Міністерство освіти і науки України
Уманський національний університет
Всеукраїнський науковий інститут селекції
Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАНУ
Українське товариство генетиків і селекціонерів ім. М. І. Вавилова

МАТЕРІАЛИ XIV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

«СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНА НАУКА І ОСВІТА»

(Парієві читання)

18–20 березня 2025 року

Умань – 2025

Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання). Матеріали XIV Міжнародної наукової конференції (18–20 березня 2025 р.). Умань, 2025. 152 с.

У збірнику тез висвітлено результати наукових досліджень науковців України, Айзербайджану, Узбекистану, Великобританії, Молдови, Польщі з актуальних питань генетики, селекції рослин і біотехнології.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Полторецький С. П. – д. с.-г. н., професор, академік АН ВО України (*відповідальний редактор*), УНУ;
Рябовол Л. О. – д. с.-г. н., професор (*заступник відповідального редактора*), УНУС;
Сержук О. П. – к. с.-г. н., доцент (відповідальний секретар), УНУ;
Господаренко Г. М. – д. с.-г. н., професор, УНУ;
Єщенко В. О. – д. с.-г. н., професор, УНУ;
Копитко П. Г. – д. с.-г. н., професор, УНУ;
Яценко А. О. – к. с.-г. н., професор, УНУ;
Рябовол Я. С. – д. с.-г. н., доцент, УНУ;
Любченко А. І. – к. с.-г. н., доцент, УНУ;
Новак Ж. М. – к. с.-г. н., доцент, УНУ;
Діордієва І. П. – к. с.-г. н., доцент, УНУ;
Крижанівський В. Г. – к. с.-г. н., УНУ;
Любченко І. О. – к. с.-г. н., УНУ;
Черно О. Д. – к. с.-г. н., доцент, УНУ;
Карнаух О. Б. – к. с.-г. н., доцент, УНУ;
Кравченко В. С. – к. с.-г. н., доцент, УНУ;
Третьякова С. О. – к. с.-г. н., доцент, УНУ;
Білоножко В. Я. – д. с.-г. н., професор, ЧНУ ім. Б. Хмельницького;
Кунах В. А. – д. біол. н, професор, член-кореспондент НАНУ, ІМБГ НААНУ;
Грабовий В. М. – к. біол. н., с. н. с., НДП «Софіївка» НАНУ;
Опалко А. І. – к. с.-г. н., професор, НДП «Софіївка» НАНУ;
Парій М. Ф. – к. біол. н., ВНІС.

Рекомендовано до друку вченою радою факультету агрономії УНУ, протокол № 7 від 29.05.2025 р.

За достовірність опублікованих матеріалів відповідальність несуть автори.

© Уманський національний університет, 2025.

EVALUATION OF CUCUMBER COLLECTION SAMPLES AND THEIR BIOMORPHOLOGICAL TRAITS

E.İ. Allahverdiyev
"Scientific-Research Institute of Vegetable Growing" public legal entity,
Baku, Azerbaijan
E-mail: allahverdiev.elmar@teti.az

Abstract.

The article is dedicated to the study of collection samples based on various geographical origins and biomorphological indicators of cucumber in the conditions of the Absheron zone of the Republic of Azerbaijan in 2022–2023. It was found that among the studied varieties, the samples 15, 23, and 26 differed in economic traits. These samples obtained from a single plant (7.5, 6.5, and 7.0 mg, respectively). It was established that the samples 24, 28, and 38 stood out for their high content of dry matter (4.0, 4.2, and 4.5%, respectively). It is also shown that all the studied collection samples were characterized by low levels of toxic substances – nitrates, and therefore, they can be used for further selection based on ecological safety. The sharp increase has been made in classical genetics and traditional breeding in cucumber for various quantitative and qualitative traits which greatly benefited the development of superior varieties suitable for open field and protected cultivation. The different breeding methods like plant introductions, hybridizations, pedigree selection, recombination breeding and marker assisted selection have been employed successfully in developing superior varieties and F1 hybrids.

Keywords: *collection samples, cucumber breeding, yield, selection, economically valuable traits.*

Introduction. Cucumber (*Cucumis sativus* L.) is an important vine species of the Cucurbitaceae family. Cucumber is the fourth most important vegetable crop worldwide and is a model system for other Cucurbitaceae family which is used for studying several significant biological processes [1]. Cucumber is originated from India [2, 3]. It is commercially grown in the tropical and subtropical regions of the world. The fruits are widely consumed as salad at immature stage. Cucumber is high in water content and low in calories, fat, cholesterol, and sodium and good source of mineral nutrients (Ca, Mg, P & K) and medicinal properties such as antioxidant, anti-inflammatory, and anti-cancer benefits. Cucumbers are also used for digestive benefits and mood stability when modulating stress. Cucumbers fortify cells so they may retain hydrated and work at the highest levels, and may slow age-related cellular deteriorations [4]. In our country, there are all the conditions to address this issue. The soil and climatic conditions allow the Scientific-Research Institute of Vegetable Growing to cultivate new varieties of vegetables, melons, and potatoes using sowing and cultivation technologies. One of the aims is important facing our country to provide the population of the republic with high-quality agricultural products. The selection of the most high-yielding varieties of various vegetable crops in the republic, as well as

the creation of new, profitable varieties and hybrids, are very relevant issues. Engaging in the breeding of vegetable plants is both important and necessary.

Materials and Methods. The material for the research consisted of variety samples taken from the gene pool of the Scientific-Research Institute of Vegetable Growing, newly created (F1) hybrid generations, and collection samples of various geographical origins. In our research, 7 varieties from the collection field of the nursery's original material were compared with 3 newly created parental forms of the hybrid generation (F1).The analysis of the research work shows that the original material and the goal of the collection nursery are to identify the best heterozygous effects of new species and hybrid generations (F1) with different geographical origins and to select the best variety samples for the continuation of future breeding work. The samples in the collection field were placed without repetition, and the Kirovabad local variety was used as the control variety.

Table. Comparison of collection variety samples by the duration of the growing season, 2022–2023.

Catalog number of the VSRİ	Phenological period, days		From germination to ripeness, day	Duration of the growing season, days
	From germination to blooming	From blooming to ripeness		
44 Kirovabad local Control	33	14	47	80
15	35	11	46	80
23	31	11	42	79
26	32	11	43	78
59	35	9	44	79
24	31	13	44	78
28	34	13	47	81
38	30	10	40	78

As seen from Table, according to the phenological observations, the technical ripeness of the studied variety samples (from germination to technical ripeness) ranged from 40 to 47 days, with the control sample taking 47 days. The earliest ripening sample (40 days) is sample number 38. The duration of the growing season for the variety samples, from germination to the last harvest, varies from 28 to 81 days, while the control variety Kirovabad local takes 80 days.

References

1. Weng Y, Sun ZY. Major cucurbits (Chapter 1). In Y. H. Wang, T. K. Behera, & C. Kole (Ed.), Genetics, genomics and breeding of cucurbits (pp. 1–16). New York: CRC Press. 2012.
2. Yang L, Koo DH, Li YH, Zhang XJ, Luan FS, Havey MJ, Jiang JM, Weng Y.

Chromosome rearrangements during domestication of cucumber as revealed by high-density genetic mapping and draft genome assembly. Plant Journal 71: 895–906; 2012.
3. Akhtar P, Ahmad I, Jameela A, Ashfaque M, Begum Z. Energizing Effectiveness of Cucumber (Khayarain) For Health. A Review Article. Journal of Emerging Technologies and Innovative Research. 7(11); 2020.
4. Kumar, A., Bhattarai, A., Rathore, A.S., Jat, G.S., Behera, T. K., Renukadevi, P., Baranwal, V. K., Jain R. K. and Basavaraj Y. B. (2021). Association of cucurbit aphid-borne yellows virus with cucumber plants in India. VirusDis doi:10.1007/s13337–020–00645–4.

CONSERVATION OF THE DIVERSITY OF BOTANICAL GARDEN COLLECTIONS USING IN VITRO TECHNIQUES: A CASE STUDY OF *MORUS RUBRA* L.

V.U. Axmedova, H.K. Juraeva, A.T. Khazratov, F.U. Mustafina, S.Kh. Abdinazarov
Tashkent Botanical garden named after acad. F.N.Rusanov of the Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
E-mail: vaziraaxmedova1@gmail.com

Abstract.
This article presents the results of the development of the in vitro propagation of species represented in the collection of the Tashkent Botanical Garden.

Keywords: *botanical garden, in vitro propagation, Morus rubra L.*

Plant biotechnology plays a crucial role in conserving rare and endangered plant species. Many botanical gardens implement programs to establish and maintain cell and tissue culture collections. Such initiatives have been successfully developed and are actively maintained in various countries. In vitro collections of cells, organs, and whole plants, along with cryobanks, have been established to preserve plant material from diverse taxonomic groups in liquid nitrogen. These ex situ conservation methods help mitigate biodiversity loss due to habitat destruction, climate change, and human activities.

Several specimens within these collections are considered national treasures, including rare and legally protected plant species. For example, the National Clonal Germplasm Repository of the USDA in Corvallis, Oregon, safeguards 500,000 samples of economically significant, rare, and endangered plants from 10,000 species. Similarly, in Germany, more than 700 cell culture lines from 80 plant families are preserved, many of which produce pharmacologically valuable secondary metabolites. Other countries, such as China and Japan, have also invested in large-scale in vitro conservation programs, focusing on medicinal, ornamental, and food crop species to ensure their long-term availability and sustainability.

Beyond conservation, in vitro biotechnology is an essential tool for plant

breeding, genetic improvement, and the mass propagation of economically valuable species. By using micropropagation, plants can be rapidly multiplied under sterile conditions, ensuring the production of disease-free and genetically stable clones. This technique is particularly beneficial for species that are difficult to propagate by conventional means or have low seed viability. Moreover, the combination of in vitro culture with molecular markers and cryopreservation techniques enhances conservation strategies, allowing researchers to store germplasm long-term and revive species when needed.

This article presents the results of research on the development of in vitro microcloning protocols for propagating plants represented as a single sample at the Tashkent Botanical Garden of the Republic of Uzbekistan, using *Morus rubra* L. as an example. The study aims to optimize sterilization, culture media composition, and acclimatization procedures to facilitate the successful introduction of selected species into in vitro culture. By refining these protocols, researchers contribute to the sustainable conservation and restoration of valuable botanical specimens, ensuring their survival for future generations.

Research object. A species from the expostion of North American flora was selected as the research object.

Morus rubra L. (Moraceae Gaudich.) is commonly known as the mulberry or fig family. This family comprises about 40 genera and over 1,100 species, including economically and ecologically significant trees, shrubs, and climbing plants. The family is primarily distributed in tropical and subtropical regions, but some species, such as Morus rubra, are adapted to temperate climates.

Morus rubra L., commonly known as red mulberry, is a deciduous tree or large shrub native to North America, particularly in the eastern and central United States. It typically grows 10–20 meters tall, with a short trunk and a broad, spreading canopy. The bark is brownish-gray and develops shallow fissures with age.

Purpose of work. Introduction of selected species from the collection of the Tashkent Botanical Garden to *in vitro* culture.

Methodology. Different parts of the plant were used as explants for in vitro reproduction of the selected species to determine the most effective tissue for micropropagation and optimize regeneration efficiency. The choice of explants plays a crucial role in the success of in vitro culture, as different tissues exhibit varying levels of responsiveness to growth regulators and environmental conditions.

- Apical and lateral buds, as well as buds from 1-year-old branches, were selected as explants due to their high regenerative potential and ability to form new shoots. These meristematic tissues are known for their rapid cell division and differentiation, making them ideal for microcloning.
- The apical bud was cut, leaving two pairs of lateral buds intact. To promote efficient shoot formation, an oblique incision was made at the site of the opposite lower second pair of lateral buds, and one of the lateral buds was removed. This technique was employed to encourage lateral shoot development while reducing competition for nutrients and hormones.

Additionally, experiments were conducted using nodal segments, internodal stem sections, and leaf explants to assess their regeneration capacity. However, apical and

lateral buds showed the highest survival rate and the most robust shoot development, making them the preferred explant sources for *Morus rubra* L.

Optimization of sterilization. To develop an optimized sterilization protocol, various sterilizing agents were evaluated to determine the most effective combination for minimizing fungal and bacterial contamination of explants. The effectiveness of these agents was assessed based on their ability to eliminate contaminants while maintaining high explant viability.

The tested sterilizing agents included:

- Chemical disinfectants: Sodium hypochlorite (4–6%), hydrogen peroxide (2–15%), silver nitrate (0.01%), Tween 20, ethanol (70%), and commercial disinfectants such as "Belizna" (containing 18% sodium hypochlorite) and "Domestos" sterilizing soap.
- Fungicides: Difenoconazole ("Score" 250EC, 23.3% v/v), mancozeb and metalaxyl ("Ridomil Gold", 64% v/v and 4% v/v, respectively), fludioxonil ("Maxim", 9.3% v/v), and propiconazole ("Agrotilt", 25% v/v). These were tested for their efficacy in controlling fungal contamination.
- Antibiotics: Streptomycin, amoxicillin, ceftriaxone, and gentamicin, applied at concentrations ranging from 1 to 4 ml/l, were used to address bacterial infections.

A total of over 30 sterilization protocols were assessed, utilizing different concentrations, exposure times, and combinations of sterilizing agents. The protocols were designed to strike a balance between effective microbial control and maintaining tissue viability. Several treatment variations were tested, including sequential washes, varying immersion durations, and combining multiple sterilizing agents.

Selection of the nutrient media. Ready-made nutrient media of Duchefa Biochemie B.V (https://www.duchefa-biochemie.com) production were used in accordance with the protocols by Murashige and Skoog (1962) (MS), Chu et al (1975) (N6), Gamborg et al (1968) (B5), McCown Woody Plant Medium (Lloyd and McCown, 1980) (WPM) (Lloyd and McCown, 1980), and DKW Medium (Driver and Kuniyuki, 1984; McGranahan et al, 1987). During further cultivations, antibiotics were not added to the nutrient medium since no signs of fungal or bacterial infections were observed.

Selection of the phytohormones. Auxins 2.4-dichlorophenoxyacetic acid (2.4-D), indolylacetic acid (IAA), α-naphthylacetic acid (NAA), indolylbutyric acid (IBA), cytokinins kinetin (Kin), 6-benzylaminopurine (BAP), thidiazuron (TDZ), and Zeatin (Zea) were used to find optimal phytohormones for *in vitro* micropropagation.

Summary. Optimization of the Sterilization Protocol and In Vitro Micropropagation of *Morus rubra* L.

Among the tested sterilization agents, up to 80% of the explants remained viable, demonstrating the effectiveness of the optimized protocol in minimizing microbial contamination while maintaining tissue viability. The most effective sterilization protocol identified involved a multi-step treatment to ensure maximum decontamination of fungal and bacterial pathogens. The optimized sterilization procedure included the following steps: (1) Explants were initially immersed in a 25% sterilizing soap solution for 20–30 minutes to remove surface contaminants, such as dust, debris, and microorganisms. (2) The samples were thoroughly washed with

distilled water to eliminate soap residues. (3) Explants were then placed in a 0.01% fungicide solution containing propiconazole (20×10^{-4}%) to target fungal spores and infections. (4) After another thorough rinse with distilled water (2–3 times), the explants were subjected to a deeper sterilization step. (5) Immersion in a 2% Belizna solution (sodium hypochlorite-based) for 15 minutes was performed to eradicate bacteria and fungi on plant surfaces. (6) Three additional washes with distilled water ensured the removal of residual sterilizing agents. (7) The explants were briefly immersed in 70% ethanol for 30 seconds**,** an effective step for eliminating residual pathogens and breaking down microbial cell walls. (8) Three washes with sterilized autoclaved water were performed to neutralize any remaining traces of disinfectants before the explants were transferred to the culture medium. The sequential application of different sterilizing agents helped achieve a balance between efficient microbial decontamination and high explant survival rates**,** making this protocol suitable for large-scale in vitro propagation of *Morus rubra* L.

For the successful development of mature plants through in vitro micropropagation, a carefully optimized nutrient medium was selected based on the growth requirements of *Morus rubra* L. WPM (Woody Plant Medium) was identified as the most effective base medium for shoot initiation and development. Cytokinin supplementation with 6-Benzylaminopurine (BAP) at 0.2 mg/l significantly enhanced shoot formation, with superior results compared to other concentrations. BAP promoted multiple shoot induction and increased the number of axillary buds per explant. For root induction, Indole-3-butyric acid (IBA) at 0.5 mg/l was used, which facilitated robust root development, ensuring a higher survival rate during the acclimatization phase.

Adaptation. To help plants gradually adapt to greenhouse conditions, those with well-developed root systems were first transplanted into moist vermiculite inside covered containers and kept in growth chambers for 1–2 weeks under controlled temperature, humidity, and light conditions. This gradual transition helped strengthen the root system and reduce transplant shock. After this period, the plants were transferred to a peat-based m**ixture**, kept covered to maintain high humidity levels, and incubated in growth chambers for further acclimatization. Over time, covers were gradually removed to allow plants to adjust to ambient humidity and environmental fluctuations before being fully transferred to the greenhouse (Fig.).

Fig. 1. *Morus rubra* L. Adaptation of the plant to soil.

The stepwise acclimatization process significantly improved the survival rates of *in vitro*-cultured *Morus rubra* L. plants, ensuring successful establishment under *ex vitro* conditions.

Acknowledgments. This research was conducted within the framework of the state program of the Biotechnology laboratory of the Tashkent Botanical Garden of the Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan: "Development of Scientific Foundations for the Sustainable Propagation of Valuable Specimens of the Botanical Garden in in Vitro Culture" (2023–2024), and within the framework of the state program "Establishment and Digital Documentation of the in Vitro Collection of the Tashkent Botanical Garden Using Innovative Biotechnology Methods", scheduled for implementation from 2025 to 2029.

References

1. Chu C.C., Wang C.C., Sun C.C., Hsu C., Yin K.C., Chu, C.Y., Bi F-Yu. (1975). Establishment of an efficient medium for anther culture of rice through comparative experiments on the nitrogen sources. Scientia Sinica. 18(5):659–668 doi.org/10.1360/ya1975–18–5–659
2. Chu C.C. (1978) The N6 medium and its application to anther culture of cereal crops. Proceedings of Symposium on Plant Tissue Culture. 25–30.05. Science Press: Peking. P. 45–50
3. Driver J.A., Kuniyuki A.H. (1984) *In vitro* propagation of *Paradox walnut* rootstock. Hort Sci 19(4):507–509 doi.org/10.21273/HORTSCI.19.4.507
4. Gamborg O.L., Eveleigh D.E. (1968) Culture methods and detection of glucanases in cultures of wheat and barley. Canad J Bioch. 46:417–421 doi.org/10.1139/o68–063
5. Hensley K., Floyd R.A. (2003) Methods in pharmacology and toxicology: methods in biological oxidative stress. Totowa: Humana Press. 215 p.
6. Lloyd G., McCown B.H. (1980) Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. Int Plant Propag Soc Proceed. 30:421–427
7. Makarova N.V., Zyuzina A.V. (2011) Study of antioxidant activity by DPPH method of semi-finished products of juice production. Techn technol of food product. 3(22):102–106
8. McGranahan G.H., Driver J.A., Tulecke W. (1987) Tissue culture of *Juglans*. Cell and tissue culture in forestry: case histories: gymnosperms, angiosperms and palms. Dordrecht: Springer Netherlands: 261–271.
9. Murashige I., Skoog F. (1962) A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Plant Phys. 15(3):473–497 doi.org/10.1111/j.1399–3054.1962.tb08052.x
10. Mustafina F.U., Juraeva H.K., Jamalova D.N., Hazratov A.T., Janabaeva A.J., Kim H.J., Na Ch.S., Lee M.S., Oh Y.J., Tojibaev K.Sh., Abdinazarov S.Kh. (2024) Conservation potential through *in vitro* regeneration of two threatened medicinal plants, *Ungernia sewertzowii* and *U. victoris.* Plants. 13(14):1966 doi.org/10.3390/plants13141966
11. Shah M., Ullah M.A., Drouet S., Younas M., Tungmunnithum D., Giglioli-Guivarc

H.N., Hano Cabbasi B.H. (2019) Interactive effects of light and melatonin on biosynthesis of silymarin and anti-inflammatory potential in callus cultures of *Silybum marianum* (L.) Gaertn. Molecules. 24(7):1207 doi.org/10.3390/molecules24071207
12. Velioglu Y.S., Mazza G., Gao L., Oomah B.D. (1998) Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. J Agric Food Chem. 46: 4113–4117 doi.org/10.1021/jf9801973

ЕКОЛОГО–БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ ПАГОНІВ МАТОЧНИХ РОСЛИН СОРТІВ ЧОРНИЦІ ВИСОКОРОСЛОЇ (*VACCINIUM CORYMBOSUM* L.) В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Анатолій Ф. Балабак, Анна А. Пиж'янова
Уманський національний університет, Україна
E-mail: abalabak@meta.ua; ORCID:0000–0002–1016–4442

Анотація.

Наведено результати експериментальних досліджень з вивчення росту і розвитку вегетативних органів маточних рослин інтродукованих сортів чорниці високорослої (Vaccinium corymbosum L.) в умовах вегетаційного сезону Правобережного Лісостепу України. Встановлено, що кліматичні умови проведення досліджень забезпечують проходження повного циклу сезонного розвитку досліджуваним сортам чорниці високорослої і визначено біологічні засади їх культивування, як садової і лісової культури. Досліджувані сорти характеризуються високою вегетативною продуктивністю, яка є біологічною основою для кореневласного розмноження.

Ключові слова: *чорниця високорослa, сорти, фенологічні фази розвитку рослин, маточні рослини, стеблові живці*

ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL PECULIARITIES OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF SHOOTS OF MOTHER PLANTS OF HIGHBUSH BLUEBERRY (*VACCINIUM CORYMBOSUM* L.) VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Anatoliy F. Balabak, Anna A. Pyzhianova
Uman National University, Ukraine
E-mail: abalabak@meta.ua; ORCID:0000–0002–1016–4442

Abstract.

The results of experimental studies on the growth and development of vegetative organs of mother plants of introduced varieties of highbush blueberries (Vaccinium

corymbosum L.) in the growing season of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine are presented. It has been established that the climatic conditions of the research provide a full cycle of seasonal development for the studied varieties of highbush blueberries and the biological basis of their cultivation as a garden and forest crop has been determined. The studied varieties are characterised by high vegetative productivity, which is the biological basis for root propagation.

***Keywords**: highbush blueberries, varieties, phenological phases of plant development, mother plants, stem cuttings.*

Вступ. Впровадження культиварів чорниці високорослої (*Vaccinium corymbosum* L.) у садівництво, а також збереження господарсько-біологічних ознак і властивостей, значною мірою виявляють необхідність розмноження стебловими живцями. Але, дотепер не розроблена агротехніка закладання і утримання маточних насаджень, не вивчено біологічні особливості росту і розвитку маточних рослин і вікова динаміка їхньої продуктивності вегетативної маси, а відповідно і кількісні показники виходу пагонів, придатних для заготівлі живців. Тому нині, особлива увага приділяється проблемам закладання чистосортних маточників інтродукованих сортів чорниці високорослої, вивченню вікової динаміки виходу пагонів поточного приросту для живцювання і розробці способів розмноження, з метою забезпечення якісним садивним матеріалом [2, 4].

Незважаючи на значну кількість зарубіжних літературних джерел з вивчення біологічних особливостей сортів чорниці високорослої [5–7], дослідження щодо вегетативної продуктивності маточних рослин — кількісні показники виходу пагонів поточного приросту придатних для заготівлі живців залежно від віку маточних рослин носять схематичний і поодинокий характер, а в умовах нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України не вивчено зовсім. Тому ми вважаємо за необхідне вивчення біологічних особливостей росту і розвитку пагонів маточних рослин інтродукованих сортів чорниці високорослої та опрацювання окремих елементів технології їх вирощування, з метою підвищення виходу пагонів поточного приросту для живцювання [2].

Матеріали і методи. За матеріал досліджень взято сорти чорниці високорослої перспективні для умов Правобережного Лісостепу України — Блюкроп (*Bluecrop*), Блюгольд (*Bluegold*), Дюк (*Duke*), Дарроу (*Darroy*), Елліот (*Elliot*), Спартан (*Spartan*), Торо (*Toro*) [7]. Дослідження проводили в розсадниках Уманського національного університету садівництва, Національного дендропарку «Софіївка» НАН України, ТОВ «Брусвяна» і ТОВ «Beta» в Польщі. У кожному варіанті досліду використано по 18 дворічних маточних рослин кожного сорту, висаджених у контейнери ємністю 10,0 л. Фенологічні спостереження і біометричні показники росту пагонів маточних рослин досліджуваних сортів чорниці високорослої вивчали згідно методик [1, 3].

Результати та обговорення. Проведені дослідження свідчать про те, що не всім сортам чорниці високорослої властива висока репродуктивна здатність при вирощуванні контейнерним способом. Встановлено, що тривалість періоду

вегетації від початку весняного сокоруху до повного опадання листків в агрокліматичних умовах Умані складає 190 діб (залежно від температурних умов). Початок набрякання і розтріскування бруньок, залежно від сорту, варіює з третього до 19 квітня, протягом 15 діб, а закінчення вегетації – масове опадання листків – з 10 по 18 жовтня.

Порівнюючи літературні дані, пов'язані з фенологічними дослідженнями [2, 4–7], належить зазначити, що в умовах проведення досліджень сорти характеризуються більш ранніми строками проходження фенофаз розвитку. Визначальним при цьому є саме температурний фактор. Характерною особливістю є розтріскування лише частини бруньок пагона, решта залишається в стані спокою. Це одне з захисних пристосувань рослин чорниці високорослої до несприятливих погодних умов. Зокрема, пошкоджені інколи пізньовесняними заморозками пагони призупиняють свій ріст, або зовсім гинуть, а вже через 10–15 діб розтріскуються бруньки, які залишались у стані спокою або пробуджуються сплячі, з яких розвиваються нові пагони.

Чорниця високорослa, в екологічному аспекті, відноситься до ксероморфних оліготрофів і облігатних мікорізоутворювачів, а також до рослин з неповністю спеціалізованими квітконосними пагонами. За місцем розташування у чорниці високорослої розрізнюють бруньки такого типу: верхівкові (термінальні) – знаходяться на кінцівках ростового пагона; пазушні (бокові) – знаходяться в пазухах листків; придаткові (адвентивні) – утворюються на коренях і є резервом відновлення рослин (пагоновідновлювальна здатність) при ушкодженні ростових пагонів. Генеративні бруньки розміщені на закінченнях вкорочених генеративних (спеціалізованих) пагонах і до фази набрякання відрізняються від вегетативних округлістю та більшими розмірами. Кількість бруньок, які розкриваються, залежить від положення пагона – чим ближче його розташування до горизонтального, тим менше бруньок залишається в стані спокою. Основні процеси росту і органогенезу відбуваються в першому періоді росту і розвитку до цвітіння. Початок диференціації генеративних бруньок у всіх досліджуваних сортів чорниці високорослої значно інгібує всі ростові процеси у рослин.

Одним із важливих періодів річного циклу морфоперіодичних змін маточних рослин досліджуваних сортів чорниці високорослої є лінійний ріст і розвиток пагонів. Лінійний ріст і розвиток пагонів у більшості досліджуваних сортів – Блюкроп, Блюгольд, Дарроу, Дюк, Спартан, Торо в умовах проведення дослідів розпочинається в першій і другій декаді травня (залежно від сорту), а через 7–9 діб пізніше у сорту Еліот.

Обліки біометричних показників росту пагонів, у досліджуваних сортозразків, свідчать про розвиток маточних рослин з довжиною прикореневих пагонів до 54,8–76,2 см (Блюкроп), 71,9–96,8 см (Блюгольд), 72,8–97,1 см (Дюк), 71,4–89,5 см (Спартан). Сорти Торо і Елліот різняться більш слабким ростом пагонів і меншим габітусом рослини, порівняно з іншими сортами, довжина однорічних пагонів, при цьому, складає в середньому 53,8–68,9 см.

Інтенсивний ріст прикореневих і обростаючих пагонів розпочинається в кінці червня, продовжується в липні, а в середині серпня припиняється. Середня

довжина приросту пагонів маточних рослин у досліджуваних сортів складала 39,7–59,0 см. Досліджено, що інтенсивність процесів росту пагонів залежить, в основному, від температури повітря і кількості опадів.

На початку літа при достатній вологості субстрату в контейнерах, енергія росту пагонів маточних рослин сортів чорниці високорослої, головним чином, визначається температурним режимом повітря – з підвищенням температури спостерігається активізація росту пагонів. Максимальний приріст пагонів відмічено в червні-липні і досягає в середньому 48,6±2,9 см за декаду.

Загальний середньорічний приріст прикореневих пагонів у досліджуваних сортів різниться від 1,2 у сорту Торо до 2,6 шт./рослину у сорту Дюк. Діаметр пагона в базальній частині, залежно від сорту, в середньому, становить 6,4–8,6 мм.

Стійкість сортів до низьких температур тісно залежить від ростових процесів пагона. Дослідженнями встановлено, що всі сорти характеризуються досить високою зимостійкістю в умовах Правобережного Лісостепу України. Тривалість росту їх вегетативних та вегетативно-генеративних пагонів, за роки проведення досліджень, складає 128±6 діб.

Отже, на основі вивчення особливостей росту і розвитку маточних рослин сортів чорниці високорослої в Правобережному Лісостепу України встановлено біологічні засади їх культивування, як плодової і лісової культури.

Лінійний ріст пагонів нерівномірний протягом періоду вегетації. Інтенсивність та тривалість ростових процесів залежить від типу пагонів (вегетативні, вегетативно-генеративні), температури повітря і кількості опадів. Період найактивнішого росту вегетативних та вегетативно-генеративних пагонів припадає на червень – середину липня.

Висновки. На основі вивчення особливостей росту і розвитку маточних рослин сортів чорниці високорослої в Правобережному Лісостепу України, доведено біологічні засади культивування їх, як садової культури. Досліджено, що культивари чорниці високорослої Блюкроп, Блюгольд, Дарроу, Дюк і Спартан характеризуються високою вегетативною продуктивністю, кількість щорічно утворених пагонів галуження, яких складає 250–300 шт., та які обумовлені параметрами розвитку кожної рослини та сортовою специфікою. У результаті вивчення біологічних особливостей росту і розвитку пагонів маточних рослин визначено оптимальний період для розмноження досліджуваних сортів чорниці високорослої зеленими, напівздерев'янілими і здерев′янілими стебловими живцями, який збігається з періодом найбільш інтенсивного росту пагонів (червень – середина липня), а для заготівлі здерев'янілих пагонів – з періодом глибокого спокою рослин (жовтень-листопад).

Література

1. Андрющенко А.В., Гончар О.М., Нікітенко О.М. та ін. Методика проведення експертизи сортів на відмітність, однорідність та стабільність (ВОС): Плодово-ягідні, виноград та горіхоплідні.За ред. В.В. Волкодава. К.: «Алефа», 2000. Вип. 5. 142 с.

2. Балабак А.Ф., Пиж'янова А.А., Дмитрієв В.І. Чорниця високорosла (*Vaccinium corymbosum* L.): біологічні особливості, інтродукція, сорти, технологія розмноження і виробництва. К.: КТ «Забєліна–Фільковська Т.С. і компанія Київська нотна фабрика», 2017. 288 с. ISBN 978–966–2613–12–4.
3. Гончар О.М., Андрущенко А.В., Пількевич А.В. та ін. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур: Методи визначення показників якості рослинницької продукції.За ред. О.М. Гончара. К.: «Алефа», 2000. Вип. 7. 144 с.
4. Шлапак В.П., Балабак А.Ф., Пиж'янова А.А. Особливості проходження фенологічних фаз інтродукованих сортів чорниці високорослої (*Vaccinium corymbosum* L.) в умовах Правобережного Лісостепу України. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*: зб. наук. пр. Львів: РВВ НЛТУ України, 2013. Вип. 11. С. 93–96.
5. MacKenzie K.E. Pollination requirements of three highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivars. *Journal of the American Society of Horticulture Science*. 1997. Vol. 122. No. 6. P. 891–896.
6. Pliszka K. Borówka wysoka. Praca zbiorowa pod red. PWRiL. Warszawa, 2002 154 P.
7. Smolarz K. *Uprawa borówki i żurawiny*. Warszawa: Hortpress Sp. z o.o., 2003. 89 p.

SOWING QUALITIES OF BUCKWHEAT SEEDS DEPENDING ON CULTIVATION CONDITIONS AND STORAGE DURATION

V. Ya. Bilonozhko[1], N. M. Poltoretska[2], A. P. Berezovsky, A. A. Dyachok[2]
[1]Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy
[2]Uman National University, Ukraine
E-mail: bilonogko1952@gmail.com

Abstract.

This study investigates the effect of long-term storage on the sowing and yield qualities of modern buckwheat varieties (Yelena, Lileya, Amazonka, Ruslana, Ukrayinka), cultivated in different years at the experimental field of Uman National University. It was found that most varieties retained acceptable seed quality over five years, except Yelena, whose germination rate dropped below standard thresholds. The year of seed formation and varietal characteristics significantly influenced seed longevity and productivity. Statistical analysis confirmed the importance of germination energy, seedling vigor, and plant productivity. The formation year affected yield by up to 44.2%, and variety by 32.2%. The best storability was observed in Lileya and Amazonka. High initial seed quality was a key factor in preserving viability.

