСС, середнє за 2018-2020 рр.)

Виявлено, що на якість насіння проса прутоподібного істотно впливали також строки його збирання (табл. 6.1).

При збиранні насіння за 50 % побуріння волоті якість його була найнижчою незалежно від способу дозрівання. У середньому за три роки енергія проростання насіння відразу обмолоченого після скошування рослин становила 61 %, а насіння яке дозрівало на скошених рослинах – 66 %, схожість, відповідно – 63 та 67 %, а маса 1000 насінин – 1,61 та 1,78 г.

За збирання насіння при побурінні волоті 100 % ці показники були істотно вищими, ніж за ранішого строку збирання, енергія проростання і схожість підвищилася на 9 %, маса 1000 насінин збільшилася на 0,08-0,25 г ($HP_{0,05}$ строки збирання = 0,04 г). За збирання насіння при 75 % побуріння волоті енергія проростання і схожість його були достовірно вищими, ніж за збирання при 50 % побуріння волоті але значно нижчою, ніж при 100 % побурінні волоті.

За дозрівання насіння обмолоченого відразу після скошування рослин (в буртах) достовірно вищими були енергія проростання і схожість за збирання насіння також при побурінні 100% волоті порівняно з строком

збирання, де було 75 % побуріння волоті.

Таблиця 6.1.

Якість насіння проса прутоподібного сортозразка Кейв-ін-рок залежно від строків його збирання та післязбирального дозрівання

(Правобережний Лісостеп, Ялтушківська ДСС, середнє за 2018-2020 рр.)

Варіант		Енергія проростання, %	Схожість, %	Маса 1000 насінин, г
термін обмолоту	збирання насіння за побуріння рослин, %			
Відразу після скошування	50	61	63	1,61
	75	63	67	1,83
	100	67	69	1,86
Після дозрівання на скошених рослинах	50	66	67	1,78
	75	72	72	1,80
	100	75	76	1,86
НІР _{05 заг.}		4,5	4,8	0,10
НІР _{0,05 дозрівання}		1,8	1,6	0,03
НІР _{0,05 строк збирання}		1,8	1,2	0,04

Маса 1000 насінин достовірно змінювалася залежно від строків збирання насіння. У середньому за роки досліджень за збирання насіння при 50 % побурінні волоті маса 1000 насінин була найменшою і становила за дозрівання насіння в буртах 1,61 г, водночас як за збирання насіння при побурінні 75 % волоті вона була істотно більшою на 0,22 г і становила 1,83 г, а 100 % побуріння волоті ці показники були, відповідно – 0,25 г та 1,86 г (НІР_{0,05 строк збирання} = 0,04 г). Таку ж залежність отримано за дозрівання і підсушування насіння на скошених рослинах але різниця залежно від строків збирання була меншою.

Аналогічні результати отримані за роками досліджень. Достовірно найнижчі енергія проростання, схожість та маса 1000 насінин були за збирання при 50 % побуріння волоті, а найвищі за 100 % побуріння волоті

незалежно від стану його дозрівання (табл. 6.2).

Таблиця 6.2.

Якість насіння залежно від строку його збирання
(Правобережний Лісостеп, Ялтушківська ДСС, за 2018-2020 рр.)

Варіант			Енергія проростання, %	Схожість, %	Маса 1000 насінин, г
рік урожаю	термін обмолоту	строк збирання за побуріння волоті, %, Фактор С			
Фактор А	Фактор В				
2018	Обмолоченого відразу після скошування	50	72	72	1,53
		75	78	78	1,98
		100	82	82	2,05
	На рослинах після їх скошування	50	73	73	1,45
		75	82	82	1,80
		100	82	82	1,83
2019	Обмолоченого відразу після скошування	50	46	51	1,80
		75	47	52	1,85
		100	50	54	1,93
	На рослинах після їх скошування	50	50	52	1,73
		75	56	56	1,85
		100	54	55	1,95
2020	Обмолоченого відразу після скошування	50	64	64	1,50
		75	67	67	1,65
		100	65	68	1,60
	На рослинах після їх скошування	50	74	75	1,53
		75	77	77	1,75
		100	91	92	1,80
НІР _{0,05} заг.			4,5	4,8	0,10
НІР _{0,05} умови року			2,2	2,0	0,04
НІР _{0,05} термін обмолоту			1,8	1,6	0,03
НІР _{0,05} строк збирання			1,8	2,0	0,04

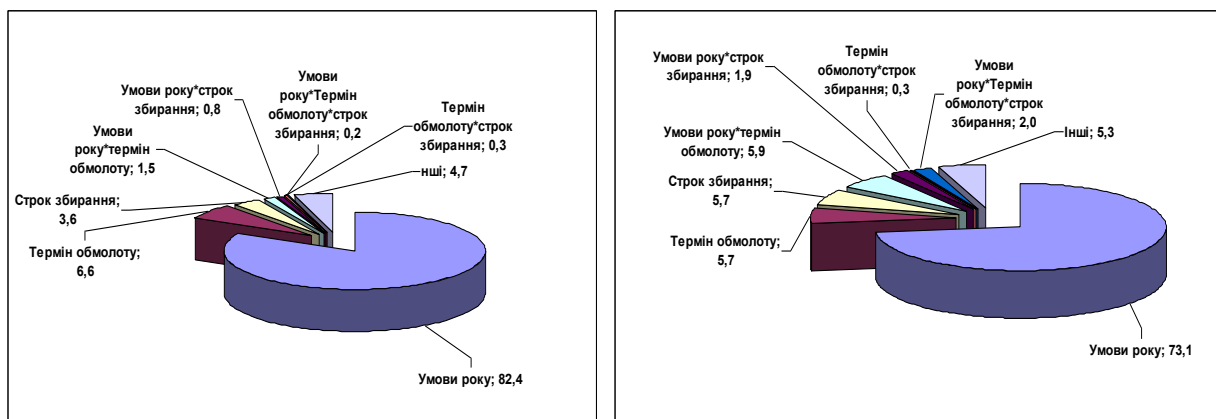
Достовірно вищі показники якості насіння незалежно від строку його збирання отримано в 2018 р., що зумовлено погодними умовами упродовж вегетації і, особливо, в фазу цвітіння та формування насіння. Період цвітіння, третя декада липня – перша та друга декади серпень, були сприятливими для проходження запилення та запліднення: середня добова температура повітря була вищою, відповідно – на 3,2 та 1,5 °С та з незначним дефіцитом опадів 7,9 та 14,8 мм. Вересень, період формування насіння був теплим і сухим, в першій і другій декадах середня добова температура повітря становила 17,6 та 17,1 °С, а за місяць перевищувала багаторічний показник на 1,8 °С з дефіцитом вологи, який становив 11,6 мм. Оподи по декадах розподілялися рівномірно. Жовтень – період збирання насіння був типовим для даної зони.

Проходження фази цвітіння і формування насіння в 2019 та 2020 рр. проходили в менш сприятливих умовах порівняно з 2018 р., що вплинуло на якість насіння. Фази цвітіння і формування насіння 2019 та 2020 рр. за температурним режимом був наближеним до середнього багаторічного, а за режимом зволоження були засушливими і характеризувалися дефіцитом вологи. У 2019 р дефіцит вологи становив 55 мм, а в 2020 р. – 105 мм. Період збирання насіння (жовтень) в 2019 р. був сприятливим, опади були майже відсутніми, їх випало лише 9 мм (за багаторічного показника 30 мм), 2020 р. навпаки, характеризувався надмірним зволоженням, опадів випало 91 мм за середнього багаторічного значення 30 мм, причому 75 % опадів випало в першій декаді жовтня на період збирання насіння.

За збирання насіння обмолоченого відразу після скошування рослин при 50 % побуріння волоті енергія проростання і схожість в 2018 р. були вищими порівняно з 2019 р. на 26 та 21 %, а порівняно з 2020 р. – на 8 %. В усі роки досліджень показники якості насіння – енергія проростання і схожість насіння були істотно вищими за дозрівання і підсушування його на скошених рослинах незалежно від строку збирання.

У середньому за роки дослідження найбільший вплив на енергію

проростання та схожість насіння мали умови вирощування фактор «умови року», відповідно – 82,4 % та 73,1 % (рис.6.4).



а). на енергію проростання

б). на схожість

Рис. 6.4. Частка впливу факторів на якість насіння (за 2018-2020 рр.)

Частка впливу фактору «строк збирання» на енергію проростання становила 3,6 %, на схожість 5,7 %, частка впливу фактору «термін обмолоту – дозрівання» становив, відповідно – 6,6 та 5,7 %.

Окремо за роками досліджень частка впливу «строк збирання» була значною і становила в 2018 р. на енергію проростання та схожість, відповідно – 76,5 та 75,2 %, в 2019 р. відповідно – 18,6 та 42,2 %, а в 2020 р. – 25,5 та 31,8 %. На масу 1000 насінин вплив факторів був дещо іншим. Найбільший вплив (41,1 %) мали строки збирання насіння, а вплив фактору «умови року» становив 22,3 %. Вплив фактору «термін обмолоту – дозрівання» був низьким – 0,7 % (рис.6.5).

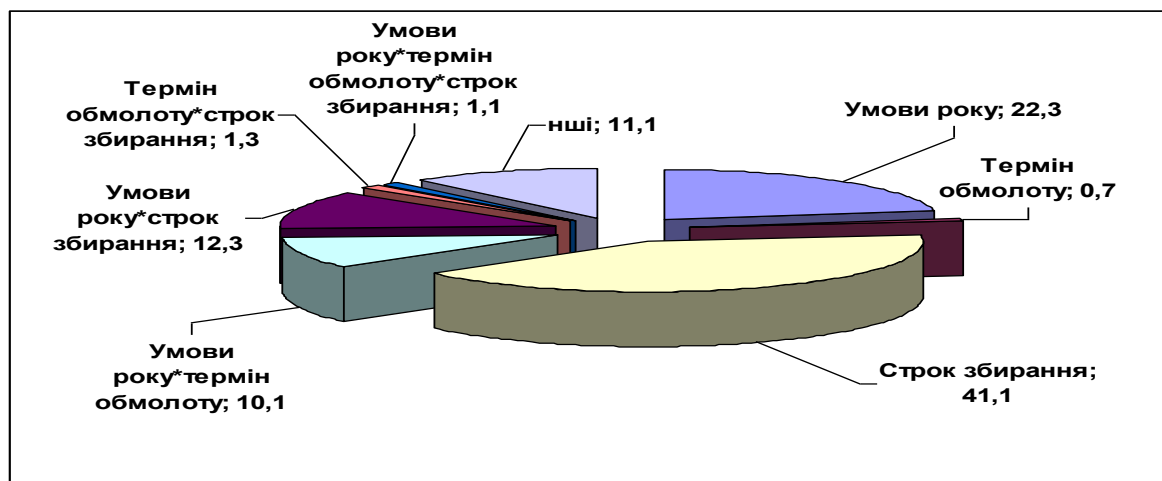


Рис.6.5. Частка впливу факторів на масу 1000 насінин (за 2018-2020 рр.)

Дослідження впливу строків збирання на урожайність і якість насіння залежно від елементів технології проводили в умовах Степу України (Херсонської області) в умовах зрошення та без зрошення. З'ясовано, що урожайність насіння змінювалася залежно від строків його збирання та елементів технології (рис. 6.6).

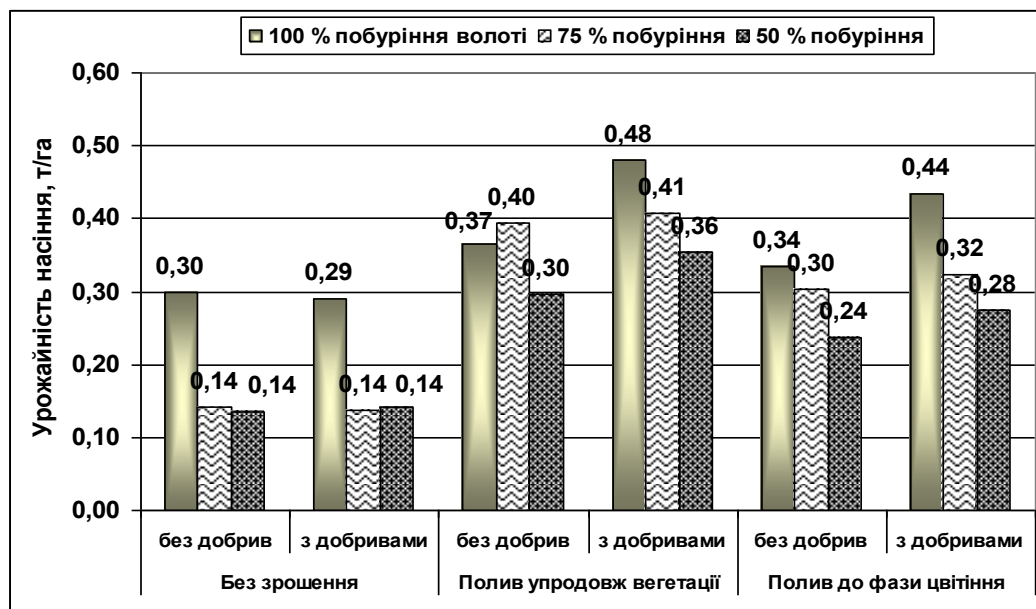


Рис. 6.6. Урожайність насіння сорту Морозко залежно від строків його збирання (Степ, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства, середнє за 2021, 2023 рр.)

Найвищу урожайність насіння отримано за його збирання при 100 % побуріння волоті, як в контролі – без зрошення, так за обох режимів зрошення. Якщо в контролі за збирання насіння при побурінні 100 % волоті урожайність його становила 0,30 т/га (без добрив) та 0,29 т/га (з добривами), то за побуріння 75 % та 50 % волоті вона була в 2,1 рази меншою. В умовах зрошення застосування мінеральних добрив забезпечило достовірне збільшення урожайності насіння за всіх строків його збирання. За підтримання вологості ґрунту 60 % упродовж всієї вегетації застосування добрив забезпечило отримання урожайності насіння за збирання 100 % побуріння волоті 0,48 т/га, а за збирання при 75 % та 50 % вона була достовірно меншою, відповідно – на 0,07 т/га та 0,12 т/га. За проведення зрошення до кінця цвітіння рослин з подальшим його призупиненням,

урожайність насіння була значно меншою як за збирання при 100 % побуріння волоті, так і за 75 і 50 % побуріння волоті, порівняно з поливами упродовж всієї вегетації, але достовірно більшою, ніж в контролі – без зрошення. За збирання при 100 % побуріння волоті та удобрення рослин урожайність насіння була вищою на 0,12 т/га, ніж за 75 % побуріння волоті та на 0,16 т/га, ніж за 50 % побуріння волоті.

При зрошення за вологості ґрунту в усіх фазах росту і розвитку рослин 60% НВ без підживлення за ширини міжряддя 45 см урожайність збільшилася в 3,9 разів, за міжряддя 60 см – в 3,3 рази за збирання насіння за побуріння 50% рослин. Аналогічне збільшення урожайності насіння отримано за його збирання при 75 та 100% побуріння рослин (табл. 6.3).

Таблиця 6.3.

Урожайність насіння проса прутоподібного сорту Морозко залежно від строків його збирання та елементів технології, т/га (Степ, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства, середнє за 2021, 2023 рр.)

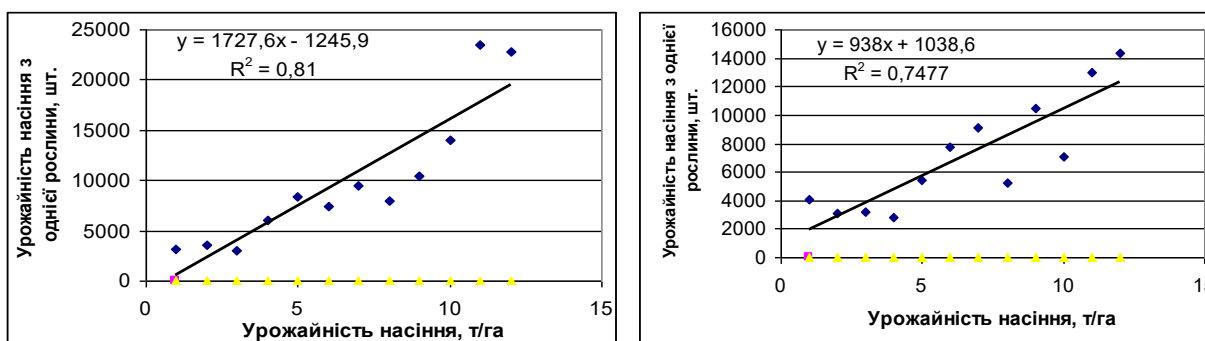
Варіант			Збирання насіння за побуріння волоті, %		
умови вирощування	ширина міжрядь, см	підживлення	50	75	100
			4	5	6
Без зрошення - контроль	45	Без підживлення	0,08	0,19	0,19
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,15	0,16	0,20
	60	Без підживлення	0,19	0,09	0,21
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,14	0,12	0,21
Зрошення, вологість ґрунту за всіх фаз росту і розвитку 60% НВ	45	Без підживлення	0,24	0,25	0,40
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,33	0,29	0,43
	60	Без підживлення	0,36	0,50	0,50
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,38	0,30	0,44

<i>Продовження табл. 6.3</i>					
1	2	3	4	5	6
Зрошення, вологість ґрунту до закінчення фази цвітіння 60% НВ; зрошення призупиняють після закінчення фази цвітіння.	45	Без підживлення	0,18	0,34	0,29
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,27	0,28	0,34
	60	Без підживлення	0,30	0,26	0,32
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,28	0,35	0,43
НІР _{0,05} заг			0,03		
НІР _{0,05} строк сівби, умови, добрива			0,01		

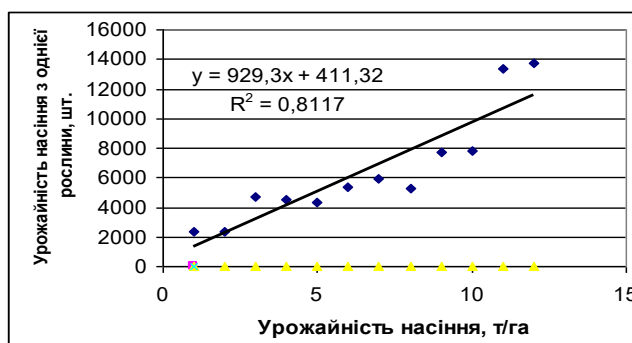
Залежно від ширини міжрядь урожайність насіння змінювалася але не спостерігалось закономірного збільшення її чи зменшення залежно від ширини міжрядь. Але спостерігалось збільшення урожайності насіння за сівби з міжряддям 60 см, порівняно з міжряддям 45 см. За збирання насіння при 50% побуріння рослин найбільшу врожайність отримано за ширини міжрядь 60 см та зрошенні протягом всього періоду вегетації (при підживленні N₄₅ у фазу виходу в трубку) – 0,38 т/га (приріст до контролю становив 0,23 т/га, що в 2,5 рази більше). За такого ж режиму зрошення при збирання, коли 75 % волоті побуріє найвищу урожайність 0,50 т/га отримано також за ширини міжряддя 60 см. Аналогічна тенденція зберігалася і за збирання насіння при побурінні 100 % волоті. Збільшення урожайності насіння за ширини міжряддя 60 см зумовлено більшою площею живлення рослин і, відповідно кращим забезпеченням їх поживними речовинами та вологою. Аналогічні результати отримані за роками дослідження (додатки А 7, А 8)

Підживлення рослин азотними добривами у фазу виходу в трубку переважно забезпечувало збільшення урожайності насіння з однієї рослини як в богарних умовах, так і за зрошення.

Урожайність насіння з однієї рослини також впливав на урожайність з одиниці площі. Кореляційно-регресійний аналіз даних показав середню лінійну кореляцію між врожайністю насіння з однієї рослини та урожайністю з одиниці площі за всіх строків його збирання. За збирання при 50% побуріння рослин коефіцієнт детермінації $R^2=0,81$ й коефіцієнтом кореляції $R=0,42$; за збирання при 75% побуріння рослин ці показники становили, відповідно – 0,7474 та 0,66, а за збирання 100 % побурівши росли – 0,8117 та 0,42 (рис. 6.7).



А) при побурінні 50% рослин Б) при побурінні 75% рослин



В) при побурінні 100% рослин

Рис. 6.7. Залежність урожайності насіння з одиниці площі від урожайності з однієї рослини.

Побудовані рівняння регресії, що описують цю залежність: за збирання при 50% - $y = 0,17276x - 1245,9$; за збирання 75% побуріння $y = 938x + 1038,6$ та при 100% побуріння – $y = 929,3x + 411,32$. Характер розташування точок на діаграмах свідчить про те, що з збільшенням урожайності насіння з однієї рослини підвищується урожайність з одиниці площі.

Аналіз факторів, які впливали на урожайність насіння показав, що

найбільший вплив – 64,3% був фактору «умови вирощування» - елементи технології, а саме: зрошення, способи сівби та застосування мінеральних добрив (рис. 6.8).

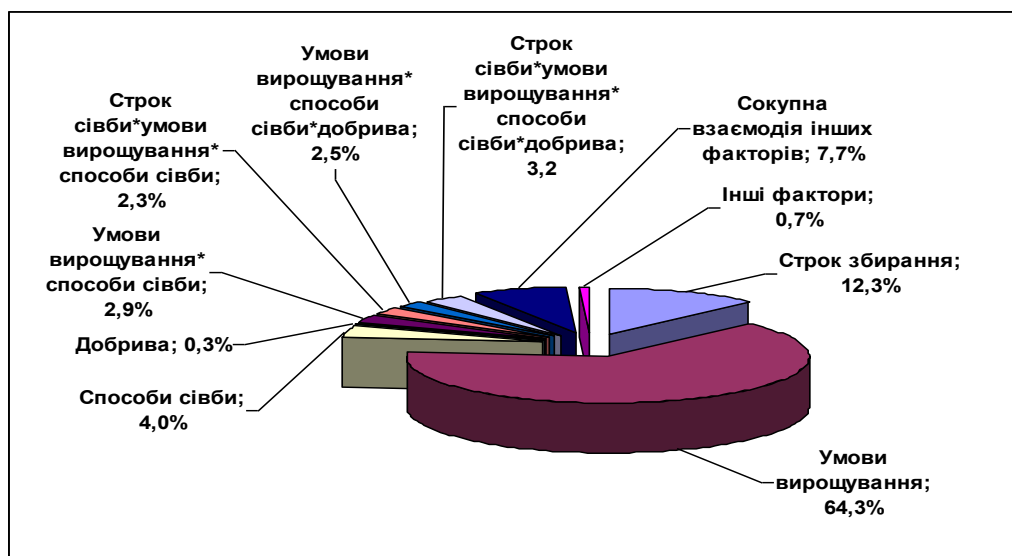


Рис. 6.8 Вплив факторів на урожайність насіння залежно від строків його збирання та елементів технології (Степ, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства, середнє за 2021, 2023 рр.)

Вплив строків сівби становив 12,3 %, вплив інших факторів та їх взаємодія був незначним.

Строки збирання насіння впливали не лише на урожайність насіння, а і на його якість. Достовірно вищою енергія проростання насіння була за збирання його, коли 100 % волоті буде бурюю як в контролі – без зрошення, так і за обох режимів зрошення незалежно від застосування добрив. Так, якщо в контролі – без зрошення при збирання насіння за 100 % побуріння волоті енергія проростання становила 43 %, то за збирання при 75 % волоті вона зменшилася на 10 % і становила 33,5, а за збирання при 50 % волоті – на 18 % і становила 25 % (рис. 6.9). Аналогічна залежність спостерігається за вирощування насіння в умовах зрошення. За проведення поливів упродовж всієї вегетації без застосування добрив при збирання насіння, коли 75 і 50 % волоті побуріє енергія проростання зменшилася, відповідно – на 17 % та 26 % порівняно зі строком за 100 % побуріння волоті.

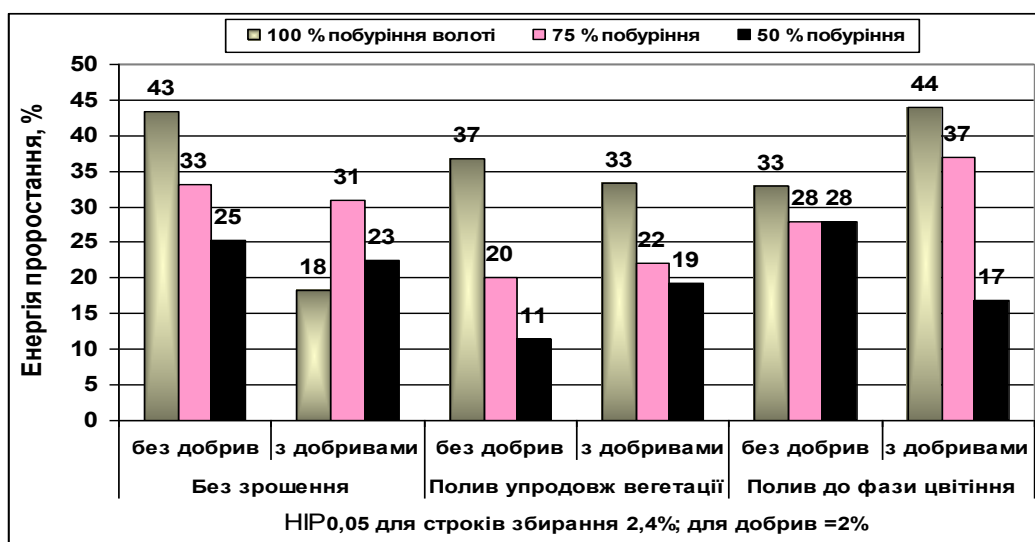


Рис. 6.9. Енергія проростання насіння сорту Морозко залежно від строків збирання та елементів технології (Степ, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства середнє за 2021, 2023 рр.)

За такого ж режиму зрошення але з внесенням мінеральних добрив спостерігалася аналогічна залежність. За збирання насіння при 75 та 50 % побурінні волоті енергія проростання зменшилася, відповідно – на 11 % та 14 %, порівняно з строком збирання за побуріння 100 % волоті.

Спостерігається аналогічна тенденція зниження схожості залежно від строків збирання насіння (рис. 6.10).

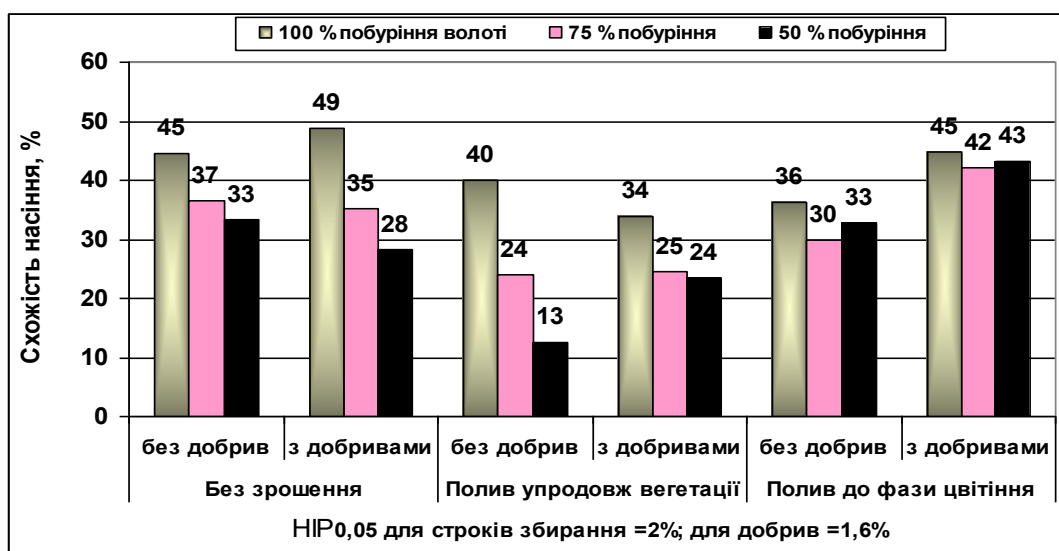


Рис. 6.10. Схожість насіння сорту Морозко залежно від строків його збирання та елементів технології (Степ, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства середнє за 2021, 2023 рр.)

Достовірно вищу схожість насіння отримано за його збирання при побурінні 100 % волоті.

Найбільший вплив на енергію проростання був факторів «строк збирання» – 12,3 %, «умови вирощування» становив 8,0 % та взаємодія факторів «строк сівби*умови вирощування*добрива» – 15,6 %, «строк збирання*умови вирощування» – 13,3 %, «умови вирощування*добрива» – 7,5 %. Вплив інших факторів та їх взаємодія був незначним (рис. 6.11).

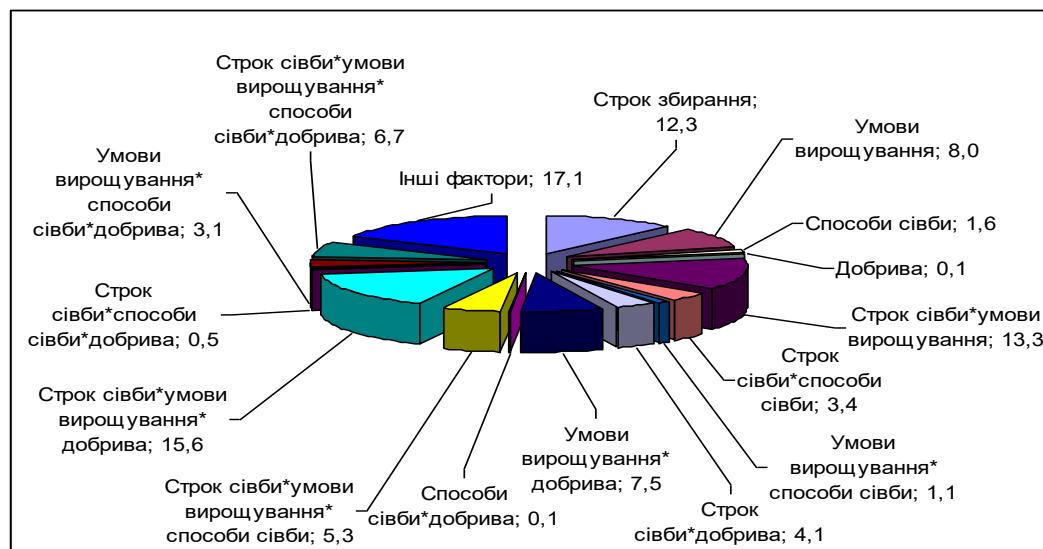


Рис. 6.11. Вплив факторів на енергію проростання (середнє за 2021, 2023 рр. Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства)

. Аналогічний вплив факторів був і на схожість насіння (рис. 6.12).

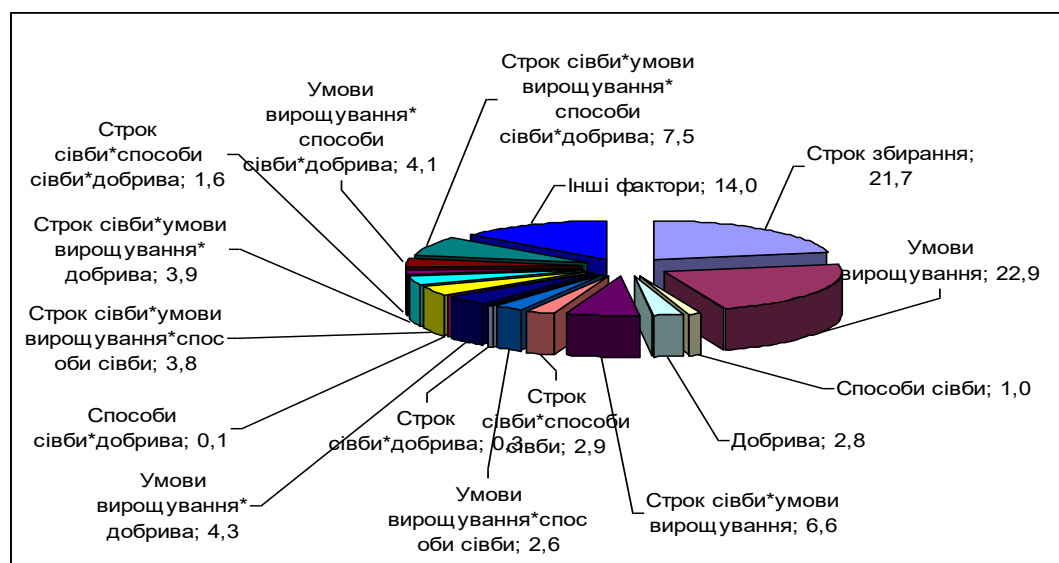


Рис. 6.12. Вплив факторів на схожість насіння (середнє за 2021, 2023 рр. Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства)

Отже, схожість насіння проса прутоподібного залежала як від строків збирання, так і від післязбирального дозрівання його на скошених рослинах. Тобто, одним з шляхів підвищення якості насіння культури є скошування насінників у валки за 100 % побуріння волоті (роздільний спосіб збирання), підсихання та дозрівання насіння на скошених рослинах і обмолот. Збирання насіння за 100 % побурінні волоті забезпечило істотне підвищення енергія проростання, схожість і маса 1000 насінин, відповідно – на 6 %, 9 %, та 0,08-0,25 г, порівняно з збирання за 50 % побуріння волоті. За збирання насіння при 75 % побуріння волоті енергія проростання і схожість його були достовірно вищими, ніж за збирання при 50 % побуріння волоті але значно нижчою, ніж при 100 % побурінні волоті. Урожайність насіння з однієї рослини залежала як від застосування зрошення, так і від ширини міжряддя.

6.2. Способи зниження біологічного стану спокою насіння

В еволюції рослин, насіння є єдиним засобом зберігання у природі видового різноманіття. Тому в рослин виробилася велика кількість властивостей для збереження виду, однією з яких є здатність насіння перебувати у стані біологічного спокою, що дає йому можливість певний час зберігати життєздатність, а в сприятливих умов проростати й утворювати нове покоління рослин. Стан біологічного спокою насіння рослин це один з чинників пристосовування до умов навколишнього середовища. Насіння може бути в стані змушеного і глибокого спокою, що залежить від низки зовнішніх і внутрішніх факторів. Стан спокою насіння багатьох рослин зумовлений твердою оболонкою непроникною для води і кисню. Але спокій насіння часто ускладнює вирощування багатьох культурних рослин, створює значні перешкоди з контролювання чисельності бур'янів в посівах.

При настанні періоду спокою у клітинах рослин відбуваються складні фізіологічні і біохімічні зміни. Протоплазма стає більш щільною. Внаслідок цього уповільнюються процеси дихання, транспірації, і ріст та розвиток рослин майже припиняється. Стан спокою в рослин буває тривалим

(глибоким) і вимушеним. За глибокого стану спокою насіння або бруньки на продуктивних органах не проростають навіть за сприятливих умов. Вимушеним стан спокою буває тоді, коли насіння і бруньки здатні проростати, але для цього немає відповідних умов – низькі температури, нестача води, повітря [233].

Стан органічного спокою притаманний цілому ряду культур: насінню салату, яке перебуваючи у вимушеному спокої, за сприятливих умов проростає вже на 3-5 день, а за глибокого органічного спокою не проростає навіть за сприятливих умов [234], залежно від видового складу злакових багаторічних трав тривалість спокою насіння становить: у костриці тонколистої – 120–158 діб, пирію середнього – 79–85 діб, стоколосу прибережного – 58–90 діб, житняка гребінчастого – 63–117 діб та регнерії шорсткостеблової – 84–113 діб [235], насінню видів роду *Vitex* характерний глибокий фізіологічний спокій з подвійним механізмом гальмування його проростання. Подвійний механізм гальмування проростання насіння є особливий недорозвинутий стан зародка та знижена газопроникність насінневих оболонок [236]. У багатьох видів рослин насіння відразу після його дозрівання не здатне до проростання, наприклад зернових культур, оскільки знаходяться в стані глибокого спокою

Насіння проса прутоподібного характеризується тривалим біологічним станом спокою, що є причиною низької його енергії проростання та схожості. Це один з стримуючих факторів широкого впровадження культури у виробництво для вирощування біомаси і отримання біопалива. Дослідженням причин, які зумовлюють стан спокою насіння та способів його зниження займаються вчені багатьох країн. І якщо природу цього явища частково розкрито, то ефективних способів зниження стану спокою і підвищення якості насіння ще не розроблено. Тому, актуальним є вивчення природи біологічного стану спокою для з'ясування можливостей управління цим явищем і розробки способів зниження цього спокою і, відповідно – підвищення схожості насіння.

6.2.1. Скарифікація як спосіб підвищення схожості насіння

Існує багато способів підвищення якості насіння але вони не повністю вирішують проблему зниження біологічного стану спокою. Одним з таких способів підвищення схожості насіння є скарифікація насіння це руйнування його твердої водонепроникної поверхні оболонки та часткове її видалення механічним або термічним чи хімічним способами, що забезпечує вільний доступ води та кисню до зародка і, відповідно – підвищує інтенсивність його проростання. Цей спосіб застосовують на багатьох культурах з метою підвищення схожості насіння.

Встановлено, що за скарифікації насіння проса прутоподібного достовірно підвищувалися його енергія проростання та схожість не залежно від року вегетації культури (рис.6.13).

У середньому з п'ятнадцяти дослідів енергія проростання та схожість збільшилися на 7 % порівняно з контролем – без застосування цього способу підвищення якості насіння ($HP_{0,05}$ для енергії = 2,1 %, для схожості = 2,2 %).

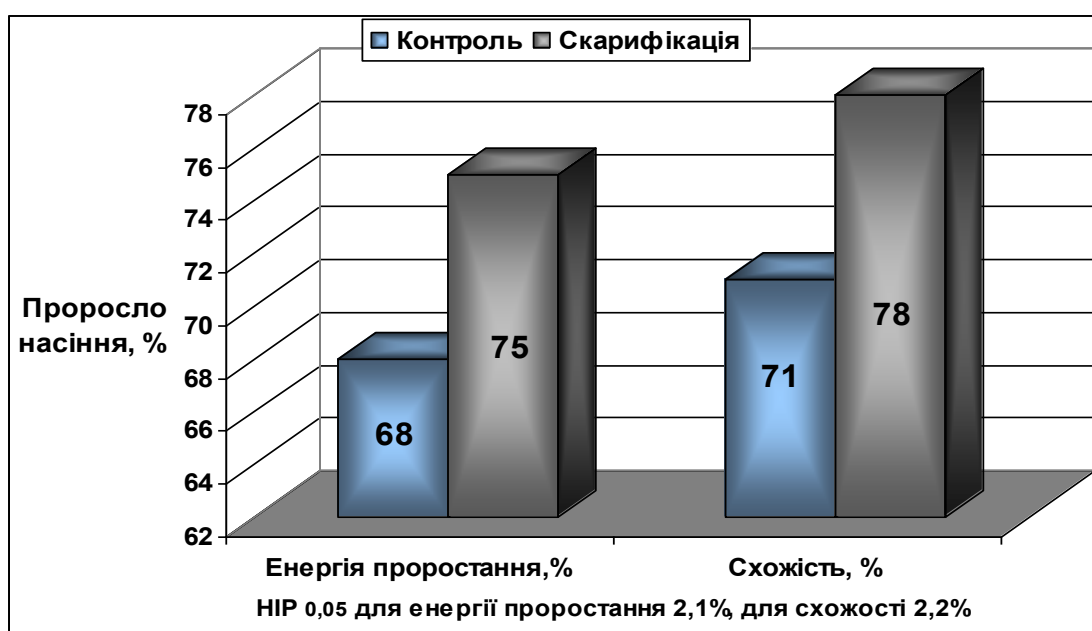


Рис.6.13. Якість насіння, 4, 7 та 10 років вегетації залежно від його скарифікації (середнє по 15 дослідях)

За комплексного досліджування впливу скарифікації та років вегетації на енергію проростання і схожість насіння виявлено, що на ці показники впливали як роки вегетації культури, так і скарифікація (табл.6.4).

Таблиця 6.4.

Якість насіння залежно від року вегетації проса прутоподібного та скарифікації насіння

Варіант			Енергія проростання, %	Схожість, %
рік вегетації	скарифікація	видалено оболонки насінини, %		
4-й	Контроль	-	52	54
	Скарифікація	5,62	62	64
		12,71	71	73
7-й	Контроль	-	83	85
	Скарифікація	1,79	87	88
		21,47	78	84
10-й	Контроль	-	69	74
	Скарифікація	2,40	72	80
		3,22	65	69
НІР _{0,05 заг.}			3,7	3,8
НІР _{0,05 рік вегетації}			2,1	2,2
НІР _{0,05 скарифікація}			2,1	2,2

За скарифікації насіння, яке зібране з рослин четвертого року вегетації як за незначного видалення поверхні оболонки насінини (5,62 %), так і більшого (12,71 %) цей спосіб підвищення якості насіння, забезпечив достовірне збільшення його енергії проростання та схожості порівняно з контролем. За скарифікації насіння, яке зібране з рослин сьомого року вегетації незначне видалення поверхні оболонки забезпечило підвищення енергії проростання на 4 %, схожості – на 3 %. Водночас за видалення 21,47 % поверхні насінини енергія проростання зменшилася на 5 %, а схожість була на рівні контролю.

Абсолютно по іншому вело себе насіння, зібране з рослин десятого

року вегетації. За незначного видалення поверхні оболонки насіння – 2,4 % енергія проростання і схожість істотно збільшилися порівняно з контролем, відповідно – на 3 % та 6 %. Водночас як за видалення поверхні оболонки насіння 3,22 % якість насіння істотно зменшилася: енергія проростання на 4%, схожість – на 5 %, що зумовлено пошкодженням насіння в процесі скарифікації.

Доцільно зазначити, що якість насіння як в контролі, так і за скарифікації достовірно відрізнялася залежно від років вегетації проса прутоподібного.

Найвищими енергія проростання і схожість були в насіння сьомого року, найменшими – четвертого року вегетації культури.

Аналіз частки факторів, які впливали на схожість насіння показав, що домінуючим був вплив фактору «рік вегетації» - 70,9 %. Вплив скарифікації становив лише 6,9 %, а взаємодія факторів – 17,6 % (рис. 6.14). Аналогічні результати отримані з впливу факторів на енергію проростання.

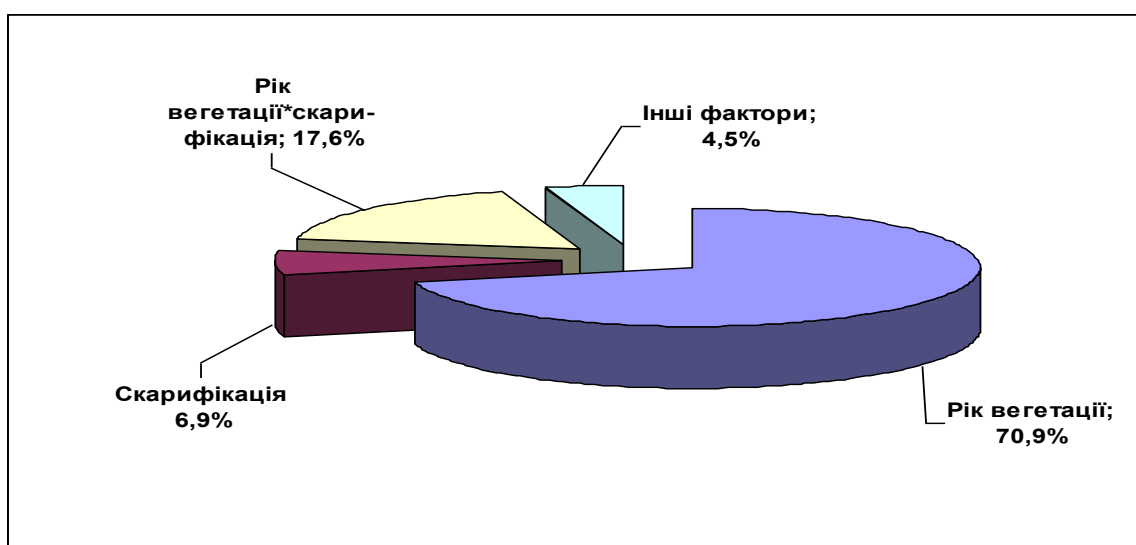
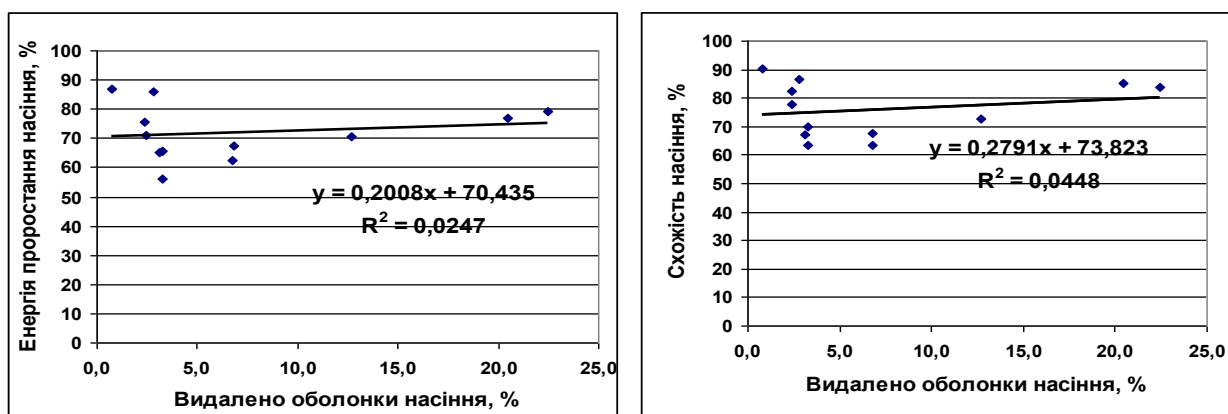


Рис 6.14. Частка впливу факторів на схожість насіння

Кореляційно-регресійний аналіз даних показав відсутню кореляцію між скарифікацією – кількістю оболонки, яку видалено та енергією проростання і кількістю оболонки, яку видалили та схожістю насіння з коефіцієнтом детермінації $R^2=0,0247$ по енергії проростання та $R^2=0,0448$ по схожості й коефіцієнтом кореляції, відповідно – $R=0,1572$ та $R=0,2117$ (рис. 6.15).