Keywords*: buckwheat, seed, storage, viability, yield, variety, laboratory germination, influencing factors.*

In modern agronomic research, seed aging is a major concern, particularly regarding plant gene pools, insurance seed funds, and national reserves. Only selected, high-quality seeds of regionally adapted varieties meeting varietal and sowing standards and showing high biological value should be stored long-term.

Due to a lack of data on changes in the sowing and yield characteristics of modern buckwheat varieties under long-term storage, this study aimed to explore such changes using experimental seed lots stored under cold warehouse conditions.

A two-factor field trial was conducted to study the variability in seed viability, germination energy, and yield performance. Factor A was the year of seed formation; Factor B was the variety (Yelena, Lileya, Amazonka, Ruslana, Ukrayinka). The trial used 4 m² plots in six replications. Winter wheat was the preceding crop, and wide-row sowing at 2.5 million viable seeds/ha was used.

The seeds were harvested between 2015 and 2019 at Uman National University. Post-harvest processing and quality evaluations were carried out from 2016 to 2020 in laboratory and field conditions. Seeds with 14% moisture were stored in cloth bags at low temperatures. Seed viability was assessed annually before sowing.

Over five years (2016–2020), most seeds retained standard laboratory germination except Yelena, whose viability dropped below the required level by the third year. The average annual decline in this parameter was 8.22%, with more rapid reductions in germination energy and vigor (9.15–15.36%).

The longevity of seed viability strongly depended on growing conditions during seed formation. Seeds from 2015 showed an annual decline of 7.41%, compared to 15.36% and 21.71% for 2018 and 2019, respectively.

Some varieties showed wave-like changes in germination. For instance, Lileya seeds from 2015 declined from 97.0% to 58.5% over five years, rebounding to 73.5% in 2020 after a low of 39.5% in 2019. A similar trend was noted in Ukrayinka.

Amazonka seeds from 2018 showed increasing viability, from 91.5% in 2018 to 96.0% in 2020.

Stepwise regression analysis revealed that the yield of progeny from 2015 seeds was influenced by six main factors: germination energy, seedling vigor, lab germination, emergence completeness, plant productivity, and the proportion of seeds larger than 4.5 mm. The multiple correlation coefficient was $r = 0.912$ ($r^2 = 0.91$, $p = 0.0001$).

In contrast, 2017 seed lots (which declined in quality more rapidly) showed significant yield dependence only on plant productivity and seed germination speed, with $r = 0.821$ ($r^2 = 0.821$, $p = 0.003$).

ANOVA results indicated that the year of seed formation (Factor A) contributed 42.2% to yield variation, while variety (Factor B) contributed 29.3%. Interaction between factors (AB) contributed only 4.1%, and reproduction-year weather conditions – 11.3%.

Varietal characteristics also influenced storability: Ruslana and Ukrayinka seeds lost viability faster, while Lileya and Amazonka had better storage performance.

Initial seed quality played a crucial role in preserving sowing properties. The best quality was recorded in seeds formed in 2019, with germination energy at 97.0%, seedling vigor at 98.0%, and laboratory germination at 98.0%. As a result, Yelena, Lileya, and Amazonka maintained high sowing quality for four years, and Ruslana and Ukrayinka for three years without significant decline.

ФЕНОЛОГІЧНИЙ РОЗВИТОК ГЕНОТИПІВ АРОНІЇ ЧОРНОПЛІДНОЇ *(ARONIA MELANOCARPA*(MICHX.) ELLIOTT) В ОЗЕЛЕНЕННІ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Володимир М. Гребенюк, Анатолій Ф. Балабак
Уманський національний університет, Україна
E-mail: abalabak@meta.ua; ORCID:0000–0002–1016–4442

Анотація.

Розглядаються результати досліджень адаптивності нових і перспективних сортів аронії чорноплідної (Aronia melanocarpa (Michx.) Elliott) в агроекологічних умовах Правобережного Лісостепу України та придатність їх для використання у ландшафтному дизайні. Доведено, що сорти аронії чорноплідної відзначаються декоративними властивостями, недостатньо вивчено еколого-біологічні особливості росту і розвитку маточних рослин у нових умовах культивування, у тому числі, не визначено найактивніших періодів росту вегетативних та вегетативно-генеративних пагонів, що є біологічною основою для кореневласного їх розмноження.

Ключові слова: *аронія чорноплідна, інтродукція, сорт, маточні рослини, озеленення, декоративні властивості, регенераційна здатність.*

PHENOLOGICAL DEVELOPMENT OF BLACK CHOKEBERRY (*ARONIA MELANOCARPA* (MICHX.) ELLIOTT) GENOTYPES IN LANDSCAPING OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Volodymyr M. Hrebenyuk, Anatolii F. Balabak
Uman National University, Ukraine
E-mail: abalabak@meta.ua; ORCID:0000–0002–1016–4442

Abstract.

The results of studies of adaptability of new and promising varieties of chokeberry (Aronia melanocarpa (Michx.) Elliott) in agroecological conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine and their suitability for use in landscape design are considered. It has been proved that chokeberry varieties are distinguished by decorative properties, ecological and biological features of growth and development of mother plants under new cultivation conditions are not sufficiently studied, including the most active periods of growth of vegetative and vegetative-generative shoots, which is the biological basis for their root propagation.

Keywords: *aronia chokeberry, introduction, variety, mother plants, landscaping, decorative properties, regeneration capacity.*

Вступ. Аналізуючи стан розвитку садово-паркового господарства в Україні загалом, слід зазначити, що великої популярності для використання в озелененні населених місць, створенні паркових та лісопаркових насаджень, набувають малопоширені деревні і кущові садові культури — чорниця високоросла, актинідія, аронія чорноплідна, хеномелес японський, дерен справжній та ін. Ці садові культури невибагливі до умов вирощування, особливо до ґрунтових умов, вони є швидкоплідними рослинами, щорічно високопродуктивні і високодекоративні, мають значну вітамінну цінність листків, пагонів і плодів [1, 3–5, 7, 8, 11].

Значення перспективних і нових гібридних форм та сортів аронії чорноплідної *(Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott) у декоративній культурі зумовлено, також, значним інтересом. Деревні і кущові рослини аронії чорноплідної мають високу декоративність, вирощують їх в одиночних і групових насадженнях, в контейнерах біля житлових споруд, а також придатні для створення живоплотів. У ландшафтному дизайні аронію чорноплідну широко використовують для обрамлення садових доріжок і ганків в заміських будинках. Декоративність озеленення визначається багатьма факторами: плануванням насаджень, стежок, оглядових ділянок, набором асортименту, створенням бонсайних рослин та ін. Розвинена коренева система дозволяє розташовувати рослину на схилах [5, 7, 8].

Важливим показником інтродукції форм і сортів аронії чорноплідної є їх здатність до адаптації в нових умовах культивування, яка проявляється у проходженні сезонного циклу розвитку і визначається ступенем відповідності ритму рослин до кліматичних умов району інтродукції [2, 6, 13, 14, 15].

Обмежувальними факторами розповсюдження нових і перспективних сортів аронії чорноплідної в умовах озеленення є тривалість періоду вегетації, сума ефективних температур, а також низькі температури у весняний, осінній і зимовий періоди, які впливають на підмерзання кореневої системи і надземної частини. Тому дослідження фенологічних фаз росту і розвитку культиварів аронії чорноплідної в агроекологічних умовах Правобережного Лісостепу України є однією з головних умов вивчення інтродуцентів, а також фаз розвитку рослин у період вегетації, що дає змогу встановити особливості сортів, пристосування до факторів зовнішнього середовища на різних етапах онтогенезу [1].

Вирішення цих завдань можливе лише при цілеспрямованій інтродукції нових і перспективних сортів аронії чорноплідної, що дасть змогу визначити їх екологічну пластичність, ареал розповсюдження, ступень екологічної спеціалізації, наявність екотипічного різноманіття і генезису. Сорти-інтродуценти, перебуваючи за межами свого екологічного оптимуму, можуть гостро реагувати на коливання факторів зовнішнього середовища. Тому саме у цьому напрямку необхідно вести роботу щодо вивчення характеру і амплітуди варіювання ознак і властивостей маточних рослин сортів аронії чорноплідної в нових умовах зростання.

Матеріали і методи. Експериментальну частину роботи виконано впродовж 2021–2024 рр. у розсадниках кафедри садово-паркового господарства

Уманського національного університету садівництва, а також розсадниках Національного дендропарку «Софіївка» НАН України і ТОВ «Брусвяна». Фенологічні спостереження і біометричні показники росту і розвитку пагонів маточних рослин сортів аронії чорноплідної — Аміт, Арон, Вікінг, Всеслава, Галичанка, Неро, Хугін вивчали згідно кваліфікаційних методик [9, 10]. Мета дослідження полягала в оцінюванні і розширенні можливостей практичного використання у садово-парковому господарстві Правобережного Лісостепу України нових і високодекоративних сортів аронії чорноплідної.

Результати та обговорення. Проведені фенологічні спостереження впродовж вегетаційних періодів 2021–2024 рр. дозволили отримати феноспектральний аналіз ритмів росту й розвитку досліджуваних культиварів аронії чорноплідної в умовах Правобережного Лісостепу України залежно від сезонних змінювань кліматичних умов. Досліджено, що фенологічний розвиток рослин сортів аронії чорноплідної — закономірне чергування і щорічне повторення фенологічних фаз вегетації і спокою, росту пагонів і його завершення, появи та опадання листків, цвітіння, дозрівання плодів і насіння.

У досліджуваних рослин сортів аронії чорноплідної відбувається послідовне проходження фенологічних фаз росту і розвитку окремих органів, що характеризується явно вираженими зовнішніми морфологічними змінами росту, цвітіння, плодоношення тощо. У даному випадку, фенологічні фази росту і розвитку становлять значну зацікавленість при введенні в культуру озеленення нових і перспективних декоративних гібридних форм і сортів аронії чорноплідної. Аналіз використання рослин сортів аронії чорноплідної в озелененні вулиць і парків здійснювали маршрутним методом [12–15].

Маточні рослини досліджуваних сортів аронії чорноплідної чітко реагували на змінюваність температури повітря і кількості опадів, а тривалість вегетаційного періоду пов’язана з кліматичними умовами на даній території, що значною мірою супроводжується змінами в їх сезонних ритмах росту і розвитку. Визначені фактори зумовлюють дати початку і тривалості фаз їх розвитку в умовах проведення досліджень. Несприятливі температурні умови затримують настання тої чи іншої фази розвитку рослин, що сприяє подовженню її тривалості.

Досліджено, що фенологічні фази розвитку вирощуванихг енотипів значно залежать від суми ефективних температур, вищих +5°С. Початок вегетації більшості досліджуваних сортів в умовах Умані відмічено у третій декаді березня за середньодобової температури 4–6°С. У першій декаді квітня, коли сума ефективних температур складала 41–45°С, спостерігається набрякання і розтріскування бруньок у всіх сортів.

Порівнюючи літературні дані, пов’язані з фенологічними дослідженнями, належить зазначити, що в умовах проведення досліджень сорти характеризуються більш ранніми строками проходження фенофаз розвитку. Визначальним при цьому є саме температурний фактор. Характерною особливістю є розтріскування лише частини бруньок пагона, решта залишається в стані спокою. Це одне з захисних пристосувань рослин аронії чорноплідної до несприятливих погодних умов. Зокрема, пошкоджені інколи пізньовесняними

заморозками пагони призупиняють свій ріст, що спостерігалось, наприклад, у 2022 році або зовсім гинуть, а вже через 10–15 діб розтріскуються бруньки, які залишались у стані спокою або пробуджуються сплячі, з яких розвиваються нові пагони.

Період часу між початком і закінченням фази набрякання листкових бруньок складає від трьох до п'яти діб, і відразу з'являються молоді листки, що пов'язано з особливістю будови бруньок рослин аронії чорноплідної. Роки дослідження відрізнялись за початком і тривалістю фенофази «з'явлення листків». Ранній весняний період сприяв швидкому розтріскуванні бруньок і утворенню листків, проте період бутонізації та цвітіння майже співпадав щорічно.

Досліджено, що фенофаза «бутонізації» триває від 25 квітня до 04 травня, а фенофаза «цвітіння» проходить з 11 до 22 травня. Тривалість цих фенофаз становить 9–14 діб і залежить від температурних умов. У ці терміни проходження фенологічних фаз спостерігаються різкі перепади денної та нічної температури повітря, де нічна температура становить 2–7^{0}С, а денна – 21–24^{0}С, а в окремі періоди 26–27^{0}С. Цвітіння рослин досліджуваних сортів аронії чорноплідної в насадженнях і на відкритих ділянках відбувається щорічно масово з рясним плодоношенням, що надає їм високу декоративність.

У маточних рослин сортів аронії чорноплідної формування загального декоративного вигляду значно залежить від листкової поверхні – кольору, форми і розмірів листків, та їх тривалості облиствлення. Майже у всіх сортів ці показники декоративності відповідають використанню їх в озелененні населених місць. Забарвлення листків у червоний колір відбувається наприкінці серпня і продовжується увесь вересень. Початок осіннього листопаду розпочинається одночасно з інтенсивним темно-червоним забарвленням листків, тоді як масовий листопад відмічається наприкінці жовтня, коли рослини вступають у фізіологічний спокій. За нашими спостереженнями біологічні особливості цвітіння культиварів аронії чорноплідної подібні для всіх сортів, але різняться незначно, лише, за початком і тривалістю.

Феноритмічні дослідження, свідчать про те, що лінійний ріст пагонів у сортів аронії чорноплідної є нерівномірним впродовж періоду вегетації, а інтенсивність і тривалість їх росту значно залежить від типу і метамерності, температури повітря і кількості опадів. Визначено, що найактивніший період лінійного росту і розвитку вегетативних та вегетативно-генеративних пагонів спостерігається у червні і триває до середини липня.

Висновки. Результати дослідження фенологічних фаз росту і розвитку сортів аронії чорноплідної свідчать про те, що ґрунтово-кліматичні умови Правобережного Лісостепу України цілком придатні для їх культивування. Доведено, що фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин досліджуваних сортів аронії чорноплідної належить розпочинати за настання плюсових температур (5^{0}С). Досліджено, що вегетаційний період у визначених сортів розпочинається за середньодобової температури 7–8^{0}С, а фенологічна фаза «цвітіння» відбувається за температури повітря 14–15^{0}С, тоді як фаза «плодоношення» – 22–24^{0}С. У другій декаді травня середня добова температура

становить 14–16^{0}С, а денна – 22–24^{0}С з рівномірним випаданням осадків, що створює оптимальні умови росту і розвитку маточних рослин аронії чорноплідної та оптимального проходження фенологічних фаз.

У цілому, період вегетації рослин досліджуваних генотипів аронії чорноплідної в агроекологічних умовах Правобережного Лісостепу України забезпечує проходження повного циклу сезонного їх розвитку. Із закінченням вегетаційного періоду рослини знаходяться у фенологічній фазі «спокою», який триває в середньому 150–155 діб. Ці відомості належить враховувати при створенні повноцінних ландшафтноархітектурних композицій, а також в озелененні населених місць.

Література

1. Балабак А.Ф. Варлащенко Л.Г., Балабак О.А. Перспективи кореневласної культури деяких малопоширених плодових культур. «Садівництво»: міжвідомчий тем. наук. зб. К., 2000. Вип. 51. С. 102–107.
2. Білик Я. Я., Гринюк Ю. Г. Фенологічні спостереження на об'єктах природно-заповідного фонду як складова моніторингу кліматичних змін. Природно-заповідний фонд України – минуле, сьогодення, майбутнє. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Тернопіль, 26–28 травня 2010). Тернопіль. Підручники і посібники. 2010. С. 237–241.
3. Дендрофлора України. Дикорослі й культивовані дерева і кущі. Покритонасінні / за ред. М. А. Кохно, Н. М. Трофименко, Л. І. Пархоменко та ін. Довідник. Частина ІІ. Київ. Фітосоціоцентр. 2005. 716 с.
4. Дерева та кущі України. Порайонний асортимент / за ред. В. В. Пушкар, С. І. Кузнецов, Ф. М. Левон, О. А. Калініченко. Київ. 2000. 187 с.
5. Калініченко О. А. Декоративна дендрологія. Навчальний посібник. Київ. Вища школа. 2003. 199 с.
6. Колісніченко О.М. Сезонні біоритми та зимостійкість деревних рослин. Київ: Фітосоціоцентр, 2004. 176 с.
7. Кучерявий В.П. Ландшафтна архітектура. Львів: «Новий Світ–2000», 2017. 521 с.
8. Лісові культури / М. І. Гордієнко та ін. Львів. Видавництво Камула. 2005. 607 с.
9. Методи ботанічних та геоботанічних досліджень. Навчальнометодичний посібник. Укл. О. Р. Шелегеда. Запоріжжя. КЗ ЗОЦТКУМ ЗОР. 2011. 32 с.
10. Методика проведення експертизи сортів рослин групи лісових на відмінність, однорідність і стабільність 2016. / За ред. Ткачик С. О. 2-ге вид., випр. і доп. Вінниця: ФОП Корзун Д. Ю. 321 с.
11. Пиж'янов В.В. Перспективи кореневласної культури видів і сортів роду Actinidia Lindl. для озеленення в умовах правобережного Лісостепу України. Збірник наукових праць Уманського Національного університету садівництва. 2019. Вип. 98. Ч. 2. С. 154–159.
12. Шовган А.Д. Фенологічні спостереження за деревними рослинами. Львів: УкрДЛТУ, 1998. 23 с.

13. Шпак Н. П. Проходження основних фенологічних фаз Sorbus torminalis (L.) Crantz. Науково-практичний журнал Екологічні науки (наукове видання). Київ. 2019. Вип.1 (24). Т.2. С. 144–149.
14. Hudson I.L., Keatley M.R. (eds.) Phenological Research. Methods for Environmental and Climate Change Analysis. Springer, 2010. 522 p.
15. Schwartz M.(ed.). Phenology: An Integrative Environmental Science. Second Edition. Springer, 2013. 610 p.

АНАЛІЗ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ЯКОСТІ ЗЕРНА ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ, СТВОРЕНИХ ЗА ГІБРИДИЗАЦІЇ *TRITICUM AESTIVUM* L. × *TRITICUM SPELTA* L.

Ірина П. Діордієва, Леонід В. Прокопчук, Тарас В. Прокопчук
Уманський національний університет, Україна
E-mail: diordieva201443@gmail.com; ORCID ID: 0000–0002–8534–5838

Анотація.

У дослідженнях 2023–2024 рр. проаналізовано урожайність і якість зерна зразків пшениці м'якої озимої і виділено перспективні генотипи. Об'єктом досліджень були 15 кращих зразків пшениці м'якої озимої, що створено за міжвидової гібридизації Triticum aestivum L. × Triticum spelta L. в Уманському НУС. Встановлено, що 12 зразків істотно перевищували стандарт за показниками якості зерна. Виділено зразки 270, 308 і 348, що вдало поєднують високі показники якості зерна, зокрема, вміст в зерні білка – 16,6–16,9%, клейковини – 36,1–36,8%, седиментація – 60,1–61,5 мм, сила борошна – 340–350 о. а, твердість зерна 60,8–61.2 о. п.

Ключові слова*: пшениця м'яка озима, вміст в зерні білка, вміст в зерні клейковини, сила борошна, твердість зерна.*

ANALYSIS OF GRAIN QUALITY INDICATORS OF SOFT WINTER WHEAT SAMPLES CREATED BY HYBRIDIZATION OF *TRITICUM AESTIVUM* L. × *TRITICUM SPELTA* L.

Iryna P. Diordiieva, Leonid V. Prokopchuk, Taras V. Prokopchuk
Uman National University, Ukraine
E-mail: diordieva201443@gmail.com; ORCID ID: 0000–0002–8534–5838

Abstract*.*

In the studies of 2023–2024, the yield and grain quality of soft winter wheat samples were analyzed and promising genotypes were identified. The object of the research was 15 best samples of soft winter wheat, created by interspecific hybridization of Triticum aestivum L. × Triticum spelta L. in the Uman NUH. It was

found that 12 samples significantly exceeded the standard in terms of grain quality indicators. Samples 270, 308 and 348 were identified, which successfully combine high grain quality indicators, in particular, the content of protein in the grain is 16.6–16.9%, gluten content is 36.1–36.8%, sedimentation is 60.1–61.5 mm, flour strength is 340–350 o. a, grain hardness is 60.8–61.2 o. p.

Keywords*: soft winter wheat, protein content in grain, gluten content in grain, flour strength, grain hardness.*

Вступ. Головними напрямами у селекції пшениці м'якої озимої були і залишаються висока врожайність і якість зерна (Вискуб та ін., 2022; Василенко та ін., 2018). Однак в останні роки спостерігається збільшення врожайності поряд із помітним зниженням якості зерна (Діордієва та ін., 2018; Рябовол та ін., 2017). Тому створення нових високоврожайних форм і сортів пшениці з підвищеним показниками якості зерна є актуальним завданням селекції культури.

В Уманському національному університеті садівництва проведено міжвидову гібридизацію *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L., у результаті створено низку нових селекційних зразків, що характеризуються значною варіабельністю за господарсько-цінними ознаками і властивостями (Діордієва та ін., 2018; Діордієва, 2018). **Метою** досліджень було провести порівняльний аналіз створених зразків за урожайністю і показниками якості зерна для виділення перспективних генотипів з метою їх залучення в селекційний процес створення високопродуктивних сортів пшениці м'якої озимої.

Матеріали і методи. Дослідження проведено впродовж 2023–2024 рр. на дослідних ділянках і в навчально-науковій лабораторії генетики, селекції і насінництва Уманського національного університету садівництва, що розташований у Правобережному Лісостепу України, в умовах нестійкого зволоження. Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі. У досліді використовували систематичний метод розміщення ділянок. Повторність досліду – чотириразова. Стандартом виступав сорт пшениці м'якої озимої Подолянка. Об'єктом досліджень були 15 кращих зразків пшениці м'якої озимої, що створено за міжвидової гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. в Уманському НУС. Показники якості (вміст білка і клейковини в зерні, сила борошна (W), седиментація, твердість зерна) визначали методом інфрачервоної спектроскопії за використання приладу Infratec™ Nova (FOSS Analytical, Швеція). Експериментальні дані аналізували статистично з використанням програми Microsoft Excel 2010. за методикою В. О. Єщенка зі співавторами (2014).

Результати та обговорення. Дослідженнями встановлено, що вміст білка в зерні створених зразків пшениці м'якої озимої варіював у межах 14,4–16,9%, клейковини – 30,4–36,2%. Істотне збільшення вмісту білка і клейковини відносно стандарту зафіксовано у всіх досліджуваних зразків. Кращими за цими показниками були зразки 348 (вміст білка – 16,9%, клейковини – 36,2%), 270 (вміст білка – 16,7%, клейковини – 36,8%), 302 (вміст білка – 16,2%, клейковини – 35,0%), 268 (вміст білка – 16,1%, клейковини – 35,1%).

За показником седиментації 13 зразків істотно перевищували сорт Подолянка. Найвищу седиментацію зафіксовано у зразків 270 (61,5 мм), 302 (60,3 мм), 308 (60,8 мм), 348 (60,1 мм).

У проведених дослідженнях сила борошна варіювала в межах 238–350 о. а. Найвищу силу борошна відмічено у зразків 270 (350 о. а.), 308 (340 о. а.), 348 (340 о. а.). Згідно класифікації пшениці за силою борошна всі зразки ідентифікуються, як задовільні поліпшувачі (W = 280–400 о. а.), за винятком зразка 340, який відносено до цінних пшениць (W = 240 о. а.).

Твердість зерна варіювала у широкому діапазоні від 17,2 о. п. до 61,2 о. п. Згідно класифікації за твердістю зерна, зразки 270, 308 і 348 ідентифіковано твердозерними, зразки 255, 305, 358, 364 і 365 – напівм'якозерними, інші – м'якозерними.

Висновки. У результаті проведених досліджень встановлено, що 12 зразків істотно перевищували стандарт за показниками якості зерна. Виділено зразки 270, 308 і 348, що вдало поєднують високі показники якості зерна, зокрема, вміст в зерні білка – 16,6–16,9%, клейковини – 36,1–36,8%, седиментація – 60,1–61,5 мм, сила борошна – 340–350 о. а, твердість зерна 60,8–61.2 о. п.

Література

1. Вискуб, Р. С., Чугрій, Г. А., Бондарева, О. Б. (2022). Створення високоврожайних сортів пшениці м'якої озимої в умовах південно-східного Степу України. *Зернові культури*. Том 6. № 1. С. 15–23 https://doi.org/10.31867/2523–4544/0202.
2. Василенко, Т., Бондарева, О., Коробова, О. (2018). Селекція озимої пшениці в умовах південно-східного Степу України. *Вісник Львівського НАУ*. № 22 (1). С. 188–194.
3. Рябовол, Л. О., Кисельова, М. І., Любич, В. В., Полянецька, І. О., Рябовол, Я. С. (2017). Формування врожайності та вмісту білка в зерні спельтоподібних 9 гібридів $F_{3–5}$, одержаних гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. *Селекція і насінництво*. Вип. 111. С. 107–114.
4. Diordiieva, I., Riabovol, L., Riabovol, Ia., Serzhuk, O., Novak, A., Kotsiuba, S. (2018). The characteristic of wheat collection samples created by *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. hybridization. *Agronomy research*. Vol. 16. № 4. P. 2005–2015. DOI: http://dx.doi.org/10.15159/ar.18.181.
5. Діордієва, І. П. (2018). Лінії пшениці спельта Уманского НУС. *Генетичні ресурси рослин*. Вип. 23. С. 25–34. DOI: https://doi.org/10.36814/pgr.2018.22.02.
6. Єщенко, В. О., Копитко, П. Г., Костогриз, П. В., Опришко, В. П. (2014). *Основи наукових досліджень в агрономії*. Вінниця: ТД «Едельвейс і К». 332 с.

БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ БІЛКА ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ, СТВОРЕНИХ ЗА ГІБРИДИЗАЦІЇ *TRITICUM AESTIVUM* L. × *TRITICUM SPELTA* L.

Ірина П. Діордієва, Євгеній М. Ташлицький, Вадим С. Лукіянчук
Уманський національний університет, Україна
E-mail: diordieva201443@gmail.com; ORCID ID: 0000–0002–8534–5838

Анотація.

Проаналізовано амінокислотний склад білка та його біологічну цінність у чотирьох зразків пшениці м'якої озимої (3872, 4075, 6274, 6750), створених за гібридизації Triticum aestivum L.× Triticum spelta L. Встановлено, що вміст амінокислот у зерні створених зразків варіював залежно від генотипу в межах 180,11–206,21 мг/г. При цьому вміст незамінних амінокислот варіює в межах 33,83–38,67 мг/г, замінних – 72,98–83,77 мг/г. Серед незамінних амінокислот білок зразків пшениці м'якої озимої найбільше містить лейцину і фенілаланіну. Найвищу біологічну цінність має білок зразків 6850 і 3872.

Ключові слова*: амінокислота, інтегральний скор, амінокислотний скор, пшениця м'яка озима*

BIOLOGICAL VALUE OF PROTEIN OF SOFT WINTER WHEAT SAMPLES CREATED BY HYBRIDIZATION OF *TRITICUM AESTIVUM* L. × *TRITICUM SPELTA* L.

Iryna P. Diordiieva, Ievhenii M. Tashlytskyi, Vadym S. Lukiianchuk
Uman National University, Ukraine
E-mail: diordieva201443@gmail.com; ORCID ID: 0000–0002–8534–5838

Annotation.

The amino acid composition of the protein and its biological value were analyzed in four samples of soft winter wheat (3872, 4075, 6274, 6750), created by hybridization of Triticum aestivum L. × Triticum spelta L. It was found that the content of amino acids in the grain of the created samples varied depending on the genotype within 180.11–206.21 mg/g. At the same time, the content of essential amino acids varies within 33.83–38.67 mg/g, and essential amino acids – 72.98–83.77 mg/g. Among the essential amino acids, the protein of soft winter wheat samples contains the most leucine and phenylalanine. The highest biological value is the protein of samples 6850 and 3872.

Keywords*: amino acid, integral score, amino acid score, soft winter wheat*

Вступ. Продовольча безпека, зокрема, дефіцит повноцінного білка та ессенціальних нутрієнтів, є однією з нагальних проблем людства. Її вирішення можливе за збагачення асортименту харчової продукції повноцінними білками

та ессенціальними нутрієнтами в сегменті масового харчування (Любич та ін., 2019; Любич, 2016). Найважливішими параметрами якості зерна пшениці є вміст амінокислот (замінних і незамінних) і їх скор (Дробот та ін., 2014). Ці показники не є константними і варіюють залежно від генотипу, погодних умов, агротехнології тощо, що істотно впливають на показники біологічної цінності білка (Любич, 2016; Дробот та ін., 2014).

Метою досліджень був аналіз особливостей амінокислотного складу білка та його біологічної цінності у зразків пшениці м'якої озимої, створених за гібридизації *Triticum aestivum* L.× *Triticum spelta* L.

Матеріали і методи досліджень. Об'єктом досліджень були чотири зразки пшениці м'якої озимої (3872, 4075, 6274, 6750), що створені за міжвидової гібридизації з пшеницею спельта в Уманському НУС. Стандартом виступав сорт пшениці м'якої озимої Подолянка. Вміст у зерні амінокислот визначали методом іонообмінної рідинної хроматографії. Амінокислотний скор есенціальних амінокислот визначали за формулою

$$\text{А} = \frac{\Ф}{\text{О}} * 100, \text{де}$$

А – амінокислотний скор, %; Ф – фактичний вміст кислоти, мг/г; О – оптимальний вміст амінокислоти, мг/г білка.

Інтегральний скор розраховували за такою формулою

$$\text{І} = \frac{\Ф}{\text{Д}} * 100, \text{де}$$

І – інтегральний скор, %; Ф – фактичний вміст амінокислоти, мг/100 г; Д – добова потреба амінокислоти організмом здорової людини, мг.

Результати та обговорення. Дослідженнями встановлено, що вміст амінокислот у зерні створених зразків варіював залежно від генотипу в межах 180,11–206,21 мг/г. За сумою незамінних амінокислот всі створені зразки істотно перевищували стандарт. Найвищою сумою незамінних амінокислот у зерні характеризувалися зразки 6750 (38,67 мг/г) та 3872 (34,63 мг/г). Зразки 6274 (34,15 мг/г) та 4075 (33,83 мг/г) дещо поступалися їм, проте характеризувалися високим вмістом метіоніну й триптофану. У складі незамінних амінокислот переважали лейцин, вміст якого варіював залежно від генотипу в межах 8,31–9,88 мг/г та валін – 5,32–6,19 мг/г.

Вміст замінних амінокислот варіював від 33,83 мг/г у зразка 4075 до 38,61 мг/г у зразка 6750. За сумою замінних амінокислот всі досліджувані зразки істотно перевищували контрольний варіант. Серед замінних амінокислот переважала глютамінова кислота (29,01–31,79 мг/г).

Інформація про загальний вміст незамінних амінокислот не характеризує забезпечення ними добової потреби організму людини (Лихочвор, 2019). Дослідженнями встановлено, що лімітованими амінокислотами у зерні створених зразків є лізин і триптофан, амінокислотний скор яких змінювався в

межах 60–80%. Досліджувані генотипи, крім лізину і триптофану, мали незначний дефіцит треоніну, а зразки 4075 і 6274 також мали дефіцит ізолейцину. Амінокислотний скор інших незамінних амінокислот був бездефіцитним.

Інтегральний скор амінокислот характеризує здатність білка задовольняти добову біологічну потребу організму людини (Сирохман & Лозова, 2011). Серед досліджуваних генотипів найвищий інтегральний скор фіксували у зразків 3872 та 6750, які найбільше забезпечували біологічну потребу людини глутаміновою кислотою (201–234%), ізолейцином (на 198–247%), валіном (на 215–248%), лейцином (на 182–215%).

Висновки. Амінокислотний склад зерна зразків пшениці м'якої озимої та його біологічна цінність істотно варіюють залежно від генотипу. При цьому вміст незамінних амінокислот варіює в межах 33,83–38,67 мг/г, замінних – 72,98–83,77 мг/г. Серед незамінних амінокислот білок зразків пшениці м'якої озимої найбільше містить лейцину і фенілаланіну. Найвищу біологічну цінність має білок зразків 6850 і 3872.

Література

1. Любич, В. В. (2016). Біологічна цінність білка пшениці спельти залежно від походження сорту і лінії. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. Вип. 89. С. 151–158.
2. Любич, В. В., Новіков, В. В., Желєзна, В. В. (2019). Білково-протеїназний комплекс зерна сортів пшениці спельти залежно від удобрення. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. Вип. 94. С. 8–16.
3. Дробот, В. І., Семенова, А. Б., Михонік, Л. А. (2014). Порівняльна характеристика хімічного складу та технологічних властивостей суцільнозмеленого пшеничного борошна та борошна спельти. *Зберігання і переробка зерна*. № 4. С. 37–39.
4. Господаренко, Г. М., Любич, В. В., Полянецька, І. О., Новіков, В. В., Желєзна, В. В., Воробйова, Н. В. (2019). *Передумови формування якості зерна пшениць і продуктів його перероблення*: монографія. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА». 336 с.
5. Лихочвор, В. В. (2019). Урожайність і якість зерна озимої пшениці сорту Кубус залежно від норм добрив. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: Агрономія*. № 23. С. 49–52.
6. Сирохман, І. В., Лозова, Т. М. (2011). Проблеми якості і безпечності харчових продуктів. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. №37. С. 5–9.

УСПАДКУВАННЯ СЕЛЕКЦІЙНО-ЦІННИХ ОЗНАК РЕКОМБІНАНТНИХ ЦЧС ФОРМ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ

Оксана В. Дубчак
Верхняцька дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України
E-mail: betaver2019@gmail.com;
ORCID: https://orcid.org/0000–0003–1473–6935

Анотація.

Представлені результати досліджень селекційно-цінних ознак цитоплазматичних чоловічостерильних (ЦЧС) форм буряків цукрових (Beta vulgaris L.), отриманих з продуктів розщеплення в потомстві F_2. Встановлений характер успадкування стерильності, однонасінності і схожості насіння в наступних генераціях. Описаний аналіз їх оцінок та комбінаційної здатності рекомбінантних ЦЧС форм від покоління F_2 до F_4. За період досліджень встановлено, що ступінь домінування за досліджуваними ознаками має проміжний тип успадкування. Встановлено, що наддомінування однонасінності та стерильності рослин залежить від генотипів, які беруть участь у схрещуванні та від структури ЗС і ЦЧС компонентів, що відображають рівень інбредності селекційних зразків. Генетично обумовлена висока схожість насіння у простих і пробних ЦЧС гібридів залежить від комбінаційної здатності батьківських компонентів, їх походження і структури материнської форми, а також від агрокліматичних умов навколишнього середовища.

Ключові слова: *селекція, стерильність, схожість, компонент, гібрид.*

INHERITANCE OF SELECTION-VALUABLE TRAITS OF RECOMBINANT CMS FORMS OF SUGAR BEET

Oksana V. Dubchak
Verkhniatka Research and Breeding Station, Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, of NAAS of Ukraine
E-mail: betaver2019@gmail.com;
ORCID ID:https://orcid.org/0000–0003–1473–6935

Abstract.

The results of research on selection-valuable traits of cytoplasmic male-sterile (CMS) forms of sugar beet (Beta vulgaris L.), obtained from cleavage products in F_2 progeny, are presented. The nature of inheritance of sterility, monoseeds and seed germination in subsequent generations has been established. The analysis of their evaluations and the combining ability of recombinant CMS forms from generation F_2 to F_4 is described. During the period of research, it was established that the degree of dominance of the investigated traits has an intermediate type of inheritance. The predominance of single-seeded and plant sterility depends on the genotypes involved

in crossing, as well as on the environmental conditions in which research is conducted. The genetically determined high similarity of seeds in simple and test CMS hybrids depends on the combining ability of parental components, the origin of SF and MP and the structure of the maternal form, which reflects the level of inbreeding of breeding samples.

Keywords: *selection, sterility, germination, component, hybrid.*

Вступ. Важливість рекомбінаційного процесу для селекції доведена багатьма дослідниками, які вважають, що зміна рівня кросинговеру, шляхом виділення ліній з генетично детермінованою високою рекомбінаційною здатністю може суттєво збільшити ефективність селекційної роботи [1–3]. Дослідження в області популяційної генетики показали, що природні популяції рослин зазвичай володіють великими запасами потенційної і вільної мінливості, яка проявляється у вигляді генетичних різниць між особинами популяції, що розщепилася в результаті природного добору [3, 4]. Основним механізмом індукованої рекомбінації, що забезпечує передачу блоків генів від донора, є траслокація індукування рекомбінацій, що відбувається за рахунок перерозподілу генів в певних зонах хромосом, де вони в нормі інгібірувані, що є важливим резервом збільшення та розширення спектра доступної генетичної мінливості [5, 6].

Тому одним із шляхів отримання нових матеріалів стали дослідження з використання рекомбінантних форм зарубіжних гібридів шляхом розщеплення потомств в F_2. Вивчення мінливості ознак однонасінності і стерильності та характеру їх успадкування в наступних генераціях дасть змогу виявити найбільш цінні компоненти вихідних матеріалів для створення простих стерильних гібридів (ПСГ) та ЦЧС ліній аналогів (ЛА). Вивчення їх показників продуктивності, як материнських компонентів пробних гібридів, що можливо при гібридизації з батьківськими компонентами – багатонасінними запилювачами (БЗ).

Метою досліджень стало визначення характеру успадкування цінних селекційних і господарських ознак у різних стерильних форм одержаних з продуктів розщеплення в потомстві F_2-F_4, із закріплювачами стерильності та багатонасінними запилювачами різного походження.

Матеріали і методи. Материнські компоненти створювали на основі схрещування п’ятьох цитоплазматичних чоловічостерильних (ЦЧС) рекомбінантних форм (558-k, 560-h, 561-r, 564-m, 565-a). Для одержання ЦЧС ліній аналогів (ЛА) методом беккросування використали три закріплювачі стерильності (ЗС) Оунівського типу (О-тип): $ЗС_3$-Sk, $ЗС_4$-Vg, $ЗС_5$-Gr, виділені з популяцій роздільноплідних буряків цукрових зарубіжного походження. Прості стерильні гібриди (ПСГ) отримали при схрещуванні вказаних ЦЧС форм з двома неспорідненими ЗС вітчизняного походження: $ЗС_1$-В635 і $ЗС_2$-В8524. В результаті отримали ЦЧС матеріали різної генетичної структури ЦЧС лінії і ПСГ, які схрещували за методом топкрос з двома багатонасінними запилювачами (БЗ) верхняцької селекції, які слугували тестерами. Це дві різні

генетичні гілки доборів з кращих рекомбінантних матеріалів багатонасінних фертильних форм зарубіжної генплазми: $БЗ_6$-Or, $БЗ_7$-Mt. Проводили визначення ефектів загальної (ЗКЗ) і специфічної (СКЗ) комбінаційної здатності [7]. Посівні якості насіння визначали за ДСТУ №3226–95 (ГОСТ 22617.2). Методика досліджень відповідала схемам одно- і двофакторного дослідів. Стерильність і однонасінність визначали за методами Оуена та Боземарка [8, 9]. Визначення технологічної якості селекційного матеріалу проводили методом холодної дигестії на півавтоматичні технологічні лінії «Венема». Статистичну обробку одержаних результатів проводили методом дисперсійного аналізу [10, 11].

Результати та обговорення. Дослідження проводили впродовж 2018–2024 рр. на Верхняцькій дослідно-селекційній станції. На перших етапах селекційної роботи проведено схрещування ЦЧС – матеріалів з верхняцькими ЗС з урахуванням таких критеріїв, як закріплююча і комбінаційна здатність, можливість нового поєднання в потомстві різноманітних якісних селекційно-цінних ознак для використання їх в якості донора. Після кожного беккросу ЦЧС форми F_2, кращі за показниками однонасінності і стерильності (95–100%), відібрали для подальшого використання в якості материнської форми. Одержані ПСГ, в умовах суворої ізоляції вивчали у наступних поколіннях на просторово ізольованих ділянках вільного перезапилення. Отримане насіння ПСГ перевіряли на сукупність властивостей і ознак, що характеризують ступінь їх придатності до посіву: стерильність, однонасінність, схожість насіння, маса 1000 плодів та ін.

Закріплювачі стерильності (ЗС) по різному утримували стерильність в досліджуваних ЦЧС форм, яка становила від 88 до 99%. Цінними стали комбінації: $ЦЧС_{560}/ЗС_4$; $ЦЧС_{560}/ЗС_1$; $ЦЧС_{564}/ЗС_1$; $ЦЧС_{568}/ЗС_2$; $ЦЧС_{565}/ЗС_1$; $ЦЧС_{565}/ЗС_2$ та $ЦЧС_{558}/ЗС_5$, у яких стерильність була в межах 95–99%. Аналізуючи результати вивчення ПСГ, створених з зарубіжних ЦЧС форм і ЗС верхняцького походження, встановлено, що при схрещуванні з $ЗС_1$ отримано вищу стерильність та ступінь зав'язування насіння, ніж із $ЗС_2$. Тобто, ЗС в потомстві рекомбінантних ЦЧС матеріалів F_2-F_4 мали різні оцінки за закріплюючою здатністю.

За результатами вивчення показників роздільноплідності ЦЧС потомств F_2-F_4 виявилось, що перспективнішими стали лінії $ЦЧС_{558}$, $ЦЧС_{560}$ і $ЦЧС_{564}$, які успадкували однонасінність плодів від 98 до 100%. Оцінка показників якості насіння вказує на наявність серед досліджуваного матеріалу (75%) цінних вихідних ЦЧС форм для яких характерна висока ступінь однонасінності. В окремих селекційних зразків (25%) спостерігається негативна залежність між рекомбінацією та пристосованістю, що призвело до порушень в генах потомств і вже в F_4 на насінниках ПСГ утворились двонасінні плоди. Селекційні номери ЦЧС форм, які становили різну ступінь роздільноплідності, відповідно до покоління, бракували.

З представлених кращих комбінацій аналізуючих схрещувань встановлено, що на однонасінні ЦЧС лінії аналоги (ЛА) закріплювачі стерильності F_2, F_3 по різному впливали на якісні показники насіння. Лінія $ЦЧС_{560}$ отримала в середньому 10–75 г насіння з одного насінника, тоді як лінії $ЦЧС_{561}$ і $ЦЧС_{564}$ –

від 25 до 171 г. В середньому по закріплювачах стерильності за продуктивністю насінників кращими стали $ЗС_3$-Sk (40–295 г насіння з рослини) і $ЗС_4$-Vg (45–355 г) з масою 1000 плодів 14,7 та 15,5 г відповідно. Двофакторний дисперсійний аналіз показників якості гібридного насіння показав, що між генотипами є істотні відмінності, тому генетичну цінність компонентів схрещування визначали за ефектами загальної (ЗКЗ), так і специфічної (СКЗ) комбінаційної здатності.

Пилкостерильні ЛА, одержані в результаті четвертого беккросного покоління від схрещування стерильних рослин ЗС О типу, виділені з популяцій роздільноплідних буряків цукрових рекомбінантних форм зарубіжної селекції мали високий ступінь інбредності. Всі ці лінії, крім $ЦЧС_{558}$, характеризувалися достовірно низькими значеннями комбінаційної здатності (від -1,0 до 5,34). Генетично обумовлена висока схожість насіння ЦЧС форм залежала від закріплюючої і комбінаційної здатності ЗС, їх походження та структури. Схожість лінії $ЦЧС_{558}$ була на рівні середніх популяційних значень (-0,6 при $НІР_{05}$ = 1,15). Проте, при формуванні на їх основі ПСГ від схрещування з неспорідненими ЗС, у окремих комбінаціях відмітили істотно високі значення загальної комбінаційної здатності (ЗКЗ). Зокрема, два ПСГ на основі ЛА $ЦЧС_{560}$ і $ЗС_4$ та $ЗС_1$ мали істотно високі ефекти ЗКЗ (відповідно 3,3 і 4,1 при $НІР_{05}$ = 1,11). З лінією $ЦЧС_{564}$ за ЗКЗ добре проявив себе ПСГ з $ЗС_1$ (+1,9 при $НІР_{05}$ = 0,97), а з лінією $ЦЧС_{568}$ гібрид з $ЗС_2$ (+2,0 при $НІР_{05}$ = 1,15). Лінія $ЦЧС_{565}$ підвищила комбінаційну здатність при схрещуванні з двома неспорідненими закріплювачами стерильності $ЗС_1$ і $ЗС_2$, а лінія $ЦЧС_{561}$ – лише з $ЗС_5$.

Кращі за селекційно-цінними ознаками ЦЧС ЛА та ПСГ вивчали в схрещуваннях за схемою «топкрос» в якості материнських компонентів однонасінних пробних гібридів (ПГ) на стерильній основі для встановлення комбінаційної здатності з багатонасінними запилювачами (БЗ). Батьківськими компонентами гібридів і тестерами послужили нові БЗ – донори високої цукристості зарубіжної генплазми: $БЗ_6$Or і $БЗ_7$Mt. Показники якості насіння отриманих ПГ вказують на селекційну цінність та високу комбінаційну здатність нових ЦЧС форм з рекомбінантними БЗ. Насіння ПГ характеризувалось високою продуктивністю насінників від 101 до 117 г насіння з рослини та схожістю насіння від 93,4 до 95,3%. Генетично обумовлена висока схожість насіння ПГ залежала від комбінаційної здатності (КЗ) батьківських компонентів, їх походження та структури. Материнські компоненти пробних гібридів (ПСГ-$ЦЧС_{561}$, ПСГ-$ЦЧС_{564}$, ПСГ-$ЦЧС_{565}$ та ЛА-$ЦЧС_{558}$ і ЛА-$ЦЧС_{560}$) на фоні обох БЗ отримали високу насіннєву продуктивність та якість насіння. Інші показники якості насіння, крім генотипу, залежали і від умов навколишнього середовища, в яких проводились схрещування та вирощування гібридного насіння.

Пробні гібриди з високими показниками стерильності (96–100%), однонасінністю (98–100%) і схожості насіння вивчали в станційному сортовипробуванні (2022–2024 рр.) з метою визначення показників продуктивності. Найвищу схожість насіння отримали гібриди у формуванні яких брали участь компоненти з високими значеннями специфічної взаємодії: ($ЦЧС_{560}$/$ЗС_4$)/$БЗ_7$ ефект СКЗ = +5,2; ($ЦЧС_{558}$/$ЗС_1$)/$БЗ_7$ ефект СКЗ = +5,4; ($ЦЧС_{565}$/$ЗС_3$)/$БЗ_6$ ефект СКЗ = +5,1. Лінії аналоги характеризувалися низькою

ЗКЗ. Серед простих стерильних гібридів, створених за участю 5 ЦЧС аналогів і 4 ЗС різного походження, виділено материнські форми з істотно високими значеннями ЗКЗ.

Аналізуючи результати оцінок селекційних номерів доведено, що більшість ПГ отримали незначні надбавки за врожайністю коренеплодів (101,1 -101,5%) в порівнянні до стандарту. Високі показники за збором цукру (103,2–118,4%) значної кількості гібридів отримали за рахунок високого вмісту цукру (17,79–18,02%). Вважаємо, що високий вміст цукру в нащадках обумовлений не лише батьківськими компонентами, а також ознаками материнської форми, їх комбінаційної здатності, селекційними доборами і сприятливими умовами середовища. Десять пробних гібридів, створених на основі $БЗ_6$ і $БЗ_7$ з ЛА $ЦЧС_{558}$ та чотирма ПСГ $ЦЧС_{560}$ $ЦЧС_{561}$, $ЦЧС_{564}$ і $ЦЧС_{565}$ перевищували груповий стандарт за всіма трьома господарсько-цінними показниками. З цитоплазматичними ЧС ЛА і ПСГ різного походження краще комбінувався багатонасінний запилювач $БЗ_7$, за участю якого більшість гібридних комбінацій проявили гетерозис (h_p 1,4–4,1). Отриманий пробний гібрид на основі ПСГ ($ЦЧС_{558}/ЗС_1$)/$БЗ_7$ отримав за врожайністю коренеплодів 110,1% в порівнянні до стандарту, за вмістом цукру – 114,4%, за виходом цукру – 114,8% при $НІР_{05–2}$,6.

Чотири із шести ПГ створених з $БЗ_7$ успадкували вміст цукру по типу гетерозису (перевищення ознаки в F_1 порівняно із кращою батьківською формою), а два по проміжному типу. Шість ЦЧС форм різного походження значно гірше комбінувалися з новим запилювачем $БЗ_6$, адже лише один гібрид – $ЦЧС_{565}/ЗС_3/БЗ_6$ показав гетерозисний ефект. У інших гібридів гетерозис коливався від -1,6 до 0,6, що свідчить про тип успадкування який характеризувався широким спектром – від депресії до позитивного домінування. Це вказує на необхідність цілеспрямованого підбору батьківських пар для гібридизації.

Висновки. В досліджуваних рекомбінантних ЦЧС форм спостерігалась закономірність успадкування високих показників селекційно-цінних ознак однонасінності, стерильності, якості насіння та продуктивності від F_2 до F_4 та в їх потомств. Встановлено, що при створенні вихідного матеріалу однонасінних стерильних форм варто ретельно добирати компоненти схрещування ЗС їх ЦЧС ЛА та ПСГ. На основі показників комбінаційної здатності за показниками якості селекційного матеріалу можливо отримати високі параметри фенотипового прояву цих ознак. Використовуючи різні методи гібридизації та добору із підібраних комбінаційно-цінних пар створено нові однонасінні ЦЧС материнські форми, які мають цінні селекційні та господарські ознаки.

Література

1. Роїк М.В., Парфенюк О.О. (2018). Використання рекомбінантних матеріалів у селекції батьківських компонентів гібридів буряків цукрових за формою коренеплоду. Вісник аграрної науки. Київ: «Аграрна наука», №12. С. 52–58. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201812–08
2. Дубчак О. В., Паламарчук Л. Ю. (2022). Етапи створення і способи вивчення продуктивності гібридів цукрових буряків різної генетичної основи.

Агробіологія. Вип. № 1(171). С. 15–24. https://doi.org/10.33245/2310–9270–2022–171–1-15–23
3. Андреєва Л. С., Корнєєва М. О., Вакуленко П. І., Дубчак О. В., Кротюк Л.А. (2022). Продуктивність ЧС аналогів цукрових буряків, одержаних беккросуванням, та створених на їх основі простих стерильних гібридів. *Селекція, надбання, сучасність і майбутнє.* (Освіта, наука, виробництво); Матеріали V міжнар. наук. – практ. конференції (м. Київ, 24–25 травня, 2022 року). С.79. https://nubip.edu.ua › node
4. Корнєєва М.О. Генетичний контроль урожайності гібридів цукрових буряків, отриманих на основі діалельних схрещувань. Наукові праці ІБКІЦБ. К. 2021. С. 118–123. https://doi.org/10.47414/np.29.2021244452
5. Дубчак О. В. (2023). Рекомбінування цінних ознак цукрових буряків (*Beta vylgaris L.).* Генетичні ресурси рослини. № 32. С. 33–42. ISSN 2309–7345 https://10.36814/pgr.2023.32.04
6. Дубчак О. В., Присяжнюк О. І., Зацерковна Н. С. (2023). Спосіб визначення та добір кращих компонентів гібридів цукрових буряків (*Beta vylgaris L.*) за показниками продуктивності. Новітні агротехнології. Том 11, № 2. С. 11–21. https://doi.org/10,47414/na.11.2.2023.285903
7. Корнєєва М.О. (2010). Комбінаційна здатність за схожістю насіння запилювачів при створенні ЧС гібридів буряків цукрових / М.О. Корнєєва, М.В. Власюк, Т.Г. Опанасенко // Зб. наук. пр., кн. 2, Веселоподільська ДСС ІЦБ НААНУ. Веселий Поділ, 2010. С 75–77.
8. Owen F.V. (1945) Cytoplasmically interited male – sterility in sugar beets –J. Aqr. Res. Vol. 71.10. P. 423–440.
9. Bosemark N. O. (1971) Use of Mendelian male Sterility in recurrent selection and hybrid breeding in beets / Bosemark // Eucarpia Fodders Crops Section. Report. – Lusignan. P. 127–136.
10. Роїк М.В., Гізбуллін Н.Г. (2014) Методики проведення досліджень у буряківництві / за ред. М.В. Роїка, Н.Г. Гізбулліна. Київ: ФОП Корзун Д.Ю., 374 с. https://bio.gov.ua
11. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В.Костогриз; за ред.. В.О. Єщенка. К.: Дія. (2005). 288 с.

UV-INDUCED CALLOSE ACCUMULATION IN WINTER WHEAT PLANTS

Volodymyr I. Emelyanov [1, 2, 3 *], Olena P. Boboshko [1], Olexandr M. Mikheev [1], Raisa V. Kovbasenko [1], Yuriy V. Symonenko [1, 3], Victor V. Schwartau [2]
[1] Institute of Cell Biology and Genetic Engineering of NAS of Ukraine, Kyiv
[2] Institute of Plant Physiology and Genetics of NAS of Ukraine, Kyiv
[3] Institute of High Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
** E-mail: vldeml@ukr.net; ORCID: ID: 0009–0003–5216–3207*
ORCID: ID: 0009–0003–5216–3207; ID: 0000–0001–7402–5559
ORCID: ID: 0009–0003–5216–3207; ID: 0000–0002–5597–3315

Abstract

Wheat (Triticum aestivum L.) is an important agricultural crop, and its resistance to stress factors and environmental changes significantly affect the yield. The aim of the study was to determine the amount of constitutive and UV-B induced accumulation of callose in winter wheat seedlings of Myronivska 808 variety and to find out the effect of UV-B irradiation doses on their growth parameters. Plants were exposed to UV-B at doses of 0.1, 1 and 10 kJ/m2, growth parameters were measured and the amount of accumulated callose was determined by the Kauss method. As a result of the work, the growth parameters and the amount of calose accumulated under UV-B irradiation were determined. A comparative analysis of growth parameters and the results of constitutive and induced calose accumulation was performed. After irradiation, the growth parameters increased in proportion to the received dose of UV-B. In the dose range from 0.1 to 10 kJ/m2, there is a stimulating effect of their growth. The average value of calose accumulation was about 0.8 μg-eq/mg cmrm. The maximum of callose (1.8–2.2 μg-eq/mg cmrm) was found in samples irradiated with a dose of 10 kJ/m2.

Keywords*: Triticum aestivum L., wheat, callose, UV-B irradiation.*

УФ-В ІНДУКОВАНЕ НАКОПИЧЕННЯ КАЛОЗИ У РОСЛИН ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Володимир І. Ємельянов [1, 2, 3 *], Олена П. Бобошко [1], Олександр М. Міхєєв [1], Раїса В. Ковбасенко [1], Юрій В. Симоненко [1, 3], Віктор В. Швартау [2]
[1] Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Київ
[2] Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, Київ
[3] Інститут високих технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна
** E-mail: vldeml@ukr.net; ORCID: ID: 0009–0003–5216–3207;*
ORCID: ID: 0009–0003–5216–3207; ID: 0000–0001–7402–5559
ORCID: ID: 0009–0003–5216–3207; ID: 0000–0002–5597–3315

Анотація.

Пшениця (Triticum aestivum L.) – важлива с\г культура, а її стійкість до стресових факторів та змін середовища суттєво впливають на урожайність.

Мета роботи – визначення кількості конститутивного та ультрафіолет-В індукованого накопичення калози у проростків озимої пшениці сорту Миронівська 808 та з'ясування впливу доз УФ-В опромінення на їх ростові параметри. Рослини піддавали дії УФ-В дозами 0,1, 1 та 10 кДж/м^2, вимірювали ростові параметри та визначали кількість накопиченої калози за методом Каусса. В результаті роботи визначено ростові параметри та кількість калози, що накопичується за умов УФ-В опромінення. Проведено порівняльний аналіз ростових параметрів та результатів конститутивного та індукованого накопичення калози. Після опромінення ростові параметри зростали пропорційно до отриманої дози УФ-В. В діапазоні доз від 0,1 до 10 кДж/м^2 є стимулюючий ефект їх приросту. Середня величина накопичення калози становила близько 0,8 мкг-екв/мг смрм. Максимум калози (1,8–2,2 мкг-екв/мг смрм) виявлено у зразках, опромінених дозою 10 кДж/м^2.

***Ключові слова**: Triticum aestivum L., пшениця, калоза, УФ-В опромінення.*

Introduction. Winter wheat is an important agricultural crop, and its resistance to stress factors and changes in environmental conditions, such as drought and cold, pressure and humidity changes, toxic effects of heavy metals, pathogen invasion, harmful effects of UV radiation, etc. significantly affect yields [1,2]. Plant organisms undergo numerous biochemical, morphological, physiological and structural changes that occur to them at different stages of their development, including those related to the impact of environmental stressors [1]. The mechanisms of plant resistance to stress are based on the formation of a complex chain of constitutive and induced protective substances that form biochemical [3] and mechanical immune barriers. The cell wall is the first protective barrier of a plant cell. One of the earliest reactions of plants to damage to their cell walls by hydrolytic enzymes of pathogens, insects, or damage by high-energy radiation is their repair and strengthening, which occurs through the accumulation of b-1,3-glucan – callose. The calose is deposited in the form of spiralized granules between the outer side of the plasma membrane and the inner layer of the cell wall in the areas of its damage. It is the most numerous and widespread component of plant cell defense [4]. Callose accumulates in plants both constitutively and in response to various types of stresses that affect their organisms. In particular, the deposition of callose as an active defense response of plants occurs in response to infection, which is well illustrated by the formation of papillae. The accumulation of callose is observed in the reaction of microwave cell death in plants infected with viruses [5]. Water deficit, temperature and mechanical stress, hypoxia, ultraviolet radiation, the presence of heavy metals in the soil, etc. cause increased synthesis of callose in plants [5]. Callose was detected in the cell walls of Arabidopsis thaliana L when plants were irradiated with ultraviolet C rays (UV-C) [7]. UV exposure was sufficient to directly or indirectly (possibly through ROS generation) change the integrity of the cell membrane [6], which may have led to the local accumulation of callose as a rapid defense response during the primary repair of cell wall structures [7] and its subsequent restoration in the areas of destruction [4]. The first to appear in the affected cells is calose in the form of small spots along the cell wall. Probably, the

deposition of callose is primarily related to the ability of callose synthase to synthesize locally as a component of rapid cell wall repair based on the enzyme-substrate principle [8]. The discovery of stratospheric ozone depletion has led to the emergence of research on abiotic stress, namely the impact of elevated levels of ultraviolet radiation (UV) on plants. Increased doses of ultraviolet B (UVB) usually lead to a decrease in plant biomass [9]. At high exposure doses of ultraviolet C (UV-C) in the range of 5 to 50 kJ/m2, reactivation of reactive oxygen species (ROS) and corresponding lipid peroxidation were observed, and, as a result, death of protoplast cells, callus and leaf tissues. UV-B irradiation causes the appearance of ROS in the periplasmic space of plant tissues [10], which, without specificity in the choice of substrate, also destroy glucan-containing structures of the cell wall, which, in turn, also become a local substrate for the synthesis of kalose [4] by the kalose synthase complex [2]. A certain range of doses of UV irradiation can be useful for the process of plant development and their timely response to repeated environmental stressors [4]. It has been shown that UV-B rays increase and stimulate the systemic resistance of plants to insects compared to plants that were exposed to conditions without such lighting [11]. The cellular stress caused by UV irradiation helps to facilitate the activation of the "cross-tolerance" response, in which pathways usually associated with plant protection against pathogens and reactions to mechanical damage are activated. Cross-tolerance in plants after exposure to UV-B or UV-C irradiation caused an increase in their protective function during pathogenesis. The latter is due to the increased activity of salicylic and jasmonic acids, or ethylene and the activation of these signaling pathways of the final reactions of the immune response in plants. Questions remain open regarding the degree of damage and damage caused, changes in the physiological state of cells, stimulation of certain defense mechanisms that can occur in plants when exposed to different doses of UV-B rays. The question of how this type of stress initiates response reactions and what minimum doses of UV irradiation are required to activate them is not well understood. In order to limit the harmful effects of high doses of ultraviolet radiation, plants use defense mechanisms that allow them to restore structures damaged by irradiation and maintain their viability through a complex of defense reactions. The study of the mechanisms of constitutive, induced and systemic resistance associated with the accumulation of callose as an essential molecular protective substance [2] in plants of the cereal family is very relevant [1]. The questions of the amount of calose accumulation and its correlation with the growth of plant biomass [12] or their growth parameters remain poorly understood. The study of References sources allowed us to determine the range of effective doses of UV-B irradiation in the range of 0.1 kJ/m2–10 kJ/m2. Plants of the retro variety of Ukrainian selection – soft winter wheat Myronivska 808 – were chosen for the experiments. The experimental work included studies to determine the amount of constitutive and UV-B-induced accumulation of callose in winter wheat seedlings, to determine the effect of the used doses of ultraviolet irradiation on the growth parameters of plants of the selected variety and to identify patterns in the scheme: irradiation dose – growth parameters – accumulation of callose.

Materials and methods. Plants of winter wheat variety Myronivska 808 were grown on sandy soil in a culture room with a light intensity of 20 kLx/m2 and a light period of 16 hours. Wheat seeds were planted in pots of 100 pieces. Experiments were

conducted on 7-day-old winter wheat seedlings for the next 5 days. Plants were exposed to UV-B, the source of which was an OBM-150 M emitter with two 35 W Philips special fluorescent lamps. During calibration, the distance from the lamps to the soil surface was set at 44 cm and equaled 2 W/m2. Measurements of growth parameters and sampling of plant material to determine the amount of accumulated callose were performed every 24 hours for 5 days. The isolation and amount of callose was determined by the Kauss method with modifications [3]. The fluorescence of the solution was measured using a spectrofluorimeter SDL-2. The detection wavelength was 490 nm and the excitation wavelength was 397 nm. The experiments were performed in triplicate biological and analytical replicates. The results were statistically analyzed using the MicrosoftExel program. The graphs show the arithmetic mean and variance values.

Results and discussion. During the experimental work, it was found that irradiation of experimental plants with doses from 0.1 to 10 kJ/m2 accelerated the growth of plants in length compared to that in the control during the entire observation period. Thus, in wheat, the growth parameters of the experimental plants increased compared to the control starting from 24 h (Fig. 1). The maximum growth in seedlings of this wheat variety was observed at 120 h of the study under UV-B irradiation with a dose of 10 kJ/m2, which was 3.5 cm more than in the control and at the same time the highest value of growth parameters during the entire experiment.

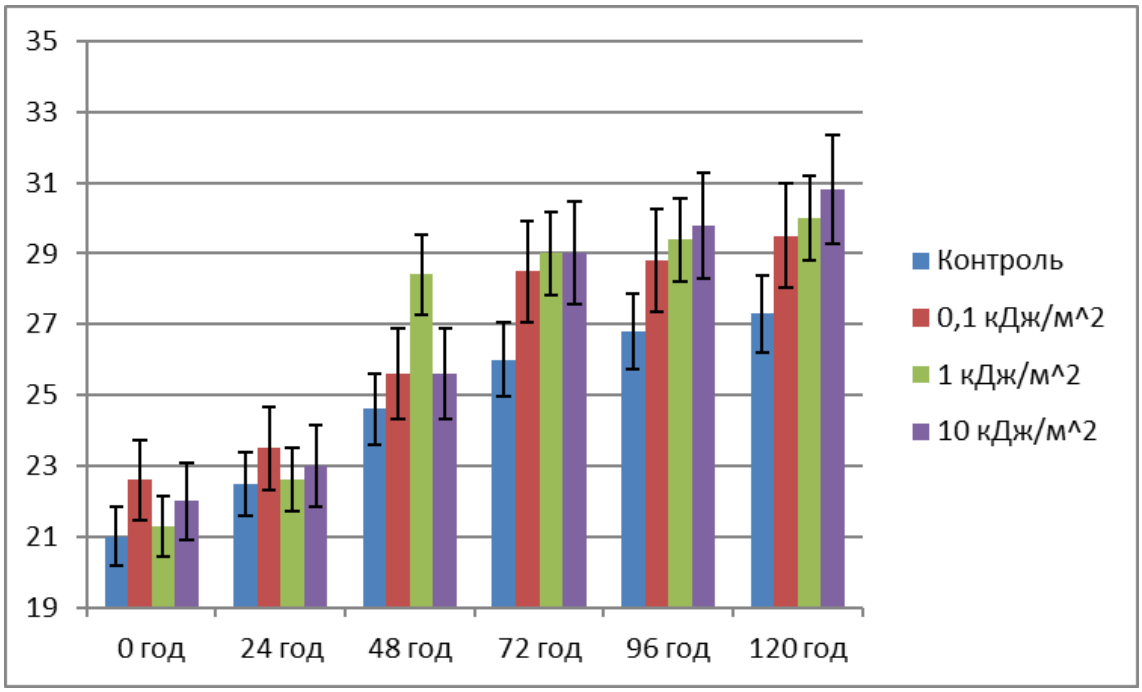

Fig. 1. Growth parameters of wheat plants of Myronivska 808 variety under UV-B irradiation

At the next stage of the work, the amount of constitutive accumulation of callose in wheat plants was determined. In the control of 8-day (24 h) seedlings, the amount of callose averaged almost 0.6 μg-eq/mg cmrm. Thus, the average constitutive accumulation of kalose for 5 days of the experiment in wheat seedlings was about 0.8 μg-eq/mg cmrm. The next stage of the experiment was to determine the amount of UV-

B-induced callose in plants when irradiated in the dose range from 0.1 to 10 kJ/m2 and further analyze its accumulation depending on the irradiation dose in comparison with control plants and among themselves. The graphs of the amount of accumulation of callose had the character of an oscillatory contour (increase/decrease) with a tendency to a gradual increase in its amount when irradiated with all doses (Fig. 2).