а) енергія проростання

б) схожість

Рис. 6.15. Залежність якості насіння від скарифікації

Характер розташування точок на діаграмах свідчить про те, що за незначного видалення оболонки насіння підвищується як енергія проростання, так і схожість насіння, а за більш значного видалення оболонки насіння ці показники знижуються. Побудовані рівняння регресії, що описують цю залежність: для енергії проростання $y = 0,2008x + 70,435$, для схожості насіння, – $y = 0,2791x + 73,823$.

З метою з'ясування впливу скарифікації на якість насіння було проведено серію однофакторних дослідів в яких використане насіння однієї і тієї ж партії.

З'ясовано, що скарифікація за видалення від 2,8 до 8,8 % оболонки насінини, забезпечила підвищенню схожості насіння порівняно з контролем – без скарифікації (рис.6.16).

Видалення 8,8 % оболонки насінини забезпечило істотне підвищення енергії проростання та схожості насіння порівняно з контролем, відповідно – на 9 та 6 %. За видалення 2,8 % оболонки насінини енергії проростання збільшилася на 11 %, схожість – на 8 % порівняно з контролем – без скарифікації. Вища якість насіння за меншого відсотку видалення твердої поверхні оболонки насіння зумовлена меншим ступенем його травмування.

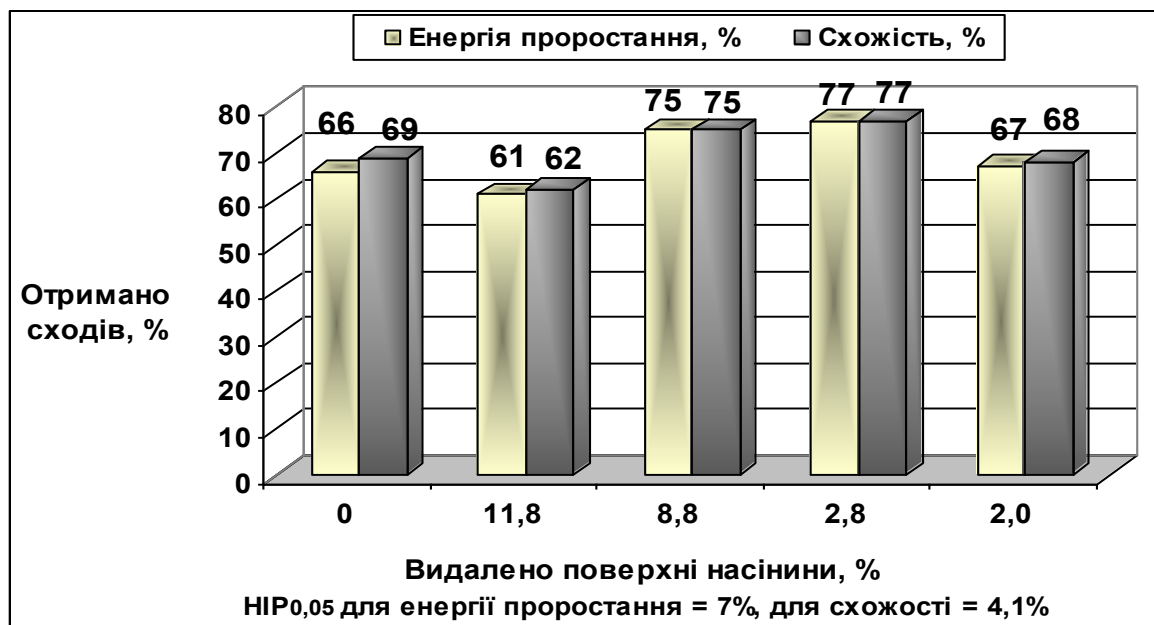
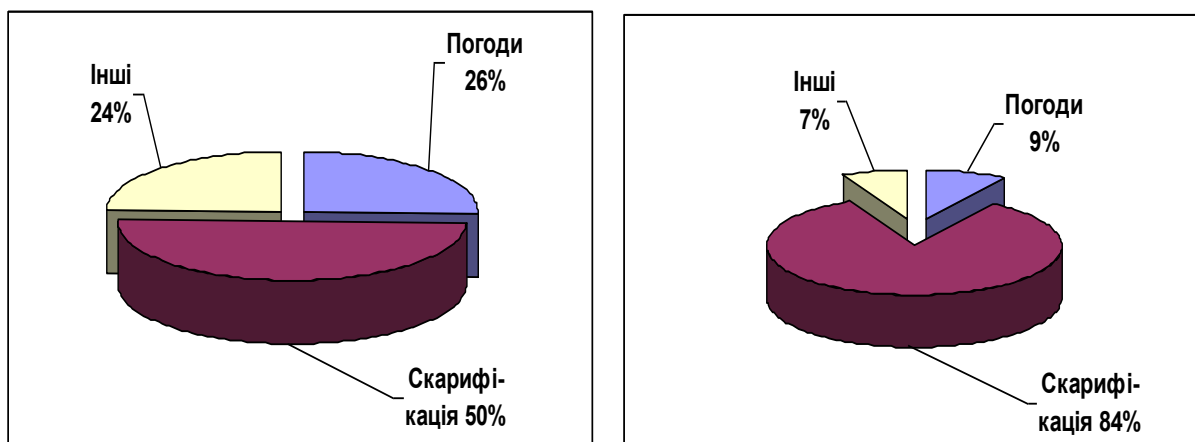


Рис.6.16. Якість насіння 4,7 та 10 років вегетації залежно від режиму скарифікації (середнє з 5 дослідів, 2020 р.)

У однофакторному досліді, де вивчався вплив лише одного фактору «скарифікація» частка впливу цього фактору на енергію проростання та схожість був значним і становив, відповідно – 50,0 та 84,0 % (рис. 6.17).

За скарифікації – механічного руйнування його твердої водонепроникної поверхні оболонки та часткового її видалення теоретично мала змінюватися і маса 1000 насінини. Але, оскільки маса насіння дуже мала і відсоток її видалення незначний, то і маса 1000 насінин змінювалася, але достовірного її зменшення не виявлено.



а) на енергію проростання

б) на схожість

Рис.6.17. Частка впливу факторів на схожість насіння

Видалення оболонки насінини в межах від 2,0 до 11,8 % істотно не впливало на масу 1000 насінин. Вона лише варіювала від 1,83 до 1,88 г (рис.6.18).

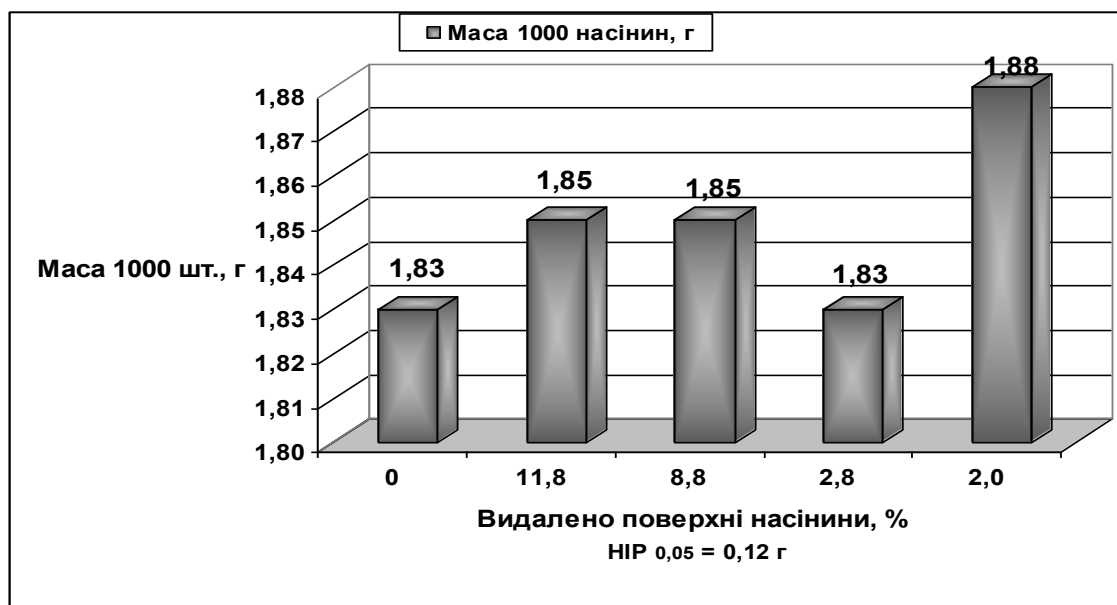


Рис. 6.18. Маса 1000 насінини залежно від режиму скарифікації (середнє з 5 дослідів, насіння з рослин 4, 7 та 10 років вегетації, 2020 р.)

Нашими дослідженнями з'ясовано, що попереднє охолодження насіння значно впливало на інтенсивність його проростання. Навіть охолодження упродовж чотирьох діб забезпечило підвищення інтенсивності проростання на сьому добу після сівби за пророщування при постійній температурі 20 °С на 15 % порівняно з контролем [165]. Як попереднє охолодження насіння перед його пророщуванням, так і скарифікація забезпечували достовірне підвищення його енергії проростання та схожості. Тому виникла ідея проведення комплексного дослідів, поєднавши ці два способи підвищення якості насіння з метою можливого підвищення ефективності.

Встановлено, що застосування скарифікації разом з охолодженням насіння забезпечувало достовірне підвищення його енергії проростання та схожості як порівняно з контролем – без скарифікації і без охолодження, так і порівняно з використанням скарифікації за пророщування насіння без охолодження (рис.6.19).

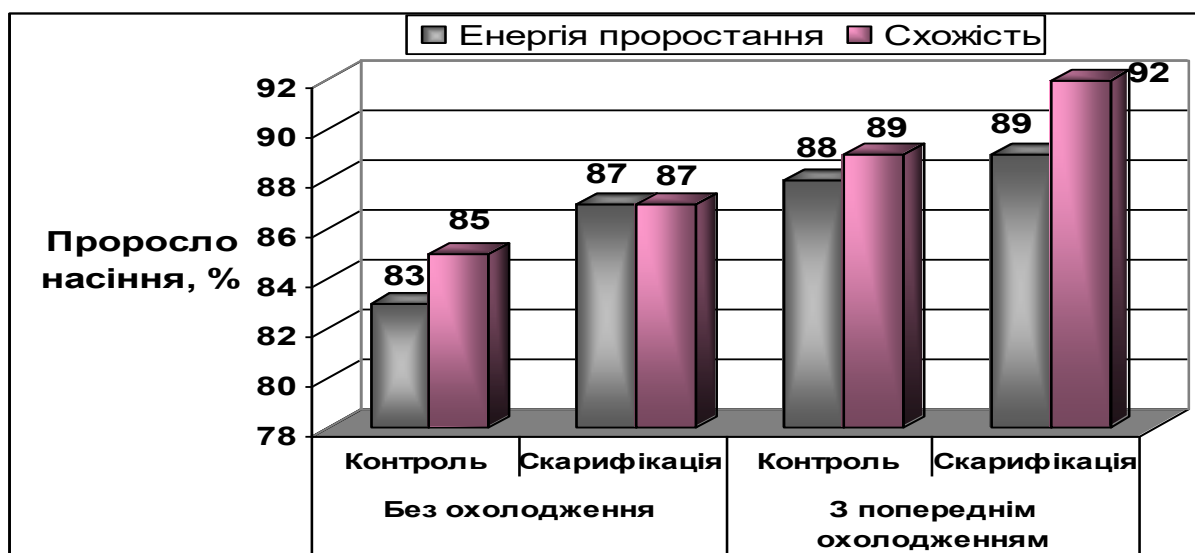


Рис. 6.19. Якість насіння залежно від комплексного застосування охолодження та скарифікації (середнє з 8-х дослідів, 2020 р.)

За пророщування насіння після його скарифікації та попереднього охолодження енергія проростання підвищилася на 6 %, схожість на 4 % ($HP_{0,05}$ скарифікації і охолодження = 1,9 %) порівняно з контролем – без скарифікації і охолодження. Водночас в контролі – без скарифікації за попереднього охолодження насіння перед його пророщуванням енергія проростання збільшилася на 5 %, схожість на 4 % порівняно з контролем – без охолодження і без скарифікації.

Кореляційно-регресійний аналіз даних показав сильну лінійну кореляцію між енергією проростання насіння до і після охолодження насіння за його проростання з коефіцієнтом детермінації $R^2=0,6475$, й з коефіцієнтом кореляції $R=0,8047$. Побудовані рівняння регресії, що описують цю залежність: для енергії проростання $y = 0,4093x + 55,712$ (рис. 6.20).

Характер розташування точок на діаграмах свідчить про те, що за охолодження насіння підвищується його енергія проростання і схожість насіння до охолодження забезпечувало підвищення цього показника після охолодження насіння. Зі збільшенням енергії проростання до охолодження насіння на кожних 2 % забезпечувало підвищення цього показника на 0,8 %.

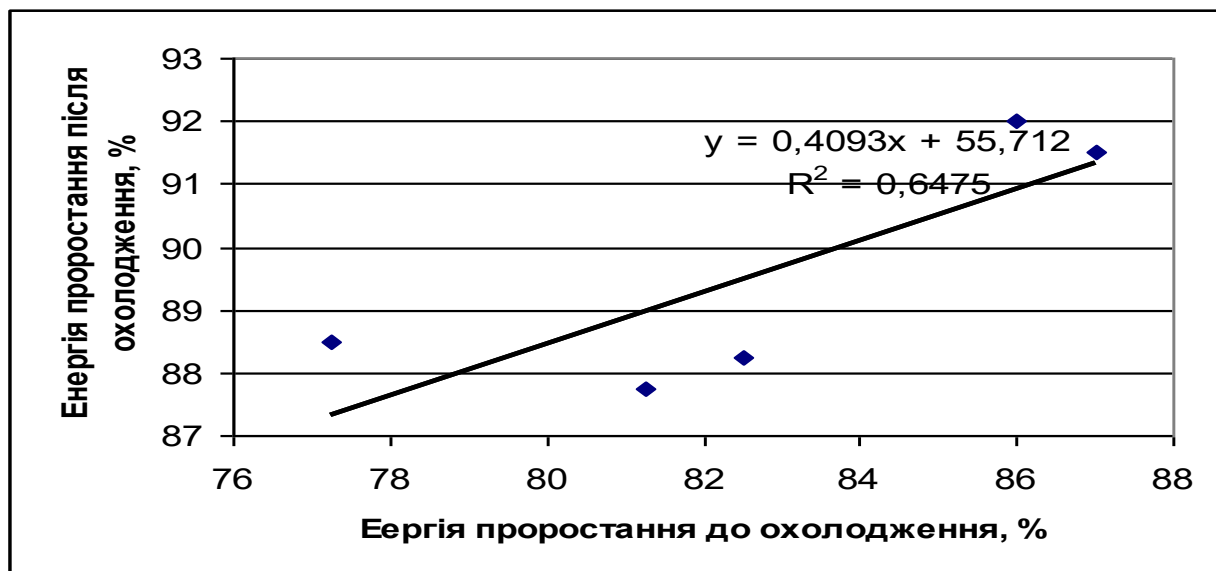


Рис. 6.20. Енергія проростання залежно від охолодження насіння

Аналіз факторів, що впливали на енергію проростання показав, що найбільший вплив мав фактор «охолодження», який становив 41 %, а фактор «скарифікація» був значно меншим – 22,5 %.

Виявлено, що за пророщування насіння після його охолодження та скарифікації енергія проростання і схожість достовірно збільшилася навіть за значного видалення оболонки насінини (табл. 6.5).

Так, за видалення 20,46 – 20,48 % оболонки насінини без охолодження енергія проростання його становила, відповідно – 81 та 77 %, схожість – 85 та 84 %, то після охолодження вона підвищилася на 11 %, а схожість на 4-6 % і становила, відповідно – 92 та 88 %, 89-90 %.

Отже, скарифікація насіння проса прутоподібного забезпечує достовірне підвищення його енергії проростання та схожості насіння порівняно з контролем. У середньому з п'ятнадцяти дослідів енергія проростання та схожість збільшилися на 7 % порівняно з контролем – без застосування цього способу підвищення якості насіння.

Для більш глибокого вивчення впливу скарифікації на якість насіння були проведені досліді застосування цього заходу залежно від сортових особливостей. Було проведено скарифікацію насіння двох сортів проса

прутоподібного різної плідності та з різних груп стиглості: оксаплоїдний середньопізній сорт Кейв-ін-рок та тетраплоїдний середньостиглий сорт Санбурст, енергію проростання та схожість визначали без попереднього його охолодження.

Таблиця 6.5.

Якість насіння залежно від умов пророщування

(середнє з 3-х дослідів, 2020 р.)

Варіант		Енергія проростання, %	Схожість, %
умови пророщування	скарифікація – видалено оплодня, %		
Без охолодження	Контроль	83	85
	2,82	86	87
	0,77	87	91
	20,46	81	85
	20,48	77	84
Після охолодження	Контроль	83	88
	2,82	88	93
	0,77	92	89
	20,46	92	89
	20,48	88	90
НІР _{0,05} заг.		5,0	
НІР _{0,05} охолодження		2,2	
НІР _{0,05} скарифікація		3,5	

Виявлено достовірну різницю з енергії проростання і схожості насіння залежно від застосування скарифікації обох сортів (рис. 6.21).

Якщо за скарифікації насіння сорту Кейв-ін-рок в середньому по дослідів в контролі енергія проростання становила 23 %, а схожість 24 %, то за скарифікації ці показники становили, відповідно – 28 та 29 % або були вищими на 5 % порівняно з контролем – без скарифікації (НІР_{0,05} скарифікація

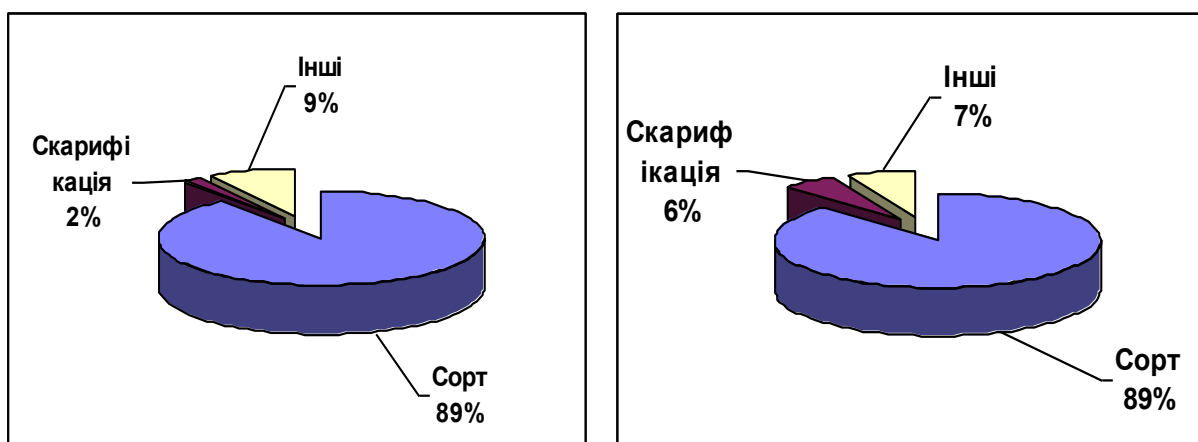
=2,8 та 2,3 %). Аналогічні результати отримані і по сорту Санбурст енергія проростання і схожість насіння були вищими, відповідно – на 2 і 4 %.



Рис. 6.21. Якість насіння залежно від сортових особливостей та скарифікації (середнє з 9 дослідів, 2020 р.)

Залежно від сортових особливостей також виявлено достовірну різницю за вказаними показниками. Енергія проростання і схожість сорту Кейв-ін-рок в контролі були вищими на 10 і 11 %, а за скарифікації – на 13 і 12 % порівняно з сортом Санбурст.

Аналіз впливу факторів показав, що вплив фактору «скарифікація» на енергію проростання та схожість була незначною і становила, відповідно – 2 та 6 %, вплив фактору «сорт» був значним і становив 89 % (рис. 6.22).



А) для енергії проростання

б) для схожості

Рис. 6.22. Частка впливу факторів на якість насіння

З'ясовано, що скарифікація по різному впливала на якість насіння, зібраного з волотей першого ярусу залежно як від сортових особливостей, так і від ступеню скарифікації – кількості видаленої оболонки насінини. За скарифікації окремих партій насіння обох сортів енергія проростання і схожість достовірно підвищувалися, а окремих, навіть зменшувалися. Так, за скарифікації насіння сорту Санбурст з видаленням 4,35 % оболонки насінини енергія проростання істотно зменшилася – на 6 %, а за зменшення ступеню скарифікації (видалення 3,05 % оболонки) енергія була нижчою на 2 %, а схожість достовірно підвищилася – на 3 % порівняно з контролем – без скарифікації (табл. 6.6).

Таблиця 6.6.

Якість насіння залежно від сортових особливостей та режимів скарифікації

Кейв-ін-рок			Санбурст		
видалено оплодня, %	енергія проростання, %	схожість, %	видалено оплодня, %	енергія проростання, %	схожість, %
Контроль	11	11	Контроль	14	14
5,65	16	16	4,35	8	12
3,34	19	20	1,28	14	14
10,90	17	18	3,05	12	17
Контроль	29	30	Контроль	11	11
10,94	25	26	3,43	11	12
3,86	23	24	3,70	15	15
4,55	25	25	3,68	21	24
Контроль	36	36	Контроль	15	15
2,19	40	41	2,08	17	17
2,93	40	40	2,07	18	21
3,65	39	40	2,91	20	20
НІР _{0,05} заг.	4,0	3,2		4,0	3,2
НІР _{0,05} сорт	2,8	2,3		2,8	2,3
НІР _{0,05} скарифікація	2,8	2,3		2,8	2,3

Аналогічна партія насіння була і в сорту Кейв-ін-рок, який характеризувався вищою схожістю до скарифікації (в контролі) порівняно з сортом Санбурст. У інших партіях насіння скарифікація забезпечила достовірне підвищення енергії проростання і схожості порівняно з контролем обох сортів. Не виявлено закономірного збільшення чи зменшення показників якості насіння залежно від режимів його скарифікації.

Кореляційно-регресійний аналіз даних показав, що між ступенем скарифікації насіння сорту Кейв-ін-рок та енергією проростання та між ступенем скарифікації і схожістю існують середні зворотні лінійні зв'язки (рис. 6,16). з коефіцієнтом детермінації $R^2=0,842$ й коефіцієнтом кореляції $R=0,9176$ та між врожайністю біомаси і висотою рослин сорго зернового, відповідно, $R^2=0,7065$ й $R=0,8405$ (рис. 6,23).

Коефіцієнт детермінації становить для енергії проростання $R^2=0,2865$ та для схожості $R^2=0,2727$, за коефіцієнтів кореляції, відповідно, $-0,5353$ та $-0,5222$. Збільшення ступеню скарифікації – видалення оболонки насінини на кожних 0,5 % призводить до зменшення енергії проростання і схожості на 0,8 %.

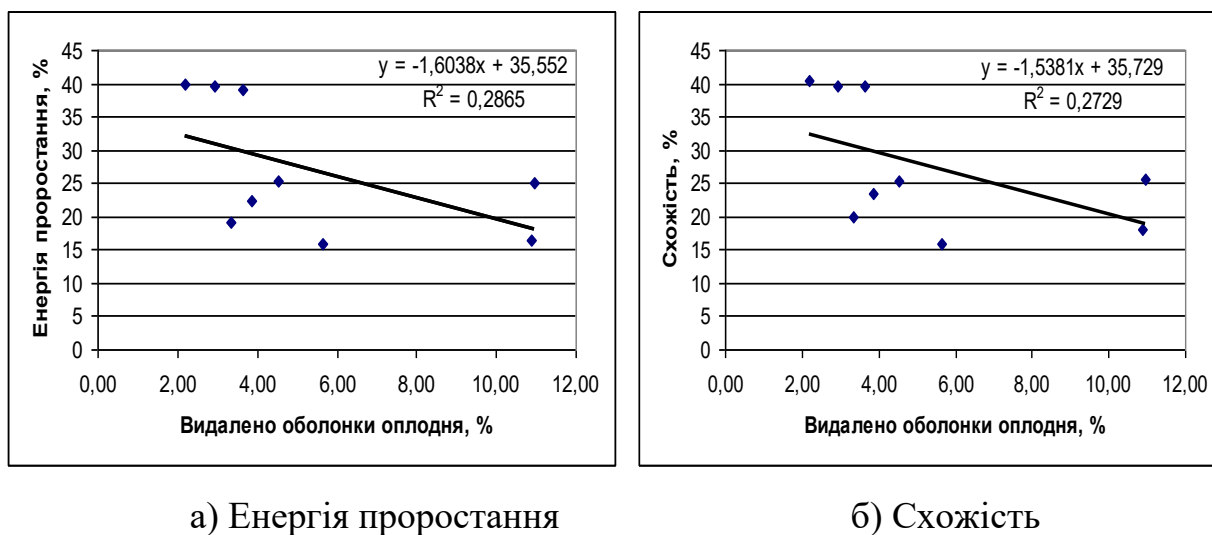


Рис. 6.23. Якість насіння залежно від скарифікації – кількості видаленої оболонки насінини

Побудовані рівняння регресії, що описують цю залежність: для енергії проростання $y = 1,6038x + 35,552$, для схожості насіння, відповідно – $y = 1,5381x + 35,729$.

Аналогічні залежності виявлені і в сорту Санбурст але кореляційна залежність слабка, коефіцієнт кореляції між кількістю видаленої оболонки та енергією проростання становить 0,26, а між кількістю видаленої оболонки насіння та схожістю – 0,12.

Отже, не всі партії насіння однаково реагують на цей спосіб підвищення якості. За скарифікації окремих партій насіння обох сортів енергія проростання і схожість достовірно підвищувалися, а окремих, навіть зменшувалися. Скарифікація насіння забезпечує достовірне підвищення його якості або її зниження за значного збільшення відсотку видалення оболонки насіння, що призводить до його пошкодження. Цей спосіб можливий для впровадження у виробництво.

У виробничих умовах скарифікацію насіння проводять на машинах скарифікаторах насіння, наприклад: скарифікатор насіння СКР-300. Мінімальна продуктивність цієї машини 300 кг насіння за годину.

Для скарифікації можна застосовувати скарифікатор СКР-300 (рис.6.24а), насіннєтерку ВК-1100 А (рис.6.24б) або клеверотерку-скарифікатору КС-0,2 (рис. 6.24в) з декою овального типу, яка забезпечена сталевими скарифікуючими пластинами, що встановлені між круглими прутками, ці машини працюють за принципом шліфувальної машини, продуктивність – за одну годину 0,59-0,67 т/год.



а) скарифікатор СКР -300



б) насіннєтерка ВК-1100А



в) конюшинотерка КС -0,2



д) шліфувальна машина «Нордмак»

Рис. 6.24. Машины для скарифікації насіння

А також можна цей захід проводити на шліфувальних машинах, які працюють за принципом «самошліфування»: «Нордмак» (рис. 4.24д) або «Джет Пелер».

Процес шліфування здійснюється в циліндричній робочій камері з абразивною внутрішньою поверхнею, всередині якої на горизонтальному валу встановлено робочі елементи (лопаті). Під час обертання валу з робочими елементами насіння активно переміщується, при цьому відбувається його само шліфування за рахунок тертя одне об одне, а також частково по абразивній поверхні камери.

Дослідженнями встановлено, що оптимальним режимом скарифікації є режим за якого видаляється від 2,8 до 8,8 % оболонки насінини від його маси. За такого режиму енергія проростання насіння збільшувалася на 9-11 %, схожість – на 6-8 %, порівняно з контролем – без скарифікації.

Скарифікація насіння забезпечує достовірне підвищення його якості і цей спосіб можливий для впровадження у виробництво але він не вирішує проблеми зниження біологічного стану спокою насіння, тому доцільно продовжити вивчення природи спокою насіння з метою з'ясування можливостей управління цим явищем і вдосконалення технологій отримання достатньої кількості високосхожого насіння.

6.2.2. Якість насіння залежно від застосування стратифікації за його підготовки до сівби

Стан спокою можна порушити різними способами, але більшість з них ґрунтується на створенні стресових умов в період проростання насіння або ж до початку його проростання: низькими або перемінними температурами, дією світла або темноти; дією різних екологічних факторів; після дозрівання зародку [156,237]. За даними Г. Сельє [238] стрес це сукупність усіх неспецифічних змін, які відбуваються в організмі за впливу на нього різних чинників.

Одним з способів зниження біологічного стану спокою насіння і, відповідно – підвищення його енергії проростання і схожості є застосування стратифікації – це штучне створення періоду природного зимового спокою, умов низької температури та підвищеної вологості. Перебування насіння в таких умовах певний період за подальшого пророщуванні його в теплих умовах сприяє зменшенню стану його спокою і підвищенню схожості. Рослини, батьківщиною яких є субтропіки зі слабо вираженою зимою, потребують теплової або комбінованої стратифікації. Насіння таких видів рослин характеризується вираженим станом спокою, і стратифікація для пробудження їх до життя необхідна. Стратифікація для них створює ілюзію зміни часів року. До таких рослин відноситься і просо прутоподібне (свічграс) батьківщиною якого є прерії Центральної Америки.

Одним з чинників, що може створювати стресову ситуацію для насіння є недостатнє або надмірне зволоження ложа за його пророщування. Встановлено, що найкраще проростало насіння проса прутоподібного за вологості ложа при пророщуванні насіння, яке створювали кількістю води 30 мл. на одну ростильню – в середньому за роки досліджень по чотирьох сортах на 10-у добу (енергія проростання) отримано 25 % сходів, а на 15-у добу (схожість) – 26 %. За вологості ложе, яке створювали кількістю води менше 25 мл./ростильню енергія проростання і схожість насіння були нижчими, відповідно – на 2 та 3 % (рис. 6.25).



Рис.6.25. Інтенсивність проростання насіння залежно від ступеню зволоження ложа (середнє по 4 сортах, 2020-2021 рр.)

За вологості ложа менше 25 або більше 30 мл./ростильню як енергія проростання, так і схожість були достовірно меншими порівняно з пророщуванням насіння на ложе, які створювали кількістю води 25 і 30 мл./ростильню. Аналогічна залежність зберігалася за інтенсивності проростання насіння через 4 та 8 днів після сівби. Зниження інтенсивності проростання насіння, його енергії проростання та схожості за меншої вологості ложа пояснюється не достатньою кількістю вологи, яка необхідна для набухання та проростання насіння. Збільшення кількості вологи понад 30 мл. на одну ростильню також призводило до зниження кількості насіння, яке проросло, що можливо зумовлено утворенням водяної плівки навколо насінини, яка перешкоджає доступу кисню, необхідний для проростання насіння. Тобто, як не достатнє (вологість ложа, де додавали 15-25 мл. води), так і надмірне (вологість ложа, де додавали 35 мл. води) зволоження ложа для пророщування насіння призводить до зниження якості насіння. Оптимальним зволоженням ложа для насіння було таке, де додавали 30 мл. води на одну ростильню.

Оцінку інтенсивності проростання насіння доцільно проводити не лише по його енергії проростання або схожості, а і по кількості отриманих сходів на

початку проростання від загальної їх кількості. Цей показник більше корелює з польовою схожістю і чим від вищий, тим більша гарантія отримання дружних і рівномірних сходів в польових умовах. З'ясовано, що при зволоженні ложе за додавання води менше 20 та більше 30 мл. на одну ростильню, кількість пророслого насіння достовірно зменшувалася, порівняно з пророщуванням на ложе, де додавали 30 мілілітрів води (рис.6.26).



Рис.6.26. Кількість схожого насіння від всього, що проросло (середнє по 4 сортах, 2020-2021 рр.)

У середньому по сортах на 4-у добу після сівби за вологості, яку створювали додаванням 15 та 20 мл./ростильню води отримано, відповідно – 42 та 46 % сходів від загальної кількості пророслого насіння, а за вологості, коли додавали води 30 мл/ростильню сходів було в 1,3-1,5 разів більше, ніж за зволоження ложе водою в кількості 15 та 20 мл./ростильню. За надмірного зволоження інтенсивність проростання насіння значно знижувалася, порівняно з оптимальним зволоженням. На 8-у добу підрахунку насіння, яке проросло спостерігалася аналогічна залежність. За зволоження ложа 25 мл. води отримано на 15 % сходів від загальної кількості пророслого, а за зволоження 30 мл. води на 13 % сходів було менше. За інших режимів зволоження інтенсивність проростання насіння була значно нижчою.

Інтенсивність проростання насіння сортів різного походження та груп

стиглості залежно від ступеню зволоження були аналогічними (табл. 6.7).

Таблиця 6.7.

**Інтенсивність проростання насіння залежно від ступеню
зволоження ложа (середнє за 2020-2021 рр.)**

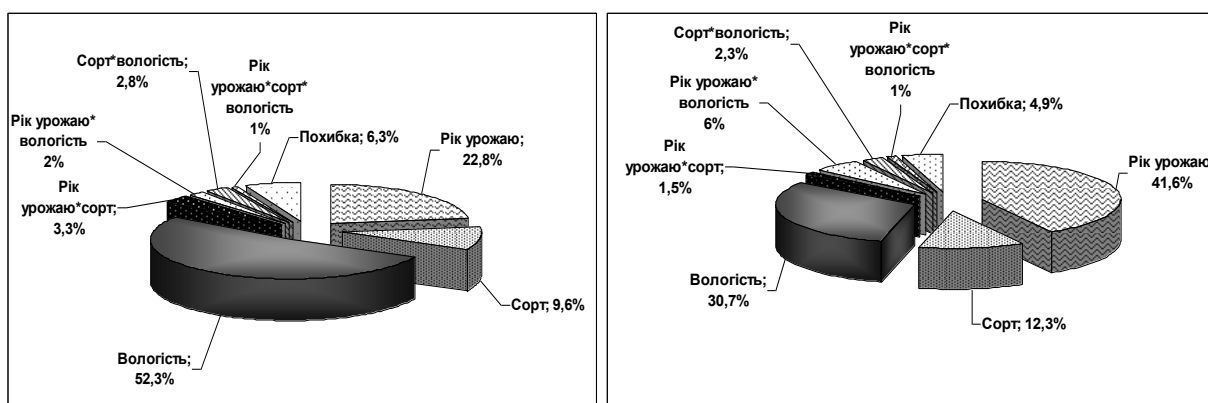
Варіант		Проросло насіння на добу, %			
сорт	зволоженість ложа, мл./ростильню	4-у	8-у	10-у	15-у
Форесбург (Forestburg)	15	6	11	14	14
	20	6	10	15	16
	25	7	11	16	18
	30	10	14	17	19
	35	6	10	13	16
Аламо (Alamo)	15	5	10	14	16
	20	6	10	15	16
	25	9	13	17	19
	30	12	14	19	21
	35	5	10	11	15
Кейв-ін-рок (Cave-in- rock)	15	5	10	14	16
	20	6	10	15	17
	25	9	12	17	18
	30	13	15	19	21
	35	5	11	13	17
Морозко	15	8	15	18	19
	20	7	11	16	21
	25	10	14	18	19
	30	13	16	21	22
	35	7	12	16	18
НІР _{0,05} заг.		1,8	2,1	2,1	1,9
НІР _{0,05} сорт		0,8	0,9	1,0	0,8
НІР _{0,05} волога		0,9	1,0	1,1	0,9

Найвищі показники якості всіх сортів були за зволоження ложа водою в кількості 30 мл./ростильню. Зменшення (менше 30 мл.) та збільшення

(більше 30 мл.) води призводило до зниження інтенсивності проростання насіння.

Найкраще на збільшення ступеню зволоження реагував середньостиглий сорт Морозко, в усі дати обліку кількість насіння, що проросло була найбільшою. Найнижчі показники якості насіння за всіх режимів зволоження отримані пізньостиглого сорту Alamo: на 15-у добу кількість пророслого насіння при зволоженні 15 та 20 мл. води на ростильну була меншою на 4% ($НІР_{0,05 \text{ сорт}} = 0,5 \%$), за режимів зволоження 30 та 35 мл./ростильну, відповідно – на 7 та 11 % ($НІР_{0,05 \text{ сорт}} = 0,9 \%$), порівняно з сортом Морозко. Якість насіння сортів ранньостиглого Forestburg та середньостиглого Save-in-rock була майже однаковою, але нижчою, ніж сорту Морозко, за всіх режимів зволоження.

За аналізу факторів, які впливали на інтенсивність проростання насіння виявлено, що на початкових етапах проростання (4–а доба обліку) значний вплив мав фактор «волога», а фактор «сорт» був занадто низьким і становив всього лише 9,6 % (рис.6.27, 6.28).

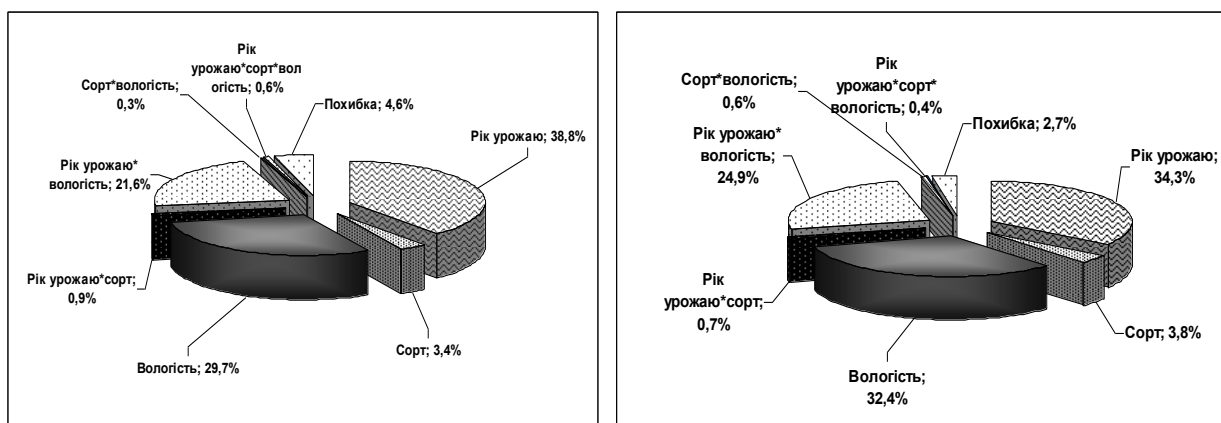


а) на 4-у добу

б) на 8-у добу

Рис.6.27. Вплив факторів на інтенсивність проростання насіння

За подальшого пророщування насіння на 8-у, 10-у та 15-у добу обліку, частка впливу факторів змінювалася: вплив фактору «волога» зменшувався, а зростав вплив фактору «волога», збільшувався вплив фактору «сорт» (рис. 6.21).



на 10-у добу (енергія проростання)

на 15-у добу (схожість)

Рис.6.28. Вплив факторів на якість насіння

Вплив фактору «рік урожаю насіння» становив від 22,8 % (на 4-у добу обліку) до 41,6 % (на 8-у добу обліку).

Одним із чинників, що впливають на схожість насіння є умови його пророщування. Температура та кількість води, необхідної для проростання насіння є головними чинниками, які впливають на його життєздатність – інтенсивність проростання. Наприклад, за даними Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків для проростання насіння буряків і одержання сходів необхідно 150-180 % води від її маси.

З'ясовано, що для насіння проса прутіподібного потреба в кількості води для проростання значно менша, що зумовлено як його розмірами, так і оболонкою, яка набагато менша, ніж в насіння буряків. Найкраще насіння проса прутіподібного проростало при забезпеченні 33,3-40,0 % води від його власної маси (рис. 6.29).

Збільшення кількості води понад 40,0 % чи зменшення призводило до достовірного зниження схожості насіння ($HP_{0,05\text{Волога}} = 0,9 \%$).

Отже, найвищі показники енергії проростання та схожості отримали за вологості ложа, яке створювали додаванням 30 мл. води на одну ростильню, відповідно – 25 та 26 %. Як недостатнє (менше 30 мл/ростильню) та надмірне (більше 30 мл/ростильню) зволоження ложа за пророщування насіння проса прутіподібного, так і його сортові особливості достовірно впливали на

інтенсивність проростання насіння. Найнижчі показники якості насіння були в пізньостиглого сорту Alamo, найвищі – в сорту Морозко.



Рис. 6.29. Потреба в воді для проростання насіння проса прутоподібного

Якість насіння сортів ранньостиглого Forestburg та середньостиглого Save-in-rock була майже однаковою, але нижчою, ніж сорту Морозко, за всіх режимів зволоження. Цей захід забезпечує достовірне підвищення енергії проростання та схожості насіння проса прутоподібного але він не вирішує проблеми зниження його біологічного спокою та збільшення кількості пророслого насіння. Тому було проведено дослідження з впливу температурного режиму пророщування на стан спокою зародка насіння.

Встановлено значний вплив температури пророщування на інтенсивність проростання насіння проса прутоподібного (свічграсу). При цьому пророщування насіння за постійної температури сприяло інтенсивнішому проростанню, ніж за перемінної температури. Так, якщо на цьому добу обліку за постійної температури пророщування 20°C без його попереднього охолодження було отримано 12 сходів, то за перемінної температури пророщування на цю ж добу, а також на 10 добу (енергія проростання) сходів ще не було. В пізніші дати обліку (14, 20 та 28 добу) в цих варіантах краще проростало насіння за перемінної температури, що

зумовлено незначним стресом пониженої температури пророщування [164].

З'ясовано, що температура пророщування мала значний вплив на зниження стану спокою насіння проса прутоподібного, що забезпечило підвищення інтенсивності його проростання (табл. 6.7).

Таблиця 6.7.

Інтенсивність проростання насіння проса прутоподібного залежно від умов його пророщування (середнє з 10 дослідів за 2018-2019 рр.)

Варіант		Проросло насіння (%) на добу					
температура пророщування (фактор А)	термін охолодження, діб за температури 10°C (фактор Б)	4	7	10	15	20	28
		За постійної, 20°C	без охолодження, контроль	0	12	15	19
4	9		27	36	38	39	39
7	27		36	40	41	42	43
14	58		59	61	62	63	63
НІР ₀₅ заг		5,8	5,8	6,5	7,7	8,1	6,6
НІР ₀₅ фактор А, температура		2,9	2,9	3,2	3,7	4,0	3,3
НІР ₀₅ фактор Б, охолодження		4,1	4,1	4,6	5,5	5,7	4,7

Навіть охолодження упродовж чотирьох діб забезпечило підвищення інтенсивності проростання на сьому добу після сівби на 15 % порівняно з контролем (НІР_{0,05} = 4,1 %), а на 15 добу – на 19% (НІР_{0,05} = 5,6 %).

Найінтенсивніше проростало насіння за постійної температури пророщування після попереднього його охолодження упродовж 14 діб. За таких умов уже на четверту добу обліку було 58 % пророслого насіння, водночас як за охолодження упродовж семи діб – лише 27% (НІР_{0,05} = 4,1 %).

За пророщування насіння при перемінній температурі після попереднього охолодження упродовж чотирьох діб на 10-ту і подальші дати обліку інтенсивність проростання була значно вищою, ніж за пророщування за

постійної температури, що зумовлено впливом пониженої температури на стан спокою насіння як в період охолодження, так і в період його пророщування.

З метою визначення реакції різних генотипів на стратифікацію – дію пониженої температури на схожість насіння був проведений дослід з насінням чотирьох сортів різних груп стиглості: сорти американського походження Форесбург – ранній, Кейв-ін-рок – середньопізній, Аламо – пізній та українського походження Морозко середньопізній.

З'ясовано, що охолодження насіння упродовж 7 діб за температури 10 °С і пророщуванням його за температури 20 °С забезпечило достовірне підвищення енергії проростання і схожості насіння всіх сортів, що вивчали. У середньому по сортах енергія проростання збільшилася на 5 %, а схожість на 4 % (табл. 6.8).

Таблиця 6.8.

Якість насіння проса прутоподібного залежно від умов його пророщування (середнє з 3 дослідів, 2020 р.)

Варіант		Енергія проростання, %	Схожість, %
умови пророщування	сорт		
За температури 20 °С	Форесбург	72	74
	Аламо	67	74
	Кейв-ін-Рок	64	67
	Морозко	83	85
Середнє		72	75
Попереднє охолодження упродовж 7 діб за температури 10 °С з пророщуванням за температури 20 С	Форесбург	78	79
	Аламо	74	75
	Кейв-ін-Рок	72	74
	Морозко	88	88
Середнє		77	79
НІР _{0,05} заг.		2,3	2,5
НІР _{0,05} охолодження		1,1	1,2
НІР _{0,05} сорт		1,6	1,7

Стратифікація насіння по різному впливала на його якість залежно від

сортових особливостей при цьому не зазначено закономірних змін його якості залежно від груп стиглості проса прутоподібного. Найвищі показники якості (85-88 %) як за пророщування без охолодження насіння, так і з його охолодженням отримано в середньопізнього сорту українського походження Морозко, найнижчі – в середньопізнього сорту американського походження Кейв-ін-рок (67-74 %). Схожість насіння раннього сорту Фаресбург та пізнього Аламо були на рівні 74-79 %. Виявлено, що між енергією проростання і схожістю до стратифікації і після її проведення є тісна кореляція, коефіцієнт кореляції становить, відповідно – 0,99 та 0,93.

Тобто, енергія проростання і схожість насіння достовірно підвищилися усіх сортів після стратифікації і цей захід передпосівної підготовки насіння більше впливав на енергію проростання (рис.6.30).