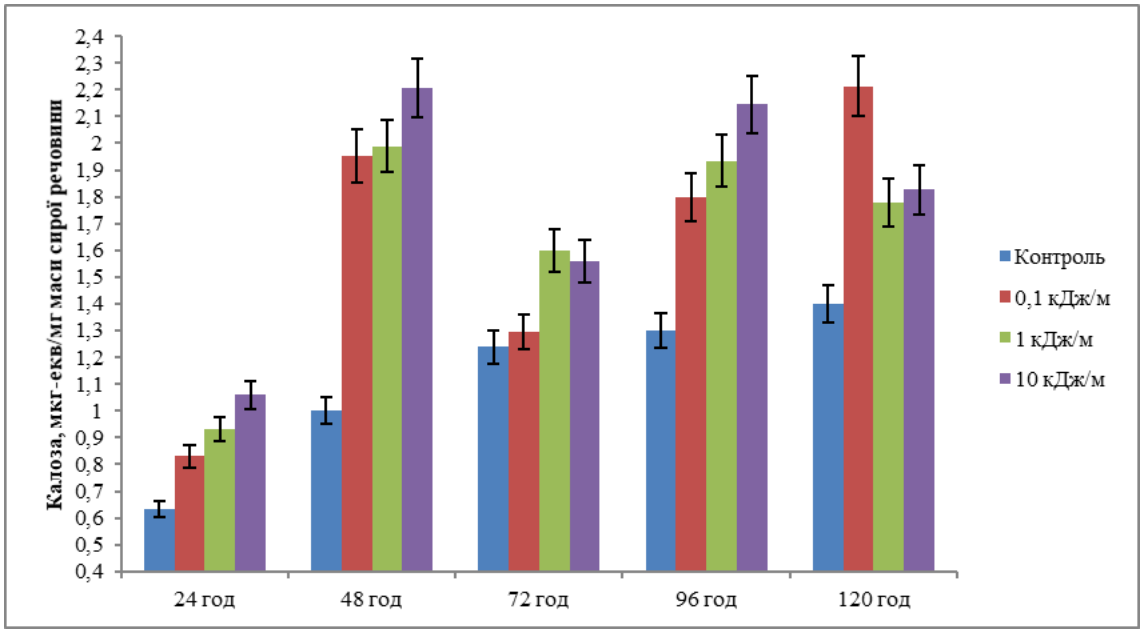

Fig. 2. Calose content in wheat seedlings of Myronivska 808 variety under UV-B irradiation

Regarding the analysis of the oscillatory nature of the UV-B-induced accumulation of callose, the following should be noted. A significant decrease in its amount in plants may be due, firstly, to the transformation of callose as a temporary structure by the enzyme glucosyl transferase [2] into a permanent cellulose structure of renewed plant cell walls after direct or indirect damage initiated by UV-B irradiation [10]. It is also possible that part of the stress-induced callose accumulated by wheat plants became a matrix for the formation of highly organized cluster-type structures of three-dimensional plant immunity [1], which provides systemic resistance to repeated biotic and abiotic stresses [4]. Such immunity structures are supramolecular integral complexes containing callose, cellulose, lignin, suberin, phenolic polyamines, ROS, arabinogalactan protein, hydroxyproline, glucoproteins, pectins, xyloglucans, as well as inorganic chemical elements such as calcium, silicon, zinc, etc [13]. Due to the cooperative behavior of the complexes of the defense barrier system, both the mechanical properties of the cell wall are enhanced and the rapid and effective implementation of a multivariate local defense response of plant cells and tissues to various types of stress is ensured [1]. Thus, the decrease in the amount of calose at 72 and 120 h of the experiment in most experimental samples can be attributed to the above biochemical transformations in the cell wall structures of wheat plant cells. The study of the accumulation of aromatic and integral complex compounds is a priority for our further research in UV-B-induced reactions of the phytoimmune response of soft winter wheat plants. The final answer as to the reasons for fluctuations in the

quantitative level of induced calose deposition in plants of this variety can be given by modern microscopic studies of cell wall structures.

In the work, the growth parameters and the amount of calose accumulated in seedlings of winter wheat variety Myronivska 808 under UV-B irradiation were determined for the first time. A comparative analysis of the differences in growth parameters of control and UV-B irradiated plants was carried out. The results of constitutive and induced accumulation of calose in the selected variety were analyzed. It was shown that 96 and 120 h after wheat irradiation, the growth parameters of plants in all experimental samples increased relative to the control in proportion to the received dose of UV-B. Thus, during 5 days of research after irradiation of plants in the dose range from 0.1 to 10 kJ/m2, a stimulating effect of their growth in length was observed compared to control plants. The maximum growth parameters on day 5 of the experiment were recorded in plants irradiated with a dose of UV-B – 10 kJ/m2, which had the highest values and averaged 30.8 cm. Plants irradiated with doses of 0.1 and 1 kJ/m2 grew to 29.5 and 30 cm, respectively, compared to the average increase in plant length in the control – 27.3 cm. The average value of the constitutive accumulation of callose over 5 days of the experiment in seedlings was about 0.8 μg-eq/mg cmrm. The graphs of the amount of UV-B induced accumulation of callose had the character of an oscillatory contour of increase/decrease with a tendency to a gradual increase in its amount in proportion to the dose. In 24 h after UV-B irradiation, an increase in the amount of callose accumulation was observed in proportion to the irradiation dose, which was maximal in plants irradiated with a dose of 10 kJ/m2 and amounted to about 1 μg-eq/mg cmcm compared to 0.6 μg-eq/mg cmcm in the control. At 24, 48 and 96 h after exposure to UV-B, an increase in the amount of callose accumulation was observed in all variants in proportion to the dose compared to the control and the previous day. The highest amount of callose was found in the samples irradiated with a dose of 10 kJ/m2, which ranged from 1.8 to 2.2 μg-eq/mg cmcm compared to 1.3 to 1.4 μg-eq/mg cmcm in the control. The decrease in the amount of callose at 72 and 120 h compared to the previous day of the experiment in most experimental samples is probably due to biochemical transformations in the structures of plant cell walls. The latter requires microstructural studies of damage to the cell wall of wheat plants due to UV-B irradiation.

Conclusions. For the first time, the growth parameters and the amount of calose accumulated in seedlings of winter wheat variety Myronivska 808 under UV-B irradiation were determined. A comparative analysis of the differences in growth parameters of control and UV-B irradiated plants was carried out and the results of constitutive and induced accumulation of callose were analyzed. The values of growth parameters of experimental plants increased starting from 24 h. The maximum increase was observed at 120 h of the study when they were irradiated with UV-B at a dose of 10 kJ/m2. The decrease in the amount of callose at 72 and 120 h of the experiment can be attributed to biochemical transformations in the structures of the plant cell wall. The study of the accumulation of aromatic and integral complex compounds is a priority area of our further research in UV-B-induced reactions of the phytoimmune response of soft winter wheat plants.

References

1. Boboshko, O., Emelyanov V., Panyuta O., & Taran N. (2019) Constitutional and induced accumulation of callose and phenol compounds as elements of systemic resistance in winter wheat sprouts. Cytology and Genetics. Vol. 53 (5). P. 375–383. DOI: https://doi.org./10.3103/S0095452719050049.
1. Nedukha O.M. Callose: localization, functions, and synthesis in plant cells. Cytol. Genet. 2015. Vol. 49 (1). P. 49–57. doi: 10.3103/S0095452715010090.
2. Emelyanov V.I., Kravchuk J.N., Poliakovskiy S.O., Dmitriev O.P. Deposition of callose in treatment of cell of the tomato plant (*Lycopersicon esculentum* L.) with biotic elicitors. Cytol. Genet. 2008. V. 42 (2). P. 90–95. doi: 10.1007/s11956–008–2004–2.
3. Boboshko O.P., Kovbasenko R.V., Halkina K.O., Symonenko Yu.V., Mikheev A.M., Emelyanov V.I., Callose accumulation in winter wheat seedlings under UV irradiation Gytol. Genet. 2025. Vol. 59 (2). P. 20–30. [in Ukrainian]
4. Li N., Lin Z., Yu P., Zeng Y., Du S., Huang L.J. The multifarious role of callose and callose synthase in plant development and environment interactions. Front. Plant Sci. 2023. Vol. 14. P. 1183402. doi: 10.3389/fpls.2023.1183402.
5. Mintoff S.J., Rookes J.E., Cahill D.M. Sub-lethal UV–C radiation induces callose, hydrogen peroxide and defence-related gene expression in *Arabidopsis thaliana*. Plant Biol. 2015. Vol. 17 (3). P. 703–711. doi: 10.1111/plb.12286.
6. Emelyanov V.I., Polyakovskiy S.A., Sakada V.I., Grodzinskiy D.M. Plant cells formed their protective structures use molecules of phytopathogenic microorganisms. Rep. Natl. Acad. Sci. Ukraine, 2018. № 3. P. 110–115. doi: 10.15407/dopovidi2018.03.110. [in Ukrainian]
7. Bashandy T., Taconna L., Renou J.P., Meyer Y., Reichheld J.P. Accumulation of flavonoids in an ntra ntrb mutant leads to tolerance to UV-C. Mol. Plant. 2009. Vol. 2 (2). P. 249–258. doi: 10.1093/mp/ssn065.
8. Ballaré C.L., Caldwell M.M., Flint S.D., Robinson S.A., Bornman J.F. Effects of solar ultraviolet radiation on terrestrial ecosystems. Patterns, mechanisms, and interactions with climate change. Photochem. Photobiol. Sci. 2011. Vol. 10 (2). P. 26–41. doi: 10.1039/c0pp90035d.
9. Dmitriev O.P., Kravchuk Zh.M. Reactive oxygen species and plant immunity. Cytol. Genet. 2005. Vol. 39 (4). P. 64–74. [in Ukrainian]
10. Mazza C.A., Gimenez P.I., Kantolic A.G., Ballare C.L. Beneficial effects of solar UV-B radiation on soybean yield mediated by reduced insect herbivory under field conditions. Physiol. Plant. 2013. Vol. 147. P. 307–315. doi: 10.1111/j.1399–3054.2012.01661.x.
11. Panyuta O.O., Belava V.N, Taran, N.Y. Method of infection to assess the stability of winter wheat to the pathogen tserkosporelozu: Patent № 389960 Ukraine. Bull. № 9. Applications 01/11/2013. Publish. 05/12/2014. [in Ukrainian]
12. Underwood W. The plant cell wall: a dynamic barrier against pathogen invasion. Front. Plant Sci. 2012. Vol. 3 (85). doi: 10.3389/fpls.2012.00085.

ПРОДУКТИВНІСТЬ ГЕНОТИПІВ ПШЕНИЦІ В УМОВАХ ПОСУХИ

Ольга. І. Жук
Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, Київ
E mail: zhukollga@gmail.com ORCID ID: 0000–0001–9429–2056

Анотація.

Досліджено продуктивність сучасних вітчизняних генотипів озимої пшениці за умов природної посухи на прикладі сортів Київська 19 і Щедрівка Київська. Встановлено, що рослини обох сортів сформували від 2 до 4 продуктивних пагонів. Сорт Київська 19 відзначався вищою зерновою продуктивністю колоса, рослин і посіву порівняно з сортом Щедрівка Київська. Маса 1000 зернівок головного і бічних пагонів у обох сортів була близькою і високою, що компенсувало зменшення кількості зерен на рослину і площу посіву у сорту Щедрівка Київська порівняно з сортом Київська 19. Сорти пшениці Київська 19 і Щедрівка Київська виявили високу витривалість і продуктивність в умовах природної посухи.

Ключові слова: *Triticum aestivum L., сорт, врожай, зерно*

PRODUCTIVITY OF WHEAT GENOTYPES UNDER DROUGHT

Olga I. Zhuk
Institute of Plant Physiology and Genetics of Natl. Acad. Sci. of Ukraine, Kiev
E mail: zhukollga@gmail.com ORCID ID: 0000–0001–9429–2056

Abstract.

The article investigates the productivity of modern bread winter wheat genotypes to natural drought conditions on the example of Schedrivka Kyiv'ka and Kyivska 19 cultivars. It was found that plants of both cultivars formed from 2 to 4 productive shoots. The cultivar Kyivska 19 was characterized by higher grain productivity of the ear, plants and sowing compared to the cultivar Shchedrivka Kyivska. The weight of 1000 grains of the main and tillers shoots in both cultivars was close and high, which compensated for the decrease in the number of grains per plant and sown area in the cultivar Schedrivka Kyiv'ka compared to the cultivar Kyivska 19. The wheat cultivar Kyivska 19 and Shchedrivka Kyiv'ka showed high tolerance and productivity under natural drought conditions.

Keywords*: Triticum aestivum L., cultivar, yield, grain*

Вступ. Пшениця (*Triticum aestivum* L. 2n=6x=42, AABBDD) вважається стратегічною зерновою культурою та відіграє провідну роль у продовольчому забезпеченні людства (6). Пшениця є головним продуктом харчування для 35% населення світу, а її посівні площі займають 17% оброблюваних земель планети. Аридизація клімату спричиняє дефіцит води і тепловий стрес. Встановлено, що

за останні десятиліття посівні площі під пшеницею, які потерпають від дефіциту води, збільшились на 10% (7). Умови посухи здатні знизити врожай пшениці на 25,0–62,7%, кількість зерен у колосі – на 38,0–50%. Вважають, що врожай зерна і кількість зерен у колосі пшениці належать до найбільш чутливих агрономічними критеріїв, на які впливають умови посухи. Пошук адаптованих до посухи генотипів і створення витривалих високоврожайних сортів вважають найбільш економічно вигідною стратегією підвищення врожаїв пшениці в умовах аридизації клімату, тому вивчення витривалості нових генотипів пшениці до дії посухи залишається актуальною проблемою біологічної і аграрної науки.

Витривалість рослин пшениці до умов посухи відноситься до комплексних кількісних ознак, які регулюються численними генами. Створення адаптованих до посухи сортів пшениці ускладнює великий розмір геному пшениці (17 gb), значна кількість генетичних варіацій, змінність умов навколишнього середовища. Виявлено, що вплив посухи на ранній репродуктивній стадії змінює експресію 309 різних генів, які контролюють розвиток квіток, фотосинтетичну активність, рух продихів (6). Показано, що гени Rht-Blb і Rht-D1 контролюють висоту рослин пшениці, ген GPC-D1 регулює вміст глютену і врожайність пшениці. У хромосомі 2А виявлено гени, які регулюють відносний вміст води у рослинах, довжину пагона (8). Гени, які контролюють такі кількісні агрономічні критерії, як маса і кількість зерен у колосі, і пов'язані з витривалістю рослин пшениці до посухи знайдені у А і В геномах. Однак практичне використання у процесі селекції генетично обумовлених ознак посухостійкості пшениці ускладнюється неоднозначністю їх функцій.

В останні роки в Україні відзначали періодичні тривалі посухи, які припадали на період колосіння-цвітіння, формування і наливу зерна озимої м'якої пшениці. Нами в умовах модельних дослідів показано, що дефіцит води у грунті у критичну фазу онтогенезу озимої пшениці колосіння-цвітіння призводив до гальмування росту колоса, пагонів, зменшення продуктивності окремих рослин за рахунок зниження озерненості колоса головного і бічних пагонів (4,5). Дослідження реалізації генетичного потенціалу вітчизняних сортів пшениці м'якої озимої в умовах природної посухи дозволило встановити, що генотипи з пшенично-житніми транслокаціями виявили високу комплексну витривалість до дії абіотичних чинників середовища і продуктивність (1,2,3). Так сорт Новокиївська з транслокацією 1BL/1RS утворював до 139 зернівок на рослину, а сорт Фаворитка з танслокацією 1AL/1RS – до 120. Інші вивчені нами раніше сорти пшениці також перевищували стандартний сорт пшениці Подолянка за продуктивністю у посіві у нестабільних умовах навколишнього середовища.

Метою роботи було дослідження продуктивності генотипів вітчизняної озимої м'якої пшениці за умов природної посухи у посіві.

Матеріали і методи. Об'єктами досліджень були сорти пшениці м'якої озимої вітчизняної селекції лісостепового екотипу Київська 19 та Щедрівка Київська (оригінатор Інститут фізіології рослин у генетики НАН України). Дрібноділянкові досліди проводили в умовах Київської області у 2024 році. Грунт сірий лісовий. Мінеральне живлення складало N_{125} P_{125} K_{125} і вносилось у

вигляді добрива нітроамофоски частинами підчас посіву насіння та як підживлення весною у фазі кущіння. Розмір облікової ділянки складав 1,9 м^2. У фазах колосіння-цвітіння, формування та наливу зерна у рік досліджень відзначено природну посуху з високими температурами повітря. Аналіз складу урожаю проводили після дозрівання рослин. Результати статистично оброблені за допомогою програми Microsoft Excel.

Результати та обговорення. Встановлено, що рослини пшениці сортів Київська 19 і Щедрівка Київська сформували до 4 продуктивних пагонів, однак у більшості випадків їх кількість становила 2–3. Найбільшу кількість і масу зерен містив головний колос рослин обох сортів, яка становила у сорту Київська 19 42 шт. і 2,4 г, а у сорту Щедрівка Київська відповідно 37 шт. і 2,0 г (табл.1). Озерненість і маса зерен головного і найближчого до нього колоса бічного пагона у сорту Київська 19 відрізнялись менше, ніж у сорту Щедрівка Київська. З збільшенням порядку пагонів озерненість колоса знижувалась значніше у пшениці сорту Щедрівка Київська порівняно з сортом Київська 19, відповідно зменшувалась і маса зерна з колоса, особливо у бічних пагонах третього порядку.

Таблиця 1. Маса та кількість зерен у колосах рослин пшениці озимої

Сорт	Маса зерен у колосі, г				Кількість зерен у колосі, шт.			
	гол.к.	б.к.1	б.к.2	б.к.3	гол. п.	б.к.1	б.к.2	б.к.3
Київська 19	2,4±0,2	2,0±0,3	1,4±0,3	1,0±0,2	42±5	37±3	29±4	26±4
Щедрівка Київська	2,0±0,2	1,5±0,2	1,2±0,1	0,6±0,2	37±3	30±3	26±3	16±3

Виявлено, що рослини сортів Київська 19 та Щедрівка Київська сформували значну масу зерен на рослину, яка у пшениці сорту Київська 19 становила 5,4 г, а у сорту Щедрівка Київська – 4,0 г (табл.2). Сорт Щедрівка Київська мав нижчу озерненість окремих рослин порівняно з сортом Київська 19.

Таблиця 2. Маса та кількість зерен на рослину та площу посіву

Сорт	Маса зерен на рослину, г	Маса зерен на 1м^2, г	Кількість зерен на рослину, шт.	Кількість зерен на 1 м^2, тис. шт.
Київська 19	5,4±0,5	903,9±2,5	106±5	17,67±0,6
Щедрівка Київська	4,0±0,4	765,4±4,3	78±4	14,87±0,5

Маса та кількість зерен на площу посіву у сорту Київська 19 значно перевищувала аналогічну масу та кількість зерен у сорту Щедрівка Київська.

Продуктивна кущистість рослин пшениці сорту Київська 19 складала переважно у середньому 3 пагони на рослину, у сорту Щедрівка Київська – 2,6 пагони на рослину (табл. 3). Маса 1000 зерен у обох сортів була близькою і

високою. Збільшення порядку пагона не спричиняло значного зменшення маси 1000 зернівок. Зернівки у колосах бічних пагонів за розмірами і виповненістю були близькими до таких у колосі головного пагона у обох сортів.

Таблиця 3. Продуктивна кущистість, маса 1000 зерен рослин озимої пшениці в природних умовах вирощування

Сорт	Продуктивна кущистість	Маса 1000 зерен		
		Головний пагін	Бічний пагін 1	Бічний пагін 2
Київська 19	3,0±0,9	68,0±0,9	64,8±1,2	64,0±1,1
Щедрівка Київська	2,6±0,8	67,6±1,3	64,0±0,9	63,0±1,2

Таким чином, досліджені нами сорти пшениці озимої Київська 19 і Щедрівка Київська виявили високу продуктивність окремих рослин і посіву у несприятливих умовах навколишнього середовища. Ці сорти за продуктивністю посіву перевищували стандартний для Лісостепу сорт Подолянка, який вирощували у більш сприятливі за погодними умовами попередні роки (2). Однак, зернова продуктивність окремих рослин у посіві таких сортів як Новокиївська і Фаворитка у більш сприятливі за погодними умовами роки була вищою, ніж у сортів Київська 19 і Щедрівка Київська (1). Високу продуктивність окремих рослин і посіву у попередні роки досліджень виявили сорти Дарунок Поділля, Астарта, Подільська нива, Даринка Київська, які були близькими за врожайністю до сортів Київська 19 і Щедрівка Київська (3). Однак сорти Київська 19 і Щедрівка Київська відрізнялись від вивчених раніше генотипів пшениці вищою масою 1000 зерен у колосах усіх продуктивних пагонів. Зменшення озерненості колоса і рослин у сорту Щедрівка Київська порівняно з сортом Київська 19 компенсувалось значною масою зерна, що дозволило сформувати високий врожай в умовах спекотливого і посушливого року. Умови жорсткої природної посухи у 2024 році не призвели до значного зниження продуктивності посіву у сортів Щедрівка Київська і Київська 19, що свідчить про здатність обох генотипів до реалізації продуктивного потенціалу у несприятливих за забезпеченням водою і температурами умовах навколишнього середовища. Обидва генотипи можна віднести до посухо і жаростійких, які дозволяють отримувати високі врожаї у зоні Лісостепу.

Висновки. Встановлено, що сорти озимої пшениці Київська 19 і Щедрівка Київська в умовах спекотного і посушливого 2024 року сформували високий врожай зерна на рослину і площу посіву. Сорт Київська 19 відзначався вищою продуктивною кущистістю, кількістю зерен на колос, рослину і площу посіву порівняно з сортом Щедрівка Київська, що визначило також його більшу масу зерен на рослину і площу посіву. Сорт Київська 19 виявив вищу озерненість колоса головного і бічних пагонів порівняно з сортом Щедрівка Київська, однак маса 1000 зернівок у обох сортів виявилась майже однаковою. Маса 1000 зернівок у бічних пагонах обох сортів пшениці залишалась близькою до маси

1000 зерен у головному пагоні, що дозволило отримати високоякісне зерно з усієї рослини і продемонструвати здатність рослин до формування виповнених зернівок в умовах дефіциту води і високих температур навколишнього середовища. Отримані нами результати свідчать, що вдосконалення вітчизняних генотипів озимої пшениці підвищує їх продуктивність, здатність адаптуватись до умов посухи і формувати високий врожай у несприятливих умовах довкілля.

Література

1. Жук О.І. (2018) Реалізація генетичного потенціалу сортів озимої пшениці з пшенично-житніми транслокаціями. *Селекційно-генетична наука і освіта*(*Парієві читання*):Матеріали УІІ міжнар. наук. – практ. конференції (м. Умань, 19–21 березня 2018 р). Умань. УНУС. С. 19–21.
2. Жук О.І. (2021) Адаптивна здатність вітчизняних сортів пшениці м'якої озимої до умов посухи. (*Селекційно-генетична наука і освіта*) *(Парієві читання*):Матеріали Х міжнар. наук. – практ. конференції (м. Умань, 19 березня 2021 р.). Умань. УНУС. С 75–80.
3. Жук О.І.&Стасик О.О. (2024) Продуктивність посіву та якість зерна озимої пшениці за умов посухи *Селекційно-генетична наука і освіта* (*Парієві читання*): Матеріали XIII міжнар. наук. – практ. конференції (м. Умань,18–20 березня 2024р.). Умань. УНУС.С. 47–50.
4. Жук О.І.&Стасик О.О.(2022) Формування продуктивності у пшениці озимої за дефіциту води у грунті. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. Т.31.С.49–54. DOI: https://doi.org:10.7124/FEEO.v.31.1483.
5. Жук О.І.&Стасик О.О.(2023) Реалізація продуктивного потенціалу у озимої пшениці за дії посухи *Фактори експериментальної еволюції організмів*. Т.33. С.24–29.DOI: https://doi.org/10.7124/FEEO.v33.1560.
6. Bapela T., Shimelis H., Tsio T.J.& Mathew I. (2022).Genetic improvement of wheat for drought tolerance: progress, challenges and opportunities. *Plants*. Vol. 11.1331. DOI: https://doi.org /10.3390/plants11101331
7. Janni M., Maestry E, Gulli M., Marmiroly M.& Marmiroly N.(2024) Plant responses to climate change, how global warming may impact on food sequrity: a critical review. *Front.Plant Sci*. Vol.14.1297569. DOI: https://doi.org /10.3389/fpls.2023.1297569
8. Mwadzingeni L., Shimelis H., Dube E., Laing D.M.& Toi T.(2016) Breeding wheat for drought tolerance: progress and technologies. *Journal of Integrative Agriculture*. Vol.15 (5). P.935–943. DOI: https://doi.org/ 10.1016/S2095–3119(15)61102–9.

ФІТОМАСА ТА АРХІТЕКТОНІКА НАСАДЖЕНЬ НОВИХ СОРТІВ ЯБЛУНІ

Ігор В. Заморський
Уманський національний університет, Україна
E-mail:volzam55@gmail.com

Анотація.
Висвітлено біометричні характеристики та просторове розміщення елементів крони трьох нових сортів яблуні за вирощування в інтенсивних насадженнях. Наведено характеристики ростових та плодових утворень, на яких базується продукційний потенціал садової агроекосистеми.

***Ключові слова**: архітектоніка, сорт, яблуня.*

CROWN ARCHITECTURE OF NEW APPLE VARIETIES IN INTENSIVE PLANTATIONS

Ihor V. Zamorskyi
Uman National University, Uman, Cherkasy region,
Ukraine, 20305,
E-mail:volzam55@gmail.com

Abstract.
The biometric characteristics and spatial arrangement of crown elements of three new apple varieties when grown in intensive plantations are highlighted. The characteristics of growth and fruit formations, on which the productive potential of the garden agroecosystem is based, are presented.

***Keywords:** architectonics, variety, apple tree.*

Вступ. Садові агросистеми фруктових дерев для виробництва свіжих фруктів все ще недостатньо вивчені в помірних зонах. Дослідження провідних вчених Європи показує, що плодові дерева є багатоярусними системами, на які впливають різні агроекосистемні умови за тривалого періоду вирощування плодів. Цікавим в зоні Лісостепу України є обмеження шкідливого впливу надмірної літньої радіації (температури та світла) на плодові дерева, яка спричиняє фотоокислювальний стрес на листовому рівні та сонячні опіки плодів [1].

Існує гіпотеза Lauri P.EÉ [2], що градієнт конкуренції, індукований садовою агросистемою, особливо за світло, призводить до фенологічної десинхронізації у яблуні та варіацій у розподілі ресурсів між вегетативними і репродуктивними утвореннями дерева і впливає на зав'язування плодів. Використовуючи світло як змінну для аналізу архітектурних даних, автор показав [2], що дерева яблуні дійсно виражають ознаки уникнення тіні, що впливає на морфологію (зменшення конусності в побудові дерева, збільшення стрункості та питомої площі листків),

архітектоніку (менша кількість ростових пагонів), морфологію (менша кількість ростових пагонів, та збільшення генеративних бруньок), фенологію (менша кількість днів у фазі повного цвітіння). Також доведено, що сокорух, використання води та транспірація на одиницю площі листкової поверхні залежать від змінних елементів навколишнього середовища (дефіцит парціального тиску та транспірація). Затінення не змінює добову динаміку сокоруху яблуні і зменшує використання води та транспірацію на одиницю листкової поверхні головним чином через зменшення значення Губера (відношення площі сокорухливої деревини до площі листкової поверхні).

Дослідженнями Lauri, P.EÉ [3,4,5] доведено, що архітектоніка крони яблуні модифікується при зменшенні інтенсивності світла на 65%, а здатність до зав'язування плодів порушується.

Мета. Нами поставлене завдання дослідити архітектоніку крони нових сортів яблуні з метою встановлення впливу системи обрізування дерев на продукційний потенціал садової агроекосистеми.

Матеріали та методи. Дослідження проводили в агроекосистемах трьох сортів яблуні Хоней Крісп, Ред Джонапринц та Беліда на підщепі М.9, які висаджені в 2015 році за схемою садіння 4х2 м. Застосовували два терміни обрізування – зимовий та як доповнення літній.

Результати та обговорення. Проведені дослідження показали (табл.1), що найбільший діаметр штамбу встановлено у дерев помологічного сорту Хоней Крісп за зимового терміну обрізування, дещо нижчі показники отримано при дослідженні діаметра штамбу помологічного сорту Ред Джонапринц і найменший діаметр мали дерева сорту Беліда.

Таблиця 1. Діаметр штамбу та фітомаса дерев яблуні залежно від помологічного сорту

Сорт	Термін обрізування	Діаметр штамбу, см	Фітомаса, кг/дерево	Фітомаса, т/га
Хоней Крісп	Зимове	6,57	11,49	28,73
	Зимове+літнє	5,18	6,23	15,57
Ред Джонапринц	Зимове	6,49	11,14	27,84
	Зимове+літнє	5,12	6,05	15,12
Беліда	Зимове	5,86	8,54	21,35
	Зимове+літнє	5,08	5,93	14,81
$НІР_{0,95}$		*0,20*	*1,24*	*2,45*

Встановлено, що діаметр штамбу був суттєво меншим при поєднанні зимового та літнього терміну обрізування. Це слід пояснити зменшенням фотосинтетичної активної поверхні листя при застосуванні літніх термінів обрізування, що спричинило зменшення накопиченої за сезон фітомаси.

Аналіз наведених в таблиці 1 даних показує, що сорт Хоней Крісп накопичував в дев’ятирічному віці найбільше фітомаси за зимових строків

обрізування, в той час як сорт Ред Джонапринц при відповідних термінах обрізування мав на 0,89 т/га меншу фітомасу, а сорт Беліда – на 7,38 т/га відповідно.

Проведений аналіз структури та архітектоніки крони дерев яблуні досліджуваних сортів показав (рис. 1, табл. 2), що насадження сформовані по типу веретеноподібної крони.

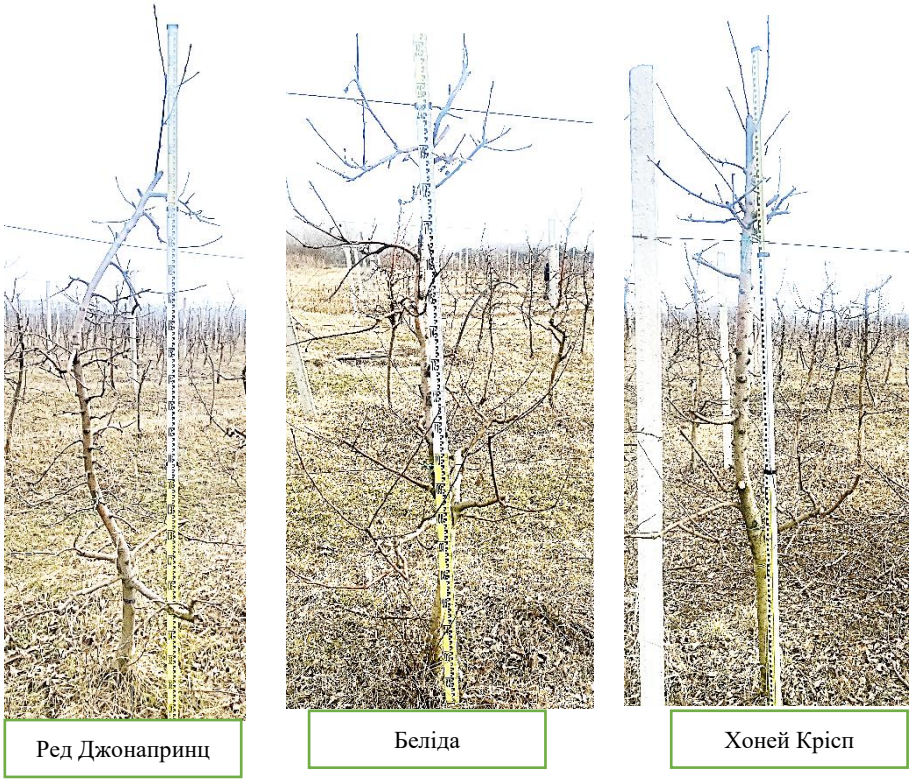

Рис. 1. Загальний вигляд архітектоніки дерев яблуні залежно від сорту

Таблиця 2. Архітектоніка дерев яблуні залежно від сорту

Сорт	Зона крони	Однорічні ростові пагони, шт	Плодові утворення, шт
Беліда	Верх (1,7–3,0м)	13	12
	Середина (1,2–1,7 м)	12	28
	Основа (0,7–1,2 м)	32	22
Хоней Крісп	Верх (1,7–3,0м)	8	20
	Середина (1,2–1,7 м)	7	8
	Основа (0,7–1,2 м)	17	40
Ред Джонапринц	Верх (1,7–3,0м)	11	12
	Середина (1,2–1,7 м)	8	38
	Основа (0,7–1,2 м)	15	40
$НІР_{0,95}$		*3*	*5*

Верхня частина містила від 8 (Хоней Крісп) до 13 штук (Беліда) ростових пагонів. В середній частині крони відмічено зменшення кількості ростових пагонів у сортів Ред Джонапринц та Хоней Крісп, а у сорту Беліда збереглися досить високі показники кількості пагонів – 12 штук. Нижня частина крони відрізнялась більшою кількістю ростових пагонів. Домінував сорт Беліда (32 пагони), менша кількість відмічена у сорту Хоней Крісп (17 пагонів) і найменша – у помологічного сорту Ред Джонапринц (15 пагонів).

Плодові утворення переважали по кількості у сортів Хоней Крісп та Ред Джонапринц (40 шт.). Найменша кількість плодових утворень розміщувалась у сортів Беліда та Ред Джонапринц у верхніх шарах крони, а у сорту Хоней Крісп – в середині (8 штук).

Висновки. Сорт Хоней Крісп відрізнявся найбільшою фітомасою за зимових строків обрізування. Плодові утворення в сформованій по типу веретена кроні переважали у сортів Хоней Крісп та Ред Джонапринц.

Література

1. Lauri, P.EÉ., and Corelli-Grappadelli, L. (2014). Tree architecture, flowering and fruiting. Thoughts on training, pruning and ecophysiology. Acta Hortic. 1058, 291–298 https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1058.34.
2. Lauri, P.EÉ., and Simon, S. (2019). Advances and challenges in sustainable apple cultivation. In Achieving Sustainable Cultivation of Temperate Zone Tree Fruits and Berries, G. Lang, ed. (Cambridge, UK, Burleigh Dodds Science Publishing Limited).
3. Lauri, P.EÉ., Willaume, M., Larrive, G., and Lespinasse, J.M. (2004). The concept of centrifugal training in apple aimed at optimizing the relationship between growth and fruiting. Acta Hortic. 636, 35–42 https://doi.org/10.17660/ ActaHortic.2004.636.3.
4. Lauri, P.EÉ., Crété, X., and Ferré, G. (2007). Centrifugal training in apple – appraisal of a two-year experiment on cv. ‘Galaxy’ in southeast France. Acta Hortic. 732, 391–396 https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.732.59.
5. Lauri, P.EÉ., Barkaoui, K., Ater, M., and Rosati, A. (2019). Agroforestry for fruit trees in the temperate Europe and dry Mediterranean. In Agroforestry for Sustainable Agriculture, M. Mosquera-Losada, and R. Prabhu, eds. (Cambridge, UK: Burleigh Dodds Science Publishing Limited).

THE ROLE OF LEGUMES IN SOIL FERTILITY FORMATION AND INCREASING AGROCENOSES PROTEIN PRODUCTIVITY

B. O. Kysil, S. P. Poltoretsky, A. P. Berezovsky
Uman National University, Ukraine
E-mail: bogdan.kysil.ext@bayer.com

Abstract.

This article highlights the relevance of legume-rhizobial symbiosis research as a key factor in the production of plant protein, which is critically important for human and animal nutrition. Legume crops (soybean, peas, beans, chickpeas, lentils) are considered a primary source of complete protein, fats, starch, minerals, and vitamins. The positive impact of legumes on improving soil fertility, optimizing its microbiological composition and physicochemical properties, and increasing biological activity is emphasized. The environment-forming role of peas as the most common legume crop is discussed, noting its ability to accumulate a significant amount of biological nitrogen (up to 50-70 kg/ha) and improve the yield of subsequent crops in rotation, thereby contributing to ecological balance in agroecosystems.

Keywords*: Legume-rhizobial symbiosis, legume crops, plant protein, nitrogen fixation, soil fertility, agroecosystems.*

The relevance of legume-rhizobial symbiosis research is determined by the importance of macrosymbionts as agricultural crops containing a large amount of plant protein, while being able to grow in various agro-climatic zones. The protein productivity of crops capable of symbiotic nitrogen fixation, under favorable symbiosis conditions, significantly surpasses the protein productivity of crops that do not possess this characteristic.

Protein is the most important component of human food. Its deficiency causes physiological and functional disorders in the body. Therefore, the welfare level of a nation is determined by the amount of protein consumed per capita per day. Animal organisms cannot synthesize protein from inorganic substances but create it from plant protein. In this regard, the problem of plant protein on a global scale has become one of humanity's most pressing issues.

Legume crops are one of the main sources of complete plant protein. For millions of people worldwide, especially in Asia, legumes are the most important source of protein and fat. Soybeans, peas, beans, chickpeas, and lentils play a significant role as high-protein food crops at the current stage. In addition, depending on the species, legume seeds also contain up to 23% fat, up to 60% starch, cellulose, hemicellulose, lignin, Fe, K, Ca, P, Mg, small amounts of Cu, Mn, Mo, Se, Zn, B vitamins, tocopherol (vitamin E), ascorbic acid, and other biologically active substances (Peas..., 2001). Therefore, in recent decades, attention to legumes has significantly increased in EU countries, Canada, Australia, and others: production has multiplied, large breeding programs and research projects are underway, and new species are being introduced into cultivation.

In the USA and Europe, legumes were most actively cultivated as precursors to other crops in the 1940s. However, legume cultivation then declined due to the cheapness of nitrogen fertilizers, the creation of high-yielding grain varieties, and other economic and social reasons. Currently, in developing countries in Asia, Africa, and Latin America, over 50% of sowings involve plants capable of symbiotic nitrogen fixation. Thus, in world agriculture, legume crops occupy over 110 million hectares, with soybeans accounting for most of this area, followed by peas, beans, and chickpeas.

Legume crops, including peas, in addition to their ability for symbiotic nitrogen fixation and feed advantages, play a significant environment-forming role. Thus, the cultivation of legumes helps optimize the microbiological environment in the soil, improving a number of its physicochemical properties, as a result of which soil fertility significantly increases. The cultivation of legumes, due to the influence of the root system, ensures an increase in agronomically valuable structural aggregates, their water resistance, and the structure of the arable layer corresponds to the optimal ratio of capillary and non-capillary porosity volumes.

Legume cultivation notably increases the biological activity of the soil under the subsequent crops in the rotation. Even under severe drought conditions, without the application of mineral fertilizers, it was possible to form a winter wheat yield 15% higher after legume precursors compared to other precursors.

The effectiveness of legumes as fertilizer is associated with soil health improvement (suppression of pathogens and weeds), allelopathic effects, and increased soil water-holding capacity. Research by many authors has established that legume plants secrete a significant amount of organic matter into the soil through their root systems during the vegetation period; root exudates include organic acids, amino acids, and carbohydrates. It has been found that root exudates increase associative nitrogen fixation, thus favorably influencing the entire soil-forming process.

Some authors indicate that agricultural crops grown by biological rather than synthetic nitrogen nutrition have greater resistance to pests and disease pathogens. Thus, the cultivation of legume plants with high symbiotic activity not only contributes to the accumulation of large amounts of biological nitrogen and organic matter in the soil but also increases the economic and biological effectiveness of the grain crops cultivated after them, which ensures the maintenance of ecological balance in agroecosystems through self-regulating mechanisms and structures.

Peas are the most widespread crop among grain legumes and are characterized by a wide variety of uses. This crop is grown in almost all agricultural regions of the world. Currently, the leaders in pea production are Canada, China, and India. Many peas are also cultivated in the USA, Australia, Ukraine, and France.

Depending on the variety and yield, after harvesting peas, up to 50-70 kg/ha of nitrogen remains in the soil, which is equivalent to applying 10 t/ha of manure or 150 kg of ammonium nitrate. Also, root and post-harvest residues are quite rich in nitrogen, decompose easily and quickly in the soil, and stimulate the biological activity of the soil microflora. Due to these features, peas are a valuable crop in row crop rotation. Their influence on the yield in crop rotation is not limited to the first crop; the effects are also evident in subsequent ones.

As a precursor, peas contribute to increasing the efficiency of organic fertilizer

use by subsequent crops, especially industrial and grain crops. The potential for molecular nitrogen fixation when growing legumes is very high. However, in most cases, during the growing season, grain legumes can fix up to 70 kg/ha of nitrogen from the air, and forage legumes – up to 120 kg/ha. This is explained by the fact that nitrogen accumulation is influenced by plant growth conditions, biological features of varieties, and the effectiveness of the legume-rhizobial symbiosis of each specific crop also varies.

ГЕНОФОНДИ ПЛОДОВИХ РОСЛИН НАЦІОНАЛЬНОГО БОТАНІЧНОГО САДУ ІМЕНІ М.М. ГРИШКА – НАУКОВА БАЗА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЇХНЬОГО РІЗНОМАНІТТЯ

Світлана В. Клименко, Ольга В. Григор'єва, Антоніна П. Ільїнська,
Михайло Ю. Журба, Інна В. Гончаровська
Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка Національної академії наук України, м. Київ, Україна
E-mail: cornusklymenko@gmail.com; ORCID ID: 0000–0001–6468–741X

Анотація.

Відділ акліматизації плодових рослин – науковий підрозділ Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка (НБС), у якому сформовані унікальні за якісним і кількісним складом генофонди, представлені 781 таксоном з 37 родів, 20 родин. Упродовж 1946–2025 рр. зусиллями кількох поколінь науковців створено колекції видів і сортів нових і малопоширених автохтонних і інтродукованих плодових рослин, цінних за вмістом біологічно-активних речовин, важливих для підвищення лікувально-дієтичних якостей садовини. Досліджено їхню адаптаційну і репродуктивну здатності, обґрунтовано концепцію культивування. Багато видів а саме: Actinidia spp., Amelanchier spp., Asimina triloba (L.) Dunal, Castanea sativa Mill., Chaenomeles spp., Cornus spp., Crataegus spp., Cydonia oblonga Mill., Diospyros virginiana L., Elaeagnus multiflora Thunb., Lonicera spp., Sambucus spp., Schisandra chinensis (Turcz.) Baill. та ін. введено в культуру завдяки науковим дослідженням відділу. До Державного Реєстру сортів рослин України занесено 75 сортів плодових рослин селекції відділу. Показаний внесок науковців у дослідження і впровадження нових, малопоширених цінних плодових рослин у практику плодівництва і садівництва. На базі генофондів НБС захищено понад 20 дисертаційних робіт. Роботи відділу зі збереження "спадщини людства" (генетичної спадщини) мають важливе значення для реалізації соціально-економічних програм України.

Ключові слова*: плодові рослини, світова флора, генофонди, інтродукція, селекція.*

GENE POOLS OF FRUIT PLANTS OF THE M.M. GRYSHKO NATIONAL BOTANICAL GARDEN ARE A SCIENTIFIC BASIS FOR PRESERVING THEIR DIVERSITY

Svitlana V. Klymenko*, Olga V. Grygorieva, Antonina P. Iljinska,
Mykhailo Yu. Zhurba, Inna V. Goncharovska
M. M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Science of Ukraine, Kyiv, Ukraine
E-mail: cornusklymenko@gmail.com; ORCID ID: 0000–0001–6468–741X

Abstract.

The Department of Fruit Plants Acclimatisation is a scientific unit of the M.M. Gryshko National Botanical Garden (NBG), which has formed unique gene pools in terms of qualitative and quantitative composition, represented by 781 taxa from 37 genera, 20 families. During 1946–2025, through the efforts of several generations of scientists, collections of species and cultivars of new and underutilized autochthonous and introduced fruit plants were created, valuable in terms of the content of biologically active substances, important for increasing the medicinal and dietary qualities of the vegetable. Their adaptive and reproductive abilities were studied, and the concept of cultivation was substantiated. Many species, namely: Actinidia spp., Amelanchier spp., Asimina triloba (L.) Dunal, Castanea sativa Mill., Chaenomeles spp., Cornus spp., Crataegus spp., Cydonia oblonga Mill., Diospyros virginiana L., Elaeagnus multiflora Thunb., Lonicera spp., Sambucus spp., Schisandra chinensis (Turcz.) Baill. and others. Were introduced into culture thanks to the scientific research of the department. 75 cultivars of fruit plants selected by the Department were included in the State Register of Plant Cultivars of Ukraine. The contribution of scientists to the research and introduction of new, underutilized and valuable fruit plants into the practice of fruit growing and horticulture is shown. More than 20 dissertations have been defended on the basis of the gene pools of the NBG. The work of the Department on the preservation of the "heritage of humanity" (genetic heritage) is of great importance for the implementation of socio-economic programs of Ukraine.

Keywords*: fruit plants, world flora, gene pools, introduction, selection.*

Вступ. Біотична криза, що охопила нашу планету через трансформацію клімату, впливає на оточуюче середовище і, зокрема, рослинне біорізноманіття і може привести до зникнення багатьох видів рослин. Серед багатьох природоохоронних проблем пріоритетною залишається збереження фітоценофонду як функціональної основи біосфери.

Ідея досліджень. Використання біологічного різноманіття плодових рослин світової флори, впровадження в практику плодівництва.

Роботи з інтродукції і селекції плодових рослин в Україні розгорнулися у другій половині XIX століття. Вони базувалися на теоретичних засадах і практичних рекомендаціях відомих українських вчених М. Ф. Кащенка, В. В. Пашкевича, Л. М. Ро, Л. П. і В. Л. Симиренків.

Згідно з основними положеннями Конвенції ООН про біорізноманіття, інтродукція, створення колекцій, моніторинг, впровадження у практику культивування економічно важливих видів рослин є актуальними та перспективними напрямами ботанічних установ. Особливо ж це стосується плодових рослин, завдяки високим харчовим, лікарським і декоративним властивостям. Введення в культуру нових плодових рослин з високою антиоксидантною активністю необхідно для підвищення лікувально-дієтичних якостей продукції садівництва. У природі існує значна різноманітність плодових рослин, що представляють велику цінність як донори високої якості плодів і продуктивності, стійкості до абіотичних і біотичних чинників. У зв'язку з цим їх пошук – практичне продовження розпочатої українськими вченими Л. П. Симиренком, М. Ф. Кащенком та ін., роботи з планомірного і раціонального використання рослинних ресурсів планети.

Інтродукція рослин – виправдане прагнення збагатити їх видовий склад новими корисними видами для розширення асортименту і збільшення виробництва плодів. В Україні інтродуковано близько 400 видів плодових рослин. З 50 родів тільки для трьох однотипних *Cydonia* Mill., *Mespilus* L., *Pseudocydonia* C.K. Schneid. – видовий резерв інтродукції виявився вичерпаним, тоді як для переважної більшості інших він залишається значним. Можливості переселення рослин ще далеко не вичерпані. Багатим джерелом цінних харчових і лікувальних плодових рослин є автохтонні види України, а саме: калина, горобина, бузина, глід, обліпиха, ірга, черемха, шовковиця, шипшина, плоди яких є унікальними за лікувальними властивостями.

Матеріали досліджень. Генофонди і колекційні насадження плодових рослин, зібрані і створені упродовж 1946–2025 рр., представлені 781 таксоном з 37 родів, 20 родин.

Методи досліджень. Інформаційно-аналітичні, інтродукційні, еколого-біологічні, морфологічні, статистичні.

Результати та обговорення. Роботи з інтродукції рослин у Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка НАН України (НБС), започатковані фундатором НБС академіком М. М. Гришком, продовжують науковці відділу акліматизації плодових рослин, у якому сформовано унікальні за якісним і кількісним складом генофонди.

Основні напрямки досліджень відділу: інтродукція і селекція нових, малопоширених (нетрадиційних) і аборигенних плодових рослин, дослідження репродуктивної здатності і адаптації до несприятливих умов зовнішнього середовища, біохімічна оцінка вегетативних та генеративних органів.

Досліджуються види родин: Actinidiaceae Gilg & Werderm., Annonaceae Juss., Berberidaceae Juss., Caprifoliaceae Juss., Cornaceae Bercht. & J.Presl, Ebenaceae Gürke, Elaeagnaceae Adans., Ericaceae Juss., Fagaceae Dumort., Juglandaceae DC. ex Perleb, Lardizabalaceae R.Br., Moraceae Gaudich., Rosaceae Juss., Rhamnaceae Juss., Viburnaceae Raf., Saxifragaceae Juss., Solanaceae Juss., Schizandraceae Blume, Vitaceae Juss.

Зусиллями кількох поколінь науковців відділу створено колекції видів і сортів плодових рослин – *Acebia* spp., *Actinidia* spp., *Amelanchier* spp., *Aronia* spp.,

Asimina triloba (L.) Dunal, *Castanea sativa* Mill., *Chaenomeles* spp., *Cornus* spp., *Crataegus* spp., *Cydonia oblonga* Mill., *Diospyros virginiana* L., *Elaeagnus multiflora* Thunb., *Juglans* spp., *Lonicera* spp., *Lycium* spp., *Malus* spp. (кребів, зокрема), *Mespilius germanica* L., *Morus* spp., *Prunus armeniaca* L., *Prunus cerasifera* Ehrh., *Prunus persica* (L.) Batsch, *Pseudocydonia sinensis* C.K.Schneid., *Sambucus* spp., *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill., *Shepherdia argentea* (Pursh) Nutt., *Sorbus* spp., *Vaccinium* spp., *Viburnum* spp., *Vitis vinifera* L., *Ziziphus jujuba* Mill.

Інтродукційно-селекційну роботу у відділі проведено на основі генофондів, сформованих упродовж багатьох десятків років. На початку досліджень це були в основному традиційні плодові рослини – яблуня, груша, абрикоса, алича, надалі постійно залучалися до роботи невикористані раніше аборигенні види, нові, і малопоширені, так звані нетрадиційні плодові рослини. У складі генофондів є також і місцеві сорти – основа української генетики. Вони не лише внесені до колекцій, а й використовуються, як еталони, з якими порівнюються створені нові сорти.

Першими науковцями у повоєнний період становлення і розвитку досліджень з плодовими рослинами були: І. О. Дрига, І. М. Шайтан, Р. Ф. Клєєва, В. М. Терех, Н. А. Набок, селекціонери Т. П. Терещенко, Л. М. Чуприна. Вони досліджували: *Prunus* spp., *Cerasus tomentosa*, *Vitis vinifera*, *Aktinidia* spp., *Schizandra chinensis*, *Viburnum opulus*, *Malus* spp., *Juglans regia*, *Morus* spp. та ін., створили перші сорти *Prunus persica*, *Prunus armeniaca*, *Prunus cerasifera* і ще практично невідомих тоді в Україні видів *Actinidia* spp., *Schisandra* spp., зробивши великий внесок у розбудову сортовивчення і сортовипробування в Україні. Продовжили їхню роботу П. А. Мороз, О. Ф. Клименко, Н. В. Скрипченко, М. І. Кульчицька, В. П. Книш, О. О. Безпалько, досліджуючи *Actinidia* spp., *Rubus* spp., *Schizandra chinensis, Viburnum opulus, Vitis vinifera*. І. М. Грикун, Є. А. Васюк, які вивчали *Ziziphus jujuba, Lonicera* spp., *Elaeagnus multiflora*, *Vaccinium* spp., *Crataegus* spp. З кісточковими під кураторством Л. М. Чуприни працювали В. М. і Н. М. Василишини. Продовжують дослідження О. О. Андрієнко, І. М. Голубкова, додавши до об'єктів *Prunus spinosa*, В. І. Неминущий, Г. В. Меаракішвілі. С. В. Клименко присвятила дослідження інтродукції і селекції видів *Asimina triloba*, *Chaenomeles* spp., *Cornus* spp., *Crataegus* spp., *Cydonia oblonga*, *Elaeagnus umbelata*, *Pseudocydonia chinensis*, *Sambucus* spp., *Shepherdia argentea*, *Sorbus* spp. та ін. О. В. Григор'єва досліджує невідомі досі у Лісостепу види *Diospyros* spp., а також *Amelanchier* spp., *Mespilus germanica*, *Zizyphus jujuba*, *Castanea sativa*, *Aronia* spp. Вона одержала низку нових сортів цих культур. Види *Cornus cousa*, *C. florida*, *C. capitata* досліджував на базі створеної у відділі колекції М. Г. Теслюк. Колекцію видів роду *Juglans* spp. зібрала О. М. Абоімова, видів роду *Lycium* spp. та *Acebia* spp. – М.Ю. Журба.

На базі багатих генофондів і колекцій нових та нетрадиційних плодових рослин виконували дослідження і успішно захистили дисертаційні роботи кандидати біологічних наук: О. М. Недвига «Біологічні особливості та розмноження хеномелесу японського» (1991 р.); В. П. Грахов «Алелопатична функція фенольних сполук персика» (1991 р.); І.М. Грикун "Алелопатичні функції фенольних сполук яблуні» (1993 р.); В. В. Олешко «Інтродукція

мушмули звичайної (*Mespilius germanica* L.) і перспективи її культивування в Україні» (1994 р.); І. Ю. Осипова «Алелопатичні особливості нових плодових культур» (2000 р.); А. В. Кустовська «Родина Cornaceae (Dumort.) Dumort. в Україні (система, біологічні особливості, народногосподарське значення)» (2002 р.); Н. В. Скрипченко «Інтродукція видів роду *Actinidia* Lindl. в Лісостепу України (ріст, розвиток, особливості розмноження)» (2002 р.); О. А. Спрягайло «Біологічні особливості та продуктивність груші залежно від сорто-підщепних комбінувань в умовах Правобережного Лісостепу України» (2003 р.); В. Л. Рубіс «Біоекологічні особливості північноамериканських видів глоду (*Crataegus* L.) у зв'язку з їх використанням в озелененні в Лісостепу України» (2004 р.); О. А. Мельничук «Кизил (*Cornus mas* L.) у природі і культурі Закарпаття (біологія, екологія, формове різноманіття)» (2008 р.); О. В. Григор'єва «Види роду *Diospyros* L. в Лісостепу України: інтродукція, біологічні особливості, репродукція» (2009 р.); С. В. Кирієнко «Види кущових рослин родини Rosaceae Adans. Лівобережного Полісся: біоекологічні та морфологічні особливості, репродукція, використання» (2011 р.); Л. М. Колісник «Види роду *Sambucus* L. у Лісостепу України: біолого-морфологічні особливості, інтродукція, перспективи культивування» (2011); О. А. Грабовецька «Азиміна трилопатева (*Asimina triloba* (L.) Dunal) в Степу України: інтродукція, біологія, репродукція» (2011 р.); М. Г. Теслюк «Рід *Cynoxylon* Raf. (Cornaceae Bercht. & J. Presl) в Україні: інтродукція, біоморфологічні особливості, перспективи використання» (2016 р.); І. В. Гончаровська «Представники роду *Malus* Mill. в Правобережному Лісостепу України: біоморфологічні та декоративні особливості, використання» (2019 р.); І. М. Голубкова «Біолого-екологічні особливості представників роду *Persica* Mill. у Правобережному Лісостепу України, використання» (2019 р.), М. Ю. Журба «Рід *Lycium* L. в Україні: інтродукція, біоекологічні, морфологічні, біохімічні особливості» (2021); О. М. Абоімова «Види роду *Juglans* L. у Правобережному Лісостепу України: біоекологічні та морфологічні особливості, використання» (2021); Г. В. Слюсар «Біологічні особливості Schisandra chinensis (Turcz.) Baill. за інтродукції в Правобережному Лісостепу України» (2021).

У 1957 р. І. М. Шайтан з колегами створили унікальний формово-декоративний плодовий сад, який успішно функціонує завдяки відданій праці В. В. Кузнецова, І. В. Гончаровської, Г. О. Антонюк. Біохімічні властивості видів плодових рослин відділу досліджує В. Ф. Левон. Алелопатичні дослідження у відділі виконували П. А. Мороз, І. М. Грикун, В. П. Грахов, І. Ю. Осипова.

Як показали багаторічні дослідження науковців (Клименко та ін., 2022 а, б; Klymenko et al., 2021a, b; Zhurba et al., 2021; Levon et al., 2022; Grygorieva et al., 2022; Goncharovska et al., 2024; Venediktova et al., 2024), адаптація рослин значною мірою забезпечується показниками екологічної амплітуди, скоростиглості, довговічності, здатності давати самосів і відновлюватися вегетативним шляхом. Селекційну роботу відділу акліматизації плодових рослин упродовж десятиліть було проведено у кількох напрямках, зокрема, на зимостійкість, як найважливіший чинник успішності інтродукції. Одержані сорти – цінний матеріал для селекції за цією ознакою. В той же час, деякі менш зимостійкі види – наприклад, *Asimina triloba*, *Castanea sativa*, *Lonicera* spp.,

Elaeagnus multiflora, *Zizyphus jujuba*, деякі види *Cornus* spp., які інтродуковані 30–40 років тому, виявилися достатньо зимостійкими і успішно плодоносять нарівні з аборигенними видами: змінилися умови осінньо-зимового періоду, скорочується кількість днів з низькими температурами, стає тривалішим осінній період з досить високими позитивними температурами.

Для кожного виду існує свій мінімум кліматичних і екологічних чинників, які лімітують поширення виду. Потрібен певний мінімум тепла, який не є середньодобовою температурою, а є сумою температур вище 0 градусів Цельсія за період від початку вегетації до певної фази розвитку. Рослини, що в нових умовах проходять всі фази розвитку і дають життєздатне потомство, вважаються акліматизованими. Акліматизація – складова еволюційного розвитку рослин. У нових умовах розкривається генетичний потенціал видів: рослини, потрапляючи у нові умови, активізують процес формотворення шляхом реалізації потенціалу адаптації. Адаптивні ознаки та їхній прояв контролюються генотипом в цілому. Норма реакції генотипу є специфічною і залежить від змін екологічних чинників.

Адаптаційна здатність виду – найважливіший показник можливості формування культигенного ареалу за межами його природного ареалу. Практична суть інтродукції полягає у доборі найцінніших видів і генотипів із великої різноманітності рослин, інтродукованих у нові умови, що можливо на рівні селекційного процесу. До Державного Реєстру сортів рослин України занесено 75 сортів селекції відділу акліматизації плодових рослин, зокрема: абрикоси – 2 сорти, айви – 5, актинідії – 17, аличі – 1, винограду – 1, калини – 2, кизилу – 14, лимонника – 1, персика – 14, хеномелеса – 4, яблуні – 14, створених шляхом аналітичної, синтетичної і соматичної селекції. Відділ рекомендує нові культури і сорти для впровадження в промислові та присадибні сади в Поліссі, Лісостепу і Степу України.

Треба відмітити, що основні генофонди, як база для селекції, формувалися 50–60 років тому, наразі вони збагачуються і продовжують свою основну функцію, як джерело створення нових сортів. Але активне випробовування нових сортів на сортодільницях, як це було раніше, на жаль, зараз послабилося, нові промислові сади майже не закладаються, хоча активізувалася робота фермерських господарств, які впроваджують і випробовують нові, економічно вигідні рослини з високотехнологічним випробуванням.

Висновки. В результаті наукової діяльності відділу упродовж 1946–2025 рр. створено генофонди нових, малопоширених і автохтонних плодових рослин світової флори, цінних за комплексом біологічно-активних речовин. До складу генофондів введено нові види плодових рослин різного напрямку використання – харчового, лікарського, фармацевтичного. Логічним продовженням інтродукції, адаптації і акліматизації є селекція, в результаті якої було дібрано найперспективніші сорти для культивування. Процес створення сорту копіткий і тривалий – різні ознаки поєднуються за певними законами генетики. Кількість селекційних ознак велика, а ймовірність поєднання їхніх максимумів статистично невелика, через те треба мати велику кількість гібридних сіянців аби відібрати найкращі. Синтетична селекція, в основі якої є гібридизація, використано нами як основний метод створення сортів. Однак, оцінено і

значення аналітичної селекції, заснованої на результатах спонтанної гібридизації. Завдяки пересіву насіння і відбору серед сіянців найкращих генотипів досягнуто значних успіхів. До Державного Реєстру сортів рослин України занесено 75 сортів селекції відділу акліматизації плодових рослин. З'ясовано адаптаційну і репродуктивну здатності нових, малопоширених інтродукованих і аборигенних видів плодових рослин. Обґрунтовано концепцію адаптивної інтродукції, показано, що на основі насінної репродукції, дії природного і штучного доборів підвищується адаптація, рослин, відбуваються формотворчі процеси, розширюється селекційна база. Наукові обґрунтування, практичні рекомендації відділу акліматизації плодових рослин мають важливе теоретичне і практичне значення. Впровадження сортів нових видів плодових рослин у промислове, фермерське, аматорське садівництво з метою підвищення лікувально-дієтичних якостей плодів і продукції їх переробки має велике економічне і соціальне значення.

Література

1. Клименко, С. В., Григор'єва, О. В., Ільїнська, А. П., Голубкова, І. М., Журба, М. Ю. (2022 а). Біоекологічні особливості та адаптаційний потенціал нових плодових рослин. *Фундаментальні та прикладні аспекти інтродукції і збереження рослин у Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України /* За ред.: Д. Б. Рахметов, Н. В. Заіменко. Київ: Видавництво Ліра-К, 300 с. ISBN 978–966–02–9467–7.
2. Клименко, С. В., Григор'єва, О. В., Левон, В. Ф., Голубкова, І. М. (2022 б). Збагачення видового потенціалу, збереження та дослідження генофонду цінних плодових рослин для органічного садівництва. *Стійкість інтродукованийх та рідкісних рослин за умов кліматичних змін* / За ред.: Д. Б. Рахметов, Н. В. Заіменко. Київ: Видавництво Ліра-К. С. 154–204. ISBN 978–966–02–9496–7.
3. Goncharovska, I., Vergun, O., Horčinová Sedláčková, V. (2024). Comparative evaluation of the biochemical composition of fruits *Malus* spp. *Notulae Scientia Biologicae,* 16(2). P. 11902. DOI: https://doi.org/10.55779/nsb16211902.
4. Grygorieva, O., Ilyinska, A., Zhurba, M., Klymenko, S., Kalista, M. (2022). Phenological growth stages according to the BBCH scale *Elaeagnus multiflora* Thunb. *Agrobiodivers Improv Nutr Health Life Qual*, *6*(2). P. 229–241. DOI: https://doi.org/10.15414/ainhlq.2022.0024.
5. Klymenko, S., Kucharska, A. Z., Sokół-Łętowska, A., Piórecki, N., Przybylska, D., Grygorieva, O. (2021a). Iridoids, flavonoids, and antioxidant capacity of *Cornus mas*, *C. officinalis,* and *C. mas* × *C. officinalis* fruits. Biomolecules, *11*. P. 776. DOI: https://doi.org/10.3390/biom11060776.
6. Klymenko, S.V., Ilyinska, A.P., Kustovska, A.V., Melnychenko, N.V. (2021b). California's endemic *Cornus sessilis* in Ukraine. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, *12*(1). P. 42–49. DOI: https://doi.org/10.15421/022107.
7. Levon, V., Grygorieva, O., Antoniewska-Krzeska, A., Fatrcová-Šramková, K., Zhurba, M. (2022). Variation of fruits morphometric parameters and iridoid content of *Lonicera caerulea* L. germplasm collection. *Agrobiodivers Improv Nutr Health*

Life Qual, *6*(2). P. 262–271. DOI: https://doi.org/10.15414/ainhlq.2022.0027.
8. Venediktova, T. B., Zaimenko, N. V., Skrypchenko N. V. (2024). Distribution of photosynthetic pigments and nitrate nitrogen in the leaves of non-traditional fruit crops as an indicator of the physiological state of plants under the conditions of joint cultivation. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, *8*(1). P. 77–88. DOI: https://doi.org/10.15414/ainhlq.2024.0009.
9. Zhurba, M. Y., Klymenko, S. V., Szot, I. (2021). Quality variation of fruits of species of the genus *Lycium* in Ukraine: A comparative morphological analysis. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, *12*(1). P. 14–19. DOI: https://doi.org/10.15421/022103.

ОЦІНКА ДЕЯКИХ ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СТРЕСОСТІЙКОСТІ ТРАНСГЕННИХ РОСЛИН ТЮТЮНУ (*NICOTIANA TABACUM* L.) ЗА УМОВ ВОДНОГО ДЕФІЦИТУ

Алла Г. Комісаренко,Світлана І. Михальська
Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, м. Київ, Україна
E-mail: allakomisarenko2017@gmail.com;
ORCID ID: 0000–0003–2081–4055, 0000–0002–6644–5921

Анотація.

Культивування вихідних сортів і насіннєвого покоління (Т2) трансгенних рослин тютюну в умовах стресового навантаження дозволило проаналізувати рівень їхньої толерантності та опосередковано оцінити експресію інтродукованого гена. Показано, що зміни вмісту вільного L*-проліну (Pro) відображають фізіологічний стан рослин. Встановлено кореляцію між акумуляцією Pro та підвищеною осмостійкістю Т2 рослин тютюну.*

Ключові слова: *генетично модифіковані рослини, осмотичний стрес, толерантність, проліндегідрогеназа, пролін.*

EVALUATION OF SOME PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL INDICATORS OF STRESS RESISTANCE OF TRANSGENIC TOBACCO PLANTS (*NICOTIANA TABACUM* L.) UNDER CONDITIONS OF WATER DEFICIT

Alla H. Komisarenko, Svitlana I. Mykhalska
Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
E-mail: allakomisarenko2017@gmail.com;
ORCID ID: 0000–0003–2081–4055, 0000–0002–6644–5921

Abstract.

Cultivation of initial varieties and the seed generation (T2) of transgenic tobacco plants under stress conditions allowed for the analysis of their tolerance level and indirect assessment of the expression of the introduced gene. It was shown that changes in the content of free L-proline (Pro) reflect the physiological state of the plants. A correlation between Pro accumulation and enhanced osmotic stress tolerance in T2 tobacco plants was established.