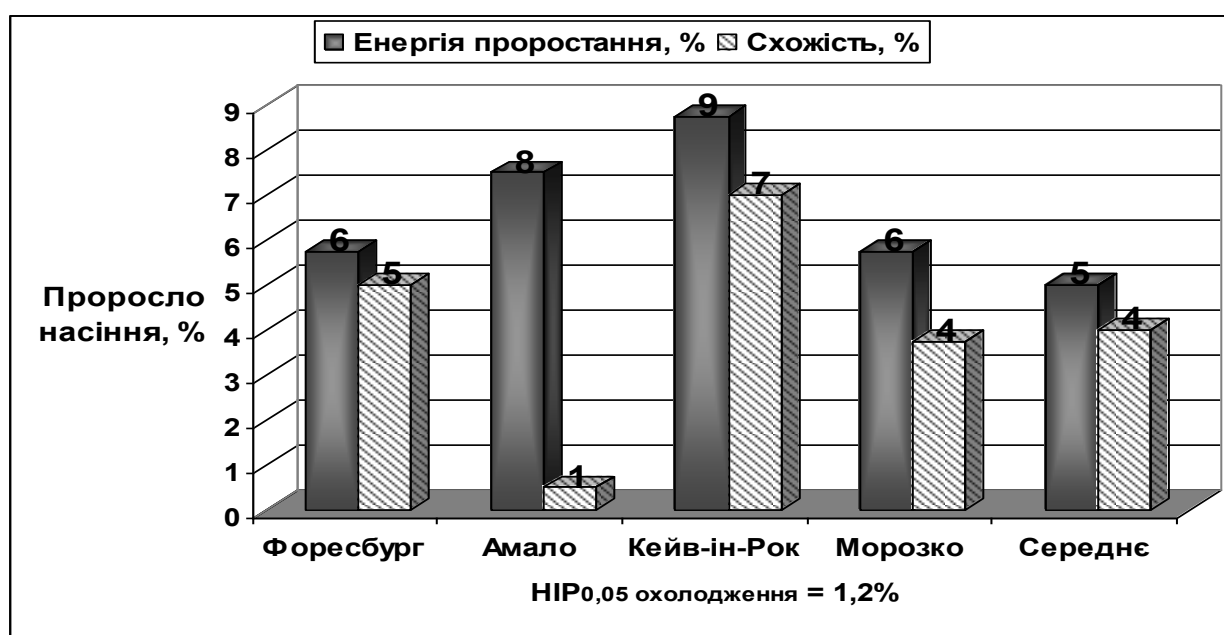
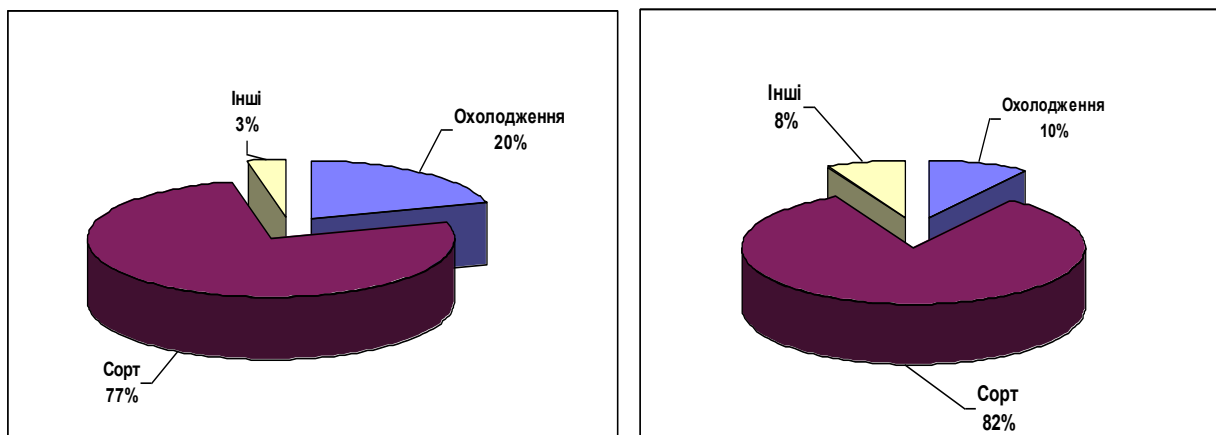


Рис. 6.30. Приріст енергії проростання і схожості залежно від стратифікації і сортових особливостей.

Найбільший приріст енергії проростання отримано за стратифікації насіння сортів Кейв-ін-рок (9 %) та Аламо (8 %), приріст енергії проростання сортів Фаресбург та Морозко був однаковим і становив 6 %. Схожість насіння також достовірно підвищувалася усіх сортів але приріст цього показника був меншим, а в сорту Аламо він становив лише 1 %.

Аналіз факторів, які впливали на якість насіння показав, що вплив стратифікації на енергію проростання становив 20 %, а на схожість 10 % (рис.6.31). Найбільше впливали на якість насіння сортові особливості: на енергію проростання він становив 77 %, на схожість – 82 %.



а). на енергію проростання

б). на схожість

Рис. 6.31. Частка впливу факторів на якість насіння

Отже, попереднє охолодження насіння у вологому ложі за пониженої температури 10 °С упродовж 14 діб і подальше його пророщування за постійної температури 20 °С забезпечило зниження стану спокою насіння і підвищення інтенсивності його проростання на 10-у добу з 15 до 61 %.

Доведено, що стратифікація насіння забезпечувала достовірне підвищення його якості і цей захід передпосівної підготовки насіння більше впливав на енергію проростання, ніж на схожість, частка впливу становила 20 %. Але, цей метод зниження стану спокою не можливо застосувати у виробничих умовах, оскільки вологе насіння не можливо висіяти механічним способом і його необхідно підсушувати до сипучого стану, а за даними Shen ZX, Parrish DJ, Wolf DD, Welbaum DE [161] ефект зниження стану спокою обмежений і підтримується лише, коли насіння залишається вологим. Якщо насіння висушено повністю для механічного висіву попередньо охоложене насіння повертається до стану спокою.

6.3. Особливості визначення лабораторної схожості насіння проса прутіподібного

Насіння проса прутоподібного (свічграсу) характеризується високим станом спокою. Схожість його може бути лише 5 %, а в польових умовах воно зовсім не проростає. Підвищення інтенсивності проростання насіння свічграсу можливе механічними способами – проведенням скарифікації [156], сортуванням за аеродинамічними властивостями та питомою масою.

Якщо на насінні є речовини інгібруючі його проростання, або насіння з твердою оболонкою, то його замочують. Для порушення стану спокою насіння овочевих і квіткових культур та свіжозібране насіння пшениці озимої попереднє охолоджують за температури 5–10 °С, насіння тропічних та субтропічних культур – попереднє прогрівають [152]. Стан спокою насіння деяких видів, яке не проростає зразу після збирання, долають його прогріванням упродовж 1-7 діб за температури 30-35 °С [179]. Існують і інші способи порушення стану спокою насіння.

Характерною особливістю насіння проса прутоподібного є великий біологічний стан спокою, що призводить до отримання нерівномірних, зріджених сходів в польових умовах і, відповідно – до зниження продуктивності культури. Низька схожість насіння, яка зумовлена великим станом спокою є одним з головних стримуючих факторів широкого впровадження проса прутоподібного у виробництво. Враховуючи цю біологічну особливість насіння чинні методи визначення його схожості не можуть бути використані для оцінки інтенсивності проростання насіння проса прутоподібного, оскільки не забезпечать отримання об'єктивних показників з його якості. Тому, виникла необхідність в розробці способу визначення схожості насіння, який забезпечував би зниження біологічного стану його спокою і, відповідно – підвищення інтенсивності проростання.

Стан спокою можна порушити різними способами, але більшість з них ґрунтується на створенні стресових умов в період проростання насіння або ж до початку його проростання. Одним з таких чинників є температурний режим в період пророщування насіння, що було нами використано для розробки способу визначення його схожості. Раніше проведеними

дослідженнями виявлено, що температура пророщування мала значний вплив на зниження стану спокою насіння проса прутоподібного, що забезпечило підвищення інтенсивності його проростання. Так, навіть охолодження насіння упродовж чотирьох діб забезпечило підвищення інтенсивності його проростання на сьому добу після сівби на 15 % ($HP_{0,05} = 4,1 \%$), а на 15 добу – на 19% ($HP_{0,05} = 5,5 \%$), порівняно з контролем. Найвищі показники схожості отримані за охолодження насіння упродовж 14 діб [239].

За результатами цих досліджень в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків був розроблений спосіб визначення схожості насіння проса прутоподібного (свічграсу) [240,241], яким передбачалося охолодження насіння (температурний стрес) проса прутоподібного проводити упродовж 14 діб, а підрахунок схожості – на 20 добу, що значно збільшувало термін визначення схожості та його вартості. Тому виникла потреба додаткових дослідження з охолодженням насінням проса прутоподібного (свічграсу) упродовж 7 та 14 діб з метою скорочення терміну визначення схожості – удосконалення існуючого способу без зниження якості аналізу.

З'ясовано, що охолодження насіння проса прутоподібного за температури 10 С упродовж 7 діб в середньому за три роки не призводило до зниження енергії проростання та схожості порівняно з його охолодженням упродовж 14 діб, ці показники були майже однаковими (рис. 6.32).

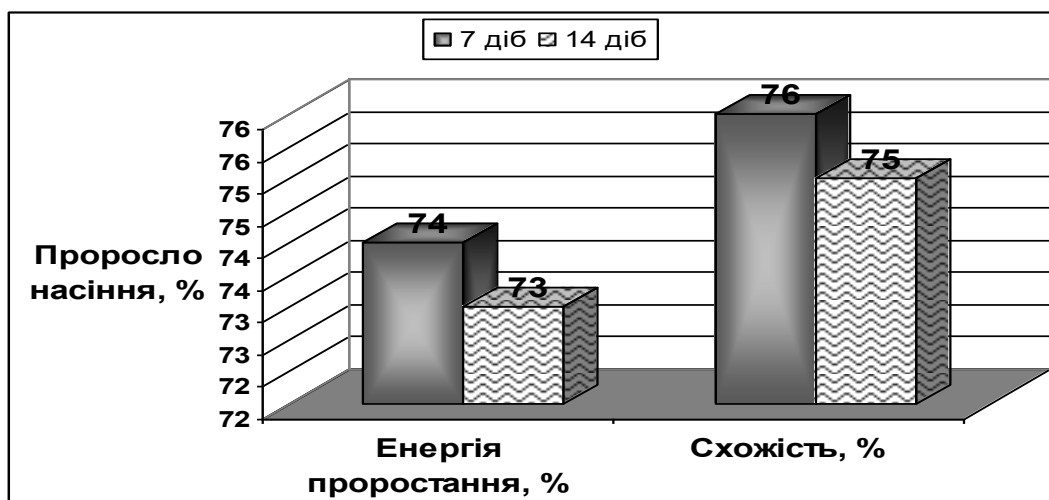


Рис. 6.32. Якість насіння залежно від терміну його охолодження (середнє за 2018-2020 рр.)

Не спостерігалось значних відхилень зі схожості насіння і за роками досліджень (табл. 6.9).

Таблиця 6.9.

Якість насіння проса прутоподібного залежно від терміну його охолодження (середнє за 2018-2020 рр.)

Рік досліджень	Варіант – термін охолодження, діб	Енергія проростання, %	Схожість, %
2018	7	76	77
	14	75	77
НІР _{0,05}		3	2,6
2019	7	69	71
	14	66	69
НІР _{0,05}		5,4	4,3
2020	7	77	79
	14	78	80
НІР _{0,05}		1,4	1,5

Згідно з методикою схожість насіння визначають під час пророщування в папері, розміщуючи його між двома смужками фільтрувального паперу. Для зволоження папір занурюють у дистильовану воду й дають стекти її надлишку (під час натискання пальцем водяна плівка навколо нього не повинна утворюватись). Зволожений папір вкладають у пластмасові ростильні не пізніше, ніж за 30 хвилин до сівби. Насіння розкладають на зволожений папір (дві смужки), і двома смужками паперу – його накривають. Краще розкладати насіння рядами, що полегшує підрахунок схожого насіння.

За удосконаленого способу визначення енергії проростання та схожості насіння, охолодження висіяного на вологий субстрат насіння витримують у охолоджувальному термостаті за температури повітря 10 °С протягом 7 діб. Період попереднього охолодження не входить у термін визначення схожості. Через 7 діб попереднього охолодження насіння поміщають у

нагрівальний термостат для його пророщування, яке проводять за постійної температури 20 ± 2 °С. Облік енергії проростання проводять на 10-ту добу, схожості – на 15-ту. День закладки насіння на пророщування і день обліку пророслого насіння вважають за одну добу.

Пророщування насіння за удосконаленим способом, коли попереднє охолодження проводять упродовж 7, а не 14 діб та підрахунок схожого насіння проводять на 15 добу, а не на 20 добу, забезпечило скорочення терміну визначення схожості на 13 діб без зниження якості аналізу. Розроблений спосіб (захищено патентом № 143580 «Спосіб визначення лабораторної схожості насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum L.*)»).

Виробнича перевірка, розробленого способу, проведена в акредитованій контрольно-вимірвальній лабораторії органу сертифікації ТОВ «АГРОСЕРТ» (м. Київ) в квітні 2021 р. підтвердила отримані результати в лабораторних умовах Інституту. За попереднього охолодження насіння упродовж 7 діб енергія проростання і лабораторна схожість його були такими ж як і за охолодження упродовж 14 діб і становили, відповідно – 70% та 72%.

Висновки до розділу 6

1. Схожість насіння проса прутоподібного залежала як від строків збирання, так і від післязбирального дозрівання його на скошених рослинах. Збирання насіння за 100 % побурінні волоті забезпечило істотне підвищення енергія проростання – на 6%, схожість – на 9% і маса 1000 насінин – на 0,08-0,25 г, порівняно з збирання за 50 % побуріння волоті. За дозрівання насіння на скошених рослинах енергія проростання збільшилася – на 8%, схожість – на 7%.

2. Урожайність насіння проса прутоподібного з однієї рослини змінювалася залежно від строків його збирання, ширини міжряддя та застосування зрошення. Не виявлено закономірного зменшення урожайності насіння залежно від строків його збирання але спостерігалася тенденція її зменшення в окремих варіантах за збирання при 100% побуріння рослин порівняно з збирання при 50% їх побуріння. Найбільшу кількість насінин рослини формували за ширини міжрядь 60 см, що зумовлено більшою

площею живлення рослин і, відповідно кращим забезпеченням їх поживними речовинами та водою.

3. Підживлення рослин азотними добривами у фазу виходу в трубку переважно забезпечувало збільшення урожайності насіння з однієї рослини як в богарних умовах, так і за зрошення.

4. Скарифікація насіння проса прутоподібного забезпечує достовірне підвищення його енергії проростання та схожості насіння порівняно з контролем. У середньому з п'ятнадцяти дослідів енергія проростання та схожість збільшилися на 7 % порівняно з контролем – без застосування цього способу підвищення якості насіння.

5. За скарифікації окремих партій насіння обох сортів проса прутоподібного енергія проростання і схожість достовірно підвищувалися, а окремих, навіть зменшувалися. Скарифікація насіння забезпечує достовірне підвищення його якості або її зниження за значного збільшення відсотку видалення оболонки насіння, що призводить до його пошкодження. Цей спосіб можливий для впровадження у виробництво.

6. З'ясовано, що за стратифікації насіння проса прутоподібного найвищу енергію проростання та схожість отримали за вологості ложа, яке створювали додаванням 30 мл. води на одну ростильню, відповідно – 25 та 26 %. Як недостатнє (менше 30 мл/ростильню) та надмірне (більше 30 мл/ростильню) зволоження ложа за пророщування насіння проса прутоподібного, так і його сортові особливості достовірно впливали на інтенсивність проростання насіння.

7. Встановлено, що температура пророщування насіння проса прутоподібного мала значний вплив на зниження його стану спокою, що забезпечило підвищення інтенсивності його проростання. Навіть охолодження насіння у вологому ложе за пониженої температури 10 °С упродовж 14 діб і подальше його пророщування за постійної температури 20 °С забезпечило упродовж чотирьох діб підвищення інтенсивності його проростання на сьому добу після сівби на 15 %, а на 15 добу – на 19%,

порівняно з контролем.

8. За визначення енергії проростання та схожості проса прутоподібного не виявлено достовірної різниці з кількості пророслого насіння за охолодження його упродовж 7 діб та пророщування за температури 20 °С, порівняно з контролем – охолодження упродовж 14 діб. Тому, удосконалений метод, передбачає за пророщування насіння, попереднє охолодження проводять упродовж 7, а не 14 діб та підрахунок схожого насіння проводять на 15, а не на 20 добу, що забезпечить скорочення терміну визначення схожості на 13 діб без зниження якості аналізу. Розроблений спосіб захищено патентом № 143580 «Спосіб визначення лабораторної схожості насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.)».

За результатами розділу опубліковано 15 праць

1. Доронін В. А., Кравченко Ю. А., Дрига В. В., Доронін В. В., Карпук Л. М. Особливості визначення лабораторної схожості насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.). *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2019. № 2. С.12–16.

2. Патент на корисну модель № 143580 Україна, МПК (2020.01) A01C 1/00 Спосіб визначення лабораторної схожості насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.). Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Дрига В.В., Доронін В.В., Мандровська С.М., Гончарук Г.С. № заявки и 2019 11270. Опубл. 10.08.2020.бюл. № 15.

3. Дрига В.В. Біологічний стан спокою насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) та способи його зниження. *Зб. наук. праць Уманського національного університету садівництва*. 2020. Вип. 96. Частина 1. Сільськогосподарські та технічні науки. С.193–205.

4. Дрига В.В. Спосіб зниження стану спокою насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) *Основні, малопоширені і нетрадиційні види рослин – від вивчення до освоєння (сільськогосподарські і біологічні науки)*. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (у

рамках V наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2020), 12 березня 2020 р. с. Крути, Чернігівська обл.). Крути. 2020. том 2. С. 38–43.

5. Дрига В.В. Якість насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від стану його дозрівання. Матеріали ІХ Міжнародної наукової конференції (Парієві читання), 19 березня 2020 р. Умань. Уманський НУС. 2020. С51–54.

6. Дрига В.В., Кравченко Ю.А., Доронін В.А. Якість насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від строку його зберігання. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Іноваційні технології в агрономії, землеустрої, в лісовому та садово-парковому господарстві» (30 жовтня 2020 р.). Біла Церква. Білоцерківський НАУ. 2020. С. 13–15.

7. Дрига В.В. Один з способів підвищення схожості насіння свічграсу (*Panicum virgatum* L.). Матеріали VIII науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів.(24 квітня 2020). «Селекція, генетика та технологія вирощування сільськогосподарських культур». Центральне. Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла. 2020 р. С.35.

8. Дрига В.В. Особливості пророщування насіння проса прутоподібного. Матеріали міжнародної наукової інтернет-конференції присвяченої ювілейним датам від дня народження видатних вчених-рослиників: академіка АН УРСР Кулешова М.М., члена-коресподента АН УРСР Страхова Т.Д., професора Кучумува П.В. (17-18 червня 2020 р.). «Новітні технології в рослинництві: традиції та сучасність. Харків. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. 2020 р. С.79–81.

9. V.V. Dryha, V.A. Doronin, V.M. Sinchenko, Yu.A. Kravchenko, H.S. Honcharuk, N.S. Zatserkovna, L.M. Karpuk, V.P. Mykolaiko Influence of harvesting terms on the quality of switchgrass seeds. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2021, 11(3), 8-13, doi: 10.15421/2021_134. (Web of Science).

10. Dryha V. V. EFFECT OF BED HUMIDITY ON SEED GERMINATION WHEN GROWING SWITCH-GRASS (*PANICUM*

VIRGATUM L.). The st International scientific and practical conference —Results of modern scientific research and development (April 4-6, 2021) Barca Academy Publishing, Madrid, Spain. 2021. P.12-13.

11. Volodymyr Doronin, Valentyn Polishchuk, Victoriya Dryga, Julia Kravchenko, Viktor Sinchenko, Olesya Zinchenko, Lesia Karpuk, Mykolaiko Valeriy Technology of Preparation of Seeds of Rod-Shaped Millet (*Panicum virgatum* L.). *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*. Association of Cell Biology Romania. Wageningen University & Research. Romania. 2021. Vol. 25. Issue 4. Pages. 10656 – 10664

<http://annalsofrscb.ro/index.php/journal/article/view/3831> (Скопус).

12. Дрига В.В. Реакція насіння різних сортів проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) на зволоження ложа для пророщування. Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів, (23 квітня 2021). «Селекція, генетика та технологія вирощування сільськогосподарських культур». Центральне. Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла. 2021 р. С.46.

13. Дрига В.В. Стратифікація, як спосіб підвищення схожості насіння проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM* L.). *Біоенергетика*. 2021. №1(17). С. 16–18.

14. Дрига В.В. Вплив вологості ложе для пророщування насіння проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM* L.) на його схожість. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Агрономія і біологія». 2021. Вип. 1(43). С. 19-25.

15. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Дрига В.В., Доронін В.В., Гончарук Г.С. Визначення якості насіння проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM* L.). *Зб. наук. праць ІБКіЦБ, К.* 2021. вип. 29. С. 113–118.

16. Дрига В.В., Доронін В.А., Гончарук Г.С. Спосіб збирання насіння проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM* L.). *Зб. наук. праць Білоцерківського НАУ Агробіологія*. 2023. Вип. 2. С. 28–33. doi: 10.33245/2310-9270-2023-183-2-28-33

РОЗДІЛ 7

НАУКОВІ ОСНОВИ ПІДГОТОВКИ НАСІННЯ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО

Якість насіння формується не лише зі створенням нових сортів та умов його вирощуванням, але й в процесі передпосівної обробки, яка ґрунтується на видаленні домішок машинами, які працюють на основі різниці за фізико-механічними властивостями компонентів вороху [242]. Технологія передпосівної підготовки насіння більшості сільськогосподарських культур включає цілу низку технологічних операцій, а саме: очистку, шліфування, калібрування, сортування за аеродинамічними властивостями та питомою масою, обробку захисно-стимулюючими речовинами, інкрустацію й дражування [243]. Найчастіше для сортування використовують такі властивості, як розміри, форма, питома маса, особливості поверхні, аеродинамічні властивості (критична швидкість) тощо [244].

Просо прутоподібне має відносно малі розміри насіння з тривалим станом спокою тому для вирішення цієї проблеми доцільно дослідити та теоретично обґрунтувати технологічні заходи його передпосівної підготовки, які забезпечать зниження стану біологічного спокою насіння та підвищення інтенсивності його проростання. До таких технологічних прийомів можна віднести шліфування (скарифікація), очистку насіння від крупних та дрібних домішок, сортування за аеродинамічними властивостями, питомою масою та сукупністю цих ознак.

7.1. Фізичні та біологічні властивості насіння залежно від сортування за аеродинамічними властивостями

Ефективним способом підвищення схожості насіння є сортування за аеродинамічними властивостями. При такому сортуванні можна видалити біологічно неповноцінне насіння, покращити його посівні якості і виділити насіння з високими врожайними властивостями [245]. За очистки і сортування посівного матеріалу повітряним потоком (критичною швидкістю) за аеродинамічними властивостями відокремлення домішок від насіння

культури досягається без значних втрат повноцінного насіння [246]. Критична швидкість – це швидкість потоку повітря в метрах, за якої дане тіло лишається у підвішеному стані. Для насіння, що сортується вона визначається залежно від його абсолютної і питомої маси, які тісно пов'язані з біологічними особливостями насіння, схожістю, масою проростків і в кінцевому разі його продуктивністю. Відокремлюючи плоди повітряним потоком за різної швидкості, ми розділяємо їх на групи з різною господарською цінністю [247].

Технологічна схема підготовки насіння проса прутоподібного на відміну від технологій підготовки насіння інших сільськогосподарських культур простіша і включає менше технологічних операцій. Основним завданням передпосівної підготовки є очистка від усіх домішок та покращення його фізико-механічних (збільшення маси насіння) і біологічних властивостей (підвищення енергії проростання та схожості насіння).

У виробничих умовах першим етапом передпосівної підготовки насіння є первинна (груба) очистка, яку проводять на повітряно-решітних машинах або інших очисних машинах (рис. 7.1), де видаляються всі великі і дрібні домішки, пил та занадто дрібне і дуже легке насіння.



а). вібросепаратор



б). повітряно-решітна машина

Рис. 7.1. Машина для первинної очистки насіння

Наступним етапом підготовки насіння є сортування за аеродинамічними властивостями з метою підвищення його схожості (рис. 7.2).



Рис. 7.2. Аспіраційна колонка для сортування насіння за аеродинамічними властивостями

Швидкість повітря в аспіраційному каналі колонки встановлювали на основі кількості насіння, яке направлялося у відходи. Ці дві технологічні операції підготовки насіння до сівби можливі в кожному насінницькому господарстві, де є сортувальні машини, які обладнані аспіраційним каналом.

У лабораторній умові сортування насіння проса прутіподібного проводили з використанням лабораторної аспіраційної колонки фірми «Петкус» (рис. 7.3), принцип роботи, якої такий же як і в промислових машинах.



Рис. 7.3. Лабораторна аспіраційна колонка для сортування насіння за аеродинамічними властивостями

З метою з'ясування ефективності сортування насіння проса прутоподібного за аеродинамічними властивостями були проведені дослідження схемою яких передбачено його сортування за різної швидкості повітря в аспіраційному каналі від 5,6 до 8,82 м/сек.

Раніше проведеними дослідженням з'ясовано, що найвища інтенсивність проростання насіння була за його сортування при швидкості повітря в аспіраційному каналі 7 м/сек., яка становила від 21-35% на контролі до 27-45% після сортування. При цьому маса 1000 насінин збільшилася з 1,32 г (в контролі) до 1,62 г. Тобто в процесі сортування було видалене дрібне і легке насіння, що забезпечило підвищення маси 1000 насінин.

Насіння урожаю 2020 р. зібране за 100% ступеню дозрівання сорту Морозко було крупнішим, його маса 1000 насінин в контролі – до сортування становила 1,65 г, що може свідчити про вищі показники якості – енергію проростання та схожість цього насіння, тому було передбачено його сортування за тією ж схемою досліду, що і в попередніх дослідах і за менших втрат насіння у відходах досягнути вищих показників енергії проростання, схожості та маси 1000 насінин.

З'ясовано, що за швидкості повітря в каналі аспіраційної колонки 2,5 м/сек. забезпечило достовірне підвищення якості насіння порівняно з контролем – без сортування, але за збільшення швидкості повітря до 5,2 м/сек. не отримано достовірного підвищення якості насіння порівняно з швидкістю 2,5 м/сек., а спостерігалася лише тенденція їх збільшення. Маса 1000 насінин була в межах від 1,48 (за швидкості повітря в каналі колонки 2,8 м/сек.) до 1.68 г - за швидкості повітря 5,2 м/сек., водночас, як за швидкості повітря 2,5 м/сек. вона була істотно вищою, ніж за інших режимів сортування і становила 1,78 г (табл. 7.1).

За цього режиму сортування вихід насіння були найменшим і становили 94,27%. Енергія проростання та схожість насіння достовірно збільшувалися за всіх режимів сортування, порівняно з контролем, за винятком режиму зі швидкістю повітря в аспіраційному каналі 2,5 м/сек.

Таблиця 7.1.

Ефективність сортування насіння проса прутоподібного за аеродинамічними властивостями (середнє з 5 дослідів, 2020 р.)

Варіант – швидкість повітря в аспіраційному каналі, м/сек.	Вихід насіння, %	Маса 1000 насінин, г	*)Енергія проростання, %	*)Схожість, %
Контроль – без сортування	-	1,65	12	14
2,5	96,85	1,78	16	16
2,8	96,47	1,48	21	24
3,4	95,23	1,65	12	16
4,0	94,53	1,58	19	20
5,2	94,27	1,68	19	20
НІР _{0,05}		0,10	4,5	3,9

*) якість насіння визначали без попереднього охолодження

Маса 1000 насінин, яке потрапляло у відходи закономірно підвищувалася зі збільшенням швидкості повітря в аспіраційному каналі з 0,15 г (швидкість повітря 2,50 м/сек.) до 0,40 г (швидкість повітря 5,2 м/сек.), а енергія проростання та схожість насіння були на рівні 0-1% (табл. 7.2).

Таблиця 7.2.

Якість насіння проса прутоподібного, що потрапило у відходи (середнє з 5 дослідів, 2020 р.)

Варіант – швидкість повітря в аспіраційному каналі, м/сек.	Відхід насіння, %	Маса 1000 насінин, г	*)Енергія проростання, %	*)Схожість, %
2,5	1,51	0,15	0	0
2,8	1,67	0,18	1	1
3,4	2,27	0,25	0	0
4,0	2,63	0,28	0	0
5,2	5,73	0,40	0	0

Нажаль ці режими сортування не забезпечили очікуваних результатів з підвищення якості насіння тому в 2021 р. були проведені дослідження з цим же насінням за режимів сортування з значним збільшення швидкості повітря в аспіраційному каналі – від 5,6 до 8,82 м/сек.

Установлено, що за сортування насіння проса прутоподібного за аеродинамічними властивостями з швидкістю повітря в аспіраційному каналі від 5,60 до 7,49 м/сек. енергія проростання та схожість насіння істотно не збільшилася і була в межах, відповідно – від 39 до 44% та 40 до 46 % (табл. 7.3).

Таблиця 7.3.

Ефективність сортування насіння проса прутоподібного за аеродинамічними властивостями (середнє по сортах з 5 дослідів, 2021 р.)

Варіант – швидкість повітря в аспіраційному каналі, м/сек.	Маса 1000 насінин, г	Енергія проростання, %	Схожість, %
Контроль – без сортування	1,65	43	43
5,6	1,75	44	45
7,1	1,65	39	40
7,49	1,58	44	46
7,87	1,78	58	59
8,82	1,78	55	55
НІР _{0,05}	0,2	8,3	8,7

Збільшення швидкості повітря до 7,87 м/сек. забезпечило істотного підвищення енергії проростання та схожості насіння порівняно з контролем та сортуванням насіння з швидкістю повітря 5,6 м/сек. та 7,49 м/сек., а втрати насіння у відхід збільшилися на 28,0 % (рис.6,24). Маса 1000 насінин очищеного насіння залежно від режимів його сортування достовірно не змінювалася.

Збільшення швидкості повітря в аспіраційній колонці до 8,82 м/сек. не забезпечило достовірного підвищення схожості порівняно з сортуванням зі швидкістю 7,87 м/сек. але порівняно з контролем вона достовірно вищою. Вихід очищеного насіння за цього режиму сортування зменшився в 1,7 рази,

порівняно з сортуванням з швидкістю повітря 7,87 м/сек. (рис.7.4).

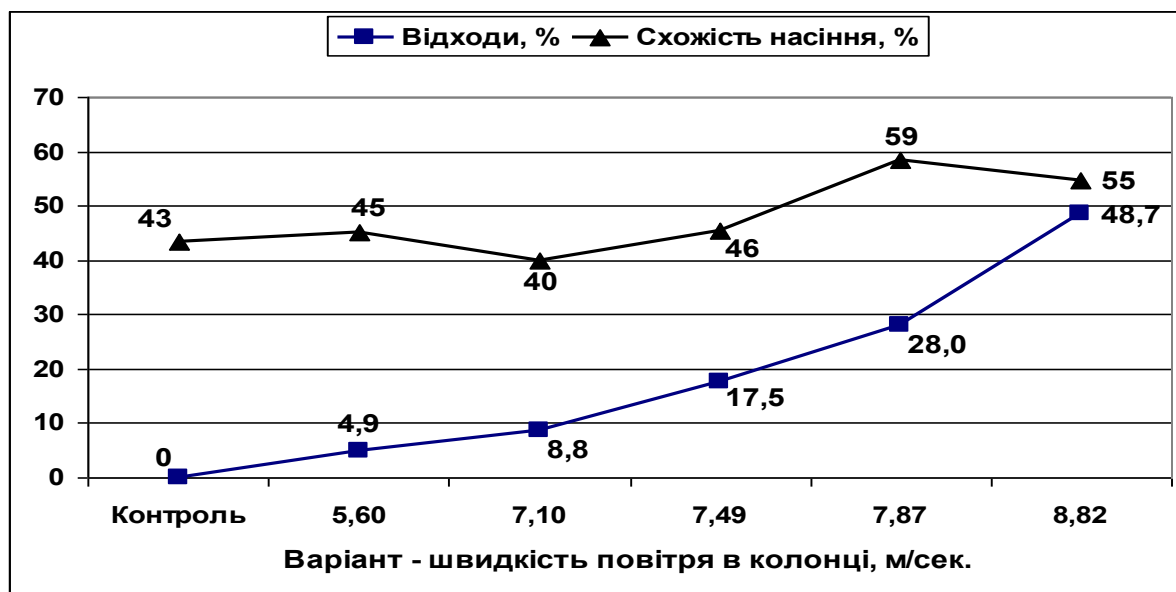


Рис. 7.4. Вихід насіння та його схожість при сортуванні за аеродинамічними властивостями (середнє по сортах з 5 дослідів, 2021 р.)

Оптимальним режимом сортування насіння за аеродинамічними властивостями є такий за якого у відхід потрапляє до 30% насіння, що забезпечує істотне підвищення схожості очищеного насіння. Сортування насіння свічграсу за режимів коли у відхід потрапляє більше 30% насіння є недоцільним і призводить лише до невиправданих втрат.

Підвищення схожості насіння проса прутоподібного та його маси 1000 насінин зумовлено відбором легкого і з нижчою схожістю насіння про що свідчить якість відходу насіння. Зі збільшенням швидкості повітря в аспіраційному каналі достовірно підвищувалися енергія проростання, схожість та маса 1000 штук насіння, що потрапляло в відхід (табл. 7.4).

Між швидкістю повітря в аспіраційному каналі та кількістю очищеного насіння встановлено обернену тісну кореляцію. Коефіцієнт кореляції становить – 0,90, а між швидкістю повітря в аспіраційному каналі колонки та кількістю насіння, яке потрапляє у відхід – тісний прямий зв'язок, коефіцієнт кореляції становить 0,80.

Необхідно зазначити, що за збільшення маси 1000 насінин збільшувалася і схожість насіння.

Таблиця 7.4.

**Якість насіння проса прутоподібного, що потрапило у відхід при
сортювання за аеродинамічними властивостями
(середнє по сортах з 5 дослідів, 2021 р.)**

Варіант – швидкість повітря в аспіраційному каналі, м/сек.	Маса 1000 насінин, г	*)Енергія проростання, %	*)Схожість, %
5,6	0,50	4	4
7,1	0,83	14	16
7,49	1,08	27	28
7,87	1,25	33	33
8,82	1,50	42	42
НІР _{0,05}	0,2	8,4	8,7

*) якість насіння визначали без попереднього охолодження

Найвищу схожість – 59 %, мало насіння маса 1000 штук, якого була найвища і становила 1,78 г. Ці результати гармонізують з дослідженнями Aiken G. E., Springer T. L. [202], які вказували, що крупніше насіння свічграсу за масою 1000 насінин, здатне до більш швидкого проростання.

Важливим було в'яснити яким може бути вихід насіння проса прутоподібного залежно від сортових особливостей та місця розміщення насіння на рослинах. Сортювання проводили за швидкості повітря в аспіраційному каналі колонки 5,2 м/сек. З'ясовано, що істотної різниці з виходу насіння після сортювання залежно від розміщення насіння на рослині не було. У середньому по двох сортах вихід насіння з волоті першого ярусу (волоті, які найбільш розвинуті та вищі інших) становив 91,9 %, другого ярусу (волоті, які менш розвинуті і менші за висотою) – 90,9 %, істотної різниці не було залежно від місця формування насіння. Насіння сорту Кейв-ін-рок було більш технологічним як з волоті першого ярусу, так і з волоті другого ярусу, що забезпечило достовірно більший його вихід за одного і того ж режиму сортювання, як і сорту Санбурст (табл. 7.5).

Таблиця 7.5.

Вихід насіння (%) залежно від сортових особливостей та розміщення насіння на рослинах (середнє з 10 дослідів, 2019-2020 рр.)

Сорт	Насіння зібране з волотей	
	першого ярусу	другого ярусу
Санбурст	90,7	89,9
Кейв-ін-Рок	93,1	91,8
Середнє	91,9	90,9
НІР _{0,05} заг.	8,5	
НІР _{0,05} СОРТ	3,2	
НіР _{0,05} ярус	3,7	

За такого режиму сортування насіння у відхід було направлено 8,1 % насіння зібраного з волоті першого ярусу і 9,1 % - насіння з волоті другого ярусу. Навіть за незначного відходу енергія проростання і схожість насіння після сортування достовірно збільшилися.

Сортування насіння за аеродинамічними властивостями, яке було зібране в 2018 р. з насінників різних років вегетації підтвердило високу ефективність цього технологічного заходу, енергія проростання та схожість достовірно підвищилися (табл. 7.6).

Таблиця 7.6.

Якість насіння залежно від його сортування за аеродинамічними властивостями (середнє за 2018-2020 рр.)

Рік вегетації	Енергія проростання, %		Схожість, %	
	до сортування	після сортування	до сортування	після сортування
Перший рік вегетації	1	36	1	37
Другий рік вегетації	1	73	1	73
Третій рік вегетації	2	57	3	59
П'ятий рік вегетації	4	77	4	77
НІР _{0,05}	2	10,5	2	9,7

Сортування насіння всіх років вегетації рослин проводили за одного і того ж режиму – за швидкості повітря в аспіраційному каналі 5,2 м/сек. Енергія проростання підвищилася від 1-4 % до 36-77 %, схожість, відповідно – від 1-4 % до 37-77 %. Значно збільшилася маса 1000 насінин (рис. 7.5).



Рис. 7.5. Маса 1000 насінин залежно від його сортування (середнє за 2018-2020 рр.)

Підвищення якості насіння зумовлено видаленням дуже легкого насіння, про що свідчить збільшення маси 1000 насінин.

Сортування насіння за аеродинамічними властивостями насіння зібраного залежно від строків його дозрівання також забезпечило достовірне підвищення енергії проростання і схожості не залежно від строків його збирання (рис.7.6).



Рис. 7.6. Якість насіння залежно від його сортування (середнє 2018-2020 р.)

Найменше підвищення енергії проростання і схожості після сортування було в насіння, яке зібране за побуріння 50% оплодня: енергія проростання та схожість збільшилися на 5 % ($HP_{0,05}$ сортування = 1,6 та 1,7 %). Найбільшу ефективність отримано за сортування насіння, що зібране за 75 % побуріння оплодня, енергія проростання і схожість збільшилися на 13 %.

Отже, сортування насіння проса прутоподібного різних років вегетації, зібраного з волотей різних ярусів та строків дозрівання забезпечувало достовірне підвищення його енергії проростання та схожості і його можна впроваджувати у виробництво але він остаточно не вирішує проблеми зниження біологічного спокою насіння. Цей спосіб підготовки насіння до сівби можливий в кожному насінницькому господарстві, де є повітряно-решітні машини, які обладнані аспіраційним каналом.

7.2. Сортування насіння за питомою масою

Найефективнішим способом підвищення схожості насіння є сортування за питомою масою. У лабораторних умовах дослідження проводили з використанням лабораторного пневматичного сортувального стола фірми «Веструб» (рис. 7.7) у виробничих умовах цей захід проводять на гравітаційних пневматичних сортувальних столах типу фірми „Хайд”, Веструб, Петкус та інші (рис. 7.8).



Рис. 7.7. Лабораторний пневматичний сортувальний стіл



Рис. 7.8. Пневматичні сортувальні столи для сортування насіння за питомою масою у виробничих умовах

Схемою досліду з сортування насіння проса прутоподібного за питомою масою передбачено сортування за різних режимів, а саме: зміни поздовжнього та поперечного кутів нахилу робочої (ситової) поверхні пневматичного сортувального стола, частоти коливання робочої поверхні та швидкості подачі повітря.

Сортування насіння за питомою масою сприяє покращенню продуктивних властивостей сортів. Сортуючи насіння за питомою масою, можна видаляти біологічно неповноцінне насіння, що має велике значення для господарств. Спостереження за насінням всіх культур, що мало високу питому масу показало, що таке насіння дає життєздатніші й продуктивніші рослини, ніж насіння легке, з низькою питомою масою [220].

Сортування насіння за питомою масою забезпечує одержання насіння з максимальною можливою схожістю, видаляючи при цьому не лише пусте насіння, а і легке, виповнене з пониженими енергією проростання і продуктивними властивостями.

Якість сортування насіння за питомою масою на пневмостолі залежить від його режиму роботи – поздовжнього і поперечного кутів нахилу робочої поверхні, швидкості повітря, частоти коливання робочої поверхні та

кількості насіння, яке подається на сортування, а також від терміну перебування насіння на робочій поверхні пневмостола.

Численними дослідженнями з ефективності сортування насіння проса прутоподібного за питомою масою виявлено, що його доцільно проводити в два етапи: перший етап сортування за позовжнього кута нахилу робочої поверхні $2,0^{\circ}$, поперечного $0,5^{\circ}$ і відбирають лише біля 60% насіння, підготовленого до сівби, а решта направляється в проміжну фракцію з подальшим повторним сортуванням. Насіння, яке потрапило в проміжну фракцію повторно сортують за позовжнього кута нахилу робочої поверхні стола $2,5^{\circ}$, поперечного $0,5^{\circ}$. За обох сортувань швидкість повітря має бути такою, яка забезпечувала б рівномірне покриття робочої поверхні пневмостола насінням, що впливає на якість його сортування. Сортування насіння за обох режимів проводять при зміні частоти коливання робочої поверхні пневматичного сортувального столу від 425 до 440 коливань за хвилину залежно від рівномірності покриття поверхні робочого столу пневмостола, що забезпечує підвищення схожості насіння на 31-44 % порівняно з контролем – без сортування. Але такий режим сортування не є константною, його необхідно уточнити залежно від якості насіння, що направляється на сортування за питомою масою.

Найвищу схожість – 86-94 % отримано з обох позицій відбирання насіння за сортування його з частотою коливань робочої поверхні 440 коливань за хвилину (рис. 7.9), за позовжнього кута нахилу робочої поверхні пневмостола $2,5^{\circ}$, поперечного $0,5^{\circ}$ та такій подачі повітря, яка забезпечувала рівномірне покриття робочої поверхні стола насінням. За цього режиму сортування у відходи потрапляло насіння, схожість якого була найнижча і становила біля 28 %. За інших режимів сортування у відходи потрапляло насіння зі схожістю 70-73 %, що свідчить про неякісне сортування. За всіх режимів сортування вихід насіння, підготовленого до сівби був в межах від 57,5 до 61,5 %. Маса 1000 шт. за всіх режимів

сортування була вищою, ніж на контролі, але закономірного її підвищення чи зменшення не було.

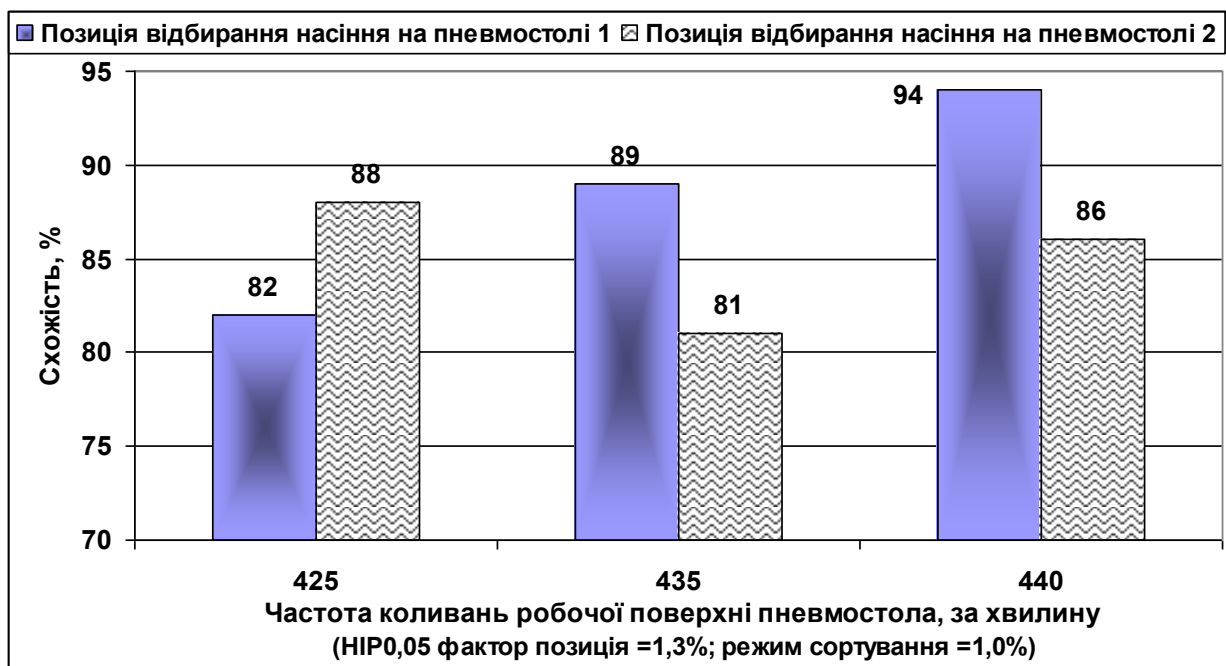


Рис. 7.9. Схожість насіння проса прутоподібного сорту Морозко залежно від режимів сортування за питомою масою

Але такий режим сортування не є константною, його необхідно уточнити залежно від якості насіння, що направляється на сортування за питомою масою. Для оцінки ефективності сортування за питомою масою насіння для аналізу з пневмостола відбирали за схемою, яка зображена на рис. 7.10.