Keywords: *genetically modified plants, osmotic stress, tolerance, proline dehydrogenase, proline.*

Вступ. На сьогодні стратегії селекції переважно спрямовані на задоволення потреб зростаючого населення світу та подолання негативних наслідків кліматичних змін, що становлять серйозний виклик для рослинництва та продовольчої безпеки. Селекціонери повинні впроваджувати інноваційні методи, щоб досягти поєднання високої врожайності зі стійкістю до абіотичних стресів у важливих сільськогосподарських культурах. Тому останні наукові досягнення скеровані на розробку продуктивних методів, які направлені на дослідження геному рослин для покращення їх толерантності (Raza et al., 2019; Esmaeili et al., 2019; Rivero et al., 2022).

Наразі гени, що реагують на стрес, можуть бути введені та експресовані в різних видах культурних рослин за допомогою *Agrobacterium*-опосередкованої трансформації. Цей процес спричиняє молекулярні, біохімічні та фізіологічні зміни, спрямовані на покращення росту, розвитку та врожайності рослин за стресових умов. Методами генетичної інженерії можна не тільки вводити в організм новий чужорідний ген, але й заблокувати, послабити або навпаки підсилити дію природного гена (Dubrovna et al., 2022; Kumar et al., 2020).

Для підвищення стійкості рослин використовують окремі гени, які контролюють біохімічні процеси, безпосередньо індуковані фактором стресу. Це стосується і зміни метаболізму в трансгенних рослин (Kapoor et al., 2020). Відомо, що в рослинах за умов тривалого водного дефіциту відбувається накопичення сумісних, низькомолекулярних осмолітів, таких як поліоли/цукри, онієві сполуки та певні амінокислоти, які слугують осморегуляторами або осмопротекторами. До їх складу відноситься і пролін, підвищений рівень якого в рослині, під час впливу стресу, асоціюють з ослабленням негативних фізіологічних ефектів (Meena et al., 2019; Ghosh et al., 2022).

Як основна стратегія захисту і виживання рослин в умовах абіотичного стресу часто розглядається метаболічна акліматизація через збільшення кількості Pro. Численні дослідження пов’язані з його акумуляцією в рослинах із наміром поліпшення стрес-стійкості, й в тому числі толерантності до відсутності води та засолення, високої і низької температури, забруднення атмосфери тощо. Проте погляди щодо біологічної функції цієї амінокислоти та ролі окремих генів у регуляції її метаболізму мають розбіжність і залишаються дискусійними (Dubrovna et al., 2022; Roosens et al., 2002).

Концентрацію вільного L-проліну в рослинній клітині можна підвищити

збільшенням синтезу або зниженням його руйнування. Ключовими ферментами синтезу Pro є дельта-1-пірролін-5-карбоксилатсинтетаза (P5CS) та орнітин-δ-амінотрансфераза (OAT), а катаболізму – проліндегідрогеназа (PDH**)**. Для підвищення рівня акумуляції Pro застосовуються такі стратегії, як додаткове введення копій кДНК, відповідальних за його синтез та часткова супресія ендогенних генів катаболізму проліну (Dubrovna et al., 2022).

Експресія гомологічних копій генів синтезу та катаболізму Pro може відбуватися диференційно, як у відповідь на дію різних стресорів, так і при відновленні після стресу. Що стосовно генів проліндегідрогенази (*pdh*) рослин то відомо, що їх експресія регулюється на транскрипційному рівні де- та регідратацією, а також ендогенним рівнем L-проліну. У відповідь на стрес відбувається зменшення кількості мРНК та її накопичення після стресу (Dubrovna et al., 2024).

У зв´язку з поліфункціональністю та різницею в експресії генів метаболізму *Pro* доцільно проаналізувати ефективність їх використання для отримання біотехнологічних рослин з підвищеним рівнем стійкості до осмотичних стресів. Аналіз трансгенних рослин тютюну показав, що при спробі збільшення акумуляції вільного L-проліну генно-інженерними методами, у деяких випадках спостерігається кореляція між вмістом *Pro* та підвищенням рівня стійкості трансгенних рослин, в інших така залежність прослідкується слабо (Pospisilova et al., 2011; Servet et al., 2012). Взагалі введення в склад генетичних конструкцій цільових генів, які здатні збільшити в трансгенних рослинах синтез окремих речовин, що дозволить їм краще адаптуватись до стресових умов є перспективним напрямом досліджень.

На сьогодні розроблені різні методи трансформації, за допомогою яких передаються гени, що здатні посилювати синтез певних речовин. Доцільність їх використання визначається всебічним дослідженням трансгенних варіантів та їх насіннєвих поколінь згідно генетичним, фізіологічним, біохімічним і морфологічним показникам, оскільки інтегровані в геном трансгени можуть ставати епігенетично мовчазливими зразу ж, або ж через деякий період експресії в наступних поколіннях. Крім того, така подія має відношення не тільки до трансгенів, але й до гомологічних ним ендогенних генів (Dubrovna et al., 2022, 2024).

Метою роботи було дослідити вплив водного дефіциту на деякі фізіолого-біохімічні показники трансгенних рослин тютюну та їхніх вихідних сортів для оцінки адаптаційних механізмів стресостійкості

Матеріали і методи. Матеріалом для досліджень слугували нетрансформовані рослини та нащадки (Т2) трансгенного тютюну сортів Самсун і Дюбек. Генетично змінені форми були отримані шляхом *Agrobacterium*-опосередкованої трансформації *in vitro* з використанням штаму *LBA*4404, що несе бінарний вектор pBi2E з дволанцюговим РНК-супресором гена проліндегідрогенази *Arabidopsis thaliana*, який складається з інвертованого повтору фрагментів двох копій першого екзона та інтрона гена *pdh.* Розположення елементів гена проліндегідрогенази в антисенсовій орієнтації призводить до пригнічення його експресії шляхом посттранскрипційного

сайленсингу РНК. Окрім цільового гена векторна конструкція містить селективний ген неоміцинфосфотрансферази (*nptII*) *E. coli*, який визначає стійкість до антибіотику канаміцин сульфату.

Рівень стійкості до водного дефіциту насіннєвого покоління генетично модифікованих рослин та їх вихідних форм встановлювали шляхом пророщування насіння та культивування проростків *in vitro* з додаванням до живильного середовища МС кінцевих концентрацій маніту 0,5–0,8 М. Як контроль слугувало середовище, що не містило непроникаючий осмотик маніт. Аналізували швидкість проростання насіння, кількість отриманих проростків, їх довжину та відсоток виживання шляхом вирощування в умовах штучно модельованого водного дефіциту протягом трьох тижнів. Крім того на початковому етапі (до стресу) та по закінченню його терміну в генетично змінених і контрольних варіантах тютюну визначали вміст вільного L-проліну за методикою Чинард із модифікаціями, що ґрунтується на утворенні забарвленого продукту взаємодії Pro з нінгідриновим реактивом (Dubrovna et al., 2022). Рівень вільного L-проліну встановлювали в середньому із шести рослин кожного досліджуваного варіанту.

Результати та обговорення. Тютюн є цінним модельним об’єктом як для розробки способів генетичної трансформації, так і для вивчення функціонування перенесених генів в новому генетичному оточенні рослини-реципієнта. Це на сам перед пов’язане з його характеристиками культивування, що дозволяють з однієї сторони швидко регенерувати рослини, з іншої отримати стабільні скоро відтворювані результати.

Для генетичної трансформації сортів тютюну нами застосовувався універсальний протокол багатофакторного експерименту, який включав наступні етапи: добір сортів та векторної конструкції, добір компетентних експлантатів, регенерацію рослин, селекцію трансформантів за маркерним і цільовим генами, дослідження експресії гена інтересу та успадкування набутої ознаки в насіннєвих поколіннях.

У подальшому аналізували частоту інтеграції генів та їх складових (елементів векторної конструкції) у трансгенних рослин-регенерантів тютюну (Т0). Так частота вбудовування селективного гена складала 100% (рис. 1, а).

Наявність екзону гена проліндегідрогенази *Arabidopsis thaliana* також була встановлена в усіх досліджуваних варіантах (рис. 2, б), але в 2-х зразках не було ідентифіковано фрагменту цільового гена інтрону *pdh* (рис. 1, в). У підсумку полімеразна ланцюгова реакція продемонструвала високий рівень інтеграції селективного гена, при цьому частота вбудовування повної копії Т-ДНК складала 98%.

При отриманні генетично модифікованих рослин необхідною умовою є тестування збереження/успадкування набутої ознаки протягом ряду поколінь, це пов’язане з нестабільністю перенесення рекомбінантних молекул, яке може стати джерелом мутаційних змін трансгенних рослин і проявитися в нащадків. З огляду на це доказом успішно проведеної трансформації буде стабільна експресія інтегрованих генів у наступних поколіннях, що в нашому випадку визначається підвищеним рівнем стійкості біотехнологічних рослин до

осмотичних стресів. До того ж такий спосіб добору трансформованого матеріалу (за дії водного дефіциту) дозволяє анулювати необхідність ідентифікації маркерного гена.

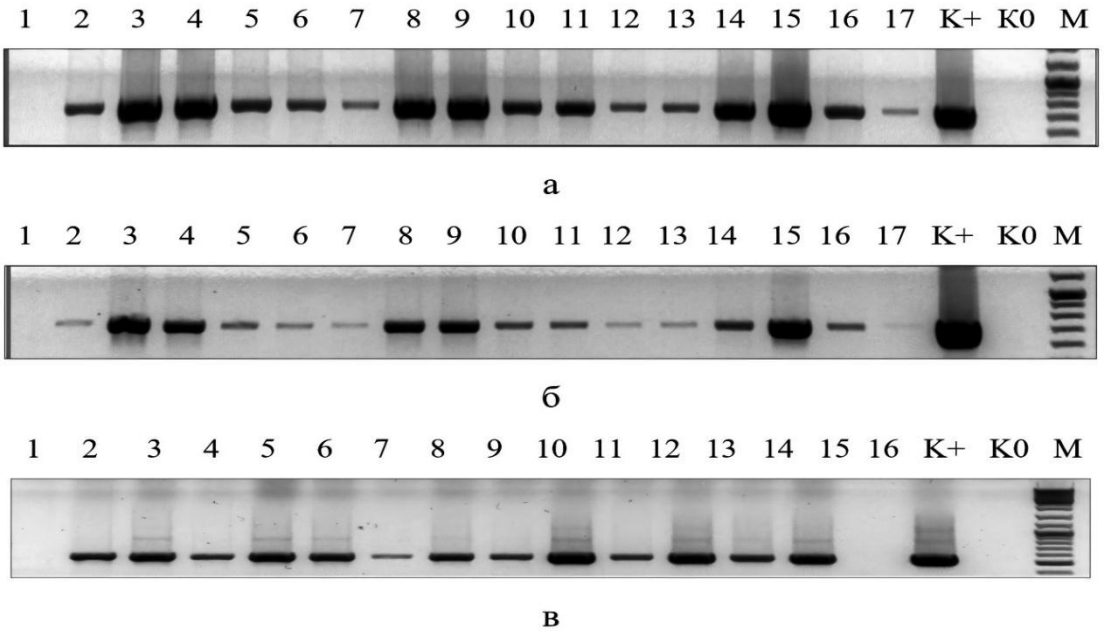

Рис. 1. Електрофореграми продуктів ампліфікації ДНК тютюну з праймерами на визначення генів: а – неоміцинфосфотрансферази (*npt*II); б – проліндегідрогенази *A. thaliana* (*pdh ex1*); в – проліндегідрогенази *A. thaliana* (*pdh int*). Доріжки: 1 – контроль Самсун; 2–17 – зразки ДНК тютюну; K+ – контроль позитивний; K0 – ТЕ буфер; M – Маркер молекулярної маси DNA Ladder Mix.

Культивування Т2 рослин тютюну в умовах стресового навантаження дає можливість оцінити експресію інтродукованого гена й зробити вибірку стійких варіантів, а також дослідити реакцію різних форм рослин на стрес та проаналізувати їх фізіологічний стан. Хоча доза стрес моделюючого компоненту та тривалість штучно модельованого стресу не була летальною і затяжною, суттєва різниця між досліджуваними варіантами рослин спостерігалась вже у період проростання насіння (рис. 2, а).

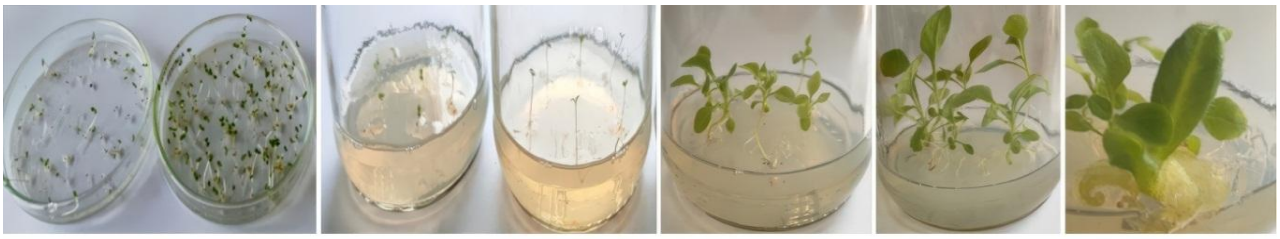

Рис. 2. Проростання насіння (а) та культивування проростків (б) і рослин (в) вихідної форми та Т2 тютюну (зліва на право) за умов осмотичного стресу протягом 10 (б) й 20 (в) діб. Явище вітрифікації (скловидності) у проростків вихідної форми (г).

Як видно із рисунка концентрація 0,5 М маніту в поживному середовищі негативно впливала на швидкість і відсоток проростання насіння в аналізованих форм рослин. Трансгенні варіанти мали кращий результат по досліджуваних фізіологічних показниках на відміну від контрольних, де взагалі були виявлені поодинокі випадки проростання насіння, до того ж із великим затриманням. Зменшення кількості насіння біотехнологічних рослин, що проросло в жорстких стресових умовах, може свідчити про різний рівень функціональності трансгена або його інактивацію.

Дефіцит води більшою мірою впливав на вихідні сорти, що відображалось на їх ростових параметрах (рис. 2, б і в). Вони не тільки мали коротшу надземну частину порівняно з генетично модифікованими формами, але й демонстрували нижчі показники росту відносно варіантів, вирощених у сприятливих умовах без стресового впливу.

Підвищення в поживному середовищі концентрації непроникаючого осмотика маніту до 0,8 М не тільки згубно впливало на проростання насіння, а й гальмувало темпи росту проростків і зменшувало відсоток виживання генетично змінених рослин. Крім того серед вихідних форм на стресовому фоні спостерігалось небажане явище вітрифікації (скловидності), яке пригнічувало їх ріст та розвиток (рис. 2, г).

По закінченню терміну культивування на стресовому фоні показник виживання генетично модифікованих проростків складав 85%, тоді як нетрансгенних близько 30%. Щодо біотехнологічних форм тютюну то зменшення відсотку виживання за стресових умов може бути пов’язано з низьким рівнем експресії чужорідного гена.

Проведені нами виміри довжини надземної частини показали суттєві переваги на користь трансгенних нащадків. Вони вдвічі випереджали контрольні варіанти. Після завершення терміну осмотичного стресу різниця за показником виживання між аналізованими формами рослин становила близько 50%.

Оцінка рівня стійкості Т2 рослин тютюну через вміст вільного L-проліну є класичним методом для дослідження стресостійкості рослин. Pro є важливим осмолітом, який накопичується в рослинах під час стресових умов, зокрема осмотичного стресу, і допомагає підтримувати стабільність клітинних структур та функцій, знижуючи осмотичний тиск, тим самим захищаючи клітини від пошкоджень. Рівень стійкості Т2 рослин тютюну також оцінювали шляхом порівняння середніх значень вмісту вільного L-проліну за умов нормального культивування та після 21 дня осмотичного стресу. Зміни рівня Pro у трансгенних варіантах аналізували відносно контрольних рослин (рис. 3)

Так, за оптимальних умов вирощування Т2 проростки обох досліджуваних сортів тютюну характеризувались вищим показником вмісту вільного L-проліну, в порівнянні з вихідними формами, в середньому в 2 рази. За тривалості модельованого водного дефіциту рівень цього осмоліта підвищувався в усіх досліджуваних типів рослин. Після завершення періоду осмотичного стресу незначна відмінність в акумуляції Pro спостерігалася між Т2 варіантами, при цьому вона була достовірна між ними та їх вихідними генотипами. Хоча в нащадків біотехнологічних рослин він зростав у середньому приблизно в два

рази, на відміну вихідної форми, де пролін збільшувався в середньому майже в три рази, значення його в останніх було меншим на 34%. Напевно підвищений вміст вільного L-проліну в трансгенних форм у нормі пом'якшив наслідки впливу стресу і якраз такий рівень амінокислоти оптимальний для підтримки осмотичного статусу всього організму аналізованих типів рослин.

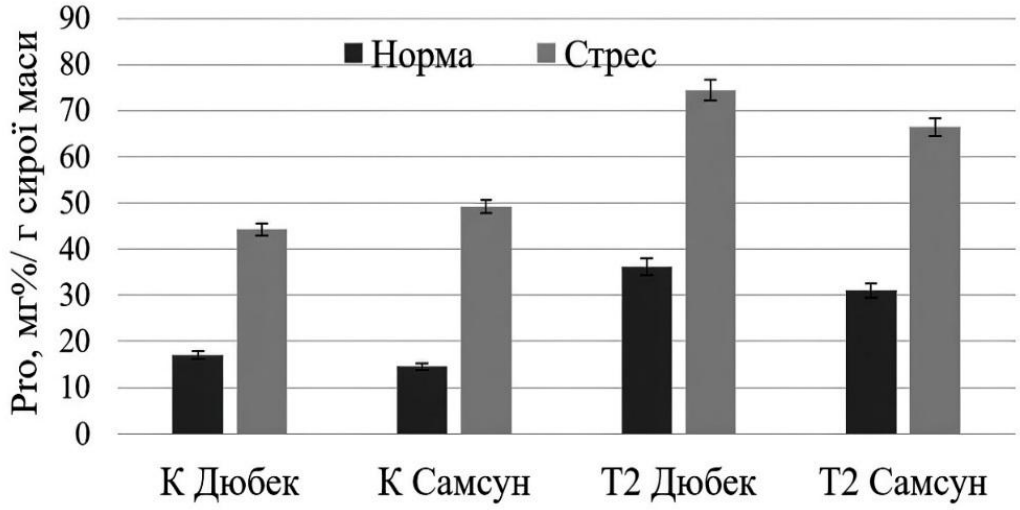

Рис. 3. Вміст вільного L-проліну в контрольних – К (вихідна форма) та в трансгенних – Т2 рослинах тютюну за нормальних умов культивування та осмотичного стресу.

Висновки. Створені умови гарантованого добору рослин тютюну з стабільною експресією трансгенів. Встановлено успадкування ознаки стійкості в нащадків генетично змінених рослин тютюну. Т2 рослини характеризувалися кращими результатами по досліджуваних фізіологічних показниках та підвищеним рівнем вільного L-проліну в умовах норми/стресу. Доведено, що зміни вмісту Pro можуть характеризувати фізіологічний стан рослинних організмів. Отже, результати наших досліджень можуть бути використані для створення сільськогосподарських культур з підвищеною стійкістю до абіотичних стресів.

Література

1. Dubrovna, O. V., Mykhalska, S. I., & Komisarenko, A. G. (2024). Improvement of economic and useful characters of wheat using RNA interference technology. *Regulatory Mechanisms in Biosystems.* Vol. 15. № 1. P. 10–23. DOI: https://doi.org/10.15421/022402.
2. Dubrovna,O. V., Mykhalska, S. I., & Komisarenko A. G. (2022). Using proline metabolism genes in plant genetic engineering. *Cytology and Genetics***.** Vol. 56. № 4. P**.** 361–378. DOI: https://doi.org/10.3103/S009545272204003X.
3. Esmaeili, N., Shen, G., & Zhang H. (2022). Genetic manipulation for abiotic stress resistance traits in crops. *Frontiers Plant Science.* Vol. 13. P. 1011985. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1011985.

4. Ghosh, U. K., Islam, M. N., Siddiqui, M. N., Cao, X., & Khan, M. A. R. (2022). Proline, a multifaceted signalling molecule in plant responses to abiotic stress: understanding the physiological mechanisms. *Plant Biology*. Vol. 24. No 2. P. 227–239. DOI: https://doi.org/10.1111/plb.13363.
5. Kapoor, D., Bhardwaj, S., Landi, M., Sharma, A., Ramakrishnan, M., & Sharma, A. (2020). The impact of drought in plant metabolism: how to exploit tolerance mechanisms to increase crop production. *Applied Sciences.* Vol. 10. No 16. P. 5692. DOI: https://doi.org/10.3390/app10165692.
6. Kumar, K., Gambhir, G., Dass, A. Tripathi, A. K., Singh, A., Jha, A. K., Yadava, P., Choudhary, M., & Rakshit, S. (2020). Genetically modified crops: current status and future prospects. *Planta.* Vol. 251. No 4. P. 91. DOI: https://doi.org/10.1007/s00425–020–03372–8.
7. Meena, M., Divyanshu, K., Kumar, S., Swapnil, P., Zehra, A., Shukla, V., Yadav, M., & Upadhyay, R. S. (2019). Regulation of L-proline biosynthesis, signal transduction, transport, accumulation and its vital role in plants during variable environmental conditions. *Heliyon.* Vol. 5. No 12. P. 02952. DOI: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02952.
8. Pospisilova, J., Haisel, D., & Vankova, R. (2011). Responses of transgenic tobacco plants with increased proline content to drought and/or heat stress. *AJPS*. Vol. 2. No 3. P. 318–324. DOI: http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2011.23036.
9. Raza, A., Razzaq, A., Mehmood, S. S., Zou, X., Zhang, X., Lv, Y., & Xu, J. (2019). Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: A review. *Plants.* Vol. 8. No 2. P. 34. DOI: https://doi.org/10.3390/plants8020034.
10. Rivero, R. M., Mittler, R., Blumwald, E., & Zandalinas, S. I. (2022). Developing climate resilient crops: improving plant tolerance to stress combination. *Plant J.* Vol. 109. No 2. P. 373–389. DOI: https://doi.org/10.1007/s00425–020–03372–8.
11. Roosens, N., Bitar, F., & Loenders, K. (2002). Overexpression of ornithine–aminotransferase increases proline biosynthesis and confers osmotolerance in transgenic plants. *Mol. Breed.* Vol. 9. No 2. P. 73–80. DOI: https://doi.org/10.1023/A%3A1026791932238.
12. Servet, C., Ghelis, T., Richard, L. Zilberstein, A., & Savoure, A. (2012). Proline dehydrogenase: a key enzyme in controlling cellular homeostasis. *Front Biosci*. Vol. 17. No 2.– P. 607–620. DOI: https://doi.org/10.2741/3947

ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ТА УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА У СЕРЕДНЬОСТИГЛИХ СОРТІВ ГОРОХУ

Віталій Г. Крижанівський
Уманський національний університет садівництва, Україна
E-mail: vitaliy.kryzhanovskiy.82@ukr.net;
ORCID. ID/0000–0001–9803–6893

Анотація.

Сорти гороху, створені оригінаторами та районовані в Україні, різні за своєю морфологією та біологією. Але, їх біологічні особливості у технологіях вирощування використані слабо і не в повній мірі. Тому, необхідними є дослідження із встановлення особливостей як росту, так і розвитку рослин гороху посівного, а також формування їх зернової продуктивності для їх подальшої реалізації у вдосконалених технологіях вирощування різних сортів. Кожен сорт гороху повинен мати досить високу адаптивну здатність. А це нам дозволяє відновлювати різні процеси метаболізму після дії стресових факторів до оптимального рівня, а це є особливо важливим у зв'язку із нестабільністю клімату та його змінами. Важливе місце у вирішенні цього надзвичайно складного і затратного питання належить посівному гороху.

Ключові слова*: адаптивна здатність, зернобобова культура, технологія вирощування.*

QUALITY INDICATORS AND GRAIN YIELD OF MID-SEASON PEA VARIETIES

Vitalii H. Kryzhanivskyi
Uman national university of horticulture, Ukraine
E-mail: vitaliy.kryzhanovskiy.82@ukr.net;
ORCID. ID/0000–0001–9803–6893

Abstract.

Pea varieties created by originators and zoned in Ukraine are different in their morphology and biology. However, their biological features in cultivation technologies are used poorly and not fully. Therefore, research is needed to establish the features of both growth and development of plants of field peas, as well as the formation of their grain productivity for their further implementation in improved technologies for growing different varieties. Each pea variety must have a sufficiently high adaptive capacity. And this allows us to restore various metabolic processes after the action of stress factors to the optimal level, which is especially important in connection with climate instability and its changes. An important place in solving this extremely complex and costly issue belongs to seed peas.

Keywords: *adaptive capacity, legume crop, cultivation technology.*

Вступ. Серед зернобобових культур найбільшого поширення має горох посівний, який характеризується високим рівнем екологічної пластичності. За останні роки посівні площі гороху в Україні зменшуються, що пов’язано з технологічними труднощами, розповсюдженням та складностями боротьби з шкідниками та проблемами при збиранні культури. В зв'язку з цим виникає необхідність проведення комплексного аналізу технології вирощування гороху з врахуванням нових розробок для подолання вищезгаданих проблем. При цьому необхідно розробляти й впроваджувати біологізовані елементи технології вирощування гороху, які базуються на врахуванні потенціалу врожайності районованих сортів, їх реакції на інокуляцію насіння азотфіксуючими препаратами, встановлення економічно обґрунтованих рівнів урожайності для певних ґрунтовокліматичних зон зерновиробництва. Тому важливе наукове та практичне значення має вдосконалення технології вирощування різних за генетичних потенціалом сортів гороху із застосуванням інокулянтів для обробки насіння перед сівбою для одержанням високих і якісних врожаїв культури.

Основним завданням для аграрного сектору України, є вирощування достатньої кількості зерна сільськогосподарських культур. Важливе місце у вирішенні цього надзвичайно складного і затратного питання належить посівному гороху (Акіншин, 2018). У значній мірі врожайність посівного гороху залежить від генетичного потенціалу сорту. Сорти гороху, створені оригінаторами та районовані в Україні, різні за своєю морфологією та біологією. Але, їх біологічні особливості у технологіях вирощування використані слабо і не в повній мірі (Бовкун, 2017). Тому, необхідними є дослідження із встановлення особливостей як росту, так і розвитку рослин гороху посівного, а також формування їх зернової продуктивності для їх подальшої реалізації у вдосконалених технологіях вирощування різних сортів (Волинець, 2019). Кожен сорт гороху повинен мати досить високу адаптивну здатність. А це нам дозволяє відновлювати різні процеси метаболізму після дії стресових факторів до оптимального рівня, а це є особливо важливим у зв’язку із нестабільністю клімату та його змінами (Гук, 2019).

Висока потенціальна урожайність гороху, стійкість до хвороб і шкідників гороху, високий збиральний коефіцієнт, типи росту стебла, дружне достигання зерна, стійкість до осипання, це все відноситься до основних властивостей гороху, які визначають його рівень адаптивності (Даценко, 2018). У сучасних сортів гороху, такі морфологічні ознаки, як ущільнення зони плодоношення, вусатість, короткі міжвузля, забезпечують досить високу стійкість рослин гороху до вилягання посівів і одночасного достигання усього зерна. Із появою безлисточкових сортів гороху, або так званого вусатого морфотипу, з'явилась хороша можливість для всіх виробників гороху розширити посівні площі (Жеребецький, 2019).

Матеріали і методи. Дослідження проводили на дослідному полі Уманського національного університету садівництва впродовж 2023–2024 рр. Дослід двохфакторний. Фактор А – середньостиглі сорти гороху посівного (*Pisum sativum* L.): Стабіл, Есо та Профіт. Фактор В – оброблення насіння: контроль (обробка водою), інокуляція Ризобофітом (Rhizobium, штам 261-Б, титр

бульбочкових бактерій 5–6 млрд./мл) – 0,5 л/т, обробка АКМ (0,3 л/т) + Ризобофіт (0,5 л/т). Досліди закладали та обробляли одержані результати згідно спеціальних методик та методики дослідної справи.

Результати та обговорення. При вирощуванні різних сортів гороху, важливо досягти не тільки високої урожайності зерна, але й високих показників його якості. Якість зерна в гороху змінюється під впливом біологічних особливостей сорту. Проведені дворічні дослідження впродовж 2023–2024 рр., свідчать про те, що у всіх середньостиглих сортів гороху, які ми вивчали, вміст білка (протеїну) був досить високим, на рівні 22,2–24,7%. Про те, найнижчий вміст протеїну спостерігався у середньостиглих сортів гороху Баритон – 22,2% і Стартер – 22,4%, що є менше ніж на сорті-контролі Готівський на 0,5% та 0,3%. У середньостиглих сортів гороху Стабіл, Есо та Профіт спостерігався найвищий вміст білка, який становив відповідно в межах 24,7%, 24,0% і 23,6%. Приріст білка порівняно із сортом-контролем у цих сортів становив відповідно +2,0%, +1,3% та +0,9%. Отже, всі середньостиглі сорти гороху представлені нами для вивчення, характеризувались підвищеним вмістом білка, а саме понад 22%. Максимальний показник вмісту протеїну у середньостиглих сортів гороху впродовж дворічних досліджень (2023–2024 рр.), становив – 24,7%, Таким чином, вирощування середньостиглих сортів гороху Готівський контроль (ННЦ «Інститут землеробства УААН» спільно із Осева Ексімпо Прага с.р.о.), Есо (Selgen a.c.), Стартер (Lembke KG), Стабіл (Saatbau), Профіт (Limagrain), Баритон (Заатен-Юніон ГмбХ) в умовах Правобережного Лісостепу забезпечує отримання високих врожаїв зерна із високими показниками якості, зокрема вмістом протеїну понад 22,2%.

Важливим резервом для підвищення продуктивності рослин гороху є реалізація потенційної урожайності зерна сортів, за допомогою покращення технологічних елементів при вирощуванні. Як свідчать дані наших дворічних досліджень, за 2023–2024 р.р,, у всіх середньостиглих сортів гороху є потенціал для підвищення урожайності до рівня 6,0–7,5 т/га., але кліматичні умови років досліджень, також вносили свої корективи. Врожайність у середньостиглих сортів гороху змінювалась залежно від їх біологічних особливостей. Так, за роки проведення досліджень вона в межах досліду коливалася від 4,11 до 4,57 т/га. В середньому за два роки, на контрольному варіанті, середньостиглому сорті гороху Готівський, спостерігалася найнижча урожайність – 4,11 т/га. Найвища врожайність серед середньостиглих сортів гороху була відмічена у сортів Стабіл, Стартер та Профіт, і вона становила відповідно 4,57 т/га, 4,54 т/га та 4,49 т/га., що більше ніж у сорту-контролю Готівський відповідно на 0,46 т/га, 0,43 т/га і 0,38 т/га, або на 11,2%, 10,5% та 9,3%. Сорти гороху Есо і Баритон мали дещо менші показники урожайності, але вони також були високим і становили відповідно 4,35 т/га та 4,28 т/га., або на 5,8% та 4,1%. Отже, в Правобережному Лісостепу за продуктивністю виділилися всі середньостиглі сорти гороху, які вивчалися.

Висновки. На підставі проведених досліджень всі середньостиглі сорти гороху представлені нами для вивчення, характеризувались підвищеним вмістом білка, а саме понад 22%. У середньостиглих сортів гороху Стабіл, Есо та Профіт

спостерігався найвищий вміст білка, який становив відповідно 24,7%, 24,0% і 23,6%. Приріст білка порівняно із сортом-контролем у цих сортів становив відповідно +2,0%, +1,3% та +0,9%. Найвища врожайність серед середньостиглих сортів гороху була відмічена у сортів Стабіл, Стартер та Профіт, і вона становила відповідно 4,57 т/га, 4,54 т/га та 4,49 т/га., що більше ніж у сорту-контролю Готівський відповідно на 0,46 т/га, 0,43 т/га і 0,38 т/га, або на 11,2%, 10,5% та 9,3%. Сорти гороху Есо і Баритон мали дещо менші показники урожайності, але вони також були високим і становили відповідно 4,35 т/га та 4,28 т/га, або на 5,8% та 4,1%.

Література

1. Акіншин В. Г. (2018). Агрономічний потенціал і перспективи гороху. *Фізіологія рослин.* Том. 49, № 4. С. 98–115.
2. Бовкун І. В. (2017). Особливості формування продуктивності гороху в регіоні Полісся. *Агропромислове виробництво Полісся.* Вип. 10. С. 44–49.
3. Волинець І. І. (2019). Генетичні кореляції врожайності гороху із селекційними індексами в стресових умовах середовища. *Селекція і насінництво.* № 5. С. 34–37.
4. Гук. В. В. (2019). Прояви модифікаційної здатності генотипів гороху лісостепового та поліського екотипів. *Селекція і насінництво.* Вип. 109. С. 78–89.
5. Даценко Г. О. (2018). Фіксація молекулярного азоту у кореневій зоні перспективних вітчизняних сортів гороху. *Сільськогосподарська мікробіологія.* Вип. 14. С. 183–194.
6. Жеребецький Є. Р. (2019). Формування адаптивних біоценетичних зв'язків у фітоценозах гороху в умовах лісостепового та полісько-лісостепового екотипів. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин.* № 4–6. С. 56–62.