Схема відбирання насіння на пневмостолі

Рис. 7.10. Схема відбирання насіння на пневмостолі

Так, за сортування насіння сорту Морозко, 2020 р. урожаю за питомою масою в позиціях відбирання насіння 1 та 2 енергія проростання та схожість були найвищими 14-17 % та 19 %, вихід його – 55,8 % (табл. 7.7).

Таблиця 7.7.

Якість насіння сорту Морозко залежно від сортування його за питомою масою

Позиція відбирання насіння на пневмостолі	Енергія проростання, %	Схожість, %	Вихід насіння, %
1	17	19	21,6
2	14	19	34,2
3	8	13	9,0
4	8	17	21,6
5	5	10	13,7
HP _{0,05}	4,0	5,2	-

У позиціях 3-5 енергія проростання насіння була найнижчою 5-8%. Сортування насіння проводили за позовжнього кута нахилу робочої поверхні пневмостолу 1,5⁰, поперечний 0,5⁰, а частота коливання робочої поверхні 486 коливань за хвилину.

7.3. Сортування насіння за сукупністю ознак

Численними дослідженнями доведено, що сортування насіння різних сільськогосподарських культур в тому числі і проса прутоподібного (свічграсу) за аеродинамічними властивостями та питомою масою є ефективними прийомами підвищення його якості. Раніше проведеними дослідженнями встановлено високу ефективність сортування насіння цукрових буряків за сукупністю ознак – аеродинамічними властивостями та питомою масою [248]. Тому, нами були проведені аналогічні дослідження підвищення якості насіння проса прутоподібного з врахуваннями результатів попередніх досліджень з сортування насіння окремо за аеродинамічними властивостями та окремо за питомою масою.

На насінневих заводах у класичній технологічній схемі підготовки насіння після грубої і тонкої очистки насіння від домішок, його калібрування проводять сортування за аеродинамічними властивостями і кінцева операція – сортування за питомою масою, де воно розділяється на три фракції: підготовлене насіння (має найвищу схожість), проміжна фракція (насіння яке не встигло пройти сортування) і відхід. Проміжна фракція насіння направляється на повторне сортування за питомою масою. Враховуючи, що обсяги підготовки насіння проса прутоподібного не великі і в проміжну фракцію буде потрапляти мала кількість насіння, що не дасть можливості повторно його сортувати за питомою масою тому, що робоча поверхня пневмостола не буде рівномірно завантажена насінням, а в цьому випадку сортування насіння не буде проходити, ми провели дослідження змінивши технологічну схему: перше сортування провели на пневмостолі, а насіння з проміжної фракції направили на додаткове сортування за аеродинамічними властивостями.

Сортування насіння за питомою масою забезпечило вихід насіння 55,8% зі схожістю 20-22%, водночас як в проміжну фракцію потрапило 21,6% насіння зі схожістю 17% (табл. 7.8).

Таблиця 7.8.

Якість і вихід насіння проса прутоподібного за сортування його за питомою масою (середнє з сортів трьох дослідів, 2021 р.)

Позиція відбирання насіння на пневмостолі	Енергія проростання, %	Схожість, %	Вихід насіння, %
1	2	3	4
Контроль-до сортування	12	14	-
1 – найважче схоже насіння	19	22	21,6
2 – найважче схоже насіння	16	20	34,2
3 – менш схоже насіння	5	9	9,0

<i>Продовження табл. 7.8</i>			
1	2	3	4
4 – проміжна фракція	13	17	21,6
5 – відхід	9	11	13,7
НІР _{0,05}	4,0	5,2	

Сортування насіння за питомою масою забезпечило достовірне підвищення енергії проростання і схожості насіння з позицій відбирання насіння на пневмостолі 1 та 2, відповідно – на 4-7% та 6-8%, порівняно з контролем – без сортування. Насіння з позиції відбирання «3» і відхід мали найменшу схожість і такого насіння було 22,7% тому воно було направлене на повторне сортування за аеродинамічними властивостями.

Повторне сортування за аеродинамічними властивостями забезпечило значне підвищення енергії проростання і схожості насіння (табл. 7.9).

Енергія проростання та схожість насіння з позиції пневмостола «3» після сортування за аеродинамічними властивостями збільшилася, відповідно – на 12 та 13%, проміжної фракції – на 14-16%, а відходу – на 19-21% порівняно з цими показниками до сортування.

Таблиця 7.9.

Якість насіння проса прутоподібного за сортування його за аеродинамічними властивостями (середнє з трьох дослідів, 2021 р.)

Насіння з позиції пневмостола	Енергія проростання, %		Схожість, %	
	до сортування	після сортування	до сортування	після сортування
3 – менш схоже насіння	5	17	9	22
4 – проміжна фракція	13	27	17	33
5 – відхід	9	28	11	32
НІР _{0,05}	4,0	3,9	5,2	7,4

Підвищення енергії проростання та схожості насіння зумовлено видаленням легкого за масою насіння, про що свідчить маса 1000 насінини очищеного насіння та відходу. Маса 1000 насінин відходу була значно меншою, порівняно з очищеним насінням (рис. 7.11).

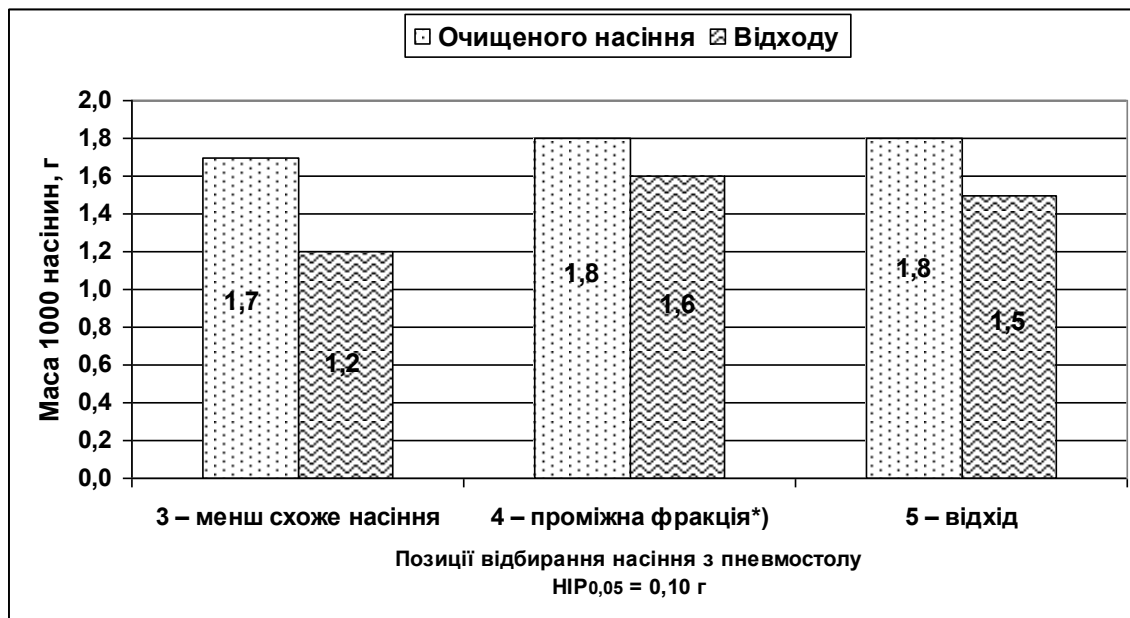


Рис. 7.11. Маса 1000 насінин очищеного насіння та відходу
(середнє з трьох дослідів, 2021 р.)

За сортування насіння з позиції пневмостола «3» маса 1000 насінин становила очищеного насіння 1,7 г, відходу 1,2 г (НІР_{0,05} = 0,10 г). Навіть з насіння, що потрапило у відхід пневмостола, після сортування за аеродинамічними властивостями отримано очищене насіння з масою 1000 насінин 1,8 г та схожістю 32%. Підвищення енергії проростання, схожості насіння проса прутоподібного та його маси 1000 насінин після сортування за аеродинамічними властивостями зумовлено відбором легкого і з нижчою схожістю насіння про, що свідчить якість відходу насіння (рис. 7.12) .

Енергія проростання і схожість насіння, що потрапило у відхід після сортування насіння за аеродинамічними властивостями з позиції пневмостола «3» становила лише 1-2%, проміжної фракції – 12-15%, а відходу – 21-22%.

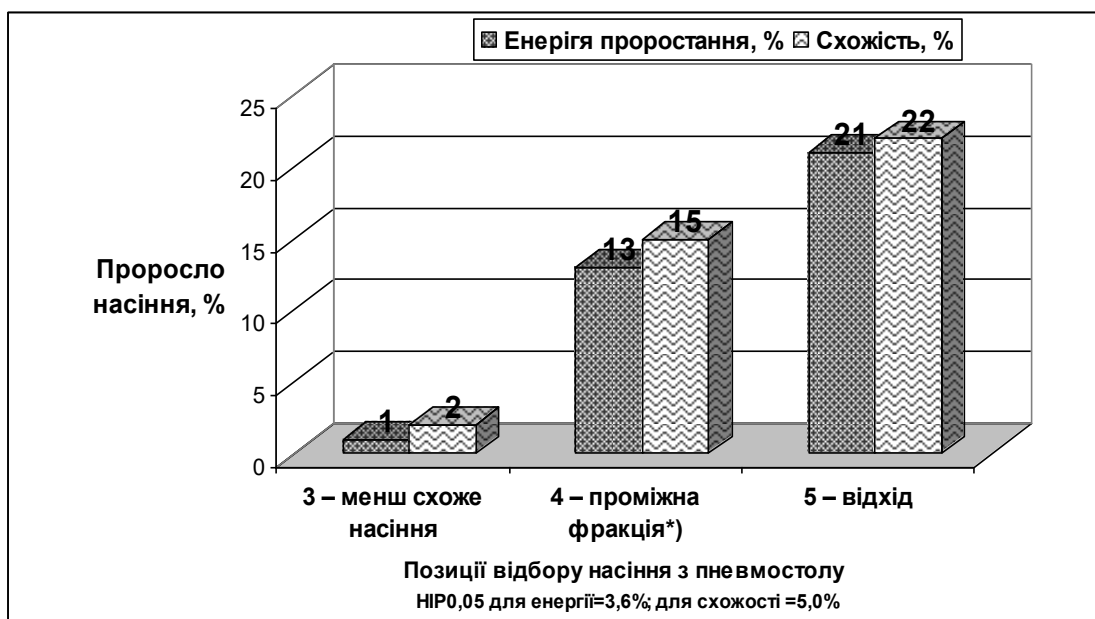


Рис.7.12. Якість насіння, що потрапило у відхід за сортування за аеродинамічними властивостями (середнє з трьох дослідів, 2021 р.)

Повторне сортування насіння з позицій пневмостола, яке мало низькі показники якості за аеродинамічними властивостями забезпечило не лише підвищення його якості, а і збільшення виходу більш схожого насіння (рис.7.13).

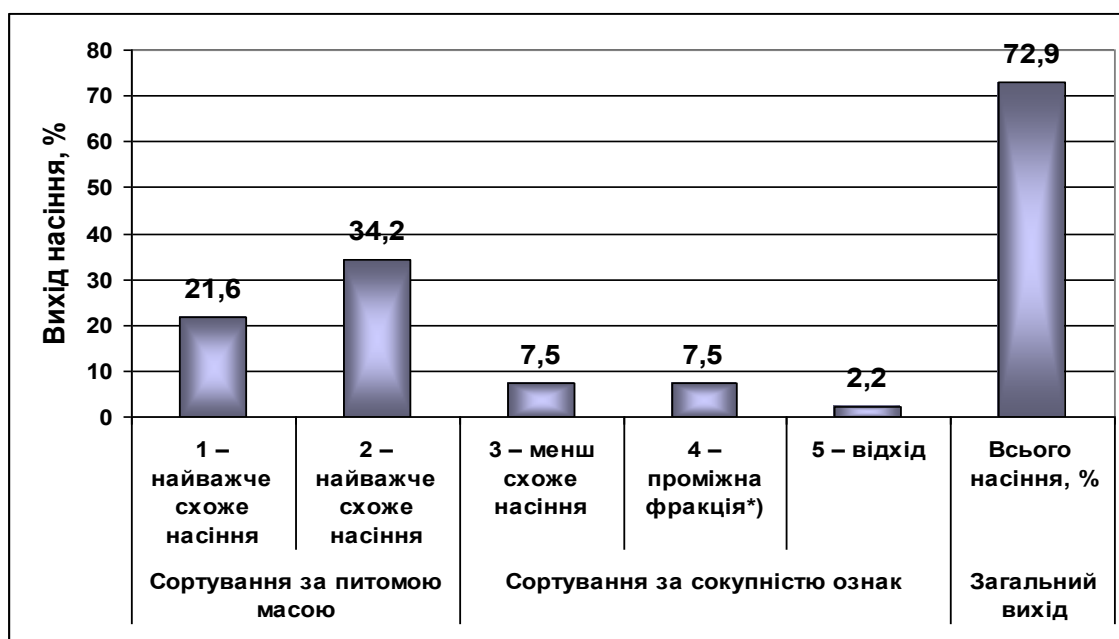


Рис.7.13. Вихід насіння при його сортуванні за сукупністю ознак – питомою масою та аеродинамічними властивостями (середнє з трьох дослідів, 2021 р.)

Так, за сортування насіння за питомою масою вихід схожого насіння становив 55,8%, а повторне сортування за аеродинамічними властивостями забезпечило додатково отримати ще 17,2% насіння і загальний вихід становив 72,9%, що не можливо досягнути за сортування лише за одною ознакою – за питомою масою або аеродинамічними властивостями. Тобто, сортування насіння за сукупністю ознак забезпечило не лише достовірне підвищення якості насіння, а і збільшення кількості схожого насіння.

Отже, найефективнішим способом підготовки насіння проса прутоподібного до сівби є його сортування за сукупністю ознак – питомою масою та аеродинамічними властивостями. За сортування на пневмостолі з відбиранням насіння з найвищою схожістю (з позицій 1-2), а насіння з нижчою схожістю (з позицій 3-5) повторно сортувати на аспіраційній колонці за аеродинамічними властивостями, що забезпечило зниження біологічного стану спокою насіння, достовірне підвищення його енергії проростання, схожості, маси 1000 насінин та виходу якісного насіння. Але цей захід не забезпечує повного вирішення зниження біологічного стану спокою насіння.

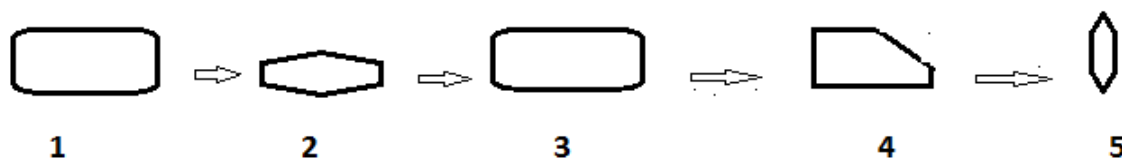
7.4. Технологічна схема підготовки насіння

На підставі результатів дослідження біологічних особливостей та фізико-механічних властивостей насіння проса прутоподібного, способів його підготовки розроблено технологічну схему підготовки насіння цієї культури.

На відміну від технологічних схем підготовки насіння інших сільськогосподарських культур, де спочатку проводять сепарацію за аеродинамічними властивостями, а потім – за питомою масою в технологічній схемі підготовки насіння проса прутоподібного, навпаки – спочатку сортування проводять за питомою масою, а насіння проміжної фракції та відходу, що сходять з пневмостолу, повторно сортують за аеродинамічними властивостями.

Технологічна схема підготовки насіння проса прутоподібного виробничих партій включає такі операції: очистка насіння від домішок –

скарифікація – очистка насіння від пилу та залишків оболонки – сортування за питомою масою – сортування за аеродинамічними властивостями (рис. 7.14).



1, 3 – повітряно-решітні машини; 2 – скарифікатор; 4 – пневматичний сортувальний стіл; 5 – аеродинамічна аспірацій на колонка.

Рис. 7.14. Технологічна схема підготовки насіння проса прутіподібного

Першим етапом підготовки насіння проса прутіподібного, так як і інших культур, є його очистка від дрібних, крупних домішок, пилу та занадто дрібного насіння на повітряно-решітній машині.

Наступним етапом є скарифікація насіння, що забезпечує достовірне підвищення його енергії проростання та схожості. Див. розділ 6.

Після очищення насіння від пилі та частинок оболонки насіння після скарифікації проводять його послідовне сортування за питомою масою на пневматичному сортувальному столі та за аеродинамічними властивостями на аспіраційній колонці з метою підвищення його якості.

Найефективнішим способом підвищення схожості насіння є сортування за аеродинамічними властивостями на аспіраційній колонці та питомою масою на пневматичному сортувальному столі тому в технологічній схемі підготовки насіння проса прутіподібного ці операції є обов'язковими. При такому сортуванні видаляється біологічно неповноцінне насіння, покращуються його посівні якості і виділяється насіння з високими врожайними властивостями.

Сортування насіння за сукупністю ознак – питомою масою та аеродинамічними властивостями є ефективнішим способом його підготовки. При сортуванні насіння за питомою масою на пневмостолі воно розділяється на три фракції: високої схожості, підготовлене до сівби; проміжна фракція,

яка направляється на повторне сортування та відходи.

За такої схеми підготовки насіння проса прутоподібного, яка включає його скарифікацію, сортування за сукупністю ознак – питомою масою та аеродинамічними властивостями є ефективною і забезпечує зниження біологічного стану спокою насіння і, відповідно – достовірне підвищення схожості підготовленого до сівби насіння на 7-21% та його виходу до 72,5%.

Висновки до розділу 7

1. Сортування насіння проса прутоподібного різних років вегетації, зібраного з волотей різних ярусів та строків дозрівання забезпечувало достовірне підвищення його енергії проростання та схожості. Цей спосіб підготовки насіння до сівби можливий в кожному насінницькому господарстві, де є повітряно-решітні машини, які обладнані аспіраційним каналом але він остаточно не вирішує проблеми зниження біологічного стану спокою насіння.

2. Оптимальним режимом сортування насіння проса прутоподібного за аеродинамічними властивостями є такий за якого у відхід потрапляє до 30% насіння, що забезпечує істотне підвищення схожості очищеного насіння. Сортування насіння свічграсу за режимів коли у відхід потрапляє більше 30% насіння є недоцільним і призводить лише до невиправданих втрат.

3. Сортування насіння за питомою масою доцільно проводити в два етапи. За першого основного сортування поздовжній кут нахилу робочої поверхні пневмостола має бути $2,0^{\circ}$, поперечний $0,5^{\circ}$, за повторного сортування – поздовжній $2,5^{\circ}$, поперечний $0,5^{\circ}$. За обох етапів сортування швидкість повітря, має бути такою, щоб забезпечити рівномірне покриття робочої поверхні пневмостола насінням. Частота коливання робочої поверхні пневмостола має бути в межах 425-486 коливань/хвилину.

4. Найефективнішим способом підготовки насіння проса прутоподібного до сівби є його сортування за сукупністю ознак – питомою масою та аеродинамічними властивостями, що забезпечить зниження біологічного стану спокою насіння, підвищення його схожості на 7-21%,

маси 1000 насінин та виходу якісного насіння до 72,5%.

За результатами розділу опубліковано 6 праць

1. Дрига В.В. Якість насіння проса прутоподібного залежно від сортування його за аеродинамічними властивостями. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Аграрна наука та освіта: досягнення і перспективи розвитку», присвяченої видатним вченим Васильківському С.П. і Молоцькому М.Я. (4-5 березня 2021 р.) Біла Церква. Білоцерківський НАУ. 2021. С.126–127.

2. Volodymyr Doronin, Valentyn Polishchuk, Victoriya Dryga, Julia Kravchenko, Viktor Sinchenko, Olesya Zinchenko, Lesia Karpuk, Mykolaiko Valeriy Technology of Preparation of Seeds of Rod-Shaped Millet (*Panicum virgatum* L.). *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*. Association of Cell Biology Romania. Wageningen University & Research. Romania. 2021. Vol. 25. Issue 4. Pages. 10656 – 10664

<http://annalsofrscb.ro/index.php/journal/article/view/3831>.

3. Дрига В.В., Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Доронін В.В. Сортування насіння проса прутоподібного за аеродинамічними властивостями, як спосіб підвищення його якості. *Біоенергетика*. 2021. №2 (18). С. 16–20.

4. Патент 150025, Україна, МПК (2021.01) А01С 1/06 Спосіб передпосівної підготовки насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.). Дрига В.В., Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Доронін В.В., Мандровська С.М. № заявки u 2021 04555. Опубл. 22.12.2021., бюл. № 51.

5. Дрига В.В., Доронін В.А., Карпук Л.М., Кравченко Ю.А., Доронін В.В., Павліченко А.А., Шубенко Л.А. Сортування насіння проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM* L.) за сукупністю ознак. *Зб. наук. праць Білоцерківського НАУ Агробіологія*. 2021. Вип. 2. С. 50-56.

6. Дрига В.В., Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Доронін В.В. Підготовка насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) для сівби. *Передгірне та гірське землеробство та тваринництво*. 2022. Вип.71 (2). С. 112–125. DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-2-8

РОЗДІЛ 8

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ І ЯКОСТІ НАСІННЯ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В ЗРОШУВАНИХ УМОВАХ І БЕЗ ЗРОШЕННЯ

8.1. Ріст та розвиток насінників проса прутоподібного

Дослідженнями Кулика М. та ін. [212] встановлено, що просо прутоподібне реагує на погодні умови. Їх дослідженнями визначено реакцію культури на умови навколишнього середовища, що дозволяє раціонально розмістити її в певних ґрунтово-кліматичних зонах України та вибрати найкращі елементи технології вирощування. Це дозволить виробляти господарські роботи для розвитку умов, наближених до сприятливих для росту і розвитку рослин та забезпечення високої продуктивності фітомаси та насіння. За даними Думича В.В. та ін. [106] формування біометричних показників та генеративних органів рослин залежали насамперед від продуктивної вологи ґрунту.

Упродовж вегетації просо прутоподібне проходить наступні фенологічні фази: проростання насіння, сходи, кущіння, вихід у трубку, викидання волоті, цвітіння, формування і досягання насіння, закінчення вегетації [113].

Програмою досліджень передбачено створення оптимальних умов для росту, розвитку рослин та формування урожаю і якісного насіння, а саме: розміщення насінників у південних умовах Степу України, які характеризуються вищими середньодобовими температурами повітря та сумою активних температур, ніж зона Лісостепу; де є можливість створення штучного зрошення, щоб до кінця фази цвітіння рослин забезпечити оптимальну вологість ґрунту, а в фази формування та дозрівання насіння (серпень-вересень) навпаки, створити незначний дефіцит вологи, адже за даними Caddel J. L., Kakani G., Porter D. R. et al. [191] суха погода в серпні і вересні сприяє формуванню високоякісного насіння. Важливим чинником насінневої продуктивності культури є рівномірність розміщення рослин на

площі, що досягається способами сівби з міжряддями 45 та 60 см і нормою висіву насіння. За однакової густоти рослин при міжрядді 45 см вони рівномірніше розміщуються на площі, ніж за міжряддя 70 см, наприклад: густина рослин 200 тис./га, то за міжряддя 45 см на одному погонному метрі буде 9 рослин, а за міжряддя 70 см – 12.

Погодні умови 2021 року вегетаційного періоду на півдні України були аномально вологими. У травні місяці на період сівби запаси вологи у посівному шарі ґрунту були достатніми для отримання дружніх сходів і складали 25,5 мм, а в метровому шарі ґрунту становили 212,8 мм. Крім того за травень випало на 55,7 мм опадів, червень – на 39,6 мм, липень – на 27,7 мм більше від середнього багаторічного значення, а серпень і вересень характеризувалися дефіцитом вологи.

Сівбу проса прутоподібного сорту Морозко провели 21 травня 2021 р. Появу сходів було відмічено 9 червня, повні сходи спостерігалися 20 червня. Кушіння зафіксовано 21 липня, а вихід в трубку – 30 липня. Викидання волоті відбулося 13 серпня, а початок цвітіння – 30 серпня. Масове цвітіння спостерігалось 13 вересня. Станом на 1 жовтня формування насіння лише розпочалося. Фаза дозрівання насіння та його збирання в першому році вегетації не настали.

Насіннева продуктивність проса прутоподібного зумовлена повнотою насадження, формування елементів структури урожаю, які залежать від якості насіння та ґрунтово-кліматичних умов у період сівби, отримання сходів і умов вегетаційного періоду.

У середньому за роки дослідження за підживлення азотними добривами та застосування зрошення достовірно більшою була висота рослин за міжряддя 45 см, а кількість стебел – за міжряддям 60 см. У контролі позакореневе підживлення не забезпечило достовірного збільшення цих показників, що зумовлено недостатньою вологістю ґрунту (табл. 8.1). Так, в контролі без зрошенні і без підживлення висота рослин і кількість стебел за міжряддя 45 см становила, відповідно – 340,3 шт./м² та 76,9 см, а за

міжряддя 60 см і ці показники були, відповідно – 478,7 шт./м² та 70,1 см. За проведення позакореневого підживлення азотними добривами ці показники достовірно зменшилися. Аналогічне збільшення біометричних показників спостерігалось в умовах зрошення. Насінню проса прутоподібного характерний біологічний стан спокою який був порушений внесенням азотних добрив та опадами, що і сприяло збільшенню кількості насіння, яке не проросло і, відповідно – збільшенню кількості стебел. За зрошення в середньому за роки проведення дослідження ці показники за позакореневого підживлення значно були вищими лише за ширини міжряддя 45 см.

Таблиця 8.1.

Біометричні показники проса прутоподібного залежно від способів вирощування (Степ, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства, сорт Морозко, середнє за 2021, 2023 рр.)

Умови вирощування (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор В)	Підживлення (фактор С)	Біометричні показники	
			кількість стебел, шт./м ²	висота, см
1	2	3	4	5
Без зрошення - контроль	45	Без підживлення	340,3	76,9
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	305,7	70,0
	60	Без підживлення	478,7	70,1
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	413,0	67,5
Зрошення, вологість ґрунту за всіх фаз росту і розвитку 60% НВ	45	Без підживлення	490,0	85,8
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	707,7	86,9
	60	Без підживлення	502,5	87,9
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	501,7	87,2

<i>Продовження табл. 8.1</i>				
1	2	3	4	5
Зрошення, вологість ґрунту до закінчення фази цвітіння 60% НВ; зрошення призупиняють після закінчення фази цвітіння	45	Без підживлення	623,5	76,1
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	696,7	81,5
	60	Без підживлення	614,7	82,6
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	533,3	81,2
НІР _{0,05} заг.			3,39	1,27
НІР _{0,05} зрошення			1,7	0,64
НІР _{0,05} ширина міжрядь			1,39	0,52
НІР _{0,05} підживлення			1,39	0,52

За підтримання вологості ґрунту 60% НВ до закінчення фази цвітіння, після чого зрошення призупиняли висота рослин була достовірно більшою, а кількість стебел було значно менше, ніж за підтримання вологості упродовж всього вегетаційного періоду. За такого режиму зрошення і позакореневого підживлення висота рослин і кількість стебел були більшими за міжряддя 45 см, порівняно з міжряддям 60 см.

У 2021 вегетаційному році позакореневе підживлення аміачною селітрою у фазу виходу в трубку забезпечило достовірне збільшення висоти рослин та формування кількості стебел на рослині як в контролі – без зрошення, так в умовах зрошення незалежно від ширини міжряддя. У контролі за ширини міжряддя 45 см при підживленні висота рослин збільшилася на 1,2 см, за міжряддя 60 см – на 1,8 см. В умовах зрошення з використанням поливу з підтриманням вологості ґрунту 60% НВ упродовж всіх фаз росту і розвитку висота рослин підвищилася за міжряддя 45 см – на

16,8 см, за міжряддя 60 см – на 15,9 см порівняно з умовами без зрошення Як в контролі – без зрошення, так і в умовах зрошення за обох режимів висота рослин була достовірно більшою за міжряддя 45 см, порівняно з міжряддям 60 см (додаток А 19). У 2023 р. достовірне підвищення кількості стебел та висоти рослин за позакореневого підживлення спостерігалось лише за ширини міжряддя 45 см та застосування зрошення (додаток А 20).

У 2021 р. за підтримання вологості ґрунту 60% НВ до закінчення фази цвітіння, після чого зрошення призупиняли висота рослин та кількість стебел на рослині були достовірно меншими, ніж підтримання вологості упродовж всього вегетаційного періоду. Припинення зрошення після фази цвітіння призвело до уповільнення росту і розвитку як кількості стебел, так і висоти рослин до 58,3 см (за ширини міжрядь 45 см, з приростом відносно контролю 31,4 %) та 52,8 см (за ширини міжрядь 60 см, з приростом відносно контролю 19,2 %). Достовірно більша кількість стебел формувалась при зрошенні культури впродовж всього періоду вегетації за ширини міжрядь 45 см в усі фази росту і розвитку за вологості ґрунту 60 % НВ – 326,7 шт./м², що на 71,1 шт./м² більше, ніж в контролі. На 33,3 шт./м² менше стебел було отримано за припинення зрошення в кінці фази цвітіння. За цього варіанту проходить перерозподіл елементів живлення і води на формування насіння, а не на інтенсивний ріст і розвиток наземної маси (додаток А 9).

Застосування підживлення азотними добривами у фазу виходу в трубку забезпечило збільшення кількості стебел як в контролі – без зрошення, так і за зрошення. Навіть без зрошення кількість стебел збільшилася за міжряддя 45 см на 41,5 шт., а за міжряддя 60 см – на 10,5 шт./м². За зрошення упродовж всього періоду вегетації при міжрядді 45 см кількість стебел збільшилася на 36,3 шт./м², а при зупиненні зрошення після закінчення цвітіння – на 34,8 шт./м². За міжряддя 60 см спостерігалася лише тенденція збільшення кількості стебел як в контролі, так і за використання поливів.

Найбільший вплив на формування кількості стебел був фактору «зрошення» (рис. 8.1).

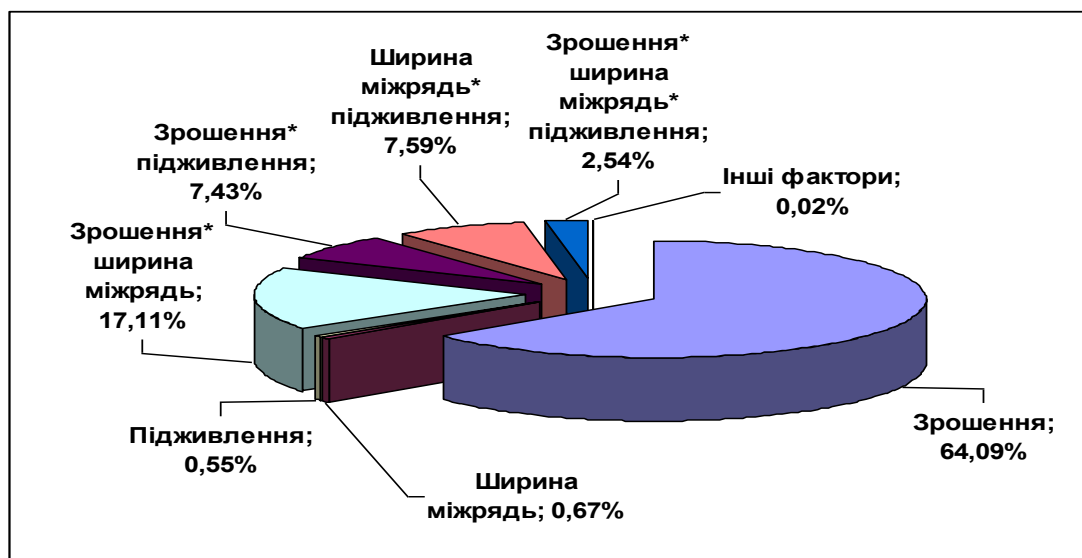


Рис.8.1. Вплив факторів на кількість стебел на рослині
(Степ, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства,
середнє за 2021, 2023 рр.)

Взаємодія факторів «зрошення*міжряддя» був також значним і становив 17,11%, вплив взаємодії факторів «ширина міжряддя*підживлення» та «зрошення*підживлення» був майже однаковим і становив, відповідно – 7,59% та 7,43%. За роками дослідження як в 2021 р., так і в 2023 р. фактор «зрошення» також був значним (додатки А 8, А9).

Встановлено, що на формування висоти рослин так як і на формування кількості стебел в середньому за роки дослідження найбільший вплив був фактору «зрошення» - 86,1% (рис. 8.2).

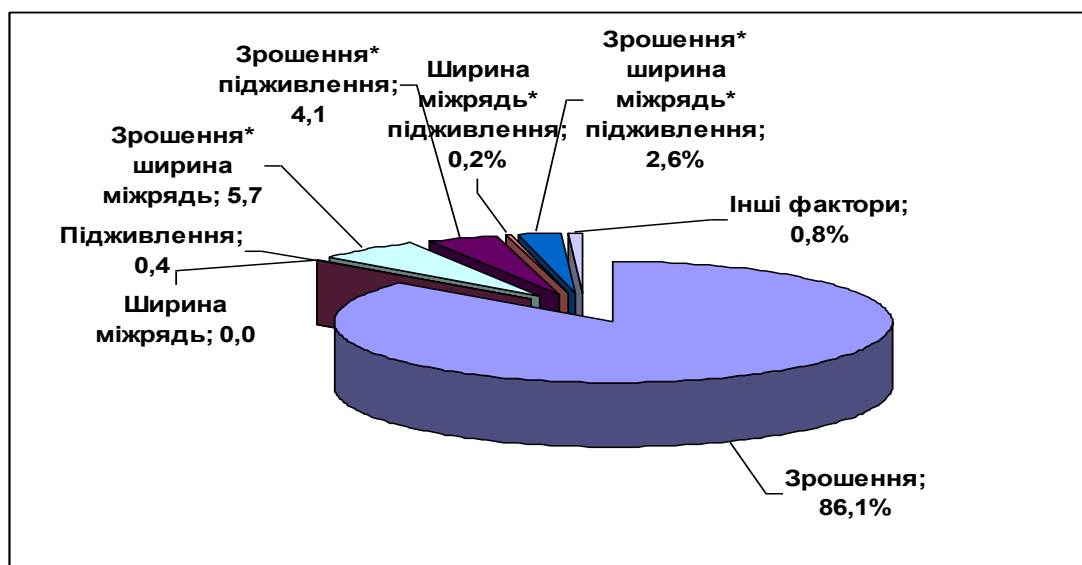


Рис.8.2. Вплив факторів на висоту рослин (середнє за 2021, 2023 рр.)

Вплив інших факторів та їх взаємодія був незначним. За роками дослідження як в 2021 р., так і в 2023 р. фактор «зрошення» також був значним, а інших факторів і їх взаємодія були незначними.

Математичний аналіз (множинної регресії), вказує на те, що в дослідах з визначення особливостей формування врожайності та якості насіння залежно від елементів технології в зрошуваних умовах і без зрошення помірний вплив на висоту рослин мали густина стояння рослин та істотний – кількість стебел (рис. 8.3).

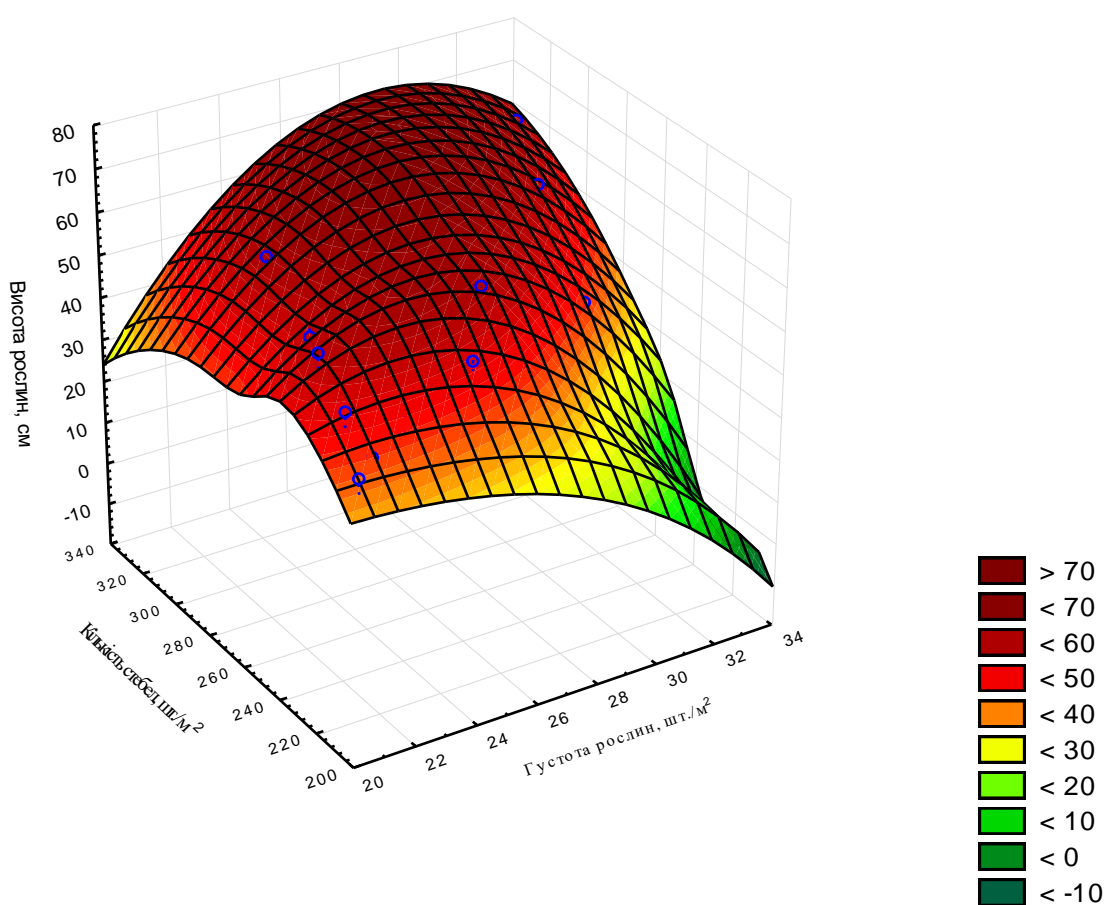


Рис. 8.3. Вплив густоти насаджень та кількості стебел на висоту рослин проса прутюподібного (Степ, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства)

Особливо сильний взаємозв'язок простежується за умов зрошення до кінця фази цвітіння. Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,993$, а множинної регресії $R = 0,996$, (похибка (σ) = $\pm 0,43$). Середній взаємозв'язок спостерігається за умов вологості ґрунту 60% НВ до фази дозрівання. Коефіцієнт детермінації R^2

= 0,699, а множинної регресії $R = 0,836$, (похибка (σ) = $\pm 0,83$)

Отже, оптимальна ширина міжрядь проса прутоподібного (свічграсу) в умовах зрошення становить 45 см, що забезпечує залежно від досліджуваних факторів 214,1–326,7 шт./м² продуктивних стебел. Найвищі рослини також сформувались за ширини міжрядь 45 см – 43,2–60,4 см, а за ширини міжрядь 60 см вони нижчі – 42,5–59,7 см.

8.2. Імунологічний стан посіву проса прутоподібного

Візуальне обстеження в польових умовах виявило на листках проса прутоподібного поодинокі випадки плям темно-коричневого та світло кольорів (рис.8.4).



Рис. 8.4. Поширення уражень рослин проса прутоподібного грибами роду *Alternaria* (Степ, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства)

Оглядаючи плями на листках свічграсу в лабораторних умовах, методом пророщування, виявлено гриби роду (*Alternaria*) (рис.8.5).

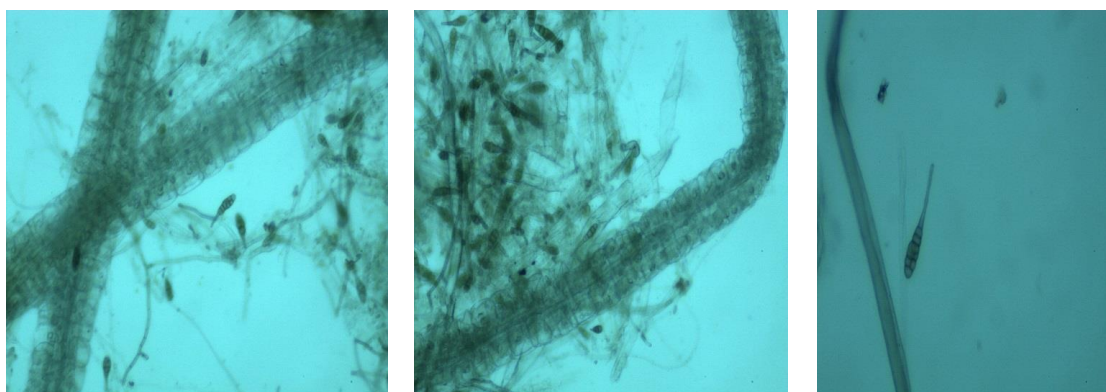


Рис. 8,5. Ураження рослин проса прутоподібного грибами роду *Alternaria* (Степ, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства)

В середньому по дослідях поширення цих плям складало 7,69 %. Рівень ураження листя не перевищував 3 %.

Поява шкідників у посівах проса прутюподібного мала поодинокі випадки (рис. 8.6).



Рис. 8.6. Шкідники у посівах проса прутюподібного
(Степ, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства)

За перший рік вирощування проса прутюподібного не помічено значного впливу на екологічну структуру ентомокомплексу. Зустрічались в незначній кількості (поодинокі) такі представники фітофагів: смугаста цикадка (*Psammotettix striatus* L.), злакова попелиця (*Rhopalosiphum insertum* Walk), щитник синій (*Zicrona caerulea*), гірчичний (розмержений) клоп (*Eurydema ornate* L.).

8.3. Урожай та якість насіння залежно від елементів технології

Дослідженнями встановлено значний вплив температури повітря та кількості опадів на формування елементів урожайності індустриальних культур. Вплив температури повітря та опадів є визначальним для врожайності та продуктивності рослин свічграсу. Було доведено, що для врожаю насіння свічграсу краща значно сухіша погода вегетаційного періоду. За оптимальних умов протягом вегетаційного періоду (гідротермічний коефіцієнт близький або більше 1,0) підвищуються біометричні характеристики, розміру насіння та продуктивності насіння і навпаки. Доведено, що рослина забезпечують вищу насінневу продуктивність залежно від довжини та кількості волоті на рослині (до 0,93 т/га) [206].

Довжина волоті є одним з головних елементів структури урожаю проса прутоподібного. В середньому за роки дослідження в умовах Півдня України у рослин цієї культури вона значно варіювали залежно від елементів технології. Значно впливали на довжину волоті умови вирощування, а саме: застосування зрошення. Без застосування зрошення – в контролі довжина волоті в середньому за роки дослідження була найменшою незалежно від способу сівби – ширини міжряддя і змінювалася від 25,9 см до 27,2 см. За роками дослідження спостерігалася аналогічна залежність (табл. 8.2).

При зрошенні культури впродовж всього періоду вегетації за вологості ґрунту 60 % НВ та ширини міжрядь 60 см була сформована найдовша волоть – 36,0 см, що на 9,3 см, або 34,8 % більше, ніж в контролі. На 1,3 см меншу довжину волоті було отримано за припинення зрошення в кінці фази цвітіння за вологості ґрунту 60 % НВ.

Найвища різниця по довжині волоті відносно контролю (без зрошення) в умовах зрошення упродовж вегетації спостерігалась за ширини міжрядь 45 см та коливались в межах 8,4–9,7 см (31,5–37,5 %, по відношенню до контролю), тоді як за ширини міжрядь 60 см ця різниця була меншою і становила – 3,1–9,3 см (11,4–34,8 % по відношенню до контролю). За проведення зрошення після закінчення фази цвітіння різниця з довжини

волоті за обох способів сівби була майже однаковою по відношення до контролю.

Застосування підживлення азотними добривами у фазу виходу в трубку азотними добривами з нормою витрати N_{45} забезпечило достовірний приріст довжини волоті за проведення зрошення незалежно від способу сівби – ширини міжряддя. Цей показник був на рівні контролю або навіть дещо нижчим від контролю. У контролі – без зрошення довжина волоті була достовірно нижчою за позакореневого підживлення азотними добривами у фазі виходу в трубку за обох способів сівби.

Таблиця 8.2.

Довжина волоті проса прутopodobного залежно від способів вирощування (Степ, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства, сорт Морозко, середнє за 2021, 2023 рр.)

Умови вирощування (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор В)	Підживлення (фактор С)	Довжина волоті, см		
			2021 р.	2023 р.	середнє
1	2	3	4	5	6
Без зрошення - контроль	45	Без підживлення	28,7	24,6	26,6
		N_{45} у фазу виходу в трубку	26,1	25,6	25,9
	60	Без підживлення	28,6	25,7	27,2
		N_{45} у фазу виходу в трубку	29,6	23,9	26,7
Зрошення, вологість ґрунту за всіх фаз росту і розвитку 60% НВ	45	Без підживлення	40,1	30,0	35,0
		N_{45} у фазу виходу в трубку	39,4	31,7	35,6
	60	Без підживлення	34,4	26,2	30,3
		N_{45} у фазу виходу в трубку	34,5	37,6	36,0

Продовження табл. 8,2					
1	2	3	4	5	6
Зрошення, вологість ґрунту до закінчення фази цвітіння 60% НВ; зрошення призупиняють після закінчення фази цвітіння.	45	Без підживлення	36,4	28,4	32,4
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	34,8	30,2	32,5
	60	Без підживлення	34,6	27,9	31,2
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	34,9	34,6	34,7
НІР _{0,05} ааг			1,08	1,05	0,75
НІР _{0,05} зрошення			0,54	0,53	0,37
НІР _{0,05} спосіб вирощування			0,44	0,43	0,31
НІР _{0,05} підживлення			0,44	0,43	0,31

Аналіз факторів, які впливали на формування волоті показав, що найбільший вплив був фактору «зрошення», який становив 81,3% (рис. 8.7).

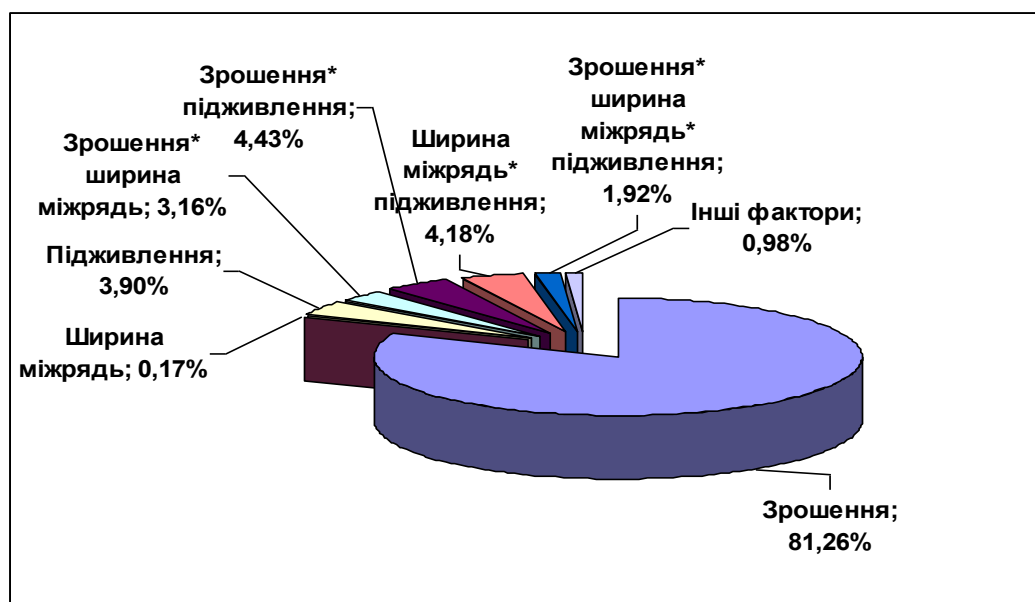


Рис. 8.7. Частка впливу факторів на формування довжини волоті (середнє за 2021-2023 рр.)

Вплив взаємодії факторів «зрошення*спосіб вирощування»,

«зрошення*підживлення» та «спосіб вирощування*підживлення» був майже однаковим і становив, відповідно – 3,16%, 4,43% та 4,18%, а вплив інших факторів був незначним.

Урожайність насіння проса прутоподібного залежить від елементів технології, які впливали на кількісні показники рослин – висоту рослин, густоту стеблостою та на особливості формування генеративних органів.

З'ясовано, що значно нижчу урожайність насіння отримано в контролі – без зрошення за обох способів сівби і достовірної різниці за сівби з шириною міжряддя 45 та 60 см не було (рис. 8.8).

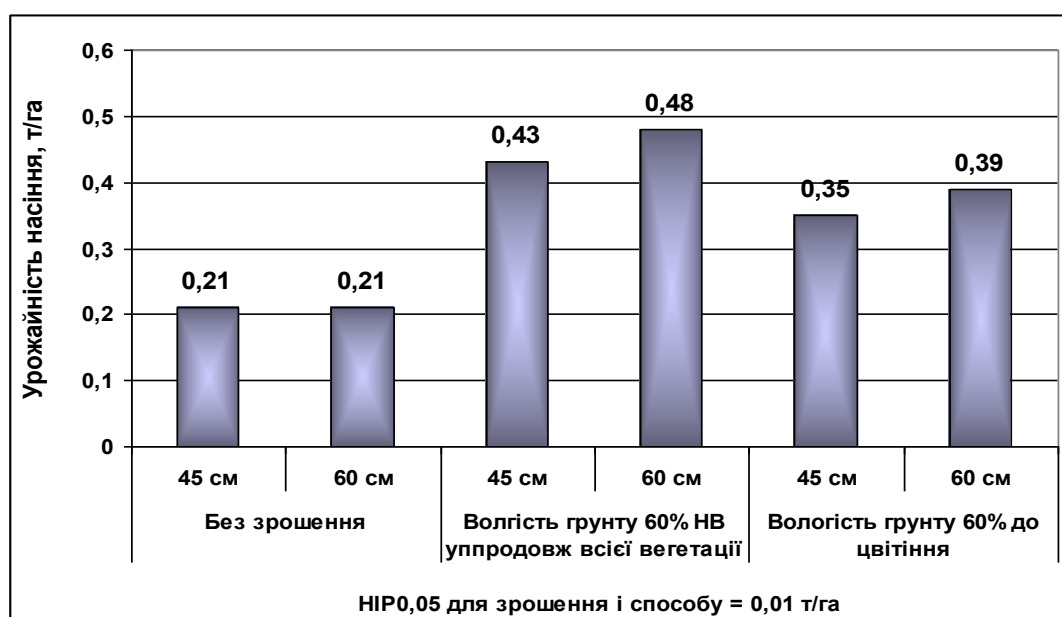


Рис. 8.8. Урожайність насіння залежно від елементів технології його вирощування (сорт Морозко, середнє за 2021, 2023 рр.)

За проведення поливів як упродовж всього вегетаційного періоду, так і до початку фази цвітіння урожайність насіння за сівби з міжряддям 60 см була достовірно вищою, ніж за сівби з міжряддям 45 см.

Достовірно найнижчу урожайність насіння отримано в контролі – без зрошення. У середньому за роки дослідження за проведення зрошення упродовж всієї вегетації залежно від способів сівби була вищою на 0,2-0,29 т/га, за поливу після закінчення фази цвітіння – на 0,13-0,23 т/га порівняно з контролем (табл. 8.3). Достовірно вищу урожайність насіння отримано за сівби з міжряддям 60 см, порівняно з міжряддям 45 см за

проведення зрошення упродовж всього вегетаційного періоду яка становила, відповідно – за міжряддя 45 см 0,40-0,46 т/га, а за 60 см 0,48-0,49 т/га. Вищу урожайність насіння отримано в умовах зрошення як упродовж всієї вегетації, так і призупинення поливів в кінці фази цвітіння за позакореневого підживлення у фазу виходу в трубку азотними добривами за обох способів сівби. У контролі – без зрошення достовірного збільшення урожайності насіння залежно від позакореневого підживлення не виявлено, що можна пояснити недостатнього зволоження ґрунту.

Таблиця 8.3.

Урожайність насіння проса прутоподібного залежно від способів вирощування (сорт Морозко, Степ, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства)

Умови вирощування	Ширина міжряддя, см	Підживлення	Урожайність насіння, т/га		
			2021 р.	2023 р.	середнє за два роки
1	2	3	4	5	6
Без зрошення - контроль	45	Без підживлення	0,11	0,29	0,20
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,13	0,31	0,22
	60	Без підживлення	0,12	0,31	0,21
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,13	0,27	0,20
Зрошення, вологість ґрунту за всіх фаз росту і розвитку 60% НВ	45	Без підживлення	0,44	0,37	0,40
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,49	0,44	0,46
	60	Без підживлення	0,60	0,36	0,48
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,46	0,52	0,49

<i>Продовження табл. 8.3</i>					
1	2	3	4	5	6
Зрошення, вологість ґрунту до закінчення фази цвітіння 60% НВ; зрошення призупиняють після закінчення фази цвітіння.	45	Без підживлення	0,32	0,33	0,33
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,33	0,41	0,37
	60	Без підживлення	0,36	0,34	0,35
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,39	0,46	0,43
НІР _{0,05} заг.			0,05	0,02	0,03
НІР _{0,05} зрошення			0,03	0,01	0,01
НІР _{0,05} ширина міжрядь			0,02	0,01	0,01
НІР _{0,05} підживлення			0,02	0,01	0,01

За дисперсійним аналізом встановлено, що урожайність насіння значно залежала від досліджуваних факторів. Вплив факторів «зрошення», «ширина міжряддя» та «підживлення» був майже однаковим і становив, відповідно – 6,8%, 8,5% та 8,2% (рис. 8.9).

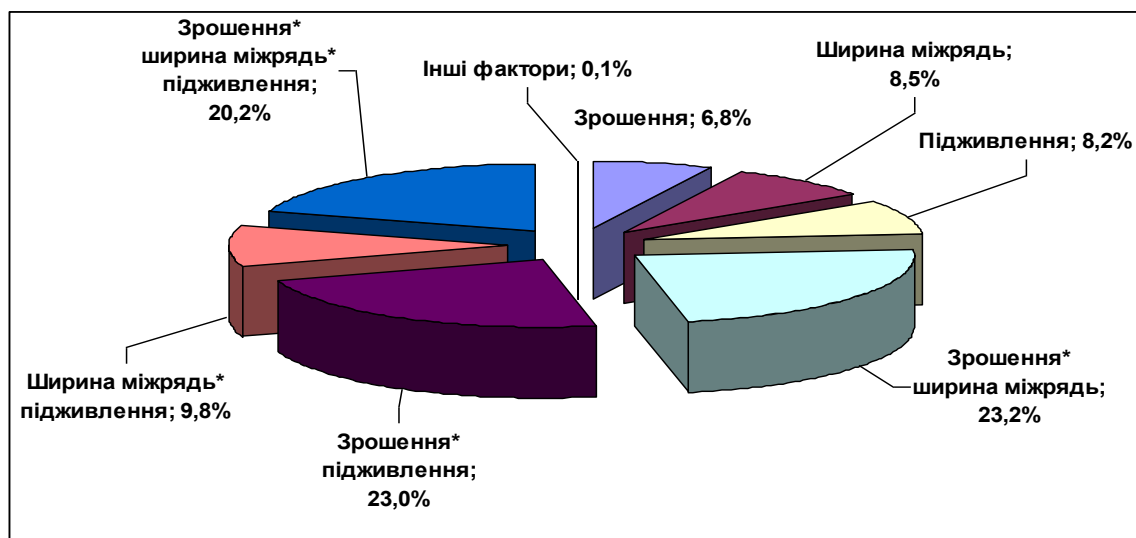


Рис. 8.9. Вплив факторів на урожайність насіння залежно від умов вирощування та елементів технології (середнє за роки досліджень)

Значним був вплив взаємодії цих факторів. Найбільшим був вплив взаємодії факторів «зрошення*ширина міжряддя» – 23,2% та «зрошення*підживлення» – 23,0%.

Достовірно залежала урожайність насіння з однієї рослини залежно від елементів технології вирощування, найвищою вона була за проведення зрошення як без підживлення, так і з підживленням. Якщо в контролі – без зрошення урожайність насіння на одній рослині в середньому за обох способів сівби становила 55,6 г/рослині, то за зрошення упродовж всієї вегетації вона збільшилася на 20,1 г/рослини, а при зупиненні зрошення після цвітіння урожайність була найвищою 161,3 г/рослини. Збільшення урожайності насіння з однієї рослини за проведення зрошення зумовлено більшою кількістю насіння, що формувалося (рис. 8.10).

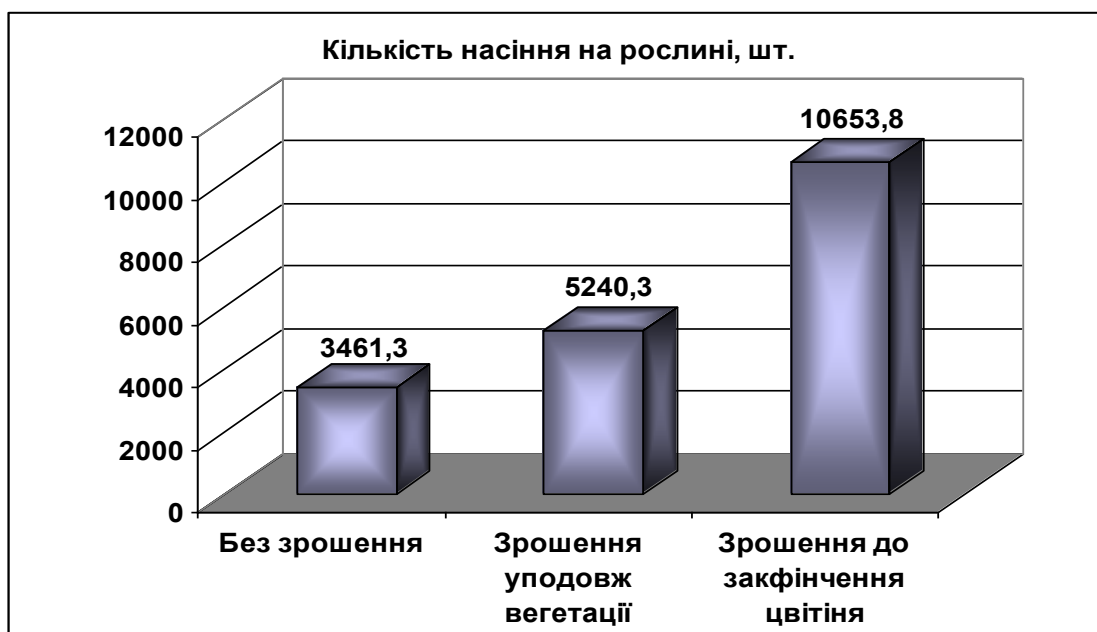


Рис. 8.10. Ступінь обнасінення волоті рослини сорту Морозко залежно від застосування зрошення (Степ, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства)

Водночас, підвищення урожайності насіння з однієї рослин не впливало на її збільшення з одного гектару, що зумовлено іншими факторами, які впливали на урожайність з гектару. Кореляційно-регресійний аналіз даних показав середню кореляцію між урожайністю насіння з однієї рослини та

урожайність з одного гектару, коефіцієнт кореляції становив 0,30 з коефіцієнтом детермінації 0,0924.

Отримані результати підтверджуються висновками Caddel J. L. та ін. [122], що суха погода в міжфазний період формування та дозрівання насіння, сприяє отриманню високого урожаю якісного насіння. Саме призупинення зрошення після цвітіння – суха погода і достатнє забезпечення рослин вологою, сприяло підвищенню інтенсивності зав'язування насіння.

Дослідження факторів, які впливали на урожайність насіння з однієї рослини, показало, що найбільший вплив був фактору «зрошення» – 84,7%, вплив фактору «спосіб вирощування» був меншим і становив 11,4%. Вплив інших факторів та їх взаємодія були незначними (рис. 8.11).

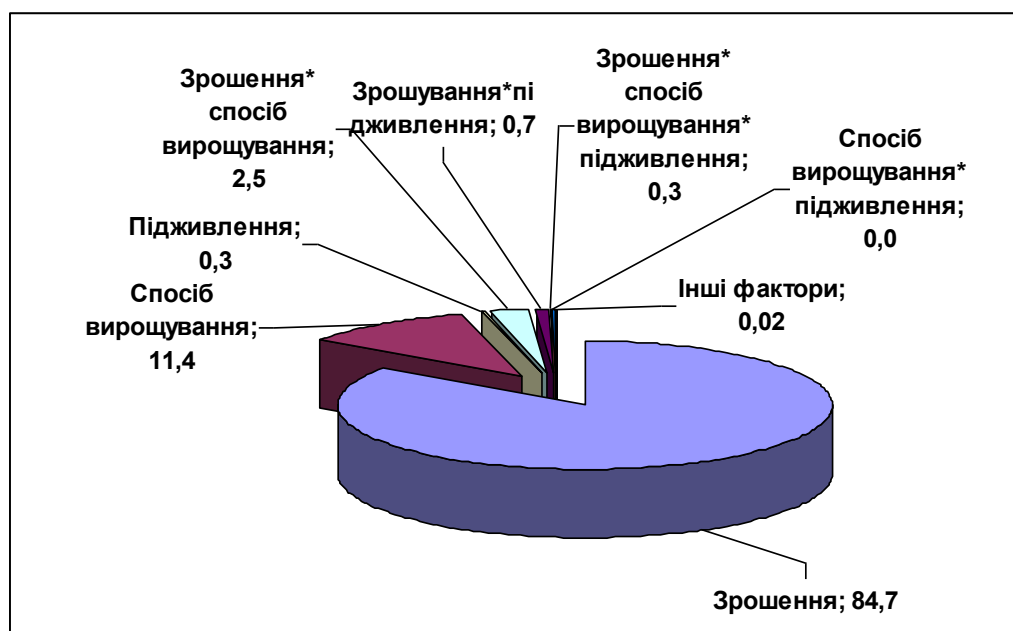


Рис. 8.11. Вплив факторів на урожайність насіння з однієї рослини

Поряд з дослідженням ефективності вирощування насіння і впливу елементів технології на урожайність насіння важливим є визначення якості насіння – енергії проростання, схожості та маси 1000 насінин.

З'ясовано, що на якість насіння – енергію проростання та схожість впливали умови вирощування – зрошення, позакореневе підживлення та способи сівби (табл. 8.4).

Таблиця 8.4.

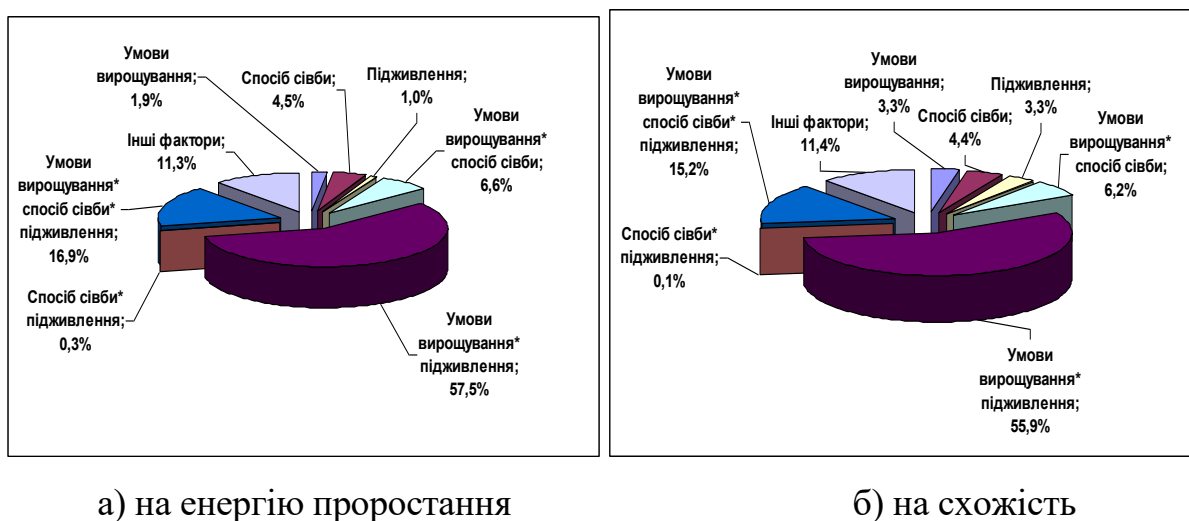
Якість насіння проса прутоподібного сорту Морозко залежно від елементів технології вирощування (Степ, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства)

Умови вирощування Фактор А	Ширина міжрядь, см Фактор В	Підживлення Фактор С	Маса 1000 насінин, г	Енергія проростання, %	Схожість, %
Без зрошення - контроль	45	Без підживлення	1,60	29	31
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	1,43	29	49
	60	Без підживлення	1,73	38	49
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	1,28	18	19
Зрошення, вологість ґрунту за всіх фаз росту і розвитку 60% НВ	45	Без підживлення	1,55	40	44
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	1,20	28	28
	60	Без підживлення	1,38	32	37
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	1,45	39	40
Зрошення, вологість ґрунту до закінчення фази цвітіння 60% НВ; зрошення припиняють після закінчення фази цвітіння.	45	Без підживлення	1,50	23	36
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	1,55	43	45
	60	Без підживлення	1,45	23	37
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	1,58	45	45
НІР _{0,05} заг.			0,21	6,97	6,75
НІР _{0,05} умови вирощування			0,10	3,48	3,37
НІР _{0,05} спосіб сівби			0,08	2,84	2,75
НІР _{0,05} підживлення			0,08	2,84	2,75

Найбільшу енергію проростання та схожість насіння отримано за позакореневого підживлення та зрошення як упродовж всієї вегетації, так і за припинення зрошення після закінчення цвітіння. Достовірно більша енергія проростання і схожість були отримані за підживлення і підтримання вологості ґрунту 60 % НВ до призупиненні поливу після закінчення цвітіння рослин за міжряддя 60 см, які становили 45 % і були вищими від контролю, відповідно – на 27 % та 26 %, за міжряддя 45 см ці показники були нижчими, порівняно з контролем.

Елементи технології, в першу чергу, впливали на формування маси 1000 насінин, а чим вища вона була, тим більша була схожість насіння незалежно від елементів технології. У середньому по досліді за маси 1000 насінин 1,58 г і більше схожість становила 45 %, а за маси 1000 насінин 1,41 г – 26%. Так, в контролі – без зрошення за міжряддя 60 см без підживлення маса 1000 насінин становила 1,73 г, а схожість 49 %, водночас як за підживлення ці показники були значно нижчими і становили, відповідно – 1,28 г та 19%. За умов зрошення спостерігалася аналогічна залежність. Але, за зрошення маса 1000 насінин і схожість насіння були вищими за позакореневого підживлення обох способів сівби.

Найбільший вплив на якість насіння була взаємодія факторів «умови вирощування*підживлення – 55,9-57,5% (рис. 8.12).



а) на енергію проростання

б) на схожість

Рис. 8.12. Частка впливу факторів на якість насіння
(Степ, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства)

Кореляційно-регресійний аналіз даних показав середню лінійну кореляцію між масою 1000 насінин та енергією проростання насіння з коефіцієнтом детермінації $R^2=0,2271$ й коефіцієнтом кореляції $R=0,48$ (рис. 8.13) та між масою 1000 насінин і схожістю насіння з коефіцієнтом детермінації $R^2=0,0662$ й коефіцієнтом кореляції $R=0,56$ (рис. 8.14).

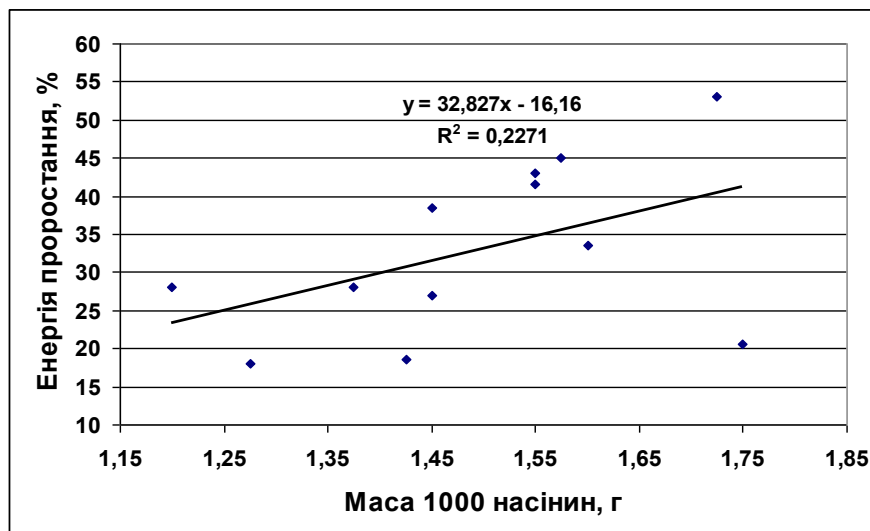


Рис. 8.13. Залежність між масою 1000 насінин та енергією проростання (Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства)

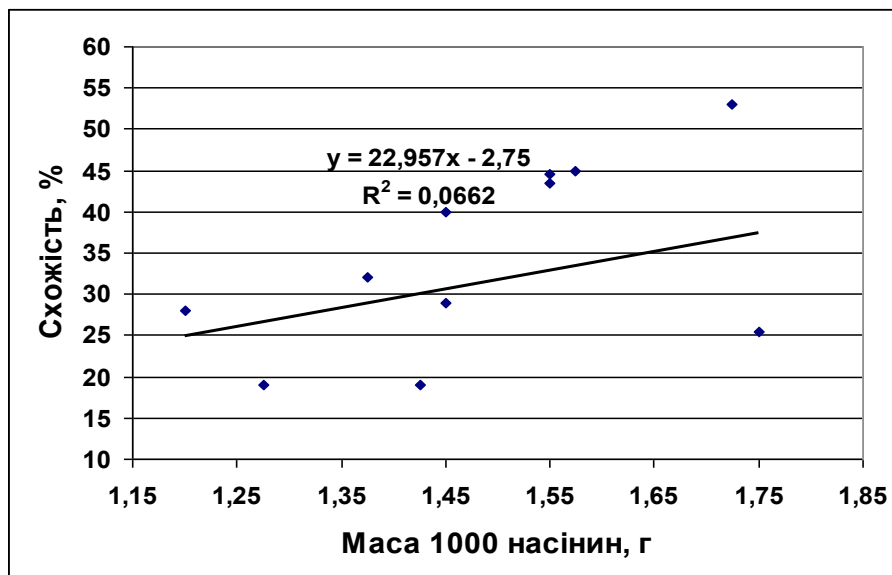


Рис. 8.14. Залежність між масою 1000 насінин та схожістю насіння (Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства)

Побудовані рівняння регресії, що описують ці залежності: $y = 32,827x - 16,16$ (для енергії проростання) та $y = 22,957x - 2,75$ (для схожості насіння).

Підсумовуючи можна зробити висновок, що достовірно вищу врожайність насіння отримано за зрошення упродовж всієї вегетації рослин і позакореневого підживлення у фазу виходу в трубку азотними добривами, а якість насіння – енергію проростання, схожість та масу 1000 насінин, навпаки – за проведення зрошення до закінчення фази цвітіння та позакореневого підживлення.

Висновки до розділу 8

1. Позакореневе підживлення азотними добривами та застосування зрошення забезпечило достовірно збільшення висоти рослин та кількості стебел проса прутоподібного за міжряддя 45 см. У контролі позакореневе підживлення не забезпечило достовірного збільшення цих показників, що зумовлено недостатньою вологістю ґрунту. В умовах зрошення з підтриманням вологості ґрунту 60% НВ упродовж всіх фаз росту і розвитку висота рослин була достовірно більшою: за міжряддя 45 см – на 16,8 см, за міжряддям 60 см – на 15,9 см, порівняно з контролем – без зрошення.

2. За підтримання вологості ґрунту 60% НВ до закінчення фази цвітіння, після чого зрошення призупиняли висота рослин була достовірно більшою, а кількість стебел було значно менше, ніж за підтримання вологості упродовж всього вегетаційного періоду. За такого режиму зрошення і позакореневого підживлення висота рослин і кількість стебел були більшими за міжряддя 45 см, порівняно з міжряддям 60 см.

3. Встановлено, що на довжину волоті, яка є головним елементом структури урожаю проса прутоподібного, значно впливали умови вирощування – застосування зрошення. Без зрошення – в контролі довжина волоті була найменшою незалежно від способу сівби – ширини міжряддя і змінювалася від 25,9 см до 27,2 см. При зрошенні впродовж всього періоду вегетації за вологості ґрунту 60 % НВ та ширини міжрядь 60 см була сформована найдовша волоть – 36,0 см, що на 9,3 см більше, ніж в контролі.

За припинення зрошення в кінці фази цвітіння довжина волоті була меншою і становила 34,7 см.

4. Найнижчу урожайність насіння отримано в контролі – без зрошення. За проведення зрошення упродовж всієї вегетації залежно від способів сівби урожайність насіння була вищою на 0,2-0,29 т/га, за поливу після закінчення фази цвітіння – на 0,13-0,23 т/га порівняно з контролем. Достовірно вищу урожайність насіння отримано за сівби з міжряддям 60 см, порівняно з міжряддям 45 см.

5. З'ясовано, що на якість насіння проса прутopodobного – масу 1000 насінин, енергію проростання та схожість впливали умови вирощування – зрошення, позакореневе підживлення та способи сівби. Найбільшу енергію проростання та схожість насіння отримано за позакореневого підживлення та зрошенні як упродовж всієї вегетації, так і за його припинення після закінчення цвітіння. Достовірно біла енергія проростання і схожість були отримані за підживлення і призупиненні поливу після закінчення цвітіння рослин за міжряддя 60 см, які становили 45 % і були вищими від контролю, відповідно – на 27 % та 26 %.

6. Елементи технології, в першу чергу, впливали на формування маси 1000 насінин і чим вища вона була, тим більша була схожість насіння незалежно від елементів технології. У середньому по досліді за маси 1000 насінин 1,58 г і більше схожість становила 45 %, а за маси 1000 насінин 1,41 г – 26%.

7. Встановлено, що найбільший вплив на енергію проростання і схожість насіння проса прутopodobного мала взаємодія факторів «умови вирощування*підживлення», який становив, відповідно –57,5 % та 55,9 %.

8. Кореляційно-регресійний аналіз показав середню лінійну кореляцію між масою 1000 насінин та енергією проростання насіння з коефіцієнтом кореляції $R=0,48$ та між масою 1000 насінин і схожістю насіння з коефіцієнтом кореляції $R=0,56$.

РОЗДІЛ 9

ОЦІНКА СОРТОЗРАЗКІВ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО ЗА ЯКІСТЮ НАСІННЯ ТА УРОЖАЙНІСТЮ НАЗЕМНОЇ МАСИ

9.1. Урожайність вегетативної маси залежно від сортових особливостей та строку вегетації

Важливим завданням є створення сприятливих умов для формування якісного насіння без якого не можливе широке впровадження культури у виробництво, але не менш важливим – є продуктивність сортів проса прутіподібного – урожайність наземної маси, за ради якої його вирощують. Комплексна оцінка сортів проса прутіподібного показала, що більшість сортів цієї культури є придатні для поширення в природно-кліматичних умовах Лісостепу України і забезпечують високу урожайність сухої біомаси для отримання біопалива [95].

За даними Кулика М.І, Рожко І.І. [250] рівень урожайності сортів проса прутіподібного залежить від кількісних показників рослин. Середньо- і пізньостиглі сорти формують урожайність вегетативної надземної маси за рахунок кількості стебел на одиницю площі (Кейв-ін-рок, Картадж і Зоряне), а окремі з них (Форесбург і Морозко) - за рахунок як густоти, так і висоти рослин. На урожайності культури, незалежно від сортового складу суттєвий вплив мають погодні умови: у роки з ГТК $\geq 1,0$ за період весняно-літньої вегетації культури, порівняно з ГТК $< 1,0$, урожайність проса прутіподібного буде вищою.

Виявлено, що в умовах нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України (Ялтушківської ДСС) урожайність сирої біомаси та вихід сухої біомаси залежали від груп стиглості сортозразків (рис.9.1).

Урожайність сирої біомаси закономірно збільшувалася від дуже ранніх до дуже пізньостиглих сортозразків. Найвищу урожайність сирої біомаси мали дуже пізньостиглі сортозразки, яка в середньому становила 26,2 т/га, найменшу – 16,3 т/га дуже ранні. Урожайність сирої біомаси ранньостиглих,

середньоранніх, середньопізніх і пізніх сортозразків була вищою, ніж дуже ранніх але значно меншою за урожайність дуже пізньостиглих сортозразків.

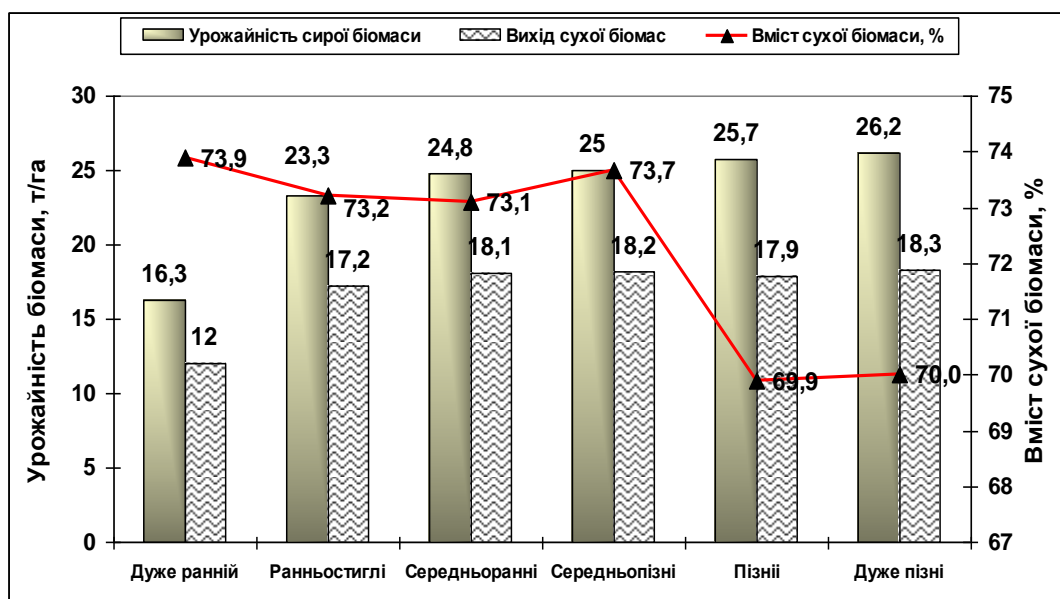


Рис.9.1. Урожайність біомаси залежно від груп стиглості сортозразків (середнє за 2021-2023 рр.)

Водночас, за найвищої урожайності сирової біомаси дуже пізніх сортозразків вихід сухої біомаси був на рівні середньоранніх та середньопізніх, що зумовлено нижчим вмістом сухої біомаси, який становив 70,0 %. Найвищий вміст сухої біомаси був в дуже ранніх – 73,9% сортозразків, але урожайність сухої біомаси була найнижчою – 12,0 т/га, оскільки найменшою була урожайність сирової біомаси.

Аналіз урожайності окремо за сортозразками показав, що всі крім дуже раннього Дакота та ранньостиглого Форестбург, в середньому за 2021-2023 рр., забезпечили високий і майже однаковий вихід сухої біомаси, не залежно від груп їх стиглості (табл. 9.1).

Достовірно меншу урожайність сирової маси забезпечили дуже ранній сортозразок Дакота – 16,3 т/га. Вихід сухої біомаси цього сортозразка також був найменшим – 12,0 т/га.

Якщо в середньому за групами стиглості спостерігалось закономірне збільшення урожайності сирової та сухої біомаси від дуже ранніх до пізньостиглих сортозразків тобто, чим він більш пізньостиглий, тим більший

вихід сухої речовини, то окремо за сортозразками не виявлено такої залежності, її немає. Наприклад: середньоранній сорт Самбурст забезпечив вихід сухої біомаси на рівні 18,1 т/га, а урожайність сухої біомаси в середньопізнього сорту Кейв-ін-рок була 18,4 т/га), пізнього сорту Шавні (17,9 т/га), середньопізніх Аламо 18,0 т/га, Морозко – 19,0 т/га. Урожайність сухої маси дуже пізніх сортозразків – Інденпенденс, Канлау та Лядівське була на рівні урожайності середньопізніх.

Таблиця 9.1.

Продуктивність проса прутоподібного залежно від сортових особливостей (Правобережний Лісостеп, Ялтушківська ДСС, середнє за 2021-2023 рр.)

Варіант		Урожай сирової маси, т/га	Вміст сухої речовини в рослинах, %	Вихід сухої біомаси, т/га
сортозразки	група стиглості			
Дакота	Дуже ранній	16,3	73,9	12,0
Форестбург	Ранньостиглий	23,3	73,7	17,2
Самбурст	Середньоранній	24,8	73,1	18,1
Морозко	Середньопізній	25,6	74,3	19,0
Кейв-ін-Рок	Середньопізній	25,0	73,4	18,4
Аламо	Дуже пізній	24,5	73,3	18,0
Шавні	Пізній	25,8	69,4	17,9
Ліберті	Пізній	25,5	70,4	18,0
Інденпенденс	Дуже пізній	26,3	70,0	18,4
Канлоу	Дуже пізній	25,8	70,1	18,1
Лядівське	Дуже пізній	26,6	69,9	18,6

Доцільно зазначити, що вміст сухої речовини в рослинах пізніх та дуже пізніх сортозразків менший, ніж середньоранніх і середньопізніх але за рахунок вищої урожайності сирової маси пізні та дуже пізні вони мали вищий

вміст сухої біомаси.

Аналогічні результати отримані за роками досліджень але рівень продуктивності сортозразків в 2022 та 2023 рр. був значно нижчим, ніж в 2021 р., що зумовлено погодними умовами упродовж вегетаційного періоду, який характеризувався дефіцитом вологи – 168 мм. За всю вегетацію лише у вересні випало на 42 мм опадів більше середнього багаторічного показника, а всі інші місяці опадів було менше від середнього багаторічного значення. За таких умов вихід сухої біомаси по сортозразках зменшився від 1,4 т/га дуже раннього сортозразка Дакота до 4,4 т/га пізньостиглого сортозразка Лібері. Закономірного зменшення виходу сухої біомаси залежно від сортових особливостей також не виявлено за виключенням дуже раннього сортозразку вихід сухої маси, якого достовірно був нижчим та середньопізнього сорту Морозко, дуже пізніх сортозразків Канлау і Лядівське, навпаки, вихід сухої маси був достовірно вищим, порівняно з іншими сортозразками (додаток А 21, додаток А 22, додаток 23).

Підбираючи сортозразки для включення в селекційний процес створення нових сортів для виробництва біомаси доцільно враховувати їх якість насіння (рис. 9.2).

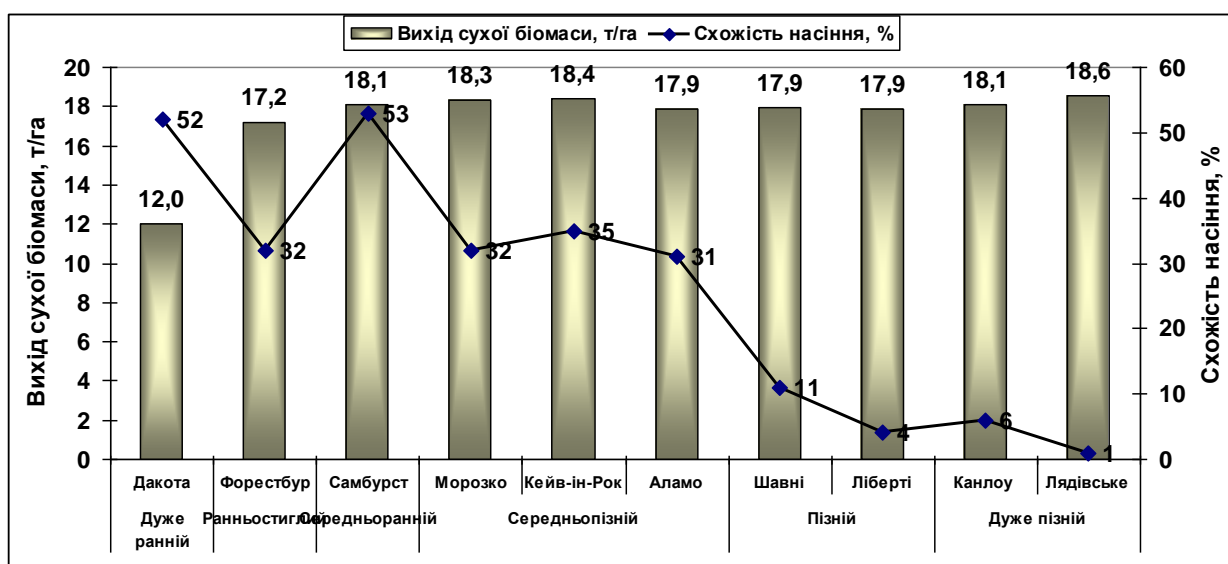


Рис. 9.2. Схожість насіння та урожайність сухої біомаси залежно від сортових особливостей (Правобережний Лісостеп, Ялтушківська ДСС, за 2021-2023 рр.)

Враховуючи якість насіння та вихід сухої біомаси для Правобережного Лісостепу України оптимальними сортами в яких ці два показники поєднуються і є найвищими, є ранньостиглий сортозразок Форестбург, середньоранній Самбурст, середньопізній сорт Морозко, сортозразки Кейв-ін-рок та Аламо. Пізні та дуже пізні сортозразки забезпечують такий же вихід сухої біомаси але їх схожість дуже низькі, що зумовлено не достатньою кількістю суми ефективних температур, яка необхідна для формування якості та дозрівання їх насіння, а низько схоже насіння не може забезпечити отримання дружніх і рівномірних сходів в польових умовах.

Просо прутіподібне можна використовувати упродовж 10 і більше років, тому важливим було визначити не лише динаміку зміни схожості насіння, а і урожайність сирої маси та вихід сухої біомаси залежно від року вегетації культури. Дослідження проводили з рослинами середньопізнього сортозразка Кейв-ін-рок, висіяного з 2009 по 2016 роки.

Не виявлено закономірного збільшення чи зменшення урожайності сирої маси та виходу сухої біомаси залежно від строку вегетації проса прутіподібного в умовах Лісостепу України в 2021 р. (табл. 9.2).

Таблиця 9.2.

Продуктивність проса прутіподібного залежно від років вегетації культури (Правобережний Лісостеп, Ялтушківська ДСС, 2021 р.)

Варіант		Урожай сирої маси, т/га	Вміст сухої речовини в рослинах, %	Вихід сухої біомаси, т/га
рік сівби культури	рік вегетації			
2016	6-й	28,5	71,2	20,3
2015	7-й	27,2	72,4	19,7
2014	8-й	28,0	70,8	19,8
2012	10-й	27,0	71,4	19,3
2011	11-й	28,5	70,3	20,0
2009	13-й	28,9	70,2	20,3
НІР _{0,05}		1,9	1,5	1,0

В умовах 2021 р. найвищий вихід сухої біомаси отримано з рослин, які висіяні в 2009 р.(13-рік вегетації) – 20,3 т/га, 2011 р. (11-й рік вегетації) – 20,0 т/га та 2016 р. (6-й рік вегетації) – 20,3 т/га. Вихід сухої біомаси рослин, які були висіяні в 2012, 2014 та 2015 рр. був майже однаковим в межах від 19,3 т/га (10-й рік вегетації) до 19,8 т/га (8-й рік вегетації) але меншим, ніж 2009, 2011 та 2016 рр.

У 2022 р. вегетаційному році як урожайність сирої маси, так і вихід сухої біомаси залежно від років вегетації і був значно меншим – на 2,4-2,9 т/га, ніж в 2021 р., що зумовлено погодними умовами і знаходився в межах від 16,7 т/га (11 рік вегетації) до 17,5 т/га (14 рік вегетації) (табл. 9.3).

Таблиця 9.3.

Продуктивність проса прутоподібного залежно від років вегетації культури (Правобережний Лісостеп, Ялтушківська ДСС, 2022 р.)

Варіант		Урожай сирої маси, т/га	Вміст сухої речовини в рослинах, %	Вихід сухої біомаси, т/га
рік сівби культури	рік вегетації			
2021	2-й	18,2	71,5	13
2016	7-ий	24,1	72,4	17,4
2015	8-ий	23,5	73,6	17,3
2014	9-ий	24	72	17,3
2012	11-ий	23	72,6	16,7
2011	12-ий	24,2	71,5	17,3
2009	14-ий	24,5	71,4	17,5
НІР _{0,05}		1,0	1,3	0,7

Значної різниці з виходу сухої біомаси залежно від року вегетації культури не виявлено, рівень якого змінюється лише від погодних умов вегетації.

Аналогічні результати отримані в 2023 вегетаційному році як

урожайність сирої маси, так і вихід сухої біомаси залежно від років вегетації і був значно меншим – на 2,4-2,9 т/га, ніж в 2021 р., що зумовлено погодними умовами (табл. 9.4).

Таблиця 9.4.

**Продуктивність проса прутоподібного залежно від років вегетації
культури (Ялтушківська ДСС, 2023 р.)**

Варіант		Урожай сирої маси, т/га	Вміст сухої речовини в рослинах, %	Вихід сухої біомаси, т/га
рік сівби культури	рік вегетації			
2021	2-ий	23,8	74,2	17,6
2019	5-ий	24,0	73,7	17,7
2016	7-ий	25,8	74,0	19,1
2015	8-ий	26,2	73,2	19,2
2014	9-ий	25,6	72,8	18,6
2012	11-ий	24,0	73,0	17,5
2011	12-ий	23,8	72,4	17,2
2009	14-ий	24,2	73,2	17,7
НІР _{0,05}		1,0	1,3	0,7

Отже, всі сорти, крім дуже раннього Дакота, забезпечили високий і майже однаковий вихід сухої біомаси, не залежно від груп їх стиглості. Не виявлено, що вихід сухої біомаси закономірно залежав від груп стиглості, тобто, чим сорт більш пізньостиглий, тим більший вихід сухої речовини. Цієї залежності не встановлено. Не виявлено закономірного збільшення чи зменшення урожайності сирої маси та виходу сухої біомаси залежно від строку вегетації проса прутоподібного в умовах Лісостепу України.

Висновки до розділу 9

1. З'ясовано, що всі сортозразки проса прутоподібного, крім дуже

раннього Дакота, забезпечували високий і майже однаковий вихід сухої біомаси, не залежно від груп їх стиглості.

2. Враховуючи якість насіння та вихід сухої біомаси для Лісостепу України оптимальними сортами в яких ці два показники поєднуються і є найвищими, є ранньостиглий сортозразок Форестбург, середньоранній Самбурст, середньопізні сорти Морозко, сортозразки Кейв-ін-рок та Аламо.

3. Не виявлено закономірного збільшення чи зменшення урожайності сирової маси та виходу сухої біомаси проса прутоподібного залежно від строку вегетації проса прутоподібного в умовах Лісостепу України. Найвищий вихід сухої біомаси отримано з рослин, які висіяні в 2009 р. (13-рік вегетації) – 20,3 т/га, 2011 р. (11-й рік вегетації) – 20,0 т/га та 2016 р. (6-й рік вегетації) – 20,3 т/га.