КОРЕЛЯЦІЙНИЙ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ІНДЕКСУ ЛІНІЙНОЇ ЩІЛЬНОСТІ КОЛОСА З ЕЛЕМЕНТАМИ ПРОДУКТИВНОСТІ У ПОПУЛЯЦІЙ $F_{2–4}$ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ

Микола В. Лозінський, Сергій В. Зінченко, Майя О. Самойлик,
Галина Л. Устинова, Олександра О. Філіцька, Анатолій І. Юрченко,
Білоцерківський національний аграрний університет, Україна
E-mail: maiiasamoilyk1983@gmail.com;
ORCID ID 0000–0002–6078–3209

Анотація.

В умовах дослідного поля НВЦ Білоцерківського НАУ в 2022–2024 рр. досліджували популяції $F_{2–4}$ пшениці м'якої озимої отримані від схрещування батьківських форм різних екотипів. Визначали показники індексу лінійної щільності колоса та його кореляційний взаємозв'язок з елементами структури врожайності. Впродовж трьох років у популяцій $F_{2–4}$ встановили прямий сильний і дуже сильний, близький до функціонального кореляційний взаємозв'язок індексу лінійної щільності з кількістю зерен головного колоса ($r = 0,818…r = 0,905$) і значний з масою зерна колоса ($r = 0,555…r = 0,625$).

Ключові слова: *комбінації схрещування, вихідні форми, внутрішньо популяційна мінливість, кількість колосків, кількість зерен, маса зерна головного колоса.*

CORRELATION OF THE LINEAR SPIKELET DENSITY INDEX WITH PRODUCTIVITY ELEMENTS IN $F_{2–4}$ POPULATIONS OF SOFT WINTER WHEAT

Mykola V. Lozinskyi, Sergiy V. Zinchenko, Maiia O. Samoilyk, Halyna L. Ustynova,
Oleksandra O. Filitska, Anatolii I. Yurchenko,
Bila Tserkva National Agrarian University, Ukraine
E-mail: maiiasamoilyk1983@gmail.com;
ORCID ID 0000–0002–6078–3209

Abstract.

In the experimental field of the Bila Tserkva National Scientific Research Center in 2022–2024 populations of $F_{2–4}$ winter wheat obtained from crossing parental forms of different ecotypes were studied. The linear density of the ear and its correlation with the elements of the yield structure were determined. During three years in $F_{2–4}$ populations, a direct strong and very strong, close to functional, correlation of linear density with the number of grains of the main spike ($r = 0.818...r = 0.905$) and a reliable one with the weight of grains per spike ($r = 0.555...r = 0.625$) was established.

Keywords: *crossing combinations, initial forms, intra-population variability, number of ears, number of grains, grain weight of the main ear.*

Вступ. Пшениця м’яка озима займаючи провідне місце в Україні є головною зерновою та найважливішою продовольчою культурою світу (Назаренко та ін., 2023; Самойлик & Лозінський, 2023; Hongjie et al., 2019) з різноманітним використанням продуктів харчування виготовлених з її зерна.

Для підвищення і стабілізації врожайності зерна пшениці важливим є створення високопродуктивних сортів адаптованих до тих чи інших ґрунтово-кліматичних умов вирощування (Бурденюк-Тарасевич та ін., 2015; Egamov et al., 2021) з якомога більшим поєднанням в генотипі кількісних господарсько цінних ознак і властивостей, що дасть можливість отримати високі врожаї і високоякісне зерно (Хоменко та ін., 2017).

Основою у створенні високопродуктивних сортів пшениці м’якої озимої є розкриття генетичної природи її ознак та вдосконалення методів добору на ранніх етапах селекційної роботи (Batashova et al., 2020; Лозінський та ін., 2021; Орлюк, 2001) і пошук ефективних методів для оцінки та добору цінних рекомбінантів з урахування лімітуючих факторів навколишнього середовища.

Ефективним методом оцінки вихідного матеріалу є використання селекційних індексів, до складу яких входять два і більше кількісних показників (Лозінський & Грабовський, 2019). Перевага за використання в селекції і доборах індексів полягає в можливості оцінювати селекційний матеріал не за однією, а за певною кількістю ознак, які взаємопов’язані з елементами продуктивності (Чугрій та ін., 2020; Рибалка та ін., 2021).

Матеріали і методи. У 2022–2024 рр. в умовах дослідного поля навчально виробничого центру Білоцерківського НАУ досліджували популяції $F_{2–4}$ пшениці м’якої озимої отримані від схрещування батьківських компонентів різних екотипів: Варвік / Царівна, Варвік / Либідь, Богемія / Либідь, Вебстер / Царівна, Колос миронівщини / Царівна, Мирлена / Царівна, Мирлена / Либідь, Дріада 1 / Перлина лісостепу, Служниця одеська / Царівна, Служниця одеська / Либідь. Біометричний аналіз селекційного матеріалу проводили за середнім зразком 25 рослин у триразовій повторності відповідно до загальноприйнятих методик (Ткачик та ін., 2016).

Взаємозв’язок між ознаками встановлювали за Ю. Л. Гужовим (1987): $r < 0,3$ – зв’язок між ознаками слабкий, $0,3 < r < 0,5$ – помірний, $0,5 < r < 0,7$ – значний, $0,7 < r < 0,9$ – сильний, $r > 0,9$ – дуже сильний, близький до функціонального.

Результати та обговорення. В наших дослідженнях використано загальновідомий індекс лінійної щільності – відношення кількості зерен головного колоса до його довжини, який запропонував В. М. Тищенко (2002). Встановлено, що залежно від походження популяцій другого покоління середні показники індексу склали від 4,4 (Варвік / Либідь) до 7,6 – Служниця одеська / Царівна. У батьківських форм визначили показники індексу в 2022 р. на рівні 5,0–6,0. Мінливість індексу лінійної щільності колоса у досліджуваних популяцій склала від 1,4 (Дріада 1 / Перлина лісостепу) до 4,5 (Мирлена / Царівна), а у батьківських форм внутрішньо сортова варіабельність індексу встановлена від 0,9 (Мирлена) до 1,5 (Царівна, Перлина лісостепу).

У популяцій F_2 визначили дуже сильний, близький до функціонального

кореляційний взаємозв'язок індексу лінійної щільності колоса з кількістю зерен головного колоса – r = 0,905 (рис. 1).

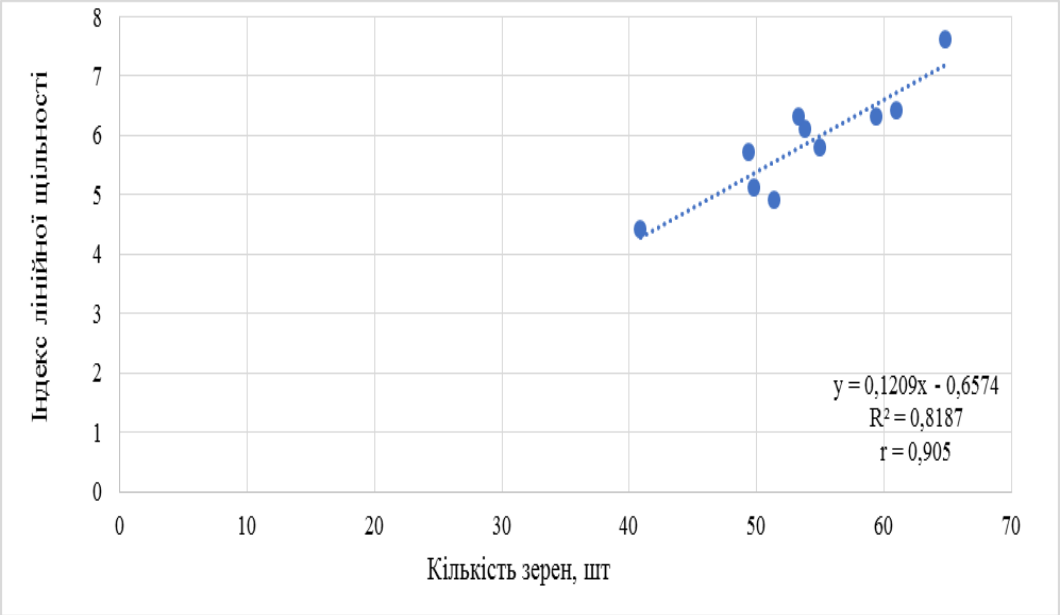

Рис. 1. Кореляційний взаємозв'язок індексу лінійної щільності колоса з кількістю зерен головного колоса

На рівні значного встановлено кореляційний взаємозв'язок індексу лінійної щільності колоса з: кількістю колосків (r = 0,564) і масою зерна головного колоса (r = 0,555) (рис. 2).

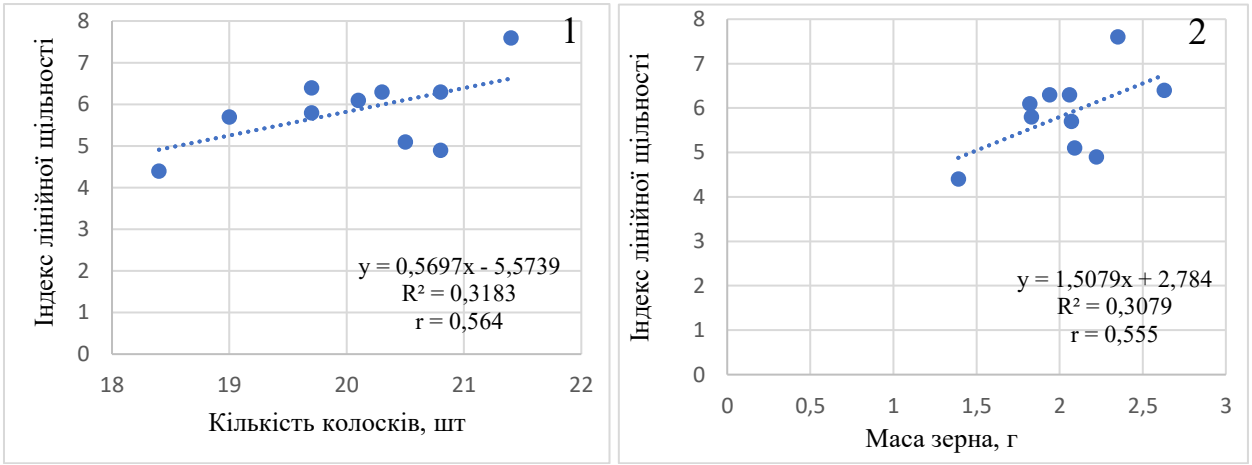

Рис. 2. Кореляційний взаємозв'язок індексу лінійної щільності колоса з кількістю колосків (1) і масою зерна головного колоса (2)

У популяцій третього покоління (2023 р.) середній індекс лінійної щільності колоса змінювався від 4,4 (Варвік / Либідь) до 6,5 (Служниця одеська / Царівна) за показників у вихідних форм 4,6–6,5. Розмах мінливості індексу лінійної щільності колоса у популяцій склав від 1,6 (Варвік / Либідь, Мирлена / Либідь) до 4,6 (Дріада 1 / Перлина лісостепу *eritrospermum*). Мінливість у вихідних форм варіювала від 1,4 (Варвік, Вебстер) до 2,8 (Служниця одеська).

Між індексом лінійної щільності колоса і кількістю зерен встановлено у популяцій третього покоління прямий сильний (r = 0,818) кореляційний

взаємозв'язок і значний (r = 0,625) з масою зерна головного колоса (рис. 3). Середній індекс лінійної щільності колоса популяцій четвертого покоління (2024 р.) змінювався від 4,8 (Варвік / Либідь, Дріада 1 / Перлина лісостепу *lutescens*) до 7,5 – Служниця одеська / Либідь за показників у батьківських форм 4,9–5,9.

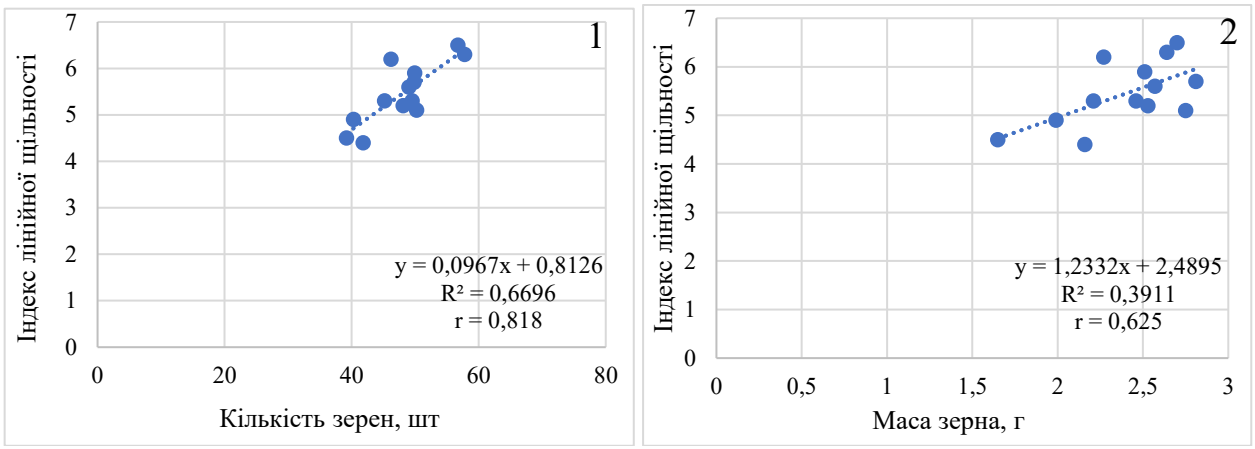

Рис. 3. Кореляційний взаємозв'язок індексу лінійної щільності колоса з кількістю зерен (1) і масою зерна головного колоса (2)

Внутрішньо популяційна варіабельність індексу лінійної щільності колоса склала від 1,3 (Дріада 1 / Перлина лісостепу *eritrospermum 1*) до 3,2 (Служниця одеська / Царівна), а внутрішньо сортова батьківських форм від 0,7 (Варвік) до 3,8 – Колос Миронівщини. Встановлено пряму сильну (r = 0,823) і значну (r = 0,625) кореляційну взаємозалежність індексу лінійної щільності колоса з кількістю зерен колоса і масою зерна відповідно (рис.4).

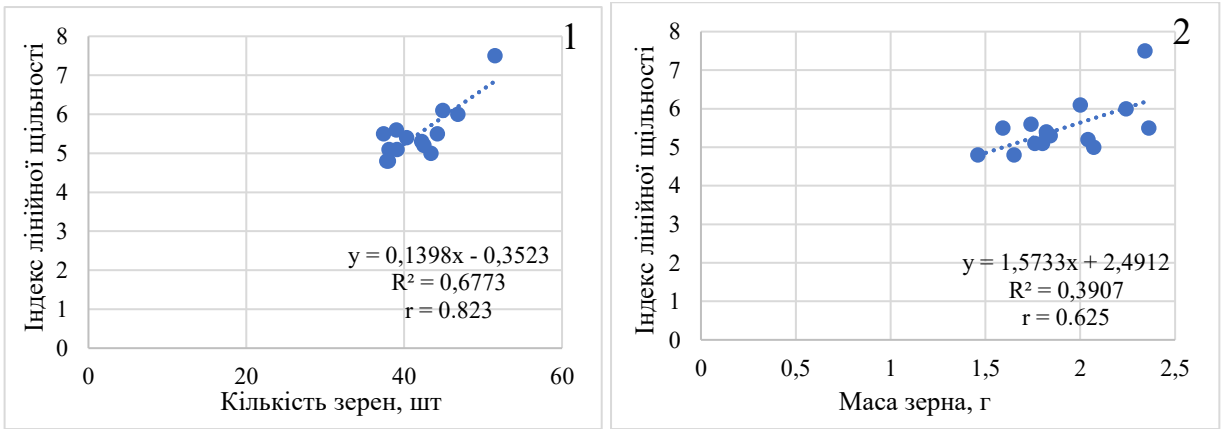

Рис. 4. Кореляційний взаємозв'язок індексу лінійної щільності колоса з кількістю зерен (1) і масою зерна головного колоса (2)

Висновки. В роки досліджень у популяцій $F_{2–4}$ пшениці м'якої озимої встановили прямий сильний і дуже сильний, близький до функціонального кореляційний взаємозв'язок індексу лінійної щільності з кількістю зерен головного колоса (r = 0,818…r = 0,905) і значний з масою зерна колоса (r = 0,555…r = 0,625), що необхідно враховувати використовуючи у доборах перспективних рекомбінантів пшениці.

Література

1. Batashova, M. Y., Tyshchenko, V. M., Dubenets, M. V., & Shapochka, O. M. (2020). Особливості застосування селекційних індексів в розрізі селекційної програми пшениці озимої. *Faktori eksperimental'noi evolucii organizmiv*. № *27*. С. 35–40.
2. Бурденюк-Тарасевич, Л. А., Лозінський, М. В., &Дубова, О. А. (2015). Особливості формування довжини стебла у селекційних номерів пшениці озимої залежно від їх генотипів та умов вирощування. *Агробіологія*. №1. С. 11–15.
3. Hongjie, L., Timothy, D. M., McIntoshc, R.A., & Yang, Z. (2019). Breeding new cultivars for sustainable wheat production. *The Crop Journal*. №7 (6). P. 715–717. doi: 10.1016/j.cj.2019.11.001
4. Egamov, I. U., Siddikov, R. I., Rakhimov, T. A., & Yusupov, N. K. (2021). Creation of high-yielding winter wheat varieties with high yield and grain quality suitable for irrigated Conditions. *International Journal of Modern Agriculture*. №10 (2). P. 2491–2506.
5. Лозінський, М. В., & Грабовський, М. Б. (2019). Використання селекційних індексів для оцінки різних за походженням генотипів пшениці м'якої озимої. *Frontiers in Plant Science*. № 10. 1603 с.
6. Лозінський, М. В., Устинова, Г. Л., Гуцалюк, Н. В., Крицька, М. О., Прелипов, Р. А., & Бакуменко, О. Ю. (2021). Трансгресивна мінливість кількості зерен головного колосу у популяціях F_2 за гібридизації різних за скоростиглістю сортів пшениці. *Агробіологія*. № 2 (167). С. 95–105.
7. Назаренко, М. М., Іжболдін, О. О., & Позняк, В. В. (2023). Особливості реалізації потенціальної продуктивності та якості зерна сортів пшениці озимої. *Аграрні інновації*. № 17. С. 178–181.
8. Орлюк, А. П. (2001).Трансгресивна мінливість та її використання у селекції пшениці. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть.* С. 454–458.
9. Рибалка, О. І., Поліщук, С. С., & Моргун, Б. В. (2021). Генетичні основи створення толерантних до посухи сортів злакових культур. *Селекція зернових та зернобобових культур в умовах змін клімату: напрями і пріоритети.* Одеса: СГІ – НЦНС. С. 26–31.
10. Самойлик, М. О., & Лозінський, М. В. (2023). Особливості успадкування в F_1 і трансгресивна мінливість в популяцій F_2 маси зерна з головного колоса за схрещування пшениці м'якої озимої різних екотипів. *Аграрні інновації*. № 22. С. 154–161.
11. Ткачик, С. О., Лещук, Н. В., & Присяжнюк, О. І. (2016). Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина. Український інститут експертизи сортів рос-лин. 4-те вид. Вінниця, 120 с.
12. Хоменко, С. О. та ін. (2017). Адаптивний потенціал вихідного матеріалу для селекції пшениці м'якої ярої. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. № 21. С. 221–224.
13. Чугрій, Г., Вінюков, О., & Бондарева, О. (2020). Визначення найбільш адаптивних сортів пшениці озимої різних селекційних центрів в умовах Північного Степу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. №24. С. 147–153.

BIOTECHNOLOGICAL PARAMETERS OF OBTAINING TOLERANT MATERIAL OF STEVIA FOR ALTERNARIA IN VITRO

Vitalii V. Liubych
Uman National University, Ukraine
E-mail: Lyubichv@gmail.com

Alternaria mycotoxins are secondary fungal metabolites which can contaminate food and feed. They are produced by Alternaria species with alternariol, alternariol monomethyl ether, tenuazonic acid, and tentoxin as the main representatives for Alternaria mycotoxins in food [1, 2]. Once passing the intestinal barrier, Alternaria toxins can reach the liver to exert yet uncharacterized molecular effects. Therefore, hepatic in vitro systems were used to examine selected Alternaria mycotoxins for their induction of metabolism-dependent cytotoxicity, phosphorylation of the histone H2AX as a surrogate marker for DNA double-strand breaks, and relevant marker genes for hepatotoxicity [3].

Goal – to determine the optimal concentrations and to obtain a tolerant source material of stevia to alternariosis in in vitro culture. Methods. Laboratory, biotechnological, measuring, calculation and comparison, analysis, statistical.

It was established that, regardless of the concentration of culture fluid filtrate, the highest rates of viable shoots were noted in the Bereginya variety (from 12 to 89%), and the lowest in the Halyna variety (from 8 to 66%) and line № 16 (from 5 to 78%). A high percentage of viable stevia shoots was obtained at a concentration of 30% – from 68 to 90%. As in previous studies the highest indicators were in the Bereginya (st.) and Slavutych varieties – 90%. Studies indicate that increasing the filtrate content to 35% was not critical and allowed to obtain a high percentage of viable stevia shoots – from 66 to 89%. The following indicators were obtained from the studied materials: varieties Bereginya (st.) and Slavutych – 89 and 87%, lines – № 3–85%, № 11–83%, № 14–80%, № 16–78%. Cultivation for 14 days with 15 and 20% culture fluid filtrate ensured the formation of the number of shoots in stevia varieties Bereginya (st) and Slavutych – 11–13 pcs. and 12 pcs., Galina – 8 and 7 pcs., lines № 3–10 pcs., № 11–12 and 10 pcs., № 14–11 and 8 pcs., № 16–10 pcs. It is appropriate to note the Halyna variety, in which the number of shoots was 4–5 pcs. and line № 16, in which this indicator was in the range of 5–8 pcs., and the highest indicators were in the Bereginya variety (st) – 10 pcs. All stevia shoots that were tolerant to the filtrate of the culture liquid of the fungus were selected, propagated and rooted and tested in the field.

It was established that at a concentration of culture fluid filtrate 90–130%, it significantly affects all parameters of the investigated materials of stevia and causes its death. It was determined that the harmful concentration of culture fluid filtrate is 40 and 50%, with the first from 31 to 63% of shoots, and with the second from 12 to 36%, in varieties and lines from 24 to 31% of shoots die. It has been studied that the number of necrotic shoots begins to increase during the long-term cultivation of shoots on the 7th day. It was established that increasing the cultivation to 14 days with concentrations of 35–45% ensures obtaining shoots with a length 5–12 cm, and with a decrease in the amount of filtrate, the length of the shoots increases to 19 cm.

References

1. Xu, S., Yan, F., Ni, Z., Chen, Q., Zhang, H., Zheng, X. (2014). In vitro and in vivo control of Alternaria alternata in cherry tomato by essential oil from Laurus nobilis of Chinese origin. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, no. 94(7), pp. 1403–1408.
2. Iacomi-Vasilescu, B., Avenot, H., Bataille-Simoneau, N., Laurent, E., Guénard, M., Simoneau, P. (2004). In vitro fungicide sensitivity of Alternaria species pathogenic to crucifers and identification of Alternaria brassicicola field isolates highly resistant to both dicarboximides and phenylpyrroles. *Crop Protection*, no. 23(6), pp. 481–488.
3. Hessel-Pras, S., Kieshauer, J., Roenn, G., Luckert, C., Braeuning, A., Lampen, A. (2019). In vitro characterization of hepatic toxicity of Alternaria toxins. *Mycotoxin research*, no. 35, pp. 157–168.

THE USE OF HAPLOIDY *IN VITRO* IN RAPESEED BREEDING

Andriy I. Liubchenko, Inna O. Liubchenko, Oleksandr P. Serzhuk
Uman national university of horticulture, Ukraine,
E-mail: Lybchenko@meta.ua

Abstract.

The prospects for the use of haploidy in vitro in heterosis breeding of rapeseed are considered. Involvement of the biotechnological methods in the breeding process reduces the time spent on creating homozygous lines and obtaining genotypes with a high manifestation of valuable traits.

Keywords*: rapeseed, haploid, homozygote, heterosis, in vitro*

Oilseeds play an important role in providing the raw material base for the agricultural sector. Rapeseed has a number of positive biological and economically valuable attributes that make it very attractive to grow.

Rape seeds contain about 38–50% of low-drying oil with an iodine number of 94–112, 16–29% of protein, 6–7% of fibre and 24–26% of nitrogen-free extractives. Food-grade oil is used for food and in the processing and food industries [1].

Rapeseed oil is a valuable raw material for biodiesel production [2]. It is also used in the production of varnishes, paints, environmentally friendly plant protection products, plastics, detergents, etc. [3]. Rapeseed clears the field early, improves the phytosanitary condition of the soil, improves its structure and is a good precursor for cereals, especially winter wheat [4].

Rapeseed is the main oilseed crop in more than 30 countries. It is grown on an area of about 34 million hectares, accounting for 14% of global oil production. In Ukraine, winter rapeseed is mainly sown on an area of over one million hectares. The area under spring rapeseed is about 30 thousand hectares [5].

The creation and introduction of new high-yielding varieties and hybrids is of great importance for increasing the efficiency of agricultural crop cultivation. Plant breeding is aimed at continuously increasing crop production to meet the needs of humanity for food, animal feed, raw materials for industry, and energy. About half of the increase in yields achieved in the second half of the last century was achieved thanks to the results of plant genetic improvement [6].

Depending on the use of the raw material, the crop is being bred in two main areas: to create high-oil varieties for food and technical use. Seeds of rapeseed varieties for food use should have a high content of oleic and linoleic acids and a low content of erucic acid (less than 2.0%), as well as linolenic acid, which gives the oil a bitter taste during long-term storage. Yellow-seeded varieties are preferred in the breeding of food-grade rapeseed because they have a high protein and oil content and low fibre content. Currently, 000-type varieties have been developed that combine seedlessness, low glucosinolates and yellow-seededness. The taste of such oil resembles olive oil [1, 7].

For biodiesel production, the oil must have a high concentration of eicosene and erucic fatty acids. The total amount of monounsaturated acids is in the range of 53–69%, and polyunsaturated acids – up to 23% [2]. In addition, rapeseed varieties and hybrids should be high-yielding, resistant to lodging, pod cracking and seed shattering, resistant to diseases and pests, and tolerate negative environmental factors [8].

A promising direction in crop breeding is the creation of heterotic hybrids. Hybrids are characterized by high uniformity and manufacturability, intensive growth and development, higher oil content and its quality, adaptability to negative factors. Winter rapeseed varieties produce a seed yield of about 3.0 t/ha, and hybrids produce 4.5–5.0 t/ha [9].

The creation of hybrids is based on the following main types of cytoplasmic male sterility: CMS ogura (France), CMS polima (China) and MSL-CMS («NPZ Lembke», Germany), as well as CMS napus and CMS junsea [10]. To create a new hybrid, it is necessary to obtain 7–10 generations, so breeders use various methods to accelerate the breeding process. The most effective is the use of biotechnology [11].

Biotechnological methods are used to intensify the selection process of agricultural crops. The use of in vitro culture makes it possible to accurately investigate the effect of a stress factor on the organism, control the physical and trophic parameters of material growth, and simulate the effect of a selective agent on a biological object. This is difficult to achieve when working with intact plants [12].

Cultivation of plant cells, tissues and organs in vitro play an important role not only in fundamental research in genetics, physiology, molecular biology, plant cytology, but also have applied significance in agriculture. Of these, the most in demand are microclonal propagation, androgenesis, gynogenesis, genetic transformation, which are widely used in agricultural programs to expand the spectrum of morphogenesis, create constant lines, and accelerate the selection process [13].

At present, technologies for obtaining doubled haploids (DH-technologies) are widely used to accelerate selection. Among such technologies, the leading place is occupied by the microspore culture in, which not only ensures the homozygosity of the obtained doubled haploids (DH-lines), but also contributes to the expansion of the

spectrum of morphogenesis of genetic recombinant forms, including those with recessive traits. The technology is based on the ability of microspores to switch from the gametophytic path of development to the sporophytic one under the influence of stress factors (elevated temperature, high osmotic pressure, etc.). Under appropriate conditions, such microspores begin to divide according to the sporophytic type, forming embryoids [14].

The efficiency of haploidy depends on many factors: growing conditions of donor plants, their genotype, stage of microspore development, type of pre-treatment of explants, composition of nutrient media, concentrations and ratios of growth regulators, cultivation conditions [15].

Therefore, in breeding studies, the use of haploidy in vitro opens up great prospects. This makes it possible to reduce the time for creating homozygous lines and their sterile analogues. Using gametoclonal variability, quickly create plant forms with desired traits.

References

1. Shevchuk N., Petrova O., Ziuzko A., Trybrat R., Oliinychenko T. (2024). Use of oilseeds as organic raw materials for the food industry. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. Vol. 28. (2). P. 65–76.
1. Оверченко Б. П., Міщенко Н. М. (2007). Перспективи розвитку ріпаківництва та проблеми виробництва біодизелю в Україні. *Економіка і прогнозування: Науково-аналітичний журнал.* № 3. С. 75–98.
2. Глухова Н. А., Садовой О. О., Несміян А. І., Сонець Т. Д. (2013). Аналіз напрямів використання ріпаку як об’єкта трансфера. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. № 15. С. 39–55.
3. Сорока В. І., Рудник-Іващенко О. І. (2012). Перспективи ріпаку в Україні. *Агроном*. № 2. С. 86.
4. Коваленко О. В. Горбатюк О. В. (2018). Аналіз тенденцій світового ринку олійних культур. *Науковий вісник Херсонського державного університету*. № 31. С. 23–27.
5. Васильківський С. П., Кочмарський В. С. (2016). Селекція і насінництво польових культур: підручник. Біла Церква: Миронівська друкарня. 376 с.
6. Пешук Л. В., Носенко Т. Т. (2011). Біохімія та технологія оліє-жирової сировини: навч. посібник. Київ: Центр учбової літератури. 296 с.
7. Комарова І. Б., Виновец В. Г., Гайдаш Є. В., Лісняк Г. Д., Іванов М. В., Сенік Р. В. (2014). Селекційні досягнення щодо створення сортів і гібридів ріпака в Інституті олійних культур НААН. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. № 20. С. 127–135.
8. Ткачук О. П., Разанов С. Ф., Банул С. О. (2024). Наукові принципи підбору сортів і гібридів ріпаку озимого. *Український журнал природничих наук*. № 7. С. 175–181.
9. Вишневський С. П. Створення гібридів ріпаку озимого на основі цитоплазматичної чоловічої стерильності. *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі*: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Умань, 26 червня 2018 р.). Умань: УНУС. С. 22–23.

10. Germanà M. A. (2011). Gametic embryogenesis and haploid technology as valuable support to plant breeding. *Plant Cell Reports*. Vol. 30. P. 839–857.
11. Любченко І. О., Рябовол Л. О., Любченко А. І. (2016). Використання культури *in vitro* в адаптивній селекції рослин. *Збірник наукових праць УНУС.* № 88. С. 126–139.
12. Tazeb A. (2017). Plant tissue culture technique as a novel tool in plant breeding: a review article. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*. Vol. 17. (2). P. 111–118.
13. Dunwell J. M. (2010). Haploids in flowering plants: origins and exploitation. *Plant Biotechnology Journal*. Vol. 8. P. 377–424.
14. Pratap A., Gupta S. K., Vikas. (2007). Advances in doubled haploid technology. *Indian Journal of Crop Science*. Vol. 2. (2). P. 267–271.

УДОСКОНАЛЕННЯ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ НАСІННЄВОГО РОЗМНОЖЕННЯ ХЕНОМЕЛЕСУ ЯПОНСЬКОГО (*CHAENOMELES JAPONICA* (THUMB.) LINDL. EX SPACH) В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Анатолій О. Медведєв[1], Анатолій Ф. Балабак[1], Генрік Садовський[2]
[1]Уманський національний університет, Україна
[2]Бидгощський технологічно природничий університет, Польща
E-mail: abalabak@meta.ua; ORCID:0000–0002–1016–4442
E-mail: henryk.sadowski@gazeta.pl sadowski.henrik@neostrada.pl

Анотація.

Обґрунтовано підбір культиварів хеномелесу японського (*Chaenomeles japonica* (Thumb.) Lindl. ex Spach.) для використання у садово-парковому господарстві. Доведено доцільність інтродукції досліджуваних сортів для вирощування у агроекологічних умовах Правобережного Лісостепу України. Наведено результати вивчення насіннєвої продуктивності, впливу тривалості та субстрату стратифікації, температурних умов стратифікації на проростання насіння, а також на життєздатність насіння перспективних сортів хеномелесу японського, з метою вирощування і подальшого впровадження в культуру озеленення Правобережного Лісостепу України. Доведено, що найвищу насіннєву продуктивність, в умовах Правобережного Лісостепу України, мають такі сорти як Вітамінний, Ніколай, Помаранчевий та Ніна, а найменшу сорти Каліф та Цитриновий.