За результатами розділу опубліковано 1 праця

Дрига В.В. Оцінка сортозразків проса прутоподібного за врожайністю вегетативної маси та якістю насіння залежно від груп їх стиглості. Новітні агротехнології, 2024. Т. 12. №1.

DOI: <https://doi.org/10.47414/na.12.1.2024.297360>

РОЗДІЛ 10

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ НАСІННЯ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР

10.1. Економічна ефективність вирощування насіння

Вирощування насіння сільськогосподарських культур завжди було прибутковим. Економічна ефективність вирощування насіння залежить від витрати на підготовку ґрунту, сівбу, заходів догляду за посівами та збирання і післязбиральну доробку насіння, вартості насіннєвий матеріал, добрива та засобів захисту рослин від хвороб, шкідників та бур'янів, а також від рівня урожаю і його якості. Оптимізація витрат і використання сучасних ефективних агротехнологій можуть зменшити витрати на вирощування та забезпечити підвищення продуктивності культур. Але недотримання агрозаходів призводить до зменшення урожаю і, відповідно – погіршує економіку вирощування, оскільки вартісні витрати не будуть покриватися прибавкою врожаю [240].

Розрахунок річної економічної ефективності вирощування насіння проса прутоподібного проводили з врахуванням урожайності насіння отриманої в польових дослідах та показників затрат з вирощування проса прутоподібного за технологічною картою, що розроблена на Ялтушківській ДСС, за методикою викладеною в рекомендаціях з використання НДР і ДКР в сільському господарстві. У цій методиці поєднані такі показники, як собівартість, прибуток від реалізації, рентабельність та урожайність культури. Тому, для розрахунку економічної ефективності ми використали такі показники, як собівартість, прибуток від реалізації, рентабельність та урожайність насіння.

Річний економічний ефект розраховували сортотразків різних груп стиглості за формулою:

$$E = [(C_n - C_n) \times Y_n - (C_b - C_b) \times Y_b] \times A, \text{ де}$$

C_n , C_b – реалізаційна ціна одиниці продукції в новому і базовому варіантах, грн./т;

C_n, C_b – собівартість одиниці продукції в новому і базовому варіантах,
грн./т;

A_n – обсяг виробництва, га

Підставляючи у формулу відповідні показники, отримані в польовому досліді розраховуємо річний економічний ефект вирощування насіння сортозразків залежно від груп стиглості. Для економічної ефективності середньоранніх сортозразків за контроль ми взяли дуже ранньостиглий сорт Дакота.

1. Середньоранній сортозразок Форестбур

$$E = [(421 - 205,1) \times 128 - (421 - 309,2) \times 84,9] \times 1 = 18145,1 \text{ грн./га}$$

2. Середньоранній сортозразок Самбурст

$$E = [(421 - 220,8) \times 118,9 - (421 - 309,2) \times 84,9] \times 1 = 14314,0 \text{ грн./га}$$

Розрахунок економічної ефективності показав, що вирощування насіння проса прутіподібного є економічно вигідним. Навіть насінництво дуже раннього сортозразка, урожайність якого не висока, лише 84,9 кг/га забезпечило отримання прибутку від реалізації 9490,2 грн. з кожного гектару за рентабельності виробництва 36,1% (табл. 10.1).

Вирощування насіння середньоранніх сортозразків Форестбур та Самбурст, урожайність яких значно вища, забезпечило отримання більшого на 18145,1 та 14314,9 грн/га прибутку, відповідно, економічний ефект становив порівняно з дуже раннім сортозразком становив, відповідно – 18145,1 та 14314,0 грн./га. Збільшення урожайності насіння сприяло зменшенню собівартості одиниці продукції.

Дослідженнями встановлено, що за вирощування насіння проса прутіподібного як дуже раннього, так і середньоранніх сортозразків забезпечує отримання додаткової продукції – прибутку від реалізації насіння та підвищення рентабельність з 36,1 % (вирощування насіння дуже раннього сортозразка) до 105,1 % (вирощування насіння середньораннього сортозразка).

Таблиця 10.1

Економічна ефективність вирощування насіння проса прутоподібного залежно від груп стиглості сортозразків – дуже ранніх і середньоранніх (Ялтушківської ДСС, середнє за 2020-2023 рр.)

Показники	Дуже ранній Дакота, контроль	Середньоранні	
		Форестбур	Самбурст
Урожайність насіння, кг/га	84,9	128,0	118,9
Ціна реалізації, грн./кг	421	421	421
Виручка від реалізації, грн./га	35742,9	53888	50056,9
Затрати на вирощування, грн./га	26252,7	26252,7	26252,7
Прибуток від реалізації, грн./га	9490,2	27635,3	23804,2
Собівартість, грн./кг	309,2	205,1	220,8
Рентабельність, %	36,1	105,3	90,7
Річна економічна ефективність, грн./га	-	18145,1	14314,0

Розрахунок економічної ефективності за вирощування насіння середньопізніх сортозразків. За контроль ми взяли вітчизняний сорт Морозко.

1. Середньопізній сортозразок Кейв-ін-рок

$$E = [(421 - 205,1) \times 136,9 - (421 - 309,2) \times 135,8] \times 1 = 14374,3 \text{ грн./га}$$

2. Середньопізній сортозразок Аламо

$$E = [(421 - 220,8) \times 111,6 - (421 - 309,2) \times 135,8] \times 1 = 7159,9 \text{ грн./га}$$

З'ясовано, що вирощування насіння середньопізніх сортозразків, які характеризувалися більшою урожайністю, ніж середньоранні, забезпечило отримання більшої економічної ефективності та рентабельності. Порівнюючи ефективність насінництва вітчизняного сорту Морозко з сортозразками

зарубіжної селекції доцільно зазначити, що лише середньопізній сортозразок Кейв-ін-рок забезпечив отримання економічного ефекту 463,1 грн/га та нижчого рівня рентабельності – на 1,5% (табл. 10.2).

Таблиця 10.2.

Економічна ефективність вирощування насіння проса прутоподібного залежно від груп стиглості сортозразків – середньопізніх (Ялтушківської ДСС, середнє за 2020-2023 рр.)

Показники	Середньопізні сортозразки		
	Морозко, контроль	Кейв-ін-рок	Аламо
Урожайність насіння, кг/га	135,8	136,9	111,6
Ціна реалізації, грн./кг	421	421	421
Виручка від реалізації, грн./га	57171,8	57634,9	46983,6
Затрати на вирощування, грн./га	26252,7	26252,7	26252,7
Прибуток від реалізації, грн./га	30919,1	31382,2	20730,9
Собівартість, грн./кг	193,3	191,8	235,2
Рентабельність, %	117,8	119,5	79,0
Річна економічна ефективність, грн./га	-	463,1	-10188,2

Прибуток від реалізації та рівень рентабельності середньопізнього сортозразок Аламо був значно меншим, ніж сорту Морозко та сортозразку Кейв-ін-рок, що зумовлено меншою урожайністю насіння за однакових затрат на вирощування насіння. Доцільно зазначити, що економічна ефективність вирощування насіння середньопізніх всіх сортозразків висока, але найвища сорту Морозко та сортозразку Кейв-ін-рот.

Розрахунок економічної ефективності за вирощування насіння пізніх та дуже пізніх сортозразків. За контроль ми взяли вітчизняний дуже пізній сорт Лядівське.

1. Пізній сортозразок Шавні

$$E=[(421 - 270,4) \times 97,1 - (421 - 249,1) \times 105,4] \times 1 = -3494,3 \text{ грн./га}$$

2. Пізній сортозразок Ліберті

$$E=[(421 - 262,0) \times 100,2 - (421 - 249,1) \times 105,4] \times 1 = -2189,2 \text{ грн./га}$$

3. Дуже пізній сортозразок Інденпенденс

$$E=[(421 - 280,8) \times 93,5 - (421 - 249,1) \times 105,4] \times 1 = -5009,9 \text{ грн./га}$$

4. Дуже пізній сортозразок Канлоу

$$E=[(421 - 292,3) \times 89,8 - (421 - 249,1) \times 105,4] \times 1 = -6567,6 \text{ грн./га}$$

Найнижча ефективність вирощування насіння пізніх та дуже пізніх сортозразків, що зумовлено значно нижчою його урожайністю (табл. 10.3).

Таблиця 10.3.

Економічна ефективність вирощування насіння проса прутоподібного залежно від груп стиглості сортозразків – пізніх та дуже пізніх (Ялтушківської ДСС, середнє за 2020-2023 рр.)

Показники	Дуже пізній Лядівське, контроль	Пізні сортозразки		Дуже пізні	
		Шавні	Ліберті	Інденпенденс	Канлоу
Урожайність насіння, кг/га	105,4	97,1	100,2	93,5	89,8
Ціна реалізації, грн./кг	421	421	421	421	421
Виручка від реалізації, грн./га	44373,4	40879,1	42184,2	39363,5	37805,8
Затрати на вирощування, грн./га	26252,7	26252,7	26252,7	26252,7	26252,7
Прибуток від реалізації, грн./га	18120,7	14626,4	15931,5	13110,8	11553,1
Собівартість, грн./кг	249,1	270,4	262,0	280,8	292,3
Рентабельність, %	69,0	55,7	60,7	49,9	44,0
Річна економічна ефективність, грн./га	-	-3494,3	-2189,2	-5009,9	-6567,6

Найвищий прибуток від реалізації – 18120,7 грн./га отримано за вирощування насіння вітчизняного сорту Лядівське, найменший – 11553,1 грн./га за вирощування насіння дуже пізнього сортозразку Канлоу, рентабельність становила, відповідно – 69,0% та 44,4 %. Доцільно зазначити,

що за вирощування насіння всіх пізніх та дуже пізніх сортозразків отримано додаткову продукцію – прибуток від реалізації.

10.2. Порівняльна оцінка ефективності вирощування насіння і сировини для біопалива проса прутоподібного і сорго звичайного двокольорового

Найбільш високопродуктивними посухостійкими злаковими культурами універсального призначення як для кормового, технічного призначення, так і для виробництва твердого біопалива є просо прутоподібне (свічграс) та сорго звичайне двокольорове. Обидві культури розмножуються насінням, тому за оцінки економічної ефективності вирощування їх доцільно враховувати ефективність насінництва та сировини для технічного призначення – виробництва твердого біопалива, а сорго звичайного двокольорового і рідкого біопалива – біоетанолу, яке має значну енергетичну цінність завдяки високому вмісту крохмалю в зерні. Така комплексна оцінка забезпечить об'єктивну ефективності культур, їх переваги та сприятиме вибиранню тієї чи іншої культури для вирощуванню. Однією з переваг проса прутоподібного, на відміну від сорго звичайного двокольорового, є те, що це багаторічна культура і вирощувати для сировини на біопаливо її можна не на сільськогосподарських угіддях. Значною різницею є фізичні та біологічні властивості насіння цих культур. Насіння проса прутоподібного дуже дрібне, а маса 1000 насінини зягає від 0,9 до 1,9 г, насіння сорго звичайного значно крупніше, маса 1000 насінин становить від 22 до 31 г, що впливає на рівень урожайності культур.

Важливим елементом технології вирощування культур є застосування мінеральних добрив, які є одним з факторів істотного впливу на динаміку росту і розвитку культур, здатність формувати високі врожаї та якість зерна за змінних кліматичних умов. Із внесенням норм добрив підвищувалась урожайність зерна (насіння) і надземної маси сорго звичайного двокольорового [251] та проса прутоподібного порівняно з контролем.

Встановлено високу економічну ефективність вирощування насіння проса прутіподібного і сорго звичайного двокольорового. Рівень рентабельності обох культур був високим і становив понад 125 % (табл. 10.4).

Таблиця 10.4.

**Економічна ефективність вирощування насіння біоенергетичних
злакових культур – проса прутіподібного та сорго звичайного
двокольорового**

Добрива	Урожайність насіння, т/га	Витрати на вирощування, грн./га	Прибуток від реалізації, грн/га	Собівартість 1 т насіння, грн.	Рентабельність, %
Сорго, сорт Дніпровський 39					
Контроль – без добрив	5,2	11785	2080	2266	176
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	5,6	17909	2240	3198	125
Просо прутіподібне, свічграс, сорт Морозко					
Контроль – без добрив	0,113	20500	27070	181400	132
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,136	24300	32960	178700	136

Застосування мінеральних добрив призвело до значного збільшення витрат на вирощування насіння – проса прутіподібного на 3800 грн/га, сорго звичайного двокольорового – на 6124 грн/га. Водночас, добрива забезпечили достовірне підвищення урожайності насіння та зниження його собівартості обох культур порівняно з контролем, що сприяло підвищенню прибутку від реалізації їх насіння.

Поряд з економічною ефективністю вирощування насіння цих біоенергетичних культур важливим є вихід твердого біопалива, що є кінцевою метою вирощування як проса прутіподібного, так і сорго звичайного двокольорового.

З'ясовано, що застосування мінеральних добрив сприяло збільшенню виходу твердого біопалива, а саме: сорго звичайного двокольорового на 0,6 т/га або на 8,3 %, проса прутіподібного – на 2,1 т/га або на 13,0 % (рис. 10.1).

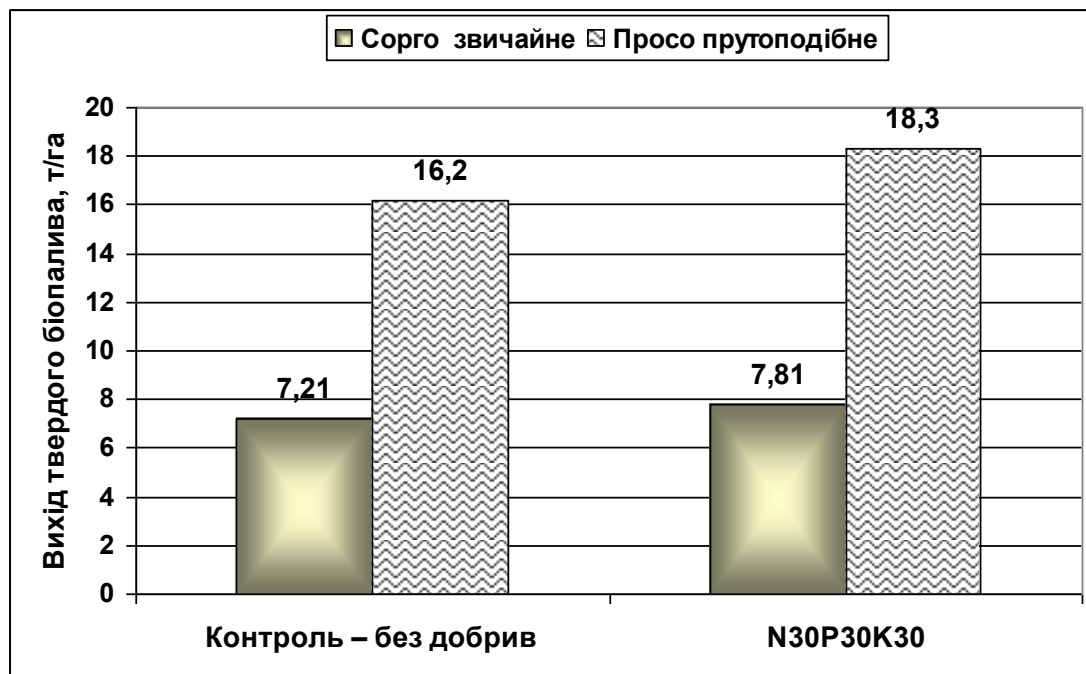


Рис. 10.1. Вихід твердого біопалива залежно від біологічних особливостей культур та застосування мінеральних добрив

Порівняльна оцінка ефективності вирощування насіння та розрахунок виходу твердого біопалива проса прутіподібного та сорго звичайного двокольорового показала, що ці культури є високоефективними як з ведення насінництва, так і вирощування сировини для біопалива.

Висновки до розділу 10

1. Вирощування насіння всіх сортозразків проса прутіподібного забезпечило отримання додаткової продукції – прибутку від реалізації, величина якого залежала від рівня урожайності культури.

2. Серед сортозразків проса прутіподібного середньоранньої групи стиглості найвищий прибуток – 27635,3 грн./га за рентабельності 105,3 % отримано за вирощування насіння сортозразка Форестбур; серед середньопізніх – сорт Морозко, відповідно – 30919,1 грн./га та 117,8 %, а

серед пізніх сортозразків – Лядівське, де прибуток становив 18120,7 грн./га за рентабельності 69,0 %.

3. Встановлено високу ефективність вирощування насіння та виходу твердого біопалива проса прутюподібного і сорго звичайного двокольорового, рівень рентабельності яких становив, відповідно – 132 – 136 % та 125 – 176 %. Збільшення виходу твердого біопалива залежно від застосування мінеральних добрив обох культур було майже однаковим і становило на 8,3 % та 13,0 %.

За результатами розділу опубліковано 1 праця

Pravdyva L. A., Doronin V. A., **Dryha V. V.**, Khakhula V. S., Vakhniy S. P., Mykolaiko I. I. 2022. Yield capacity and energy value of sorghum grain depending on the application of mineral fertilisers. *Zemdirbyste-Agriculture*, 109 (2): 115–122. DOI 10.13080/z-a.2022.109.015 (*Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 25 %*).

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення наукової проблеми щодо агробіологічних основ формування урожаю і якості насіння проса прутоподібного залежно від сортових особливостей, елементів технології його вирощування та передпосівної підготовки шляхом проведення польових і лабораторних досліджень. Впровадження результатів дослідження забезпечило зниження біологічного стану спокою насіння і, відповідно – його підвищення схожості.

1. Розмір пилкових зерен, зародка і насінини, їх співвідношення залежали від сортових особливостей, погодних умов упродовж цвітіння, запилення і їх формування. Розміри пилку варіювали від 22,9 до 23,6 мкм. Найменших розмірів пилок усіх сортозразків був в 2018 та 2019 рр., а у вегетаційних 2020-2021 рр. середні розміри пилку були значно більшими, ніж в 2018 та 2019 р.

2. Урожайність та якість насіння проса прутоподібного залежала від групи стиглості сортозразків, більш пізньостиглі сорти мали нижчу енергію проростання і схожість, ранні та дуже ранні сорти характеризувалися вищими показниками якості, причому істотної різниці з енергії проростання і схожості між ранніми, середньоранніми та дуже ранніми сортами не виявлено. Найнижчу урожайність насіння мали дуже ранній та дуже пізні сорти, відповідно – 76-90 та 70-80 кг/га. Між урожайністю насіння та його схожістю існує середня кореляція, коефіцієнт кореляції становить 0,48.

3. З'ясовано, що енергія проростання та схожість насіння проса прутоподібного залежала як від груп стиглості сортів, так і від суми ефективних температур в період вегетації. Для формування якісного насіння проса прутоподібного оптимальними умовами за фазами росту і розвитку культури є наступні: міжфазний період – «сходи-викидання волоті» має бути надмірно зволуженим, що забезпечує інтенсивний ріст та розвитку рослин, фаза «цвітіння» – проходити за оптимального або наближених до

оптимального зволоження, а міжфазний період «формування та дозрівання насіння» – має бути засушливим.

4. Урожайність насіння проса прутоподібного істотно залежала як від умов вирощування (року вегетації), так і від сортових особливостей та місця його формування на рослинах. На волотях першого ярусу обох сортотразків була сформована достовірно вища урожайність, ніж на волотях другого та третього ярусів, істотної різниці між сортотразками не було. Достовірно вищими була енергія проростання та схожість насіння, що сформувалося на волоті першого ярусу.

5. За зберігання як вологого (24-26%), так і сухого (9%) насіння за температури повітря 5-7 °С та 18-20 °С упродовж навіть 90 діб забезпечило достовірне підвищення його енергії проростання та схожості. Тобто в польових умовах за ранньої сівби та прохолодного періоду «сівба-отримання сходів» можна очікувати достовірного підвищення якості насіння і, відповідно – його польової схожості.

6. За зберігання насіння проса прутоподібного, зібраного з рослин різних років вегетації упродовж трьох років не виявлено достовірного підвищення його енергії проростання і схожості. Закономірне збільшення цих показників спостерігалось лише в насіння, яке зібране з рослин, які були висіяні в 2009 р. – 10 рік вегетації.

7. Схожість насіння проса прутоподібного залежала як від строків збирання, так і від післязбирального дозрівання його на скошених рослинах. Збирання насіння за 100 % побурінні волоті забезпечило істотне підвищення енергія проростання – на 6%, схожість – на 9% і маса 1000 насінин – на 0,08-0,25 г, порівняно з збирання за 50 % побуріння волоті. За дозрівання насіння на скошених рослинах енергія проростання збільшилася – на 8%, схожість – на 7%.

8. Встановлено, що скарифікація насіння проса прутоподібного забезпечила достовірне підвищення його енергії проростання та схожості, які в середньому збільшилися на 7 % порівняно з контролем – без застосування

цього способу підвищення якості насіння. Але не всі партії насіння однаково реагують на цей спосіб підвищення якості.

9. Доведено, що температура пророщування насіння проса прутоподібного мала значний вплив на зниження його біологічного стану спокою, що забезпечило підвищення інтенсивності його проростання. За охолодження насіння у вологому ложе за пониженої температури 10 °С упродовж 14 діб і подальше його пророщування за постійної температури 20 °С сприяло підвищенню інтенсивності його проростання на сьому добу після сівби на 15 %, а на 15 добу – на 19%, порівняно з контролем.

10. Удосконалено метод визначення схожості насіння проса прутоподібного, який передбачає за пророщування насіння, проводити попереднє охолодження упродовж 7, а не 14 діб та підрахунок схожого насіння проводять на 15, а не на 20 добу, що забезпечить скорочення терміну визначення схожості на 13 діб без зниження якості аналізу.

11. Оптимальним режимом сортування насіння проса прутоподібного за аеродинамічними властивостями є такий за якого у відхід потрапляє до 30% насіння, що забезпечує істотне підвищення схожості очищеного насіння. Сортування насіння свічграсу за режимів коли у відхід потрапляє більше 30% насіння є недоцільним і призводить лише до невиправданих втрат.

12. Сортування насіння проса прутоподібного за питомою масою доцільно проводити в два етапи. За першого основного сортування поздовжній кут нахилу робочої поверхні пневмостола має бути 2,0⁰, поперечний 0,5⁰, за повторного сортування – поздовжній 2,5⁰, поперечний 0,5⁰. За обох етапів сортування швидкість повітря, має бути такою, щоб забезпечити рівномірне покриття робочої поверхні пневмостола насінням. Частота коливання робочої поверхні пневмостола має бути в межах 425-440 коливань/хвилину.

13. Найефективнішим способом підготовки насіння проса прутоподібного до сівби є його сортування за сукупністю ознак – питомою масою та аеродинамічними властивостями, що забезпечить зниження

біологічного стану спокою насіння, підвищення його схожості на 7-21%, маси 1000 насінин та виходу якісного насіння до 72,5%.

14. В умовах зрошення з підтриманням вологості ґрунту 60% НВ без підживлення упродовж всіх фаз росту і розвитку висота рослин була достовірно більшою: за міжряддя 45 см – на 16,8 см, за міжряддям 60 см – на 15,9 см, кількість стебел, відповідно – на 76,3 шт./м² та 31,1 шт./м², порівняно з контролем – без зрошення. За підтримання вологості ґрунту 60% НВ до закінчення фази цвітіння, після чого зрошення призупиняли висота рослин та кількість стебел на рослині були достовірно меншими, ніж за підтримання вологості упродовж всього вегетаційного періоду.

15. Найнижчу урожайність насіння проса прутоподібного отримано в контролі – без зрошення. Не виявлено істотної різниці з урожайності насіння залежно від способів вирощування та позакореневого підживлення проса прутоподібного, яка становила без підживлення за міжряддя 45 см 0,11 т/га, а за 60 см 0,12 т/га. Застосування зрошення упродовж всієї вегетації забезпечило істотне збільшення урожайності насіння без підживлення за міжряддя 45 см на 0,33 т/га, за міжряддя 60 см – на 0,48 т/га, за підживлення рослин у фазу виходу в трубку, відповідно – 0,36 та 0,33 т/га.

16. З'ясовано, що на якість насіння – масу 1000 насінин, енергію проростання та схожість впливали умови вирощування – зрошення та способи сівби, але не виявлено закономірного збільшення цих показників залежно від елементів технології. У контролі та при зрошенні упродовж всієї вегетації вищими енергія проростання та схожість були без підживлення азотними добривами за обох способів сівби, водночас за призупиненні зрошення в кінці фази цвітіння, ці показники були вищими при підживленні як за ширини міжряддя 45 см, так і за ширини 60 см.

17. Враховуючи якість насіння та вихід сухої біомаси проса прутоподібного для Лісостепу України оптимальними сортами в яких ці два показники поєднуються і є найвищими, є ранньостиглий сортозразок Форестбург, середньоранній Самбурст, середньопізні сорти Морозко,

сортозразки Кейв-ін-рок та Аламо , які доцільно включати в селекційний процес при створенні нових сортів.

18. Вирощування насіння всіх сортозразків проса прутоподібного забезпечило отримання додаткової продукції – прибутку від реалізації, величина якого залежала від рівня урожайності культури. Серед сортозразків середньоранньої групи стиглості найвищий прибуток – 27635,3 грн./га за рентабельності 105,3 % отримано за вирощування насіння сортозразка Форестбур; серед середньопізніх – сорт Морозко, відповідно – 30919,1 грн./га та 117,8 %, а серед пізніх сортозразків – Лядівське, де прибуток становив 18120,7 грн./га за рентабельності 69,0 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ПРАКТИКИ ТА ВИРОБНИЦТВА

1. З метою створення нових сортів проса прутоподібного, які поєднували б високу урожайність біомаси та високу схожість насіння доцільно в практичній селекції використовувати такі сортозразки, як ранньостиглий Форестбург, середньоранній Самбурст, середньопізні Кейв-ін-рок, Аламо та середньопізній сорт Морозко, впровадження нових сортів забезпечить підвищення урожайності біомаси для біопалива та отримання в достатній кількості високосхожого насіння для впровадження культури у виробництві.

2. Контрольно-вимірювальним лабораторіям та науковим установам, які вирощують насіння проса прутоподібного для визначення якості насіння – енергії проростання, схожості та маси 1000 насінини користуватися методичними рекомендаціями «Визначення якості насіння проса прутоподібного (свічграсу) *Panicum virgatum* L.».

3. Насінницьким господарствам незалежно від форм власності для отримання насіння проса прутоподібного високої якості рекомендуємо такі елементи технології:

- роздільний спосіб збирання насіння за скошування насінників у валок при побурінні волоті від 75% (початок скошування) до 100% (закінчення скошування), дозрівання насіння на скошених рослинах і після чого його обмолочують, що забезпечує підвищення енергії проростання і схожості насіння та зменшення втрат у період збирання;

- з метою запобігання зігрівання насіння та зниження його схожості відразу після обмолочування, ворох насіння очищати від крупних та дрібних домішок на повітряно-решітних машинах, які обладнані аспіраційними колонками або на решітних машинах та аспіраційній колонці за швидкості повітря в колонці, щоб у відхід не потрапляло виповнене насіння, а лише дрібні домішки та пил;

- за передпосівної підготовки насіння для зменшення його біологічного

стану спокою доцільно проводити скарифікацію насіння, використовуючи скарифікатор СКР-300, насіннєтерку ВК-1100 А або конюшинотерку-скарифікатору КС-0,2, що працюють за принципом шліфувальної машини. Оптимальним режимом скарифікації є режим за якого видаляється від 2,8 до 8,8% оболонки насінини від його маси.

- наступним етапом передпосівної підготовки насіння є його сортування за аеродинамічними властивостями на аспіраційних колонках. Оптимальним режимом сортування за аеродинамічними властивостями є такий за якого у відхід потрапляє не більше 20% насіння, що забезпечує істотне підвищення схожості очищеного насіння;

- сортування насіння проса прутоподібного за питомою масою доцільно проводити в два етапи:

- перший етап сортування за поздовжнього кута нахилу робочої поверхні $2,0^{\circ}$, поперечного $0,5^{\circ}$ і відбирають лише біля 60% насіння, підготовленого до сівби, а решта направляється в проміжну фракцію з подальшим повторним сортуванням;

- насіння, яке потрапило в проміжну фракцію повторно сортують за поздовжнього кута нахилу робочої поверхні стола $2,5^{\circ}$, поперечного $0,5^{\circ}$;

- за обох сортувань швидкість повітря має бути такою, яка забезпечувала б рівномірне покриття робочої поверхні пневмостола насінням, що впливає на якість його сортування;

- сортування насіння доцільно проводити при зміні частоти коливання робочої поверхні пневматичного сортувального столу від 425 до 440 коливань за хвилину, що забезпечує підвищення схожості насіння на 31-44% порівняно з контролем – без сортування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про Єдиний митний тариф» № 2097-ХІІ від 05.02.1992р.// www.rada.gov.ua
2. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Дрига В.В., Доронін В.В. Формування садивного матеріалу міскантусу в другому році вегетації залежно від елементів технології його вирощування. *Біоенергетика*. 2018. № 2(12). С.28–31.
3. Розробка та вдосконалення енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу альтернативних джерел енергії: колективна монографія / за редакцією О.О. Горба, Т.О. Чайки, І.О. Яснелюба. Полтава: ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2017. 326 с.
4. Дубініна М. В. Інституційні особливості розвитку біоенергетики. *Зб. наук. праць Вінницького НАУ*. Вінниця, 2012. Т. 1. Вип. 2(64). С. 31–36.
5. Таран В.В., Магомедов А.-Н.Д., Пономаренко П.Л. Производство возобновляемых источников энергии в странах ЕС. *Теория экономики и управления народным хозяйством. Вестник института дружбы народов Кавказа*. 2011. №17. С.117–127.
6. Scarlat N. Highlights of the Conference. In Proceedings of the 27th European Biomass Conference & Exhibition, Lisbon, Portugal, 27–30 May 2019; Available online: <http://programme.eubce.com/search.php?close=all> (accessed on 31 July 2019).
7. Wang M., Dewil R., Maniatis K. et al. Biomass-derived aviation fuels: Challenges and perspective. *Prog. Energy Combust. Sci.* 2019. 74. 31–49.
8. Robinius M., Otto A., Heuser P. et al. Linking the power and transport sectors—Part 1: The principle of sector coupling. *Energies* 2017. 10. 956.
9. Caspeta L., Buijs N.A.A., Nielsen J. The role of biofuels in the future energy supply. *Energy Environ. Sci.* 2013. 6. 1077–1082.
10. *Annual Statistical Report on the contribution of biomass to the energy system in the EU 27*, AEBIOM, 2011. URL: <http://ru.scribd.com/doc/73012151/2011-AEBIOM-Annual-Statistical-Report>

11. *European Bioenergy Outlook*. АЕВІОМ, 2013 URL: [http:// www.aebiom.org/blog/aebiom-statistical-report-2013/](http://www.aebiom.org/blog/aebiom-statistical-report-2013/)
12. Пояснювальна записка до Закону України про зменшення споживання природного газу стосовно котлів на біомасі та інших видах місцевого палива. URL: http://www.journal.esco.co.ua/2006_2/art123.htm.
13. Сінченко В.М., Гументик М.Я., Бондар В.С. Перспективи технології виробництва біопалива. *Біоенергетика*. 2014. №2(4). С. 13.
14. Курило В.Л., Роїк М.В., Ганженко О.М. Біоенергетика в Україні: стан та перспективи розвитку. *Біоенергетика*. 2013. № 1. С. 5–10.
15. Гелетуха Г.Г., Железна Т.А. Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. *Промислова теплотехніка*. 2017. Т. 39, № 2. С. 60– 64.
16. Доронін А.В. Формування конкурентоспроможності альтернативних видів пального в контексті стратегії розвитку АПК України. *Зб. наук. праць ІБКіЦБ*. К. 2013. Вип. 19. С.181–187.
17. Роїк М.В., Ягольник О.Г. Агропромислові енергетичні плантації – майбутнє України. *Біоенергетика*. 2015. №2. С.4–7.
18. Field C. V., & Mach K. J. Rightsizing carbon dioxide removal. *Science*, 356(6339). 2017. 706–707. <https://doi.org/10.1126/science.aam9726>.
19. Rogelj J., Shindell D., Jiang K., et al. (2018). Mitigation pathways compatible with 1.5°C in the context of sustainable development. In V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, ... T. Waterfield (Eds.), *Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* (pp. 313–443). Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change.
20. Searchinger T. D., Wiersenus S., Beringer T., & Dumas P. Assessing the efficiency of changes in land use for mitigating climate change. *Nature*, 564(7735). 2018. 249. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0757-z>

21. Талавиря М.П., Барановська О.Д., Добрівська М.В. та ін. Розвиток та застосування різних видів біоенергетики: [Монографія]. Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2012. 180 с.

22. Calabrò, P.S.; Catalán, E.; Folino, A.; Sánchez, A.; Komilis, D. Effect of three pretreatment techniques on the chemical composition and on the methane yields of *Opuntia ficus-indica* (prickly pear) biomass. *Waste Manag. Res.* 2018, 36, 17–29.

23. Яценко А.С., Балюк А.В., студенти, Єсіпов О.В. Світчграсс як енергоємка сировина для виробництва біопалива. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка. Харків. 2020. С. 54–55.

24. Можарівська І.А. Технологія вирощування малопоширених енергетичних культур для виробництва різних видів біопалива. *Наукові праці Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. пр.* К. 2013. Вип. 19. 85 с.

25. Фучило Я.Д., Сбитна М.В., Фучило О.Я., Літвін В.М. Досвід та перспективи вирощування тополі (*Populus sp.l.*) в південному степу України. *Наукові праці Лісової академії наук України: зб. наук. пр.* 2009. Вип. 7. С. 66–69.

26. Yogendra N. Shastri, Alan C. Hansen, Luis F. Switchgrass - practical issues in developing a fuel crop Rodriguez and K.C. Ting Address: Energy Biosciences Institute and Department of Agricultural and Biological Engineering, 1206 W. Gregory Drive, 1119 IGB, Urbana, IL 61801, USA. 2012.

27. Felten D., Emmerling C. Effects of bioenergy crop cultivation on earthworm communities—A comparative study of perennial (*Miscanthus*) and annual crops with consideration of graded land-use intensity. *Appl. Soil Ecol.* 2011.49. 167–177.

28. Zan C.S., Fyles J.W., Girouard P., Samson R.A. Carbon sequestration in perennial bioenergy, annual corn and uncultivated systems in southern Quebec. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2001. 86. 135–144.

29. Kalinichenko A., Kalinichenko O., Kulik M. Assessment of available potential of agro-biomass and energy crops phytomass for biofuel production in Ukraine: Odnowialne zrodla tntrgii: teoria I hraktyka. Monograph /pod red. I. Pietkun-Greber, P.Ratusznego, Uniwersytet Opolski: Opole, Kijow, 2017/ (tom II): 163–179.

30. Щербакова Т.О., Рахметов Д. Б. Особливості будови пагонів проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) в умовах інтродукції в Правобережному Лісостепу та Поліссі України. *Plant Varieties Studying and protection.* 2017. Т. 13. № 1. С. 85–88.

31. Wolf D.D. and Fiske D.A. Plantiong and managing switchgrass for forage, wildlife, and conservation/ *Viginia Cooperative Extension*, publication 418-013. URL: http://pubs.ext.vt.edu/418/418-013/418-013_pdf.pdf.

32. Moser L.E. and Vogel K.P. Switchgrass, Big Blustem, and Indiangrass. *In: An introduction to grassland agriculture.* R. F. Barnes, D.A. Miller and C.J. Nelson (esd). Forages, 5th ed. Vol. 1, Ames, IA: Iowa University Press, 1995. P. 409–420.

33. Роїк М. В., Курило В. Л., Гументик М. Я. Енергетичні культури для виробництва біопалива: *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії. Т. 7 (26): «Енергозбереження та альтернативні джерела енергії: проблеми і шляхи їх вирішення».* Полтава : РВВ ПДАА, 2010. С. 12–17.

34. Sanderson, M. A., Reed, R. L., & McLaughlin, S. B., Wullschleger, B.V Switchgrass as a sustainable bioenergy crop. *Bioresource Technology.* 1994. 56, 83–93.

35. Kenneth P. Vogel, John J. Brejda, Daniel T. Walters, Dwayne R. Buxton Switchgrass biomass production in the Midwest USA: Harvest and nitrogen management. *Agron. J.* 2002. 413–420.

36. Parrish D. J., Fike D. I., Bransby J. H., Samson R. Establishing and managing switchgrass as an energy crop. *Forage and Grazinglands*. 2008. 68–82.
37. Brown S.J. Bioenergy '94 Field Day: Biomass crops seen as an opportunity for future energy markets. *Sustainable Farming*. 1994. 8(2).
38. Кучеровська С.В., Стефановська Т.Р. Агроекологічні аспекти вирощування багаторічних трав для виробництва біопалива другої генерації. *Вісник КрНУ ім. Михайла Остроградського*. 2002. Вип. 4 (75). С. 128–131.
39. Christian D. G., Elbersen H. W. Switchgrass (*Panicum virgatum* L.). In: N. El Bassam. Energy plant species. Their use and impact on environment and development. London: *James and James publishers*, 1998: 257–263.
40. Wullschlegel S. D., Sanderson M. A., McLaughlin S. B., Biradar D.P. and Rayburn A. L. Photosynthetic rates and ploidy levels among populations of switchgrass. *Crop Sci*. 1996. 36. 306–312.
41. Weaver JE. Prairie plants and their environment: a 35-year study in the Midwest. Lincoln, NE: University of Nebraska Press. 1968, 276 pp.
42. Гументик М.Я. Агротехнічні прийоми вирощування проса прутіподібного «*Panicum virgatum* L.». *Біоенергетика*. 2014. № 1. С. 29–32.
43. Чекалин Н.М., Тищенко В.Н., Баташова М.Е. Класифікація, кариотип и биологические особенности Panicum. *Селекция и генетика отдельных культур*. URL: https://agromage.com/stat_id.php?id=475
44. Кулик М.І. Загальна характеристика, сортимент, ботаніко-біологічні та екологічні особливості енергетичних культур. Енергетичні культури: сортимент, біологія, екологія, агротехнологій. Колективна монографія / за ред. док. с.-г. наук, проф. М.І. Кулика. Полтава. «Астрыя». 2023. С. 8–45.
45. Поліщук М.І., Ковбасюк Б.М. Вплив строків сівби на продуктивність біомаси свічграсу. *Рослинництво, сучасний стан та перспективи розвитку*. 2017. № 5. С. 70–77.
46. Рожко І.І., Дьомін Д.Г., Кулик М.І. Вивчення сортів проса прутіподібного вітчизняної та зарубіжної селекції за продуктивністю та

схожістю насіння. *Матеріали II інтернет-конференції молодих учених (30 серпня 2018 р.)*. К. 2018. С. 23.

47. Гелетуха Г.Г., Железная Т.А., Трибой А.В. Перспективы выращивания и использования энергетических культур в Украине. *Промышленная теплотехника*. 2015. т. 37. № 4. С. 53–60.

48. Кулик М. И. Адаптивный потенциал проса прутьевидного в условиях Украины. *Вестник Курганской ГСХА*, 2015. Вып. №1(13). С. 28–30.

49. Кулик М.І., Рожко І.І. Закономірності формування урожайності насіння проса прутюподібного в умовах Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. №4. С. 85–99.

50. Мороз О.В., Смірних В.М., Курило В.Л. та ін. Свічграс як нова фітоенергетична культура. *Цукрові буряки*. 2011. № 3 (81). С.12–14.

51. Рахметов Д.Б., Вергун О.М., Рахметова С.О. *Panicum virgatum* L.–перспективний інтродуцент у Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка України. *Інтродукція рослин*. 2014. №3. С. 3–14.

52. Cherney J. H., Cherney D.J.R., Paddock K.M. Biomass Yield and Composition of Switchgrass Bales on Marginal Land as Influenced by Harvest Management Scheme. *Bioenerg. Res.* 2018. V.11(1). P. 34–43.

53. Ma Z., Wood C.W., Bransby D.I. Impact of row spacing, nitrogen rate, and time on carbon partitioning of switchgrass. *Biomass and Bioenergy*. 2001. P. 413–419.

54. Monti A. Switchgrass: A valuable biomass crops for energy. London: *Springer-Verlag*, 2012. 290 p.

55. McLaughlin S.B., Kszos L.A. Development of switchgrass (*Panicum virgatum*) as a bioenergy feedstock in the United States, *Biomass and Bioenergy*, 2005. p. 515–535.

56. McLaughlin S.B., Samson R., Bransby D. et al. Evaluation physical, chemical, and energetic properties of perennial grasses as biofuels. *Bioenergy 96: Proceedings of the Seventh National Bioenergy Conference*. Sept. 15-20. 1996. Nashville, Tennessee. V. 1. P 1–8.

57. Думич В.В., Журба Г.І., Курило В.Л. Техніко-технологічні заходи для закладання енергоплантацій свічграсу в умовах Полісся України. *Зб. наук. праць ІБКіЦБ*. К.: 2013. Вип. 19. С. 37–42.

58. Мазур В.А., Браніцький Ю.Ю., Поліщук І.С. Особливості вирощування проса лозо видного в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та тваринництво*. 2017. № 7 (т.1). С. 19–25.

59. 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.

60. Кулик М.І., Юрченко С.О. Формування продуктивності інтродукованого в центральній частині України *PANICUM VIRGATUM L.* (проса лозоподібного). *ЗНП Полтавської державної аграрної академії*.

61. Cassidy N. Y. Planting and production of switchgrass (*Panicum virgatum L.*) as a bioenergy crop in Michigan's Upper Peninsula. Peninsula "Master Thesis, Michigan. University of Technology. Houghton. Michigan, United States 2011. digitalcommons.mtu.edu/etds/162.

62. Мандровська С.М., Балан В.М. Продуктивність проса прутоподібного (*Panicum virgatum L.*) залежно від норми висіву та сортових особливостей. *Зб. наук. праць ІБКіЦБ*, К. 2015. вип. 23. С. 44–49.

63. Роїк М. В., Курило В. Л., Гументик М. Я. та ін. В. Роль і місце фітоенергетики у паливно-енергетичному комплексі України. *Цукрові буряки*. 2011. № 1. С. 6–7.

64. Петриченко С.М., Герасименко О.В., Гончарук Г.С., Литвинюк В.В., Мандровська С.М. Перспективи вирощування свічграсу як альтернативного джерела енергії в Україні. *Цукрові буряки*. 2011. № 4. С. 13–14.

65. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Гончарук Г.С., Доронін В.В., Шевченко Т.В., Карпук Л.М. Вплив вологості ложа для пророщування насіння проса лозовидного (*Panicum virgatum L.*) на інтенсивність його

проростання. *Новітні агротехнології*. ІБКіЦБ. № 4. 2016. URL: <http://plant.gov.ua/uk/2016-1-4>.

66. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Бусол М.В., Доронін В.В., Мандровська С.М., Гончарук Г.С. Визначення схожості насіння проса прутоподібного (свічграсу) *Panicum virgatum* L. *Методичні рекомендації*. К., ІБКіЦБ НААН. 2015. 10 с.

67. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Бусол М.В., Доронін В.В., Мандровська С.М. Визначення енергії проростання та схожості насіння свічграсу. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2015. № 1. С. 64–68.

68. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Бусол М.В., Доронін В.В. Способи підвищення якості насіння свічграсу. *Біоенергетика*. 2014. № 2. С. 22–24.

69. Хівріч О., Гументик М., Максименко О., Фурса А. Свічграс: екологічно чиста енергія. *Пропозиція*. 2015. № 6. С. 74–78.

70. Калетнік Г.М. Розвиток ринку біопалив в Україні. *Біоенергетика*. 2013. № 1. С. 11–16.

71. Кулик М.І. Ботанічні особливості та характеристика екотипів проса лозовидного. *Матеріали восьмої міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Простір і час сучасної науки»*. 2012. С. 18–19.

72. [Lewandowskia, I., Jonathan M.O., Scurlock, Ella Lindvall, Myrsini Christoud](#). The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. *Biomass and Bioenergy*. 2003. 25, 335–361.

73. Elbersen H. W., D. G. Christian N. El Bassen et al. Switchgrass variety choice in Europe. - *Aspects of Applied Biology* . 2001. 65. 21–28.

74. Beaty E.R., J.I. Engel and J.D. Powell Tiller development and growth in switchgrass. *J. Range Manage.* 1978. 31. P. 361–365.

75. Патент 85560 Україна, МКИ А01Н 4/00 Спосіб прискороного відтворення свічграсу/ Войтовська В.І., Мандровська С.М. (Україна). u 201306037, Заяв. 16.05.2013; Опубл. 25.11.2013; Бюл. 22.

76. Кулик М.І., Рожко І.І. Вплив агротехнічних заходів вирощування на формування врожайності насіння проса прутоподібного. Альтернативні джерела енергії у підвищені енергоефективності та енергонезалежності сільських територій: колективна монографія / за ред. Т.О. Чайки, О.О. Горба. Київ: Полтава: Видавництво ПП «Астрыя», 2019. 276 с.

77. 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.

78. Тищенко В.Н., Чекалин Н.М., Баташова М.Е. Классификация, кариотип и биологические особенности Panicum. *Селекция и генетика отдельных культур*. 2019. URL: https://agromage.com/stat_id.php?id=475

79. Elmore S.J., Lee D., Vogel K.P. Chloroplast DNA variations in Panicum virgatum L. Proc. Am. Forage Grassland Council p. 1993. 216–219.

80. Elmore S.J., Lee D., Vogel K.P. Chloroplast DNA variations in Panicum virgatum L. Proc. Am. Forage Grassland Council p. 1993. 216–219.

81. Hultquist S., Vogel K.P., Lee D.E., Arumuganathan K., Kaeppler S. DNA content and chloroplast DNA polymorphisms among accessions of switchgrass from remnant Midwestern prairies. Crop Sci. 1997. 37. 595–598.

82. Lu K., Kaeppler S.W., Vogel K., Arumuganathan K., Lee D.J. Nuclear DNA content and chromosome numbers in switchgrass. Great Plains Research: *J. Nat. Soc. Sci.* 1998. 8. 269–280.

83. Zalapa J. E., Price D.L., Kaeppler S.M., Tobias C.M., Okada M., Casler M.D. Hierarchical classification of switchgrass genotypes using SSR and chloroplast seguencts: ecotypes, ploidis, gene pools and cultivars. *Teor. Appl. Genet.* 2011. 122: 805–817.

84. Vogel KP. Switchgrass. In: Moser LE, Burson BL, Sollenberger LE, editors. Warm-season (C4) Grasses. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Madison, WI; 2004. p. 561–588.

85. Samson R., Delaquis E., Deen B. DeBruyn J. and Eggimann U. Switchgrass Seed Quality. Switchgrass. Agronomy. Ontario, 2016. P. 20–22. URL:https://www.agrireseau.net/documents/Document_93992.pdf

86. Sector B. Plentiful switchgrass emerges as breakthrough biofuel / *The San Diego Union-Tribune*. Retrieved, 2008. P. 5–24.

87. Gunderson Carla & Davis, Ethan & Jager, Yetta & West, Tristram & Perlack, Robert & Brandt, Craig & Wullschleger, Stan & Baskaran, Latha & Webb, Erin & Downing, Mark. Exploring Potential U.S. Switchgrass Production for Lignocellulosic Ethanol. 2008. DOI: 10.2172/936551.

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

89. Seepaul B., Macoon K. Reddy and Baldwin B., "Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) Intraspecific Variation and Thermotolerance Classification Using in Vitro Seed Germination Assay," *American Journal of Plant Sciences*, Vol. 2 No. 2. 2011. pp. 134-147. doi: [10.4236/ajps.2011.22015](https://doi.org/10.4236/ajps.2011.22015)

90. Кулик М.І., Юрченко С.О. Формування продуктивності інтродукованого в центральній частині України *Panicum virgatum* L. (проса лозоподібного). *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2014. т. 14. С. 160–164.

91. Мандровська С.М. Агроекологічні основи введення в культуру проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) в Лісостепу України: автореф. дис. ...канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво» / Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. Київ, 2016. 25 с.

92. Філіпась Л.П., Горобець А.М., Мандровська С.М. Продуктивність різних сортів свічграсу. *Зб. наук. праць ІБКіЦБ*, 2012. т. 14. С. 359–361.

93. Петриченко С.М., Герасименко О.В., Гончарук Г.С., Литвинюк В.В., Мандровська С.М. Перспективи вирощування свічграсу як альтернативного джерела енергії в Україні. *Цукрові буряки*. 2011. № 4. С. 13–14.

94. Кулик М., Рій О., Крайсвітній П. Насіннева продуктивність проса лозовидного (*Panicum virgatum* L.) другого року вегетації. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Сер: Агронія*. 2013. вип. 17 (2). С. 215-219.

95. Кулик М.І., Сиплова Н.О. Рівень врожайності проса прутьоподібного залежно від сорту та строку збирання. *Таврійський науковий вісник «Землеробство, рослинництво, овочівництво, багтанництво»*. Вип. 107. С. 93-100. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.12>

96. Мандровська С.М. Світчграс (*Panicum virgatum* L.) – перспективний інтродуцент для виробництва біопалива в Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. праць*. – К.: 2013. Вип. 19. С. 82–84.

97. Кулик М. І. Вплив умов вирощування на врожайність фітомаси світчграсу (*Panicum virgatum* L.) другого року вегетації. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. Вип. № 2. С. 30–35.

98. Сорти та гібриди сільськогосподарських культур оригінатором яких є Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків. Біоенергетичні культури. URL: <http://bio.gov.ua/bioenergy/bioenergetychni>

99. McLaughlin S.B., De La Torre D.G., Garten C.T. [et al.] Ugarate High-value renewable energy from prairie grasses. *Environ. Sci. Technol.* 2002. P. 2122–2129.

100. Bransby D.I., Bransby D.I., Walker R.H., Miller M.S. Development of optimal establishment and cultural practices for switchgrass as an energy crop. Five year summary report. *Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee*, 1997.

101. Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) as an alternative energy crop in Europe Initiation of a productivity network Final Report for the period from 01-04-1998 to 30-09-2001

102. Сторожик Л.И., Мандровская С.Н. Адаптивность и продуктивность сортов проса прутьевидного (*Panicum virgatum* L.) при

продолжительном использовании посевов в условиях Лесостепи Украины.

SCI-ARTICLE.RU. 2015. № 21. URL: <http://sci-article.ru/stat.php?i=1428252629>

103. Peters T.J., Moomaw R.S., Martin A.R. Herbicides for postemergence control of annual grass weeds in seedling forage grasses. *Weed Sci.* 1989. Vol. 37. P. 375–379.

104. Comis D. Switching to Switchgrass makes Sense, in *Agricultural Research*, July. USDA-www.ars.usda.gov/is/AR/archive/jul06/grass0706.pdf. 2006.

105. Parrish D., Fike J.H. The biology and agronomy of switchgrass for biofuels. *CRC CR Rev. Plant. Sci.* 2005. 24: 423–459. DOI: 10.1080/07352680500316433.

106. Думич В.В, Журба Г.І., Курило В.Л. Динаміка росту свічграсу в ґрунтово-кліматичних умовах Полісся України. *Зб. наукових праць ІБКіЦБ*. 2013. вип. 19. С.43–46.

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

108. Курило В.Л., Гументик М.Я., Касьяків В.В. Вплив строків сівби та глибини загортання насіння «Свічграсу» проса лозовидного на польову схожість в умовах західної частини Лісостепу України. *Зб. наук. праць ІБКіЦБ НААН*. К. 2013. № 17. т.1. С. 358–361.

109. Гументик М.Я. Вплив способу посіву та догляду за рослинами на продуктивність біомаси проса прутоподібного в умовах Лісостепу України. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2016. Вип. 25. С. 14–20.

110. Osumpaugh W. R., Sanderson M. A., Hussey M. A. et al. Evaluation of switchgrass cultivars and cultural methods for biomass production in the southcentral U.S. *Final report. Oak Ridge National Laboratory*, Oak Ridge, TN, 1997. contract № 19X-SL128C.

111. Гументик М.Я. Удосконалення елементів технології вирощування

проса прутоподібного в умовах Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 9 (810). С. 15–20.

112. M. KULYK, I. ROZHKO, V. KURYLO, V. BULGAKOV, S. IVANOV, A. ADAMOVICS 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).

113. 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 С. 51–60. | DOI: 10.31521/2313-092X/2019-4(104).

114. Кучеровська С.В., Стефановська Т.Р., Смірних В.М. Вивчення ентомокомплексу проса лозоподібного (*Panicum virgatum* L.) в умовах Центрального Лісостепу України. *Зб. наук. праць ІБКіЦБ*, 2013. Вип. 17 (1) С. 444–447.

115. Кучеровська С.В. Ентомологічний комплекс проса лозоподібного (*Panicum virgatum* L.). *Біоенергетика*. 2014. № 2. С. 33–34.

116. Lewadowska I., Scurlock J.M.O., Lindvalle E., Christou M. The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. *Biomass and Bioenergy*. 2003. № 25, pp 335–361.

117. Lemus R., E.C. Brummer C.L. Burras K.J. Moore M.F. Barker and N.E. Molstad. Effects of nitrogen fertilizer on biomass yield and quality in large fields of established switchgrass in southern Iowa, USA. *Biom. Bioenerg.* 2008. 32: 1187–1194.

118. David J., Parrish & John H., Fike The Biology and Agronomy of Switchgrass for Biofuels. Pages 423-459 | Published online: 18 Jan 2007.

URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07352680500316433>

119. Kiesel A., Wagner M., Lewandowski I. Environmental performance of miscanthus, switchgrass and maize: Can C4 perennials increase the sustainability

of biogas production? *Sustainability* 2017, 9, 5.

120. Гончарук Г.С., Броннікова Л.Ф. Чинники агрохімічних властивостей ґрунту у вирощування енергетичних культур. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 14. С. 141–151.

121. Lee D.K., Owens V.N., Doolittle J.J. Switchgrass and soil carbon sequestration response to ammonium nitrate, manure, and harvest frequency on Conservation Reserve Program land. *Agron. J.* 2007. P. 462–468.

122. Caddel J. L., Kakani G., Porter D. R. et al. Seed Production. Switchgrass Production Guide for Oklahoma. Stillwater, OK : Oklahoma Cooperative Extension Service, 2002. P. 28–30. URL: <http://switchgrass.okstate.edu/productionguide/productionguide.pdf>

123. Кулик М.І. Урожайність вегетативної надземної маси проса прутоподібного залежно від застосування підживлення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 1-2. С. 13–17.

124. Браніцький Ю.Ю., Мазур О.В. Кількісні показники рослин проса лозовидного за різних технологічних прийомів вирощування. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 12. С. 28–43.

125. Кулик М.І. Аналіз комплексного впливу агрозаходів на урожайність проса прутоподібного в умовах центрального Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. Вип. 3 (90). С. 74–86.

126. Kulyk M., Shokalo N., Dinets O. 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. 3rd ed. Riga, Latvia : Baltija Publ., 2019. P. 411–431. doi: 10.30525/978-9934-571-78-7_54

127. Кулик М.І., Рожко І.І. Урожайні властивості та посівні якості насіння проса прутоподібного залежно від умов вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. № 2. 2018. С.78–84. DOI 10.31210/visnyk2018.02.12.

128. 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. *Plant Varieties Studying and protection*, 2019, Т. 15, №4 С. 354–364.

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

130. Кулик М.І., Рожко І.І. Урожайні властивості та посівні якості насіння проса прутоподібного залежно від умов вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 2. С.78–84. DOI 10.31210/visnyk2018.02.12.

131. Lee D.K., Boe A. Biomass Production of Switchgrass in Central South Dakota. *Crop Sci*. 2005. № 45. P. 2583–2590.

132. Калініченко О.В., Плотник О.Д. Економічна ефективність виробництва культури свічграсу в Україні. *Полтав. держ. аграр. акад.* Т. 1. Вип. 2. Економічні науки. Полтава: ПДАА, 2011. С. 136–141.

133. Rahman, S. A., Baral, H., Sharma, R., Samsudin, Y. B., Meyer, M., Lo, M., Sunderland, T. Integrating bioenergy and food production on degraded landscapes in Indonesia for improved socioeconomic and environmental outcomes. *Food and Energy Security*. 2019. 8(3), e00165. [https : // doi.org/ 10.1002/fes3.165](https://doi.org/10.1002/fes3.165).

134. Jessica D. Baculis Evaluating Dsfferent Switchgrass Cultivars and Compost Treatment Reatments for Biofuel Production of Switchgrass (*Panicum virgatum L.*). *A thesis submitted to the Graduate School- New Brunswick. Rutgers, The State University of New Jersey. New Brunswick, New Jersey October, 2013.* 92 s.

135. Green J.C., Bronsby D.I. Effects of seed size on germination and seedling growth of Alamo switchgrass. *Sco.for Range Management. Denver. Vol.1.* 1995. 183–184.

136. Oliver T. Effect of temperature and storage regimes on the germination rates of three native warm-season grasses [Master's thesis]. Thibodaux, Louisiana: Nicholls State University; 2006.

137. Steve W. Adkins, Sean M. Bellairs & Don S. Loch Seed dormancy mechanisms in warm season grass species. Netherlands. *Euphytica. Academic Publishers*. Printed. Volume 126, Issue 1, 2002. p. 13–20.

138. Adkins S.W., Bellaires S.M., Loch D.S. Seed dormancy mechanismus in warm season grass species. *Euphytica*. 2002. .V. 126. № 1. P. 13-20. DOI: 10.1023/A1019623706427.

139. Li M. and other Different seed dormancy levels imposed by tissues covering the Cypripis in zoysiagrass (*Zoysia japonica* Steud). *Seed Science and Technology*. 2010. V. 38. № 2. P. 320–331.

140. Кулаева О.Н. Как регулируется жизнь растений. *Образовательный журнал*. 1995. № 1. С. 20–27.

141. Finch-Savage [and other] Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*. 2006. V. 171. № 3. P. 501–523.

142. Николаева М.Г. Лянгузова И.В., Поздова Л.М. Биология семян. СПб: НИИ химии СПбГУ, 1999. 232 с.

143. Bewley J.D. & Black M. Seeds: Physiology of Development and Germination. Berlin: Springer 1994. doi: <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1002-8>

144. Liu A., Gao F., Kanno Y. et al. Regulation of wheat seed dormancy by after-ripening is mediated by specific transcriptional switches that induce changes in seed hormone metabolism and signaling. *PloS One*. 2013. 8. 56570. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056570>.

145. Shu K., Liu X., Xie Q. & He Z. Two Faces of One Seed: Hormonal Regulation of Dormancy and Germination. *Mol. Plant*. 2016. 69, pp. 34-45. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2015.08.010>

146. Graeber K., Nakabayashi K., Miatton E., Leubner-Metzger G. & Soppe, W. Molecular mechanisms of seed dormancy. *Plant Cell Environ.*, 35 (10), pp. 1769-1786. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2012.02542.x>. 2012.

147. Baskin C.C., Baskin J.M. Seeds – ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. San Diego, C.A., USA: *Academic Press*, 1998. 666 p.

148. Baskin J.M., Baskin C.C. A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research*. 2004. № 14. P. 1–16.
149. Sarath, G. and R.B. Mitchell. Aged switchgrass seed lot's response to dormancybreaking chemicals. *J. Seed Technol.* 2008. 30: 7-16. <http://ddr.nal.usda.gov/dspace/bitstream/10113/26968/1/IND44152430.pdf> (accessed 15 May 2010).
150. Parrish D. J., & Fike J. H. Selectiong, establishing and managing switchgrass (*Panicum virgatum*) for biofuels. *Biofuels Methods in Molecular Biology (Methods and Protocols)*/ J. Mielens (Ed), Totowa, NJ : 2009. Hamana Press, vol.581. p. 27–40. doi: 10/1007/978-60761-214-8_2
151. Denise V. Duclos Dennis T. Ray Daniel J. Johnson Alan G. Taylor Investigating seed dormancy in switchgrass (*Panicum vir-gatum* L.): understanding the physiology and mechanisms of coatimposed seed dormancy. *Industrial Crops and Products*. Volume 45, Feb-ruary 2013, Pages 377–387.
152. Войненко Є. В. Особливості формування насіння проса лозовидного (свічграсу). 2018. UBL: <http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/3107>
153. Sorten – und Saatgutrecht der Europäischen Union, Brüssel, Stand 19. 2003, 532 p.
154. Еленко Е., Бернат Й., Чех В. и др. Семеноводство и семенной контроль [перевод с чешского Г.Н. Мирошниченко]. М.: Колос, 1981. 335 с.
155. OESD Scheme for the Varietal Certification of Sugar Beet and Fodder Beet Seed, moving in international trade. Fnnex IX to the descision, 2003, P. 123–145.
156. Фиросова М.К Семенной контроль. М., Колос, 1969. С. 148–154.
157. International Rules for Seed Testing. ISTA, 1999. 85 с.
158. Биология семян и семеноводство [перевод с польского Г.Н. Мирошниченко]. М.: Колос, 1976. 415 с.

159. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Бусол М.В., Доронін В.В. Якість насіння свічграсу залежно від способів його сортування. *Зб. наук. праць ІБКіЦБ*. К.: ІБКіЦБ, 2013. вип. 19. С. 28–32.

160. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Бусол М.В., Доронін В.В. Способи підвищення якості насіння свічграсу. *Біоенергетика*. 2014. № 2. С. 22–24.

161. Shen Z., D.J. Parrish D.D. Wolf and Welbaum G.E.. Stratification in switchgrass seed is reversed and hastened by drying. *Crop Sci*. 2001. 41: 1546-1551. URL: <https://www.-agronomy.org/publications/cs/articles/41/5/1546>.

162. Ashraf M, Foolad MR Pre-sowing seed treatment - A shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. *Adv Agron* 2005. 88: 223–271 doi: 10.1016/s0065-2113(05)88006-x.

163. Tischler CR, Young BA, Sanderson MA. Techniques for reducing seed dormancy in switchgrass. *Seed Sci Technol* 1994;22:19e26.

164. Haynes JG, Pill WG, Evans TA Seed treatments improve the germination and seedling emergence of switchgrass (*Panicum virgatum* L.). *Hortsci*. 1997. 32: 1222–1226.

165. Haynes JG, Pill G, Evans TA. Seed treatments improve the germination and seedling emergence of switchgrass (*Panicum virgatum* L.). *Hort Sci* 1997;32(7):1222e6.

166. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Дрига В.В., Доронін В.В., Особливості визначення лабораторної схожості насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.). *Вісник Уманського національного університету садівництва*. № 2. 2019. С. 12–16.

167. Патент 97776 Україна, МКИ А01С1/00 Спосіб стимуляції насіння проса прутоподібного. / Балан В.М., Мандровська С.М. (Україна).- и 2014 09073; Заявл. 12.08.12014; Опубл. 10.04.2015; Бюл.7.

168. Haynes Jonine G., Wallace G., Pill Thomas A. Seed treatments improve the germination and seedling emergence of switchgrass (*Panicum virgatum* L.). *Hort Science Seed Technology*. Vol. 32(7). 1997. 1222–1226.

169. Курило В.Л., Кулик М.І., Рожко І.І. Методичні рекомендації: допосівна підготовка насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.). Полтава: Астроя, 2019. 24 с.

170. Патент 99543 Україна, МКИ А01С 1/06 Спосіб допосівної підготовки насіння проса лозоподібного (свічграсу). / Кулик М.І., (Україна).- у 2014 14 002; Заявл. 26.12.2014; Опубл. 10.06.2015; Бюл.11.

171. Loch DS, Adkins SW, Heslehurst MR, Paterson MF, Bellairs SM. Seed formation, development, and germination. In: Moser LE, Burson BL, Sollenberger LE, editors. Warmseason (C4) grasses. Agronomy Society of America, Inc; 2004. p. 95e144.

172. Каленська С.М., Новицька Н.В., Жемойда В. Л. та ін.. Насіннезнавство та методи визначення якості насіння сільськогосподарських культур. / За ред. С.М. Каленської. Навчальний посібник. Вінниця, ФОП Данилюк, 2011. 322 с.

173. Physical Methods for Seed Invigoration: Advantages and Challenges in Seed Technology / Araújo S. de S. et. al. // Frontiers in Plant Science. 2016. Vol. 7. doi: <http://doi.org/10.3389/fpls.2016.00646>.

174. WANG Ji-peng, WANG He, ZHANG Fu-suo, MAO Da-ru Methods of breaking dormancy of *Zoysia japonica* seeds (Key Laboratory of Plant Nutrition, Ministry of Agriculture; Key Laboratory of Plant-Soil Interactions, Ministry of Education; Department of Plant Nutrition, College of Resources and the Environment, Chinese Agricultural University, Beijing 100094, China). 2004. 2.

175. Xin Zh., Yulin L. Some Methods for Breaking Dormancy of *Zoysia Japonica* Seeds (1.Lanzhou Institute of Animal Sciences & Veterinary Pharmaceutics, CAAS, Lanzhou, 730050) (2.Cold and Arid Regions environmental and Engineering Research Institute, CAS, Lanzhou,730000); [J];种; 2002–01

176. Мандровська С.М. Вплив передпосівного оброблення насіння на продуктивність проса прутоподібного. *Збірник наукових праць ІБКіЦБ*. Київ. 2015. Вип. 3. С. 56–63.

177. Опалко А.І., Сержук О.П. Удосконалення способів пророщування насіння представників роду CRATAEGUS L. *Автохтонні та інтродуковані рослини*. 2010. Випуск 6. С. 51–57.

178. Дрига В.В. Якість насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від режиму його скарифікації. *Зб. наук. праць Білоцерківського НАУ Агробіологія*. 2020. Вип.1. С. 35–41. doi: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-35-41

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

180. Національний стандарт України. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості: ДСТУ 4138-2002. К. : Держспоживстандарт України, 2002. 173 с.

181. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Бусол М.В., Доронін В.В., Мандровська С.М., Гончарук Г.С. Визначення схожості насіння проса прутоподібного (свічграсу) *Panicum virgatum* L. (Методичні рекомендації) - К., ІБКІЦБ НААН. 2015. 10 с.

182. Ярмолюк Г.И., Ширяева Є.И. Цитологические и цитогенетические исследований в селекции сахарной свеклы. (Методические рекомендации). К., ВНИС. 1982. 40 с.

183. Ковальчук В.П Сборник методов исследования почв и растений / В.П. Ковальчук, В.Г. Васильев, Л.В. Бойко, В.Д. Зосимов. К.: Труд-ГриПол-XXI век, 2010. 252 с.

184. Методика проведення досліджень у буряківництві / (колектив авторів в т.ч. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Бусол М.В., Доронін В.В.). під заг. ред. М.В. Роїка, Н.Г. Гізбулліна К.:ФОП Корзун Д.Ю., 2014. 374 с.

185. Fisher R.A. Statistical methods for research workers. New Delhi: Cosmo Publications, 2006. 354 p.

186. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко І.Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті STATISTICA 6. Методичні вказівки. К.: 2007. 55 с.

187. Методика определения экономической эффективности в сельском хозяйстве НИР и ОКР, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений / Госагропром СССР. К. : Урожай, 1977 г. N 48/16/13/3. 111 с.

188. Рожко І.І. Формування врожайності проса прутоподібного залежно від сорту та удосконалення елементів технології вирощування. Енергетичні культури: сортимент, біологія, екологія, агротехнологій. Колективна монографія / за ред.. док. с.-г. наук, проф. М.І. Кулика. Полтава. «Астроя». 2023. С. 85–129.

189. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / редкол: М.В. Зубець (голова) та ін. К.: Аграрна наука, 2010. 980 с.

190. Скляр В.Г. Екологічна фізіологія рослин: підручник. За ред.. Злобіна Ю.А. Суми: Університетська книга, 2015. 271 с.

191. Caddel J. L., Kakani G., Porter D. R. et al. Seed Production. Switchgrass Production Guide for Oklahoma. Stillwater, OK : Oklahoma Cooperative Extension Service, 2002. P. 28–30. URL: <http://switchgrass.okstate.edu/productionguide/productionguide.pdf> 15. Lee D.K., Boe A. Biomass Production of Switchgrass in Central South Dakota. *Crop Sci.* 2005. № 45. P. 2583–2590.

192. Агротехнологічні аспекти вирощування енергетичних культур в умовах півдня України: *навчальний посібник*. Херсон, 2017 р. 160 с.

193. Некрасов В.И. Сравнительная характеристика качества пыльцы и семян некоторых травянистых интродуцентов. Бюл. Главн. бот. сада. 1982. Вып. 123. С. 31—33.

194. Родионенко Г.И. Явление временной потери пыльцой своей активности. Бот. журн. 1970. № 2. С. 300—302.

195. M Djanaguiraman, R Perumal, I A Ciampitti, S K Gupta, P V V Prasad (2018) Quantifying pearl millet response to high temperature stress: thresholds, sensitive stages, genetic variability and relative sensitivity of pollen and pistil.

Plant Cell Environ. 2018 May;41(5):993–1007. doi: 10.1111/pce.12931. Epub 2017 Apr 12. URL <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28173611>

196. Буряківництво / Іван Васильович Глеваський. К.: Вища школа, 1991. С. 278–280.

197. Агропрогноз: активні та ефективні температури для сільгоспкультур. URL: <https://kurkul.com/blog/690-agropogoda-rozrahovuyemo-aktivni-ta-efektivni-temperaturi-dlya-silgospkultur>.

198. Рожко І.І, Кулик М.І. Урожайність насіння сортів проса прутоподібного залежно від кількісних показників рослин. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 119. С. 111–122.

199. Aspinal D. The effect of soil moisture stress in the growth of barley III. A note on the germination of grain from plants subjected to waterstress. *J. Inst. Brew.*, 1972. № 2. p. 174.

200. Zhang Z., Zalapa J.E. Jakabowski A.R. et al. Natural hybrids and gene flow between upland switchgrass. *Crop Sci.*, 2011. 51. 2626-2641.

201. Доронін В.А. Біологічні основи формування гібридного насіння цукрових буряків та способи підвищення його врожаю і якості: дис. ... доктора с.-г. наук : спец. 06.01.12 «Насінництво» / Інститут цукрових буряків УААН. Київ, 2003. 305 с.

202. Aiken G. E., & Springer T. L. Seed size distribution, germination, and emergence of 6 switchgrass cultivars. *Journal of Range Management*. 1995. 48(5), 455-458. DOI 10.2307 / 4002252 URI <http://hdl.handle.net/10150/644319>.

203. Smart A. J., Moser L. E. Switchgrass seedling development as affected by seed size // *Agronomy & Horticulture : Faculty Publications*. 68. 1999. 335–338. URL : <http://digitalcommons.unl.edu/agronomyfacpub/68>.

204. Філіпась Л.П., Біленко О. П. Особливості формуванні насіння свічграсу. *Зб. наукових праць Актуальні питання землеробства і агрохімії: історія і сьогодення*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції на посвяту 90-річчя кафедри землеробства і агрохімії імені В.І.

Сазанова факультету агротехнологій та екології Полтавської державної аграрної академії (Полтава, 27-28 листопада, 2018 р.). Полтава: ПДАА, 2019. 147 с.

205. Мусієнко А.А., Доронін В.А., Дігтяр Н.Г., Бідуля К.Г. Вплив вологості насіння цукрових буряків на інтенсивність його старіння. *Висновки науково – дослідних робіт за 1993 рік*. К.: ЩБ УААН, 1994. С. 49–52.

206. Кіндрук М.О., Селіванов А.М. Генофонд інституту і як його краще зберегти. *Збірник наукових праць селекційно-генетичного інституту*. Вип. №1 (41). Одеса. 1999. С.83–88.

207. Кропп Л.И. Обработка и хранение семенного зерна. М.: Колос, 1974. 176 с.

208. Roberts E. H., Abdalla F. H. The influence of temperature, moisture, and oxygen on period of seed viability in barley, broad beans and peas *Ann. Bot.* 1968. V. 32. P. 97–117.

209. Доронін В.А., Бусол М.В., Кравченко Ю.А., Карпук Л.М. Якість насіння цукрових буряків залежно від умов його зберігання. *Цукрові буряки*. 2012. № 1. С. 16–17.

210. Longden P.C., Jonhson M.G. Effect of water content and Storage temperature on monogerm sugar beet seed performance. *Seed Science and Technology*. 1974. № 2. P.411–420.

211. Доронін В.А., Марченко С.І., Бусол М.В. Зберігання насіння цукрових буряків. *Цукрові буряки*. 2006. №3. С.9–10.

212. Kulyk M., Rozhko I., Kurylo V., 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

213. Shen ZX. Studies on the plasticity of dormancy and on aging in switchgrass seeds [*Ph.D. dissertation*]. Blacksburg, VA: Virginia Polytechnic Institute and State University; 1997.

214. Grabowski J, Douglas J, Lang D, Meints P, Watson Jr C. Response of two switchgrass (*Panicum virgatum* L.) ecotypes to seed storage environment, storage duration, and prechilling. *Jamie L Whitten Plant Mater Cent Tech Rep* 2002;116(3):15e25.

215. Kimura E. Sustainable intercropping of switchgrass and hybrid poplar for bioenergy production. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy. Washington state university. Department of Crop and Soil Sciences. December 2014. 169 p.

216. Sautter EH. Germination of switchgrass. *J Range Manage* 1962;15(2):108e10.

217. Zarnstorff ME, Keys RD, Chamblee DS. Growth regulator and seed storage effects on switchgrass germination. *Agron J* 1994;86(4):667e72.

218. Гаврилюк М.М. Якість зберігання насіння. Які чинники мають вирішальне значення для її забезпечення. *Насінництво*. 2011. № 1. С. 4–5.

219. Доронін В.А., Бусол М.В., Кравченко Ю.А., Доронін В.В. Якості насіння постійну турботу. *Збірник наукових праць*. К.: ІБКіЦБ. 2012. Вип. 13. С. 171 – 177.

220. Строна И.Г. Общее семеноведение полевых культур. М.: Колос, 1966. 464 с.

221. Кизилова Е.Г. Разнокачественность семян и ее агрономическое значение. К.: Урожай, 1974. 216 с.

222. Овчаров К.Е. Физиологические основы всхожести семян / К.Е. Овчаров. М.: Наука, 1969. 280 с.

223. Ray S., Laura S., Boyd H., Tom K. Prechilling Switchgrass Seed on Farm to Break Dormancy. *Agriculture and Natural Resources • COOPERATIVE EXTENSION SERVICE • UNIVERSITY OF KENTUCKY COLLEGE OF AGRICULTURE*, Lexington, KY, 40546, ID 199. 2012. 1–4.

224. Kristek A., Matic J. Utreeoj gostace usjeve i termina zetve na prinosi kvalitet sjemena secerne repe. *Agronomiski glassing (Zogreb)*. 1984.-g.46. 6r 3.4. S. 259–269.

225. Корниенко В.Л. Оптимальные сроки уборки семенников. *Сахарная свекла*. 1980. №6. С.34.
226. Носальский В.В., Островский Л.Л., Доронин В.А. Сроки уборки МС гибридов. *Сахарная свекла*. 1992. №3. С.43–45.
227. Добротворцева А.В. Уборка и молотья высадков сахарной свеклы на семена. М.:Из. сельскохозяйственной литературы, 1962. С.125–132.
228. Федоров О.И., Снігур Г.П. Гібридне насіння і врожай. – К.:Товариство “Знання”, 1966. С.37.
229. H. Jalink, R.von der Sehoor, I.E. Birnbaum and R.J. Bino Seed chlorophyll content as an indicator for seed maturity seed quality. Proc.of the int.Symp. Stand Establishmunt. Seed Eds.Liptay,Vavzing,Wellaum Acta Hort.. 1999. ISHS. S.504.
230. Sekimura K., Nachinohe M., Takeda J., Hagehewa T. Studies on seed prody eti an of Sugar beet, Relationship beet ween hartest time and Seed field and seed germination reete. *Proc.Sugar Beet Res antue*. 1986. №27. P.69–73.
231. Elbersen H.W., Christian D.G., Bassen N. El. et al. Switchgrass variety choice in Europe. *Aspects of Applied Biology*. 2001. № 65. P. 21–28.
232. Management of switchgrass for forage and seed production JOHN J. BREJDA, JAMES R. BROWN, GARY W. WYMAN, AND WILLIAM K. SCHUMACHER Authors are senior research specialist, professor, andformer research specialists, School of Natural Resources, 144 Mumford Hall, University of Missouri, Columbia 65211. J. Range Manage. 4722–27, January 1994
233. Барабаш О.Ю., Тараненко Л.К., Сич З.Д. Біологічні основи овочівництва. Київ: Арістей, 2005. 350 с.
234. Лещук Н.В., Шпак Л.А. Вплив стану спокою насіння салату (*Lactuca sativa* L.) на зміни його анатомічної будови і хімічного складу. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2005. № 2. С. 21–27.
235. Бугайов В.В. Особливості проростання та зберігання насіння малопоширених видів злакових багаторічних трав. автореф. дис...канд. с.-г.

наук: спец. 06.01.05. «Селекція і насінництво» / Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. Київ, 2015. 19 с.

236. Левчик Н.Я. Природа глибокого спокою насіння представників роду *Vitex* L. Та практичний досвід його подолання. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2013. Том 11. С.58–67.

237. *By`ology`ya semyan y` semenovodstvo* [perevod s pol`skogo G.N. My`roshny`chenko]. М.: Kolos, 1976. 415 с.

238. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. М. Медгиз, 1960. 254 с.

239. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Бусол М.В., Доронін В.В., Мандровська С.М. Визначення енергії проростання та схожості насіння свічграсу. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2015. № 1. С. 64–68.

240. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Бусол М.В., та ін.. Визначення схожості насіння проса прутоподібного (свічграсу) *Panicum virgatum* L. (*Методичні рекомендації*) Київ, 2015. 10 с.

241. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Бусол М.В., Доронін В.В., Бойко І.І. Метод визначення якості насіння свічграсу. *Зб. наук. праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. Київ. ІБКіЦБ, 2014. вип. 22. С. 22–27.

242. Доронін В.А. Біологічні особливості формування гібридного насіння цукрових буряків та способи підвищення його врожайності і якості. Київ: Поліпром, 2009. 299 с.

243. Доронін В.А., Поліщук В.В., Доронін А.В., та ін. Насінництво цукрових буряків. Умань: «Візаві» («Сочінський М.М.»), 2018. 380 с.

244. Брандербург Н.Р. Принципы и практика очистки семян: сортирование аппаратурой, которая учитывает размеры, форму, плотность и конечную скорость семян: Пер. с нем. М. 1980.

245. Доронін В.А., Карпук Л.М., Кравченко Ю.А. Передпосівна підготовка насіння, як спосіб покращення його якості та продуктивних

властивостей цукрових буряків. «Хелатні мікродобрива – 2007»: матеріали I Всеукраїнської спеціалізованої конференції (м. Київ 15 листопада 2007 р.). Київ: НВЦ «Реаком». 2007. С. 24.

246. Ефримов А. Е. Эффективность калибровки семян односемянной сахарной свеклы. *Львовская опытно-селекционная станция. сб. научных работ.* Воронеж: 1965. Вып. 1. С.133–135.

247. Задлер В. В. Качество семян сахарной свеклы как фактор урожайности: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : Киев, 1952. 12 с.

248. Доронін В.А., Бусол М.В. Сортування насіння за сукупністю ознак. Цукрові буряки. 2001. №5. С. 16–17.

250. Кулик М.І., Рожко І.І. Мінливість кількісних ознак проса прутіподвбного залежно від сорту та умов вирощування. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, посвященої 90-летию со дня рождження генетика, селекціонера, професора Н.М. Чекалина «Еколого-генетические аспекты в селекции полевых культур в условиях изменения климата» (18-19 квітня 2019 р.). Полтава. 2019. С. 33–34.

251. Pravdyva L. A., Doronin V. A., **Dryha V. V.**, Khakhula V. S., Vakhniy S. P., Mykolaiko I. I. 2022. Yield capacity and energy value of sorghum grain depending on the application of mineral fertilisers. *Zemdirbyste-Agriculture*, 109 (2): 115–122. DOI 10.13080/z-a.2022.109.015

Додаток А 1

Погодні умови за вегетаційний період 2018 р.

(за даними Українського гідрометіоцентр, дослідне поле Інституту БКіЦБ)

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С			Сума опадів, мм		
	поточного року	середня багаторічна	відхилення від середньої багаторічної	поточного року	середня багаторічна	відхилення від багаторічної
Березень	-1,8	0,7	-2,5	82	39	43

Квітень	13,1	8,7	4,4	8	49	-41
Травень	18,8	15,2	3,6	39	53	-14
Червень	20,6	18,2	2,4	111	73	38
Липень	21,4	19,3	2,1	87	88	-1
Серпень	22,5	18,6	3,9	22	69	-47
Вересень	17,3	13,9	3,4	60	47	13
Жовтень	10,7	8,1	2,6	17	35	-18
За вегета- ційний період	15,3	12,8	2,5	426	453	-27

Додаток А 2

Погодні умови за вегетаційний період 2019 р.**(за даними Українського гідрометіоцентру)**

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С			Сума опадів, мм		
	поточного року	середня багаторічна	відхилення від середньої багаторічної	поточного року	середня багаторічна	відхилення від середньої багаторічної

Березень	5,1	0,7	4,4	32,0	39	-7
Квітень	10,6	8,7	1,9	48,0	49	-1
Травень	17,0	15,2	1,8	81,0	53	28
Червень	23,6	18,2	5,4	67,0	73	-6
Липень	19,8	19,3	0,5	73,0	88	-15
Серпень	20,7	18,6	2,1	45,0	69	-24
Вересень	15,9	13,9	2,0	22,0	47	-25
Жовтень	11,1	8,1	3,0	13,0	35	-22
За вегета- ційний період	15,6	12,8	2,6	381	453	-72

Додаток А.3

Погодні умови за вегетаційний період 2020 р.

(за даними Українського гідрометцентру)

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С			Сума опадів, мм		
	поточного року	середня багаторічна	відхилення від середньої багаторічної	поточного року	середня багаторічна	відхилення від середньої багаторічної

Березень	6,5	0,7	5,8	15	39	-24
Квітень	9,9	8,7	1,2	39	49	-10
Травень	12,4	15,2	-2,8	122	53	69
Червень	21,7	18,2	3,5	49	73	-24
Липень	21,9	19,3	2,6	47	88	-41
Серпень	21,4	18,6	2,8	31	69	-38
Вересень	18,4	13,9	4,5	31	47	-16
Жовтень	12,5	8,1	4,4	101	35	66
За вегетаційний період	15,6	12,8	2,8	435	453	18

4.

Додаток А 4

Погодні умови за вегетаційний період 2021 р.**(за даними Українського гідрометцентру)**

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С			Сума опадів, мм		
	поточного року	середня багаторічна	відхилення від середньої багаторічної	поточного року	середня багаторічна	відхилення від середньої багаторічної

Березень	2,7	0,7	2,0	17	39	-22
Квітень	8,0	8,7	-0,7	45	49	-4
Травень	14,4	15,2	-0,8	74	53	21
Червень	21,3	18,2	3,1	24	73	-49
Липень	24,6	19,3	5,3	63	88	-25
Серпень	21,1	18,6	2,5	65	69	-4
Вересень	13,6	13,9	-0,3	23	47	-24
Жовтень	8,4	8,1	0,3	2	35	-33
За вегетаційний період	14,3	12,8	1,4	313	453	-140

Додаток А 5.

Погодні умови за вегетаційний період 2018 р.

(за даними Ялтушківської ДСС)

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С			Сума опадів, мм		
	поточного року	середня багаторічна	відхилення від середньої багаторічної	поточного року	середня багаторічна	відхилення від середньої багаторічної

Квітень	13,1	7,3	5,8	0	42	-42,0
Травень	17,4	13,5	3,9	14,5	62	-47,5
Червень	19,3	16,4	2,9	95,2	74	21,2
Липень	20,0	18,5	1,5	80,1	88	-7,9
Серпень	21,2	17,7	3,5	40,2	55	-14,8
Вересень	15,2	13,4	1,8	37,4	49	-11,6
Жовтень	9,5	7,9	1,6	35,6	30	5,6
За вегетаційний період	16,5	13,5	3,0	303	400	-97

Додаток А .6.

Погодні умови за вегетаційний період 2019 р.

(за даними Ялтушківської ДСС)

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С			Сума опадів, мм		
	поточного року	середня багаторічна	відхилення від середньої багаторічної	поточного року	середня багаторічна	відхилення від середньої багаторічної

			річної			річної
Квітень	9,2	7,3	1,9	65	42	23
Травень	15,4	13,5	1,9	214	62	152
Червень	22,1	16,4	5,7	64	74	-10
Липень	19,0	18,5	0,5	37	88	-51
Серпень	20,0	17,7	2,3	22	55	-33
Вересень	14,7	13,4	1,3	27	49	-22
Жовтень	9,8	7,9	1,9	9	30	-21
За вегетаційний період	15,7	13,5	2,2	438	400	38

Додаток А .7.

Погодні умови за вегетаційний період 2020 р.

(за даними Ялтушківської ДСС)

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С			Сума опадів, мм		
	поточного року	середня багаторічна	відхилення від середньої багаторічної	поточного року	середня багаторічна	відхилення від середньої багаторічної

			річної			річної
Квітень	8,1	7,3	0,8	13,3	42	-28,7
Травень	11,4	13,5	-2,1	75,0	62	13,0
Червень	19,9	16,4	3,5	84,5	74	10,5
Липень	20,1	18,5	1,6	16,8	88	-71,2
Серпень	19,9	17,7	2,2	21,0	55	-34,0
Вересень	16,9	13,4	3,5	51,2	49	2,2
Жовтень	11,9	7,9	4,0	90,5	30	60,5
За вегетаційний період	15,5	13,5	2,0	352,3	400	-47,7

Додаток А .8.

Погодні умови за вегетаційний період 2021 р.

(за даними Ялтушківської ДСС)

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С			Сума опадів, мм		
	поточного року	середня багаторічна	відхилення від багаторічної	поточного року	середня багаторічна	відхилення від багаторічної

Квітень	6,8	7,3	-0,5	21	42	-21
Травень	13,5	13,5	0	52	62	-10
Червень	19,6	16,4	3,2	43	74	-31
Липень	22,6	18,5	4,1	60	88	-28
Серпень	18,8	17,7	1,1	90,2	55	35,2
Вересень	12,2	13,4	-1,2	25	49	-24
Жовтень	7,1	7,9	-0,8	0	30	-30
За вегетаційний період	14,4	13,5	0,9	291,2	400	-108,8

Додаток А 9.

Погодні умови за вегетаційний період 2022 р.

(за даними Ялтушківської ДСС)

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С	Сума опадів, мм
--------	--	-----------------

	поточного року	середня багаторічна	відхилення від багаторічної	поточного року	середня багаторічна	відхилення від багаторічної
Квітень	7,0	7,3	-0,3	9,2	42	-32,8
Травень	13,6	13,5	0,1	27	62	-35
Червень	19,4	16,4	3	21,3	74	-52,7
Липень	19,0	18,5	0,5	30,5	88	-57,5
Серпень	20,2	17,7	2,5	36,5	55	-18,5
Вересень	11,8	13,4	-1,6	91	49	42
Жовтень	8,4	7,9	0,5	16,5	30	-13,5
За вегетаційний період	14,2	13,5	0,7	232,0	400	-168

Додаток А.10.

Погодні умови за вегетаційний період 2023 р.

(за даними Ялтушківської ДСС)

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С	Сума опадів, мм
--------	--	-----------------

	поточного року	середня багаторічна	відхилення від багаторічної	поточного року	середня багаторічна	відхилення від багаторічної
Квітень	7,7	7,3	0,4	72,0	42	30
Травень	15,4	13,5	1,9	13,4	62	-48,6
Червень	18,6	16,4	2,2	84,5	74	10,5
Липень	20,2	18,5	1,7	69,7	88	-18,3
Серпень	22,1	17,7	4,4	28,0	55	-27
Вересень	17,7	13,4	4,3	22,2	49	-26,8
Жовтень	10,6	7,9	2,7	36,7	30	6,7
За вегетаційний період	16,0	13,5	2,5	326,5	400	-73,5

Додаток А 11

Погодні умови за вегетаційний період 2022 р.

(за даними метеостанції Веселий Поділ)

Місяць	Де-када	Температура повітря, °С	Кількість опадів, мм
--------	---------	-------------------------	----------------------

		багато- річна	фак- тична	+ -	багато- річна	фак- тична	+ -
Квітень	I	7,7	9,1	+1,4	11,0	13,8	+2,8
	II	10,1	6,7	-3,4	9,0	42,6	+33,6
	III	12,2	11,4	-0,8	12,0	7,2	-4,8
	Середнє	10,0	9,1	-0,9	32	63,6	31,6
Травень	I	14,5	12,8	-1,7	13,0	0,9	-12,1
	II	16,0	14,5	-1,5	19,0	6,2	-12,8
	III	17,5	16,0	-1,5	29,0	12,9	-16,1
	Середнє	16,0	14,4	-1,6	61	20	-41
Червень	I	18,7	21,2	+2,5	14,0	9,5	-4,5
	II	20,2	21,5	+1,3	18,0	1,2	-16,8
	III	20,3	20,9	+0,6	25,0	34,6	+9,6
	Середнє	19,7	21,2	1,5	57	45,3	-11,7
Липень	I	21,0	22,6	+1,6	21,0	3,3	-17,7
	II	21,7	18,3	-3,4	20,0	56,3	+36,3
	III	22,4	21,1	-1,3	20,0	6,6	-13,4
	Середнє	21,7	20,7	-1,0	61	66,2	5,2
Серпень	I	22,1	21,5	-0,6	11,0	44,9	+33,9
	II	21,1	25,1	+4,0	12,0	10,3	-1,7
	III	19,2	23,2	+4,0	19,0	4,1	-14,9
	Середнє	20,8	23,3	2,5	42	59,3	17,3
Вересень	I	16,8	12,9	-3,9	22,0	7,7	-14,3
	II	15,0	13,2	-1,8	13,0	58,7	+45,7
	III	13,1	12,8	-0,3	19,0	26,0	+7,0
	Середнє	15,0	13,0	-2,0	54	92,4	38,4
Жовтень	I	11,0	12,6	+1,6	15,0	27,1	+12,1
	II	8,7	7,7	-1,0	14,0	7,4	-6,6
	III	6,0	10,0	+4,0	16,0	15,6	-0,4
	Середнє	8,6	10,1	1,5	45	50,1	5,1

Додаток А 12

Погодні умови за вегетаційний період 2023 р.
(за даними метеостанції Веселий Поділ)

Місяць	Де-када	Температура повітря, °С	Кількість опадів, мм
--------	---------	-------------------------	----------------------

		багато- річна	фак- тична	+ -	багато- річна	фак- тична	+ -
Квітень	I	7,7	9,6	+1,9	11,0	15,1	+4,1
	II	10,1	9,7	-0,4	9,0	36,2	+27,2
	III	12,2	10,9	-1,3	12,0	8,1	-3,9
	Середнє	10,0	10,1	0,1	32	59,4	27,4
Травень	I	14,5	11,8	-2,7	13,0	0,5	-12,5
	II	16,0	17,2	+1,2	19,0	0,0	-19,0
	III	17,5	17,7	+0,2	29,0	26,4	-2,6
	Середнє	16,0	15,6	-0,4	61	26,9	-34,1
Червень	I	18,7	18,4	-0,3	14,0	1,9	-12,1
	II	20,2	19,3	-0,9	18,0	6,3	-11,7
	III	20,3	20,1	-0,2	25,0	28,1	+3,1
	Середнє	19,7	19,3	-0,5	57	36,3	-20,7
Липень	I	21,0	22,6	+1,6	21,0	31,3	+10,3
	II	21,7	20,9	-0,8	20,0	3,1	-16,9
	III	22,4	21,1	-1,3	20,0	8,1	-11,9
	Середнє	21,7	21,5	-0,2	61	42,5	-18,5
Серпень	I	22,1	23,2	+1,1	11,0	29,7	+18,7
	II	21,1	22,7	+1,6	12,0	26,5	+14,5
	III	19,2	23,3	+4,1	19,0	-	-19,0
	Середнє	20,8	23,1	2,3	42	56,2	14,2
Вересень	I	16,8	18,1	+1,3	22,0	-	-22,0
	II	15,0	16,9	+1,9	13,0	9,6	-3,4
	III	13,1	18,8	+5,7	19,0	-	-19,0
	Середнє	15,0	17,9	3,0	54	9,6	-44,4
Жовтень	I	11,0	11,7	+0,7	15,0	6,4	-8,6
	II	8,7	9,9	+1,2	14,0	26,2	+12,2
	III	6,0	12,4	+6,4	16,0	49,5	+33,5
	Середнє	8,6	11,3	2,8	45	82,1	37,1

Додаток А 13

Дати проходження фенологічних фаз розвитку залежно від сортових особливостей (Веселоподільська ДСС, 2023 р.)

Варіант		Дата настання фенологічних фаз						
сорт-зразок	група стиглості	поява сходів	повні сходи	вихід в трубку	викидання волоті	масове цвітіння	дозрівання	побування рослин
Дакота	Дуже ранній	23.04.	28.04	14.05.	10.06.	20.06.	10.08.	20.09
Самбурст	Середньо-ранній	27.04.	02.05	18.05.	04.07.	23.07.	15.09.	01.10
Кейв-ін-рок	Середньо-пізній	27.04.	02.05	18.05.	11.07.	02.08.	01.10.	20.10
Аламо	Середньо-пізній	27.04.	02.05	18.05.	11.07.	02.08.	01.10.	20.10
Канлоу	Дуже пізній	27.04.	02.05	18.05.	07.08.	15.09.	30.10.	10.11

Додаток А 14

Енергія проростання насіння залежно від сортових особливостей
(Ялтушківська ДСС, за 2018-2022 р.)

Сорт, група стиглості	Енергія проростання, %				
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	2021 р.	2022 р.
Дакота, дуже ранній	66	49	43	25	67
Форестбур, ранньостиглий	57	36	56	-	-
Небраска, середньоранній	33	62	61	0	11
Самбурет, середньоранній	37	59	67	11	63
Кейв-ін-рок, середньопізній	42	35	36	7	41
Аламо, середньопізній	58	42	30	0	12
Картадж, пізній	20	29	48	0	0
Канлоу, дуже пізній	17	1	5	0	3
НІР _{0,05} заг	5,9				
НІР _{0,05} умови року	2,1				
НІР _{0,05} сорт	2,9				

Додаток А 15

Схожість насіння залежно від сортових особливостей
(Ялтушківська ДСС, за 2018-2022 р.)

Сорт, група стиглості	Схожість, %				
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	2021 р.	2022 р.
Дакота, дуже ранній	66	51	44	25	67
Форестбур, ранньостиглий	60	37	58	-	1
Небраска, середньоранній	35	63	62	-	11
Самбурет, середньоранній	45	59	69	13	64
Кейв-ін-рок, середньопізній	46	36	38	7	44
Аламо, середньопізній	59	43	31	1	15
Картадж, пізній	25	30	50	-	0
Канлоу, дуже пізній	17	1	6	0	3
НІР _{0,05 заг}	8,0				
НІР _{0,05 умови року}	2,8				
НІР _{0,05 сорт}	4,0				

Додаток А 16

Урожайність насіння проса прутоподібного, г/волоті

(Ялтушківська дослідно-селекційна станція)

Сортозразок	Ярус волоті	Рік вегетації		
		2021	2022	2023
Кейв-ін-рок	I	2,53	1,52	1,46
	II	2,40	1,66	1,36
	III	2,32	1,73	0,64
Самбурст	I	1,8	1,35	1,40
	II	1,69	1,46	1,01
	III	1,64	1,43	0,77

Урожайність насіння проса прутоподібного залежно від строків його збирання, т/га (за 2021 р. Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства)

Варіант			Збирання насіння за побуріння волоті, %		
умови вирощування	ширина міжрядь, см	підживлення	50	75	100
			Без зрошення - контроль	45	Без підживлення
	N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,12	0,17		0,10
	60	Без підживлення	0,13	0,13	0,11
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,13	0,11	0,14
Зрошення, вологість ґрунту за всіх фаз росту і розвитку 60% НВ	45	Без підживлення	0,39	0,50	0,42
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,47	0,58	0,43
	60	Без підживлення	0,43	0,72	0,63
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,45	0,58	0,36
Зрошення, вологість ґрунту до закінчення фази цвітіння 60% НВ; зрошення призупиняють після закінчення фази цвітіння.	45	Без підживлення	0,30	0,41	0,26
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,35	0,37	0,25
	60	Без підживлення	0,33	0,46	0,30
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,33	0,46	0,39
НІР _{0,05} заг.			0,03		
НІР _{0,05} строки, умови, добрива			0,01		

Урожайність насіння проса прутоподібного залежно від строків його збирання, т/га (за 2023 р. Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства)

Варіант			Збирання насіння за побуріння волоті, %		
умови вирощування	ширина міжрядь, см	підживлення	50	75	100
Без зрошення - контроль	45	Без підживлення	0,06	0,23	0,29
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,17	0,14	0,31
	60	Без підживлення	0,25	0,06	0,31
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,15	0,13	0,27
Зрошення, вологість ґрунту за всіх фаз росту і розвитку 60% НВ	45	Без підживлення	0,09	0,28	0,37
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,19	0,25	0,44
	60	Без підживлення	0,28	0,08	0,36
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,31	0,22	0,52
Зрошення, вологість ґрунту до закінчення фази цвітіння 60% НВ; зрошення призупиняють після закінчення фази цвітіння.	45	Без підживлення	0,06	0,27	0,33
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,18	0,24	0,43
	60	Без підживлення	0,26	0,07	0,34
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	0,24	0,22	0,46
НІР _{0,05} заг.			0,03		
НІР _{0,05} строки, умови, добрива			0,01		

Біометричні показники проса прутоподібного залежно від способів вирощування (Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства, 2021 р.)

Умови вирощування (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор В)	Підживлення (фактор С)	Біометричні показники	
			кількість стебел, шт./м ²	висота, см
Без зрошення - контроль	45	Без підживлення	214,1	43,2
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	255,6	44,4
	60	Без підживлення	207,2	42,5
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	217,8	44,3
Зрошення, вологість ґрунту за всіх фаз росту і розвитку 60% НВ	45	Без підживлення	290,4	60,0
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	326,7	60,4
	60	Без підживлення	238,3	58,4
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	245,0	59,7
Зрошення, вологість ґрунту до закінчення фази цвітіння 60% НВ; зрошення призупиняють після закінчення фази цвітіння	45	Без підживлення	258,5	53,2
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	293,3	58,3
	60	Без підживлення	221,1	51,6
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	225,0	52,8
НІР _{0,05} заг.			6,56	2,35
НІР _{0,05} зрошення			3,28	1,17
НІР _{0,05} ширина міжрядь			2,68	0,96
НІР _{0,05} підживлення			2,68	0,96

Біометричні показники проса прутоподібного залежно від способів вирощування (Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства, 2023 р.)

Умови вирощування (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор В)	Підживлення (фактор С)	Біометричні показники	
			кількість стебел, шт./м ²	висота, см
Без зрошення - контроль	45	Без підживлення	466,7	110,7
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	355,7	95,7
	60	Без підживлення	750,0	97,7
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	608,3	90,7
Зрошення, вологість ґрунту за всіх фаз росту і розвитку 60% НВ	45	Без підживлення	689,7	111,7
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	1088,7	113,3
	60	Без підживлення	766,7	117,3
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	758,3	114,7
Зрошення, вологість ґрунту до закінчення фази цвітіння 60% НВ; зрошення призупиняють після закінчення фази цвітіння	45	Без підживлення	988,7	99,0
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	1100,0	104,7
	60	Без підживлення	1008,3	113,7
		N ₄₅ у фазу виходу в трубку	841,7	109,7
НІР _{0,05} заг.			2,40	1,05
НІР _{0,05} зрошення			1,20	0,53
НІР _{0,05} ширина міжрядь			0,98	0,43
НІР _{0,05} підживлення			0,98	0,43

Продуктивність проса прутоподібного залежно від сортових особливостей
(Правобережний Лісостеп, Ялтушківська ДСС, 2021 р.)

Варіант		Урожай сирої маси, т/га	Вміст сухої речовини в рослинах, %	Вихід сухої біомаси, т/га
сортозразки	група стиглості			
Дакота	Дуже ранній	18,3	72,5	13,3
Самбурст	Середньоранній	27,5	71,2	19,6
Морозко	Середньопізній	28,8	72,4	20,8
Кейв-ін-рок	Середньопізній	28,0	70,3	19,7
Аламо	Середньопізній	27,7	71,0	19,6
Шавні	Пізній	28,4	68,9	19,5
Ліберті	Пізній	29,6	69,4	20,5
Інденпенденс	Дуже пізній	30,2	68,2	20,6
Канлоу	Дуже пізній	28,5	69,2	19,7
Лядівське	Дуже пізній	29,4	68,0	20,0
НІР _{0,05}		0,8	0,8	0,6

Продуктивність проса прутоподібного залежно від сортових особливостей
(Правобережний Лісостеп, Ялтушківська ДСС, 2022 р.)

Варіант		Урожай сирої маси, т/га	Вміст сухої речовини в рослинах, %	Вихід сухої біомаси, т/га
сортозразки	група стиглості			
Дакота	Дуже ранній	16	74,2	11,9
Форестбург	Середньоранній	22,5	72,5	16,3
Самбурст	Середньоранній	22,2	74,0	16,4
Морозко	Середньопізній	22,8	75,2	17,1
Кейв-ін-рок	Середньопізній	22,0	75,0	16,5
Аламо	Середньопізній	21,9	74,8	16,4
Шавні	Пізній	23,2	69,2	16,1
Ліберті	Пізній	22,9	70,4	16,1
Інденпенденс	Дуже пізній	23,5	71,5	16,8
Канлоу	Дуже пізній	24,8	71	17,6
Лядівське	Дуже пізній	24,5	70,9	17,4
HP _{0,05}		0,6	0,8	0,5

Продуктивність проса прутоподібного залежно від сортових особливостей
(Правобережний Лісостеп, Ялтушківська ДСС, 2023 р.)

Варіант		Урожай сирої маси, т/га	Вміст сухої речовини в рослинах, %	Вихід сухої біомаси, т/га
сортозразки	група стиглості			
Дакота	Дуже ранній	14,5	75,0	10,9
Форестбург	Середньоранній	24,8	74,2	18,4
Самбурст	Середньоранній	25,2	75,2	17,1
Морозко	Середньопізній	24,9	75,0	18,9
Кейв-ін-рок	Середньопізній	23,9	74,0	17,6
Аламо	Середньопізній	25,9	70,2	18,2
Шавні	Пізній	24,0	71,4	17,1
Ліберті	Пізній	25,1	70,4	17,6
Інденпенденс	Дуже пізній	24,2	70,2	17,0
Канлоу	Дуже пізній	25,8	70,8	18,3
Лядівське	Дуже пізній	14,5	75,0	10,9
НІР _{0,05}		0,6	0,8	0,5

ЗАТВЕРДЖУЮ:



Директор ТОВ «АГРОСЕРТ»

Кокоулін М.В.

7 квітня 2021 р.

АКТ

виробничої перевірки завершеної науково – дослідної роботи

1. Назва закінченої науково-дослідної роботи, поставленої на виробничу перевірку, виконаної за завданням 16.00.01.04.Ф Розробити теоретичні основи насінництва і розсадництва біоенергетичних культур, біотехнологічні і агротехнічні методи репродукування насіння та садивного матеріалу, забезпечуючи високий коефіцієнт їх розмноження: **«Визначення якості насіння проса прутноподібного (Свічграсу) *Panicum virgatum* L.»**

2. Науково-дослідна установа, де проводилась науково-дослідна робота: Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН.

3. Автори закінченої науково-дослідної роботи: Дрига В.В. старший науковий співробітник Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН та ін.

4. Виробнича перевірка проводилась в акредитованій випробувальній лабораторії органу сертифікації ТОВ «АГРОСЕРТ» м. Київ, провулок Маяковського, 2И.

5. Обсяг виробничої перевірки – проведено по п'яти партіях культури.

6. Строк виробничої перевірки – 2021 рік.

7. Методика перевірки – Порівняльне вивчення способів визначення схожості насіння проса прутноподібного за методикою, розробленою в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН:

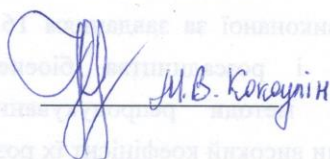
а). Контрольний варіант – насіння пророщували за постійної температури 20 ± 2 °С, з попереднім його охолодженням за температури 10°С упродовж 14 діб, облік схожості проводили на 20 добу, пророщування за постійної температури 20 ± 2 °С. Період попереднього охолодження не входить у термін визначення схожості.

б). Дослідний варіант – насіння пророщували за постійної температури 20 ± 2 °С, з попереднім його охолодженням за температури 10°С упродовж 7 діб, облік

схожості проводили на 15 добу, пророщування за постійної температури 20 ± 2 °С. Період попереднього охолодження не входить у термін визначення схожості.

8. Виробничою перевіркою встановлено, що за попереднього охолодження упродовж 7 діб енергія проростання і лабораторна схожість були такими ж як і за охолодження упродовж 14 діб і становили, відповідно 70% та 72%. Пророщування насіння за дослідним методом, коли попереднє охолодження проводять упродовж 7, а не 14 діб та підрахунок схожого насіння проводять на 15 добу, а не на 20 добу, забезпечило скорочення терміну визначення схожості на 13 діб без зниження якості аналізу.


Представник від ТОВ «АГРОСЕРТ»



М.В. Колеснік


Представники Інституту біоенергетичних культур
і цукрових буряків НААН:

Старший науковий співробітник, к.с.-г.н.



Дрига В.В.

Зав. лаб. насіннезнавства і насінництва буряків,
зернових і біоенергетичних культур, д.с.-г.н.



Доронін В.А.

Додаток А 25



ДЕПАРТАМЕНТ АГРОПРОМИСЛОВОГО РОЗВИТКУ
ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ

36000, м. Полтава, вул. Міщенка, 2,
тел./факс (532) 60-76-06, (532) 60-31-10, е-пошта: gol_apc@adm-pl.gov.ua

28.06.2024 № 01-69/386
На № _____ від _____

Довідка

про впровадження наукових розробок у виробництво здобувача наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук Дриги Вікторії Вікторівни згідно дисертаційної роботи «Агробіологічні основи формування якості насіння та продуктивності проса прутоподібного (*Panicum Virgatum* L. свічграсу)» за спеціальністю 06.01.05 – селекція і насінництво

Матеріали науково-дослідної роботи В. В. Дриги щодо агробіологічних основ формування урожаю і якості насіння проса прутоподібного, зниження біологічного стану спокою насіння і, відповідно – підвищення його якості залежно від сортових особливостей, погодних умов, елементів технології його вирощування та передпосівної підготовки використані в 2022–2023 рр. в умовах Лісостепу України в господарствах Полтавської області.

Авторкою проводилося супроводження наукових розробок, шляхом оприлюднення результатів досліджень на круглих столах, семінарах та «днів поля» в агрогосподарствах Полтавської області.

Здобувачем В. В. Дригою рекомендовано насінницьким господарствам Полтавської області (незалежно від форм їх власності) удосконалений спосіб збирання насіння за скошування насінників проса прутоподібного у валок при побурінні волоті від 75 % (початок скошування) до 100 % (закінчення скошування), послідуєчого дозрівання насіння на скошених рослинах і після чого проводити його обмолот. Також здобувачем рекомендовано новий спосіб передпосівної підготовки насіння даної культури, що забезпечує підвищення енергії проростання й схожості насіння та зменшення втрат його у період збирання і передпосівної підготовки.

Директор департаменту



С.О. Фролов

Додаток А 26

ПРИВАТНЕ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКЕ ПІДПРИЄМСТВО «ЕЛІТ»

Україна, Кіровоградська область Голованівський район с.Нерубайка 26120
 Р/р UA62380805000000026007219892 АТ РБ «Аваль» м.Київ код ЄДРПОУ 32550439
 Св.200055080 под код 325504311123, e-mail:Lidija5555@i.ua тел.0966031804

АКТ

про впровадження у виробництво результатів
 докторської дисертаційної роботи


Дриги Вікторії Вікторівни

1. Назва НДР, що впроваджується: агробіологічні основи формування урожаю і якості насіння проса прутоподібного вітчизняного сорту Морозко. Спосіб сівби широкорядний – 45 см, норма висіву насіння 5 кг/га. Догляд за посівом включає контролювання чисельності бур'янів в період проростання насіння та початкового росту і розвитку рослин. Збирання насіння за побуріння волоті рослин на 75-100%. Післязбиральна очистка насіння на решетах з поздовжніми решетами та сортування за аеродинамічними властивостями, що забезпечує отримання якісного насіння.
2. Якою науково-дослідною установою (вищим навчальним закладом) одержано НДР та запропоновано до впровадження, і його автори: Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, с.н.с. Дрига В.В.
3. Назва господарства і його адреса, де проводилися впровадження: ПСП «Еліт» Кіровоградської обл., Голованівський район село Нерубайка.
4. Рік і обсяг впровадження: у 2023 році на площі 2,2 га

5. Використання результатів досліджень Дриги В.В забезпечило отримання урожайності якісного насіння проса прутоподібного 0,25-0,29 т/га. Отримано фактичний економічний ефект від впровадження (на гектар, голову, машину і т.п.) і на весь обсяг впровадження: на 1 га – 96000 грн., на 2,2 га – 211,2 тис. грн.

Цей акт складено 10 жовтня 2023 р.

Представник наукової установи
 старший науковий співробітник
 лабораторії насіннезнавства,
 насінництва та розсадництва
 інституту біоенергетичних культур і
 цукрових буряків НААН

 Дрига В.В..

Керівник господарства
 Печатка 

Додаток 27



УКРАЇНА

УКРАЇНСЬКО-НІМЕЦЬКЕ ПІДПРИЄМСТВО З ІНОЗЕМНИМИ ІНВЕСТИЦІЯМИ

(Товариство з обмеженою відповідальністю)

"АГРОФІРМА ТЕКУЧА"

20380, с. Текуча, Черкаська область, Уманський район, вул. Каштанова, 16; код ЄДРПОУ 14371036; телефон +380952811914;
поточний рахунок № UA223006140000026003500130550 в АТ "КРЕДІ АГРІКОЛЬ БАНК" МФО 300614, м. Умань,
індивідуальний податковий номер платника ПДВ 14371032236; ел. пошта svmeltek@ukr.net



ЗАТВЕРДЖУЮ:

Директор ТОВ «Агрофірма Текуча»

Уманського району

Черкаська обл.

20 жовтня 2023 р.

АКТ.

впровадження результатів наукових досліджень

Дриги Вікторії Вікторівни на тему:

«Агробіологічні основи формування якості насіння та продуктивності проса
прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM* L.) свічграсу»

Комісія в складі голови – представника ТОВ «Агрофірма Текуча», членів комісії – представників Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН завідувача лабораторією насіннезнавства, насінництва та розсадництва Дороніна В.А. та старшого наукового співробітника лабораторії насіннезнавства, насінництва та розсадництва Інституту Дриги В.В. встановили, що в 2022-2023 рр. на площі 2,45 га в ТОВ «Агрофірма Текуча»

Уманського району Черкаської області проведено впровадження розробки і агробіологічних основ формування насінневої продуктивності проса прутоподібного за його вирощування та передпосівної підготовки. Використання результатів досліджень Дриги В.В. забезпечило отримання урожайності якісного насіння проса прутоподібного 0,25-0,28 т/га.

Представник ТОВ «Агрофірма Текуча»



М.С.Колісник

Завідувач лабораторії насіннезнавства,
насінництва та розсадництва

В.А. Доронін

Старший науковий співробітник
лабораторії насіннезнавства,
насінництва та розсадництва
Інституту біоенергетичних
культур і цукрових буряків

В.В. Дриги



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

вул. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, тел./факс: (0532) 50-02-73,
 E-mail: pdau@pdau.edu.ua <https://www.pdau.edu.ua> Код ЄДРПОУ 00493014

№ _____ На № _____ від _____

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Проректор з науково-педагогічної,
 наукової роботи Полтавського
 державного аграрного університету,
 кандидат с.-г. наук, доцент

Олег ГОРЬ

« _____ » _____ 2023 р.

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукових досліджень

Дриги Вікторії Вікторівни на тему:

«Агробіологічні основи формування якості насіння та продуктивності
 проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.)»
 за спеціальністю 06.01.05 – селекція і насінництво

Матеріали дослідження Дриги В.В. щодо вивчення біологічних особливостей проса прутоподібного, причин зниження стану спокою насіння з метою підвищення його схожості та розробка способів підвищення якості насіння за його вирощування і передпосівної підготовки використовуються в навчальному процесі Полтавського державного аграрного університету при викладанні навчальних дисциплін на кафедрі селекції, насінництва і генетики навчально-наукового інституту агротехнологій, селекції та екології.

Директор ННІ агротехнологій,
 селекції та екології

Микола МАРЕНИЧ

Завідувач кафедри селекції,
 насінництва і генетики

Володимир ТИЩЕНКО

Додаток А 29



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 УМАНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПАВЛА ТИЧИНИ
 20300, Черкаська обл., м. Умань, вул. Садова, 2, тел. (04744) 3-45-82, факс (04744)
 3-45-82, E-mail: post@udpu.edu.ua УДПУ імені Павла Тичини р/р UA14 820172 0343 12100 22 0000 4420,
 банк одержувача Державна казначейська служба України, м. Київ МФО 820172, код 02125639

26.10.2023 № 1586/01

На № _____ від _____

Довідка

Г про впровадження результатів дисертаційного дослідження

Дриги Вікторії Вікторівни

на тему «Агробіологічні основи формування якості насіння та продуктивності проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.)»

на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук
 зі спеціальності 06.01.05 – селекція і насінництво

Результати дисертаційного дослідження Дриги Вікторії Вікторівни на тему «Агробіологічні основи формування якості насіння та продуктивності проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.)» впроваджено в освітній процес підготовки здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальностями 091 Біологія, 014.05 Середня освіта. Біологія та здоров'я людини. Хімія природничо-географічного факультету Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини протягом 2022 / 2023 н.р.

Запропоновані дисертанткою визначення біологічних особливостей проса прутоподібного, можливих причин зниження стану спокою насіння і, відповідно – підвищення його схожості та розробка способів підвищення якості насіння за його вирощування і післязбиральної підготовки у процесі навчання дисципліни «Основи сільського господарства».

Матеріали дисертаційної роботи є актуальними, мають теоретичне та практичне значення у фаховій підготовці майбутніх фахівців у сфері природничих наук. Основні теоретичні та практичні аспекти дисертаційного дослідження апробовано на науково-практичних семінарах та конференціях кафедри біології та методики її навчання Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини.

Результати впровадження дисертаційного дослідження Дриги Вікторії Вікторівни на тему «Агробіологічні основи формування якості насіння та продуктивності проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.)» обговорено і схвалено на засіданні кафедри біології та методики її навчання Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини (протокол №1 від 1.08.2022 р.) та рекомендовано для впровадження в освітній процес іншими закладами вищої освіти.

09857

Ректор



Олександр БЕЗЛЮДНИЙ

Додаток А 30

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з наукової та інноваційної діяльності професор

Віктор КАРПЕНКО

« 26 » 10 2023 р.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор Уманського національного університету садівництва професор

Олена НЕГІОЧАТЕНКО

« 26 » 10 2023 р.

АКТ

впровадження результатів дисертаційної роботи у навчальний процес

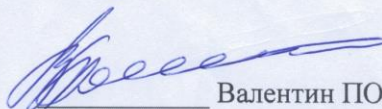
Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи Дриги Вікторії Вікторівни за темою «Агробіологічні основи формування якості насіння та продуктивності проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM L.*)» впроваджені у навчальний процес кафедри садово-паркового господарства факультету лісового і садово-паркового господарства Уманського національного університету садівництва.

Вид впровадження – отримані результати досліджень використано при розробці робочої програми навчальної дисциплін «Селекція та генетика рослин».


Економічний ефект – вирощування проса прутоподібного сприяло отриманню прибутку у розмірі 13112,83 грн у цінах 2023 року.

Соціальний і науково-технічний ефект – вивчення біологічних особливостей проса прутоподібного сприяє розробці способів підвищення якості насіння, що дозволяє отримати стійкі врожаї.

Декан факультету лісового і садово-паркового господарства, доктор с.-г. наук, професор

 Валентин ПОЛЩУК

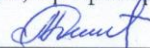
Завідувач кафедри садово-паркового господарства, к. с.-г. наук, доцент

 Юлія ВЕЛИЧКО

Додаток А 31

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з освітньої, виховної та міжнародної діяльності Білоцерківського національного аграрного університету, доктор сільськогосподарських наук, професор

 Т.М. Димань

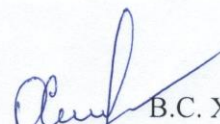
« 02 » 10 2023 р.

АКТ

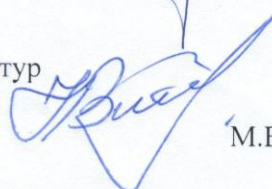
Про впровадження в освітній процес матеріалів дисертаційної роботи В.В. Дриги «Агробіологічні основи формування якості насіння та продуктивності проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM L.*)» (спеціальність 06.01.05 – селекція і насінництво)

Комісія у складі проректора з освітньої, виховної та міжнародної діяльності, доктора сільськогосподарських наук, професора Т.М. Димань, декана агробіотехнологічного факультету, кандидата сільськогосподарських наук, доцента В.С. Хахули та завідувача кафедри генетики, селекції і насінництва сільськогосподарських культур, кандидата сільськогосподарських наук, доцента М.В. Лозінського підтверджують впровадження в освітній процес для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 201 «Агрономія» матеріалів наукових досліджень, що увійшли в докторську дисертаційну роботу В.В. Дриги «Агробіологічні основи формування якості насіння та продуктивності проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM L.*)». Основні результати дисертаційної роботи стали складовою частиною вивчення курсу дисциплін: «Селекція і насінництво польових культур», «Спеціальна селекція і насінництво сільськогосподарських культур», «Генетика», «Генетичні основи селекції рослин на імунітет».

Декан агробіотехнологічного факультету
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент

 В.С. Хахула

Завідувач кафедри генетики, селекції і насінництва сільськогосподарських культур
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент

 М.В. Лозінський

Додаток А 32

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:

Статті у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних

Web of Science Core Collection, Scopus

1. **Dryha V.**, Doronin V., Sinchenko V., Kravchenko Y., Mandrovskya S., Borivskyi A., Karpuk L., Mykolaiko V. Formation of Seed Quality of Switch-Grass (*Panicum virgatum* L.) Depending on Cultivation Conditions and Varietal Peculiarities. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2022. 23(4). S. 15-20. (Scopus). <http://www.ecoeet.com/pdf-149457-76157?filename=Formation%20of%20Seed%20Quality.pdf> (*Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 60 %*).
2. **Dryha V.**, Doronin V., Sinchenko V., Karpuk L., Mykolaiko V., Topchii O. Formation of Generative Organs of Switch-Grass (*Panicum virgatum* L.) Depending on Cultivation Conditions. *Ecol. Eng. Environ. Technol.* 2023; 4:210–215. DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/149457> <http://www.ecoeet.com/Formation-of-generative-organs-of-switch-grass-Panicum-virgatum-1-depending-on-cultivation,162706,0,1.html> (*Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 60 %*).
3. Pravdyva L. A., Doronin V. A., **Dryha V. V.**, Khakhula V. S., Vakhniy S. P., Mykolaiko I. I. 2022. Yield capacity and energy value of sorghum grain depending on the application of mineral fertilisers. *Zemdirbyste-Agriculture*, 109 (2): 115–122. DOI 10.13080/z-a.2022.109.015 (*Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 25 %*).
4. **Dryha V.**, Doronin V., Sinchenko V., Karpuk L., Polischuk V., Mykolaiko I., Topciyi O. Influence of Rod-Shaped Millet (*Panicum virgatum* L.) Seeds Storage Conditions on its Quality. *Ecol. Eng. Environ. Technol.* 2024;

7:291–297.

<https://doi.org/10.12912/27197050/188804>,

<http://www.ecoeet.com/Influence-of-rod-shaped-millet-Panicum-virgatum-L-seeds-storage-conditions-on-its,188804,0,2.html>

(Проведення

експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 60 %).

Статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України

5. **Дрига В.В.** Якість пилку проса прутоподібного залежно від умов його вирощування та сортових особливостей. *Зб. наук. праць Білоцерківського НАУ Агробіологія*. 2019. Вип.2. С. 59–65. doi: 10.33245/2310-9270-2019-153-2-59-65

6. Доронін В. А., Кравченко Ю. А., **Дрига В. В.**, Доронін В. В., Карпук Л. М. Особливості визначення лабораторної схожості насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.). *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2019. № 2. С.12–16. DOI: [10.31395/2310-0478-2019-2-12-16](https://doi.org/10.31395/2310-0478-2019-2-12-16) (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 55 %).

7. **Дрига В.В.** Біологічний стан спокою насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) та способи його зниження. *Зб. наук. праць Уманського національного університету садівництва*. Частина 1. Сільськогосподарські та технічні науки. 2020. Вип. 96. С.193–205. DOI: [10.31395/2415-8240-2020-96-1-193-205](https://doi.org/10.31395/2415-8240-2020-96-1-193-205)

8. **Дрига В.В.** Якість насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від режиму його скарифікації. *Зб. наук. праць Білоцерківського НАУ Агробіологія*. 2020. Вип.1. С. 35–41. doi: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-35-41

9. **Дрига В.В.** Стратифікація, як спосіб підвищення схожості насіння проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM* L.). *Біоенергетика*. 2021. №1(17). С. 16–18.

10. **Дрига В.В.** Вплив вологості ложе для пророщування насіння проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM* L.) на його схожість. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Агрономія і біологія». 2021. Вип. 1(43). С. 19-25.

11. **Дрига В.В.**, Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Доронін В.В. Сортування насіння проса прутоподібного за аеродинамічними властивостями, як спосіб підвищення його якості. *Біоенергетика*. 2021. №2 (18). С. 16–20. DOI: <https://doi.org/10.47414/be.2.2021.244103>(*Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 60 %*).

12. **Дрига В.В.**, Доронін В.А., Карпук Л.М., Кравченко Ю.А., Доронін В.В., Павліченко А.А., Шубенко Л.А. Сортування насіння проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM* L.) за сукупністю ознак. *Зб. наук. праць Білоцерківського НАУ Агробіологія*. 2021. Вип. 2. С. 50-56. doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-50-56(*Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 55 %*).

13. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., **Дрига В.В.**, Доронін В.В., Гончарук Г.С. Визначення якості насіння проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM* L.). *Зб. наук. праць ІБКіЦБ, К.* 2021. вип. 29. С. 113 – 118. DOI: <https://doi.org/10.47414/np.29.2021.244433>(*Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 65 %*).

14. **Дрига В.В.** Вплив сортових особливостей та умов вирощування проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM* L.) на якість пилку. *Зб. наук. праць Уманського національного університету садівництва*. Частина 1. Сільськогосподарські та технічні науки. 2022. Вип. 100. С. 75–82. DOI: 10.31395/2415-8240-2022-100-1-75-82

15. **Дрига, В. В.**, Доронін, В. А., & Гончарук, Г. С., Балагура О. В. Особливості формування якості насіння сортозразків проса прутоподібного

різних груп стиглості залежно від погодних умов. *Новітні агротехнології*, 2022, 10(1). <https://doi.org/10.47414/na.10.1.2022.264341>. URL: <http://jna.bio.gov.ua/> issue /view/ 15709. (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 75 %).

16. **Дрига В.В.**, Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Доронін В.В. Підготовка насіння проса прутіподібного (*Panicum virgatum* L.) для сівби. *Передгірне та гірське землеробство та тваринництво*. 2022. Вип.71 (2). С. 112–125. DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-2-8(Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 70 %).

17. **Дрига В.В.**, Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Доронін В.В., Орлов С.Д. Вплив умов зберігання насіння проса прутіподібного на його якість залежно від маси 1000 насінин. *Зб. наук. праць ІБКіЦБ*, К. 2022. вип. 30. С. 26 –32. DOI: <https://doi.org/10.47414/np.30.2022.269016> (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 55 %).

18. **Дрига В.В.**, Доронін В.А., Щербиніна Н.П., Шкляр В.Д. Урожайність та якість насіння проса прутіподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від сортових особливостей. *Зб. наук. праць Білоцерківського НАУ Агробіологія*. 2023. Вип. 1. С. 15–22. doi: 10.33245/2310-9270-2023-179-1-15-22 (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 70 %).

19. **Дрига В.В.**, Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Доронін В.В., Половинчук О.Ю. Урожай та якість насіння проса прутіподібного залежно від місця його формування на рослині. *Новітні агротехнології*, 2023. Т. 11. №2. doi: 10.47414/na.11.2.2023.285655 URL: <http://jna.bio.gov.ua/> issue/view/16933 (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 60 %).

20. **Дрига В.В.**, Доронін В.А, Кравченко Ю.А., Доронін В.В., Гончарук Г.С. Якість насіння проса прутоподібного залежно від року вегетації культури. *Біоенергетика*. 2023. вип. 1-2 (21-22) С. 15–16. DOI: <https://doi.org/10.47414/be.1-2.2023.290624> (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 70 %).

21. **Дрига В.В.**, Доронін В.А., Гончарук Г.С. Спосіб збирання насіння проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM* L.). *Зб. наук. праць Білоцерківського НАУ Агробіологія*. 2023. Вип. 2. С. 28–33. doi: 10.33245/2310-9270-2023-183-2-28-33 (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 75 %).

22. **Дрига В.В.**, Доронін В.А, Кравченко Ю.А., Доронін В.В. Якість насіння різних років вегетації залежно від терміну його зберігання. *Зб. наук. праць Уманського національного університету садівництва*. Частина 1. Сільськогосподарські та технічні науки. 2023. Вип. 103 С. 77–95. DOI: 10.32782/2415-8240-2023-103-1-77-85 (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 70 %).

23. **Дрига В. В.**, Доронін В. А., Кравченко Ю. А., Доронін В. В., Бойко А. І. Насіннева продуктивність проса прутоподібного залежно від сортових особливостей. *Збірник наук. праць ІБКіЦБ*, К. 2023. вип. 31. С. 76 –84. DOI: <https://doi.org/10.47414/nr.31.2023.292395> (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 60 %).

24. **Дрига В.В.** Оцінка сортотварів проса прутоподібного за врожайністю вегетативної маси та якістю насіння залежно від груп їх стиглості. *Новітні агротехнології*, 2024. Т. 12. №1. DOI: <https://doi.org/10.47414/na.12.1.2024.297360> URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/297360>

25. **Дрига В.В.** Насіннева продуктивність проса прутоподібного залежно від груп стиглості сортів. Біоенергетика. 2024. № 1 (23). С. 19–21. DOI:<https://doi.org/10.47414/be.2024.No1.pp19-21>. URL: <http://be.bio.gov.ua/issue/view/17947>

**Статті у наукових періодичних виданнях інших держав з напрямку,
з якого підготовлено дисертацію**

26. Doronin V., **Dryha V.**, Honcharuk H., Prysiazhniuk O., Karpuk L., Pavlichenko A., Kryvenko A., Polischuk V. Seed Germination of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) depending on its Biological peculiarities. *Plant Archives* Volume 20 No. 2, 2020 pp. 7493-7496. (6464) pdf <http://www.plantarchives.org/20-2/7493-7496%20> (Scopus). <http://annalsofrscb.ro/index.php/journal/article/view/3831>. (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 70 %).

27. Doronin V., Polishchuk V., **Dryga V.**, Kravchenko J., Sinchenko V., Zinchenko O., Karpuk L., Mykolaiko V. Technology of Preparation of Seeds of Rod-Shaped Millet (*Panicum Virgatum* L.). *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*. Association of Cell Biology Romania. Wageningen University & Research. Romania. 2021. Vol. 25. Issue 4. Pages. 10656 – 10664 (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 65 %).

28. **Dryha V. V.**, Doronin V. A., Sinchenko V. M., Kravchenko Y. A., Borivskyi A. F., Mykolaiko V. P., Zatserkovna N. S., Karpuk L. M. Seed Productivity Of Millet Cultivars –Switch-Grass (*Panicum Virgatum* L.) Depending On Their Origin. *Nat.Volatiles & Essent. Oils*, 2021; 8(5):8551-8562. (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 60 %).

29. **Dryha V.V.**, Doronin V.A., Sinchenko V.M., Kravchenko Yu.A.,

Honcharuk H.S., Zatserkovna N.S., Karpuk L.M., Mykolaiko V.P. Influence of harvesting terms on the quality of switchgrass seeds. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2021, 11(3), 8-13, doi: 10.15421/2021_134. <https://www.ujecology.com/articles/influence-of-harvesting-terms-on-the-quality-of-switchgrass-seeds.pdf> (Проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті, частка участі – 55 %).

Наукові праці, які додатково відображають результати дисертації

30. Визначення якості насіння проса прутоподібного (свічграсу) *Panicum virgatum* L. : методичні рекомендації / М.В. Роїк, В. А. Доронін, Ю. А. Кравченко, **В.В. Дрига**, В. В. Доронін, Г. С. Гончарук. К. : ЦП «Компринт», 2021. 10 с.

31. Спосіб підвищення якості насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) : методичні рекомендації / **В. В Дрига**, В. А. Доронін, Ю. А. Кравченко, В. В. Доронін. К. : ЦП «Компринт», 2021. 15 с.

32. Спосіб збирання насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.), методичні рекомендації / **В. В Дрига**, В. А. Доронін, Ю. А. Кравченко, В. В. Доронін, Г.С. Гончарук. К. : ІБКіЦБ, 2023. 11 с.

Отримання українських охоронних документів на об'єкти інтелектуальної власності

33. Патент 143580 Україна, МПК (2020.01) А01С 1/00 Спосіб визначення лабораторної схожості насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.). Доронін В.А., Кравченко Ю.А., **Дрига В.В.**, Доронін В.В., Мандровська С.М., Гончарук Г.С. № заявки у 2019 11270. Опубл. 10.08.2020.бюл. № 15.

34. Патент 149440, Україна, МПК (2021.01) А01С 1/00 Спосіб збирання

насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.). **Дрига В.В.**, Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Доронін В.В., Гончарук Г.С. № заявки u 2021 03519. Опубл. 17.11.2021., бюл. № 46.

35. Патент 150025, Україна, МПК (2021.01) A01C 1/06 Спосіб передпосівної підготовки насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.). **Дрига В.В.**, Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Доронін В.В., Мандровська С.М. № заявки u 2021 04555. Опубл. 22.12.2021., бюл. № 51.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

36. **Дрига В.В.** Спосіб зниження стану спокою насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) *Основні, малопоширені і нетрадиційні види рослин – від вивчення до освоєння (сільськогосподарські і біологічні науки)*. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках V наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2020»), 12 березня 2020 р. с. Крути, Чернігівська обл.). Крути. Інститут овочівництва. 2020. том 2. С. 38–43.

37. **Дрига В.В.** Якість насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від розміщення його на волоті. Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції присвяченої видатним вченим Васильківському С.П. і Молоцькому М.Я., 26-27 березня 2020 р. Біла Церква. Білоцерківський НАУ. 2020. С.18–21.

38. **Дрига В.В.** Якість насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від стану його дозрівання. Матеріали IX Міжнародної наукової конференції (Парієві читання), 19 березня 2020 р. Умань. Уманський НУС. 2020. С51–54.

39. **Дрига В.В.** Один з способів підвищення схожості насіння свічграсу (*Panicum virgatum* L.). Матеріали VIII науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів, (24 квітня 2020). «Селекція, генетика та

технологія вирощування сільськогосподарських культур». Центральне. Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла. 2020 р. С.35.

40. **Дрига В.В.** Особливості пророщування насіння проса прутоподібного. Матеріали Міжнародної наукової інтернет-конференції присвяченої ювілейним датам від дня народження видатних вчених-рослиників: академіка АН УРСР Кулешова М.М., члена-коресподента АН УРСР Страхова Т.Д., професора Кучумува П.В. (17-18 червня 2020 р.). «Новітні технології в рослинництві: традиції та сучасність. Харків. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. 2020 р. С.79–81.

41. **Дрига В.В.** Розмір пилку проса прутоподібного залежно від умов вирощування насіння. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України» (12 листопада 2020 р.). Львів-Оброшино. Інститут с.-г. Карпатського регіону. 2020. С. 29–30.

42. **Дрига В.В.,** Кравченко Ю.А., Доронін В.А. Якість насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від строку його зберігання. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Іноваційні технології в агрономії, землеустрої, в лісовому та садово-парковому господарстві» (30 жовтня 2020 р.). Біла Церква. Білоцерківський НАУ. 2020. С. 13–15.

43. **Дрига В.В.** Мінливість розмірів пилку проса прутоподібного залежно від сортових особливостей та умов його вирощування. Матеріали VI науково-практичної Інтернет-конференції «Інтеграція фундаментальних та прикладних досліджень в географії, екології та хімічній освіті» (27 листопада 2020 р.). Умань. Сочинский М.М., 2020. С. 43–45.

44. **Dryha V. V.** Effect of bed humidity on seed germination when growing switch-grass (*Panicum Virgatum* L.). The st International scientific and practical conference — Results of modern scientific research and development (April 4-6, 2021) Barca Academy Publishing, Madrid, Spain. 2021. P.12–13.

45. **Dryha V. V.** Quality of switch-grass seed (*Panicum virgatum* L.) depending on a crop vegetation year. The 8 th International scientific and practical conference “World science: problems, prospects and innovations” (April 21-23, 2021) Perfect Publishing, Toronto, Canada. 2021. P. 61–62.

46. **Дрига В.В.** Якість насіння проса прутіподібного залежно від сортування його за аеродинамічними властивостями. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Аграрна наука та освіта: досягнення і перспективи розвитку», присвяченої видатним вченим Васильківському С.П. і Молоцькому М.Я. (4-5 березня 2021 р.) Біла Церква. Білоцерківський НАУ. 2021. С.126–127.

47. **Дрига В.В.** Схожість насіння сортів проса прутіподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від груп їх стиглості. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (25 лютого 2021 р.) «Роль науково-технічного забезпечення розвитку агропромислового комплексу в сучасних ринкових умовах». «ДУ Інститут зернових культур НААН». Дніпро, 2021. С. 27–28.

48. **Дрига В.В.** Реакція насіння різних сортів проса прутіподібного (*Panicum virgatum* L.) на зволоження ложа для пророщування. Матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів, (23 квітня 2021). «Селекція, генетика та технологія вирощування сільськогосподарських культур». Центральне. Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла. 2021 р. С.46.

49. **Дрига В.В.** Урожай і якість насіння проса прутіподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від місця його формування. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Гончарівські читання», присвяченої 92 річчю з дня народження селекціонера-картопляра, лауреата Державної премії, доктора с.-г. наук, професора Гончарова Миколи Демяновича. (25 травня 2021). Сумський національний аграрний університет. Суми. 2021. С.29–31.

50. **Дрига В.В.** Вплив умов вирощування насіння проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM L.*) на якість пилку. V Інтерне-конференція молодих вчених «Генетика та селекція сільськогосподарських рослин – від молекули до сорту» (Київ, 21 вересня 2021 р.). НААН, СП-ННЦ Мінагрополітики, Український інститут експертизи сортів рослин. К. 2021. С.8.

51. **Дрига В.В.** Мінливість розмірів пилку проса прутоподібного залежно від умов його вирощування. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Природничі науки в системі освіти».(Умань, 7-8 квітня 2022 р.). Умань. 2022. С. 17–18.

52. **Дрига В.В.** Скарифікація – Спосіб зниження стан спокою насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum L.*). Матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції науковців, викладачів та студентів «Географія та екологія: наука і освіта».(Умань, 9-10 червня 2022 р.). Умань. 2022. С. 32–34.

53. **Дрига В.В.** Вплив сортових особливостей та умов вирощування на якість насіння проса прутоподібного (*PANICUM VIRGATUM L.*) Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Шляхи інноваційного розвитку агровиробництва в Україні» (Рівне, 15 червня 2022 р.). Зб. наук. праць «Аграрна наука Західного Полісся». Рівне. 2022. С. 44–46.

54. **Дрига В.В.**, Урожай і якість насіння проса прутоподібного залежно від плоідності сортозразків. Матеріали Міжнародної науково-практичної молодих вчених, присвяченої до Дня науки в Україні. «Формування інноваційних агротехнологій в умовах зміни клімату для забезпечення сталого розвитку агропромислового комплексу України» (Одеса, 18-19 травня 2023 р.). Одеса. 2023.

57. **Дрига В.В.** Вплив геному на урожайність і якість насіння проса прутоподібного. Матеріали ХІ Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів, (21 квітня 2023). «Селекція, генетика та

технологія вирощування сільськогосподарських культур». Центральне. Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла. 2023 р. С.39.

55. **Дрига В.В.**, Доронін В.А. Перспективна культура для виготовлення біопалива – просо прутоподібне (*Panicum virgatum* L.). Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Іноваційний розвиток землеробства на засадах еколого-економічної збалансованості» (Рівне, 2023 р.). Зб. наук. праць «Аграрна наука Західного Полісся». Рівне. 2023. С. 59–60.