***Ключові слова*:** хеномелес японський, інтродукція, сорти, насіннєва продуктивність, життєздатність насіння, стратифікація, проростання насіння.

IMPROVEMENT OF AGROTECHNOLOGICAL MEASURES OF SEED PROPAGATION OF JAPANESE HENOMELES (CHAENOMELES JAPONICA (THUMB.) LINDL. EX SPACH) IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Anatolii O. Medvedev[1], Anatolii F. Balabak[1], Henrik Sadovskyi[2]
[1]Uman National University of Horticulture, Ukraine
[2]Bydgoszcz University of Science and Technology, Poland
E-mail: abalabak@meta.ua; ORCID:0000–0002–1016–4442
E-mail: henryk.sadowski@gazeta.pl

Abstract.

The selection of cultivars of Japanese henomeles (Chaenomeles japonica (Thumb.) Lindl. ex Spach.) for use in landscape gardening is substantiated. The expediency of introducing the studied varieties for cultivation in the agroecological conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine is proved. The results of the study of seed productivity, the effect of the duration and substrate of stratification, temperature conditions of stratification on seed germination, as well as on the viability of seeds of promising varieties of Japanese henomeles for the purpose of cultivation and further introduction into the culture of landscaping of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine are presented. It is proved that the highest seed productivity in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine is achieved by such varieties as Vitamin, Nikolai, Orange and Nina, and the lowest – by Kalif and Citrine.

Keywords: *Japanese henomeles, introduction, varieties, seed productivity, seed viability, stratification, seed germination.*

Вступ. Впровадження нових і перспективних форм і сортів хеномелесу японського (*Chaenomeles japonica* (Thumb.) Lindl. ex Spach.**)** у зелене будівництво Правобережного Лісостепу України, має немаловажне значення. Культивари хеномелесу японського, серед нетрадиційних плодових культур, цікаві не тільки своєю біологією, екологією, географією та історією, а також і практичною цінністю для використання у ландшафтному дизайні [1, 2]. В Україні нові генетичні форми і сорти хеномелесу японського, вважаються нетрадиційними для вітчизняного декоративного садівництва рослинами, однак з розвитком садово-паркового господарства, зацікавленість до багатьох перспективних, але наразі недооцінених у нашій країні культиварів цього роду, інтерес значно зріс [2].

Рослини швидкорослі, за сприятливих умов довговічні, розмножуються насінням, відсадками, живцями та *in vitro* [1, 5, 9]. Одним з методів збереження малопоширених плодових і декоративних рослин є введення їх в культуру та проведення досліджень з онтогенезу і способів прискореного розмноження. В умовах хаотичної інтродукції досліджуваних видів і сортів важливо зосередити увагу на необхідності широкого використання їх у плодівництві і декоративному садівництві, що нині є одним з актуальних питань [4. 6, 7].

Нині, в Україні культивари хеномелесу японського активно використовуються у ландшафтному дизайні, вирощуються в бордюрних та в солітерних насадженнях. Тому, хеномелес японський признаний перспективною декоративною і плодово-ягідною культурою, що сприяє створенню екзотичних сортів і гібридних форм з крупними плодами та різнокольоровим забарвленням квіток. Щорічне плодоношення рослин хеномелесу японського, висока його декоративність, ароматичність його плодів, високий вміст харчових та біологічно активних речовин, ставлять його в ряд найцінніших інтродукованих культиварів, рослини яких можуть бути високоякісною продукцією для озеленення населених місць [2, 4, 6].

Інтродукція нових і перспективних форм, сортів і гібридів хеномелесу японського в Україну та перспективи його впровадження в культуру садово-паркового господарства, значною мірою залежить від вивчення біолого-екологічних особливостей росту і розвитку рослин та вибору оптимальних способів розмноження і удосконалення агротехнологічних заходів вирощування садивного матеріалу [2, 3].

При впровадженні в декоративну культуру перспективних форм і сортів хеномелесу японського, для швидкого одержання садивного матеріалу, значною мірою виявляються необхідність і перспективність його розмножування насіннєвим способом, з подальшим одержанням значної кількості сіянцевого матеріалу і дорощуванням його до досягнення товарних ґатунків [2, 4, 5].

Однак, дотепер насіннєве розмноження нових і перспективних форм і сортів хеномелесу японського у декоративній культурі, залишається слабким місцем у технології вирощування сіянців для озеленення, що обмежує поширення культиварів та впровадження в агрокліматичних умовах Правобережної частини Лісостепу України. Крім того, відсутні експериментальні дані стосовно дорощування сіянцевого садивного матеріалу сортів у вказаній підзоні [2, 4, 5, 7, 8].

У цьому зв’язку, стало необхідним вивчення окремих елементів насіннєвого розмноження сортів хеномелесу японського, оскільки, як свідчать результати досліджень з різними деревними культурами, саме в період виконання цієї операції спостерігається найбільша їх загибель. Враховуючи недостатню вивченість способів розмноження хеномелесу японського ми визнали за мету провести експериментальні дослідження з вивчення подолання фізіологічного стану спокою насіння досліджуваних сортів хеномелесу японського в умовах Правобережного Лісостепу України [8].

Матеріали і методи. Експериментальну частину роботи виконано впродовж 2022–2024 рр. у вегетаційних і лабораторних умовах кафедри садово-паркового господарства Уманського національного університету садівництва, а також розсадниках Національного дендропарку «Софіївка» НАН України, ТОВ «Брусвяна» і ТОВ «Beta» Польща. За матеріал досліджень взято сорти хеномелесу японського перспективні для умов Правобережного Лісостепу України — Вітамінний, Каліф, Караваєвський, Ніка, Ніколай, Помаранчевий, Цитриновий. У завдання досліджень входило вивчення насіннєвої продуктивності, впливу тривалості стратифікації, різних типів субстратів та

температурних умов середовища стратифікації на проростання насіння досліджуваних культиварів хеномелесу японського. Стратифікацію насіння хеномелесу японського проводили згідно методики передпосівної підготовки насіння деревних та кущових порід [5].

Перед початком стратифікації, насіння досліджуваних сортів хеномелесу японського намочували 48 годин. Для стратифікації насіння використовували субстрати: чистий річковий пісок (контроль), тирсу, мох, ґрунт, перегній та торф. Товщина шару субстрату складала 15–20 см. Суміш насіння і субстрату зберігали у дерев'яних ящиках при температурі 2–4^{0}С та 5–7^{0}С, залежно від постановки досліду. Облік пророслого насіння проводили залежно від досліду, через 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 діб, фіксуючи довжину проростків, відсоток пророслого, не пророслого та загиблого насіння.

У кожному варіанті досліду висівали по 50 стратифікованих насінин у чотирикратній повторності. Глибина висівання — 3,0 см за схемою 5х5 см. Посів проводили в звичайні агротехнічні строки. Після посіву гряди поливали та мульчували. У кінці вегетації проводили облік сіянців.

Результати та обговорення. У результаті проведених досліджень виявлено, що в агроекологічних умовах Правобережного Лісостепу України усі сорти хеномелесу японського мають високу репродуктивну здатність. За нашими даними, впродовж 2022–2024 рр. середня кількість насіння в плодах хеномелесу японського становила, залежно від сорту, від 44,6 до 113,8 шт. Максимальну кількість насінин, 126 шт. зафіксовано у сорту Ніколай, що свідчить про високу репродуктивну здатність хеномелесу японського в умовах Правобережного Лісостепу України. Насіння виповнене, добре сформоване і повністю визріває.

Маса 1000 насінин сортів хеномелесу японського становила, в середньому, 38,9 г. Найбільша маса 1000 насінин виявилась у сорту Ніколай 51,2 г у 2023 році, найменша, у сорту Ніка – 31,2 г в 2024 році.

Важливим фактором при стратифікації насіння плодових культур, в тому числі і хеномелесу японського, є середовище стратифікації. Як свідчать результати досліджень, проростання насіння хеномелесу японського, усіх досліджуваних сортів, істотно залежало від субстрату та термінів стратифікації. Доведено, що кращим субстратом для проростання насіння досліджуваних сортів хеномелесу є тирса. Так, при стратифікації насіння хеномелесу японського сорту Цитриновий протягом шістдесяти діб відсоток пророслого насіння становив 77,6%, що на 2,5% вище порівняно з контролем (пісок), та істотно, на 5,5% порівняно з мохом, істотно, на 12,9% порівняно з ґрунтом, на 17,5% порівняно з перегноєм, та істотно, на 7,5% у порівнянні з торфом. У даному варіанті досліду показник не пророслого насіння становив 20,8%, що істотно, на 2,4% менше ніж у контрольному варіанті, та істотно, на 5,2% менше порівняно з мохом, та істотно, на 12,4% менше порівняно з ґрунтом, на 16,3% порівняно з перегноєм, та істотно, на 6,8% порівняно з торфом.

Аналогічні результати зафіксовано при збільшенні терміну стратифікації. Найбільш ефективною виявилась стратифікація насіння хеномелесу японського сорту Цитриновий у тирсі протягом 80 діб, відсоток пророслого насіння становив 97,3%, що істотно більше, на 4,9%, порівняно з контролем (пісок), та істотно, на

6,9% більше порівняно з мохом, достовірно більше (на 19,7%), порівняно з ґрунтом, на 27,2% порівняно з перегноєм, та істотно, на 10,6%, більше, порівняно з торфом.

Отже, стратифікація насіння досліджуваних сортів хеномелесу японського визначалась, головним чином, фактором «термін стратифікації». Частка цього фактора залежно від сорту становила 73–86%. Відсоток пророслого насіння протягом 80 діб був достовірно вищий порівняно з іншими термінами, не залежно від субстрату стратифікації.

Аналіз показників проростання насіння хеномелесу японського у різних субстратах показав, що достовірно менший відсоток пророслого насіння відмічено у субстратах ґрунт та перегній не залежно від терміну стратифікації.

Досліджено, що температурний режим середовища істотно впливає на проростання насіння хеномелесу японського. Достовірне збільшення відсотку пророслого насіння, у варіанті досліду за температури 2–4^{0}С, спостерігалось при стратифікації терміном 70 діб. Найвищий відсоток пророслого насіння у, даному варіанті, зафіксовано у сорту Цитриновий – 97,1%, найнижчий – у сорту Ніколай, 93,9%. При продовженні терміну стратифікації спостерігається незначне підвищення проростання насіння наряду з переростанням відростків.

Аналізуючи дані по стратифікації насіння хеномелесу японського при температурі 7–9^{0}С, належить зазначити, проростання насіння відмічено вже на тридцяту добу стратифікації, на відміну від варіанту досліду за температури 2–4^{0}С. Відсоток пророслого насіння у варіанті досліду за температури 2–4^{0}С впродовж 70 діб стратифікації становив (у середньому по сортах) 96,5%, що достовірно вище порівняно з аналогічними даними за температури 5–7^{0}С (73,5%).

У процесі проведених досліджень виявлено, що життєздатність насіння досліджуваних сортів хеномелесу японського, за тривалого зберігання (до двох років) без втрати схожості варіює залежно від сорту. Схожість насіння, при зберіганні його, за перший рік, в залежності від сорту, зменшується від 27,1% (Караваєвський) до 11,2% (Каліф), за другий рік – максимально на 68,9% (Караваєвський), мінімально, на 40,7% (Каліф), а після чотирьох років зберігання схожість насіння усіх досліджуваних сортів варіює від 0 до 27,4%.

За весняного висіву стратифікованого насіння досліджуваних сортів хеномелесу японського, сходи з’являються через 6–8 діб (сорт Ніколай). У перші 25–30 діб вегетації сіянців, відмічено інтенсивний ріст надземної частини, заввишки 9,3 см, а її маса становила 81,8% маси рослини. За другий місяць росту і розвитку висота сіянців досягла 12,4 см і значно збільшилася довжина кореневої системи, яка досягла 18,7 см. Закінчується ріст сіянців наприкінці серпня – у вересні, де надземна частина рослини була заввишки до 19,8 см, а коренева система — завдовжки 35,8 см. Ріст надземної частини однорічних сіянців хеномелесу японського переважає над ростом кореневої системи на початку вегетації, потім інтенсивність росту кореневої системи збільшується і до завершення вегетації довжина її перевищує довжину надземної частини.

Висновки. Доведено, що найбільшу насіннєву продуктивність в умовах Правобережного Лісостепу України мають такі сорти як Вітамінний, Ніколай,

Помаранчевий та Ніна, меншу сорти Каліф та Цитриновий. Для проростання насіння хеномелесу японського усіх досліджуваних сортів потребує стратифікації. Найкращими субстратами для стратифікації насіння хеномелесу японського є тирса, мох і пісок, перегній та ґрунт виявились менш ефективними. Оптимальним рівнем температури для проростання насіння хеномелесу японського виявилась температура 2–4^{0}С, тоді як підвищення температури до 7–9^{0}С і вище призводить до швидкого переростання проростків, що значно утруднює висів насіння. Насіннєве вирощування хеномелесу японського за стратифікації насіння у тирсі 80 діб, значно перевищує рівень рентабельності порівняно з традиційною технологією.

Література

1. Балабак А. Ф. Кореневласне розмноження рослин в Лісостепу України // Автореф. дис. доктора с.-г. наук. Київ, 1995. 46 с.
2. Клименко С. В. Хеномелес: ітродукція, стан і перспективи культури. *Інтродукція рослин*. 2011. № 3–4. С. 125–134.
3. Кохно М.А., Кузнецов С.І. Методичні рекомендації щодо добору дерев та кущів для інтродукції рослин. Київ: Фітосоціоцентр, 2005. 48 с.
4. 4.. Недвига О.М. Біоекологічні особливості хеномелеса японського (*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach.) і перспективи його культивування в Лісостепу України: Автореф. дис. … канд. біол. наук. 03.00.05 «Ботаніка» / Центр. бот. сад АН України. К., 1994. 23 с.
5. Рекун І.М. Особливості розмноження та вирощування садивного матеріалу хеномелесу японського в умовах Правобережної зони Західного Лісостепу. Автореф. дис.... канд. с. – х. наук.: 06.01.07 «Плодівництво» / Уманський державний аграрний університет. Умань, 2007. 19 с.
6. Рекун І.М., Балабак А.Ф. Еколого-біологічні особливості форм і сортів *Chaenomeles japonica* Lindl. у правобережному Лісостепу України та перспективи використання в культурі // Збірник наук. праць Уманського держ. агр. університету “Біологічні науки і проблеми рослинництва”. – Умань: УДАУ, 2003. – С.485–489.
7. Weber C. Рід Chaenomeles (Rosaceae) // J. Arnold Arb. 1964. 45, N 2. C. 161–205; N 3. C. 302–345.
8. Hrynkiewicz–Sudnik J., Sękowski B., Wilczkiewicz M. Rozmnażanie drzew i krzewów liściastych. Polska: Wydawnictwo Naukowe PWN. 2001. 636 p.
9. Retounard D. Rozmnażanie 250 roślin przez sadzonki. Warszawa: «Wydawca Delta», 2005. 320 p.

КІЛЬКІСТЬ ЗЕРЕН З КОЛОСА ГІБРИДІВ ПШЕНИЦІ F_3, СТВОРЕНИХ ЗА ГІБРИДИЗАЦІЇ *TRITICUM AESTIVUM* L. × *TRITICUM SPHAEROCOCCUM* PERC.

Жанна М. Новак, Олександра В. Ненька, Марія А. Новак
Уманський національний університет садівництва, Україна
E-mail: nzhanna@kr.net; ORCID ID: 0009–0005–5046–9370
E-mail: oleksandra.nenka@gmail.com; ORCID ID: 0009–0008–2259–0802

Анотація.
Наведено результати визначення кількості зерен з колоса гібридів F_3, отриманих за гібридизації Triticum aestivum L. × Triticum sphaerococcum Perc. і Triticum sphaerococcum Perc. × Triticum aestivum L.

***Ключові слова**: пшениця м'яка, пшениця шарозерна*

NUMBER OF GRAINS PER EAR OF WHEAT HYBRIDS F_2- F_3 CREATED BY HYBRIDIZATION OF *TRITICUM AESTIVUM L.* × *TRITICUM SPHAEROCOCCUM* PERC.

Zhanna N. Novak, Oleksandra V. Nenka, Maria A. Novak
Uman National University of Horticulture**,** Ukraine
E-mail: nzhanna@ukr.net; ORCID ID: 0009–0005–5046–9370,
E-mail: oleksandra.nenka@gmail.com; ORCID ID: 0009–0008–2259–0802

Abstract.
The results of determining the number of grains per ear of F_3 hybrids obtained by hybridization of Triticum aestivum L. × Triticum sphaerococcum Perc. and Triticum sphaerococcum Perc. × Triticum aestivum L. are presented.

***Keywords**: Soft wheat, Round-Grained wheat*

Вступ. Пшениця м'яка є основною хлібною культурою України, що забезпечує зерном продовольчу, кормову та технічні галузі, а також є важливою часткою експорту. Для створення вихідного матеріалу пшениці широко використовують інтродуковані форми. Це можуть бути еколого віддалені біотипи одного виду, близькі види, які можуть слугувати донорами бажаних ознак.

Широку формотворчу різноманітність отримують за віддаленої гібридизації. Вона трудомістка, проте створює ширший спектр генотипової мінливості. У результаті віддаленої гібридизації у відділі генетики СГІ-НЦНС створено низку первинних інтрогресивних ліній пшениці, що відрізняються стійкістю до фітозахворювань, високим вмістом білка в зерні, а також опушенням листка і колоса. Донорами корисних ознак виступали зразки *T. dicoccum* Schuebl*., T. timopheevii* Zhuk*., Aegilops tauschii* Coss*,* а також сорти

пшениці м’якої і твердої, тритикале октоплоїдного та жита (Моцний І. І., Лифенко С. Ф., Коваль Т. Н., 2000). Серед недоліків цих ліній, а також джерел, від яких вони одержали ознаки, є пізньостиглість, низькі показники продуктивності, морозостійкості та якості (Моцний І. І., Коваль Т. Н., Лифенко С. Ф., 2000; Моцний І. І., Благодарова О. М., 2004). Схрещування з сучасними високопродуктивними, достатньо морозостійкими сортами з високою якістю зерна сприяло покращенню цих ліній.

Для створення нових високопродуктивних матеріалів пшениці м’якої ярої на кафедрі генетики, селекції рослин і біотехнології Уманського національного університету садівництва проводиться міжвидова гібридизація, зокрема, схрещування *T. aestivum* L. × *T. sphaerococcum* Perc.

Матеріали і методи. Дослідження проводили на дослідних ділянках кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського НУС у 2024 р. Аналізували рослини гібридів F_3, отримані методом віддаленої гібридизації.

Результати та обговорення. Ми обраховували кількість зерен з колоса гібридів F_2, отриманих нами в процесі проведення досліджень (табл. 1). Стандарт, сорт пшениці м'якої «Героїня» у 2024 р. мав 35,4 зерен в одному колосі, тоді як інша батьківська форма, зразок 154/24 нараховував 31,2 зернини. Таким чином, різниця між обома вихідними зразками становила 4,2 зернини. Гібриди *T.aestivum* L.× *T. sphaerococcum* Perc. мали відповідно 24,3 та 38,5 зерен в одному колосі. У зразка 338/24 кількість зерен у колосі поступалась як сорту Героїня (на 11,1 шт.), так і зразку *T. sphaerococcum* Perc. (на 6,9 шт.). У той же час інший гібрид з цієї комбінації 339/24 перевищував не лише зразок пшениці шарозерної (на 7,3 зернини), а і сорт пшениці *T.aestivum* L. на 3,1 шт.

Табл. 1. Кількість зерен у колосі гібридів F_2 пшениці ярої

Гібриди F_3	Вид	Кількість зерен у колосі, шт.		
		шт.	±*	±**
Героїня (стандарт)	*T.aestivum* L.	35,4	-	4,2
154/24	*T. sphaerococcum* Perc.	31,2	-4,2	-
338/24		24,3	-11,1	-6,9
339/24		38,5	3,1	7,3
340/24	*T. sphaerococcum* Perc. × *T.aestivum* L.	37,8	2,4	6,6
341/24		28,9	-6,5	-2,3
342/24		23,5	-11,9	-7,7
343/24		32,8	-2,6	1,6
344/24		38,3	2,9	7,1
345/24		35,2	-0,2	4
346/24		36,8	1,4	5,6

Примітка: ± — порівняно зі стандартом сортом Героїня (T. aestivum L.); ±** — порівняно зі зразком 135/24 (T. sphaerococcum Perc.).*

Схожа ситуація спостерігалася і у зворотних гібридів *T. sphaerococcum* Perc. × *T.aestivum* L. Так, гібриди 340/24, 344/24 та 346/24 перевищували обидві вихідні форми відповідно на 2,4; 2,9; 1,4 та 6,6; 7,1 та 5,6 зернин. Були також такі гібриди, які поступались сорту Героїня та перевищували зразок 154/24 пшениці шарозерної. Такими були, наприклад, селекційні номери 343/24 та 345/24. Виявлено два гібрида: 341/24 та 342/24, які поступалися як сорту Героїня пшениці м'якої (на 6,5 і 11,9 шт.), так і зразку пшениці шарозерної (на 2,3 і 7,7 шт.).

Висновки. Нами виявлено широкий діапазон кількості зерен у колосі гібридів F_2 пшениці ярої, отриманих за гібридизації *T. aestivum* L. з *T. sphaerococcum* Perc. — 23,5–38,5 шт.

Література

1. Моцний І. І., Лифенко С. Ф., Коваль Т. Н. Успадкування ознак стійкості до грибкових хвороб віддаленими гібридами пшениці з амфіплоїдами. *Цитологія і генетика*. 2000 б. Т. 34, № 2. С. 46–56.

2. Моцний І. І., Коваль Т. Н., Лифенко С. Ф. Успадкування морозо-зимостійкості віддаленими гібридами пшениці з амфіплоїдами. *Цитологія і генетика*. 2000 а. Т. 34, № 6. С. 9–20.

3. Моцний І. І., Благодарова О. М. Успадкування стійкості до хвороб та морфологічних ознак у гібридів м’якої пшениці з інтрогресивними лініями. *Збірник наук. праць Селекційно-генетичного інституту – НАЦ НАІС*. 2004. Вип. 6 (46). С. 179–193.

ДИНАМІКА ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ

Жанна М. Новак, Андрій В. Новак, Віталій П. Кулик, Вадим С. Регент
Уманський національний університет садівництва, Україна
E-mail: nzhanna@ukr.net; ORCID ID: 0009–0005–5046–9370
E-mail: novakandrei7@gmail.com; ORCID ID: 0000–0003–3445–9795
E-mail: vitalikulyk@gmail.com; ORCID ID: 0009–0004–3306–0197

Анотація.

Проведено аналіз температури повітря від жовтня 2021 р. до вересня 2024 р. та продемонстровано відхилення від середньо багаторічних даних (за 30 років – з 1991 по 2020 рік).

Ключові слова: *середні багаторічні дані, місяць, декада.*

AIR TEMPERATURE DYNAMICS IN THE CONTEXT OF GLOBAL WARMING

Zhanna N. Novak, Andrii V. Novak, Vitalii P. Kulyk, Vadym S. Regent
Uman National University of Horticulture, Ukraine
E-mail: nzhanna@ukr.net; ORCID ID: 0009–0005–5046–9370
E-mail: novakandrei7@gmail.com
ORCID ID: 0000–0003–3445–9795

Abstract.
The air temperature from October 2021 to September 2024 was analyzed and deviations from the long-term average (for 30 years – from 1991 to 2020) were demonstrated.

Keywords: *average long-term data, month, decade.*

Вступ. Діяльність людини прискорює процеси зміни клімату. На всіх континентах планети почастішали лісові пожежі, тривала спека, руйнівні зливи, посухи, паводки та інші екстремальні погодні явища. Їх кількість зростає пропорційно з підвищенням температур. Те, що раніше вважалося «паводком» чи «посухою» століття, через 80 років може стати щорічним явищем. Наша планета нагрівається набагато швидше, ніж прогнозували. Однак людство ще може запобігти зміні клімату та адаптуватися до неї (Міністерство захисту довкілля, 2021). Про це йдеться у шостому звіті Міжурядової групи експертів ООН із питань зміни клімату (IPCC) «Зміна клімату 2021: Основа фізичної науки». Автори доповіді – 234 експерта з 66 країн світу (Міністерство захисту довкілля, 2021) вважають – ще можна все виправити. Для цього треба істотно скоротити викиди в атмосферу парникових газів та інших шкідливих речовин.

Експерти зазначають, що підвищення температури і невідворотність кліматичних змін напряму залежать від рівня майбутніх викидів парникових газів. Тренд, який фіксують науковці протягом останніх десятиліть – хвилі тепла. Вони стають більш розповсюдженими у світі, тривають довше і стають більш екстремальними. Такою, наприклад, стала хвиля тепла влітку 2019, 2023–2024 рр. у Європі. Температурні максимуми останніми роками б'ють рекорди та спричиняють значні недобори врожаю (Бабич, А. О., Бабич-Побережна А. А., 2014). Вважається, що головною причиною підвищення температури на планеті на 1,1 °С градуса є діяльність людини. Прогнозується, що у найближчі 20 років температура досягне або перевищить 1,5 градуса. За останні 30 років середня річна температура в Україні вже зросла на 1°С. Усі сезони в Україні стали теплішими. Згідно з даними Мінприроди, середня літня температура в Україні виросла на 1,3°С, середня зимова – на 0,9°С, середня весняна – на 0,9°С, а середня осіння – на 0,4°С. Як наслідок, посилилися посухи, змінилася водність річок та озер, з'явилися не характерні для України екстремальні погодні явища (Лизун С. О., 2017).

Зміна клімату призводить до безлічі непрогнозованих наслідків:

• змінюється вся кліматична система Землі, що позначається на стані атмосфери, океанів, льодових покривів і поверхні Землі;

• посилюється колообіг води, тому в одних регіонах відбуваються інтенсивні опади і руйнівні паводки, а в інших – екстремальні посухи;

• через підйом рівня моря прибережні райони частіше потерпатимуть від паводків, ерозії ґрунту та затоплення; якщо раніше екстремальні зміни рівня моря траплятися один раз у 100 років, ближче до кінця століття, це відбуватиметься щороку (Новак А. В., Новак Ю.В., 2022)

Уряд України одним з перших ратифікував Паризьку угоду. Для реалізації цієї амбітної мети Україна має відмовитися від видобутку та використання викопного палива, підвищити енергоефективність та побудувати нові потужності, які виробляють енергію з відновлюваних джерел (Лизун С. О., 2017).

Методика дослідження. Спостереження змін умов погоди упродовж жовтня 2021 – вересня 2024 (сільськогосподарського року), проведені співробітниками метеостанції Умань за методичною програмою. За матеріалами отриманих даних представлений їх аналіз порівняно до типових (середнє за 30 років – з 1991 по 2020 рік) для регіону.

Результати та обговорення. За результатами рис.1, впродовж 2021–2022 сільськогосподарського року лише у березні та липні температура повітря була в межах ±0,5 °С відносно норми. У жовтні 2021 р., квітні, травні та вересні 2022 р. показники були нижчими від середньобагаторічних даних на 0,9–1,4 °С. Протягом шести місяців відмічалось перевищення норми: у листопаді, грудні, січні, червні та серпні – відповідно на 1,9; 0,8; 2,1; червні та серпні – відповідно на 1,9; 0,8; 2,1; 1,5 та 1,6 °С. Проте лютий був на 4,1 °С тепліший від норми. Середнє за рік перевищення середньо багаторічного показника становило 0,4 °С.

Проте вже наступного року спостерігалось більш інтенсивне перевищення температури повітря норми. Так, лише квітень був прохолоднішим (на 0,9 °С). Травень та липень були максимально наближеними до середньобагаторічних даних.

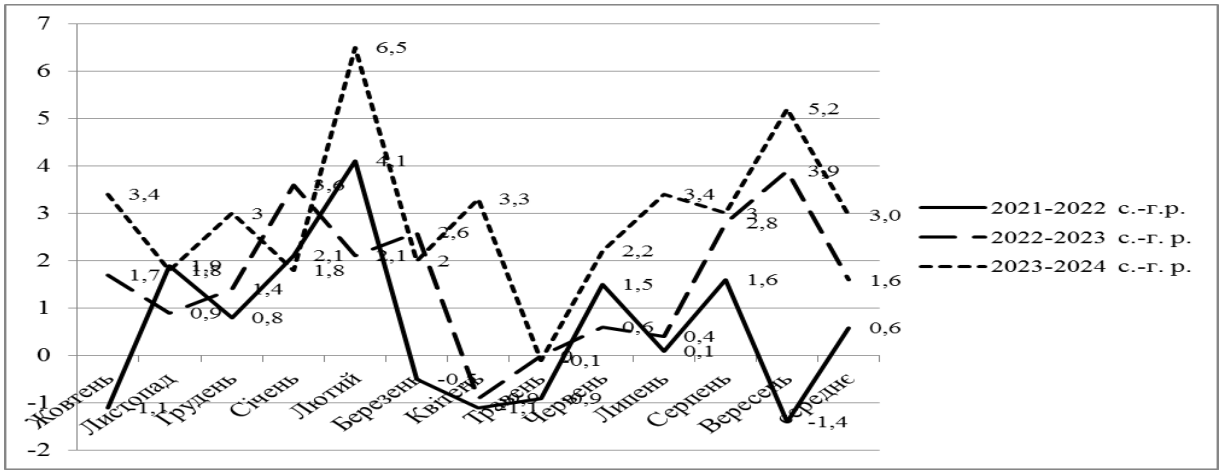

Рис. 1. Динаміка відхилень температури повітря від середньо багаторічних значень

Проте решта місяців були теплішими. У листопаді 2022 р. та червні 2023 р. перевищення температури повітря становило 0,6–0,9 ℃; у жовтні і грудні 2022 р. – 1,4–1,7 ℃. Найбільше перевищення норми відмічено у січні (3,6 ℃), лютому (2,1 ℃), березні (2,6 ℃), серпні (2,8 ℃) та вересні (3,9 ℃). У середньому, 2022–2023 сільськогосподарський рік був на 1,6 ℃ теплішим від середньобагаторічної норми.

У 2023–2024 р. жоден місяць не був прохолоднішим від норми, лише температура травня майже не відрізнялась від неї. Всі інші місяці характеризувались підвищеними температурами повітря. До 2℃ зросли показники листопада 2023 р., січня і березня 2024; від 2,2 до 3,0 – у грудні 2023 р.,червні та серпні 2024р.; 3,3–3,4 – у жовтні 2–23 р., квітні та липні 2024 р. Температурні мегарекорди спостерігались у лютому та вересні – перевищення середньобагаторічних даних становила відповідно 6,5 та 5,2 ℃.

Висновки. Протягом останніх трьох сільськогосподарських років спостерігається інтенсифікація зростання температури повітря. Протягом 2021–2022 р. воно становило 0,6 ℃; у 2022–2023–1,6 ℃; у 2023–2024–3,0 ℃.

Література

1. На людство чекає широкомасштабна та швидка зміна клімату: Доповідь ООН 10 серпня 2021 р. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Офіційний портал. Доступно з: uga.ua/meanings/na-lyudstvo-chekaye-shirokomasshtabna-ta-shvidka-zmina-klimatu-dopovid-oon
2. Бабич, А. О., Бабич-Побережна А. А. Засуха, суховій і пилова буря в період глобальних змін клімату. Т. 1. Вінниця, 2014. 468 с.
3. Формування та реалізація національної екологічної політики України: монографія / за наук. ред. С. О. Лизуна. Суми: Університетська книга, 2017. 336 с.
4. Новак А. В., Новак Ю. В. Агрометеорологічні умови 2021–2022 сільськогосподарського року за даними метеостанції Умань. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2022. Вип. №1. С. 153–160.

ВАРІАЦІЯ ВИСОТИ РОСЛИН ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ЯРОЇ СЕЛЕКЦІЇ УМАНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ САДІВНИЦТВА

Жанна М. Новак, Ігор В. Синьоок, Петро О. Воробйов
Уманський національний університет садівництва, Україна
**E-mail: nzhanna@kr.net; ORCID ID: 0009–0005–5046–9370*
E-mail: sivagro@ukr.net; ORCID ID: 0009–0001–8380–1879

Анотація.

У статті наведено результати вимірювань висоти рослин 12 ліній F_4–F_6 пшениці твердої ярої. Визначено варіювання показників за роками та за генотипами. Встановлення загальної популяційної дисперсії люструє рівень її визначення за генотипом та середовищем.

Ключові слова*: коефіцієнт варіація, дисперсія генотипова, екологічна, дисперсія загальна популяційна*

PLANT HEIGHT'S VARIATION OF DURUM SPRING WHEAT LINES BRED AT UMAN NATIONAL UNIVERSITY OF HORTICULTURE

Zhanna N. Novak, Ihor V. Synook, Petro O. Vorobiov
Uman National University of Horticulture**,** Ukraine
E-mail: nzhanna@ukr.net; ORCID ID: 0009–0005–5046–9370
E-mail: sivagro@ukr.net; ORCID ID:0009–0001–8380–1879

Abstract.

The article presents the results of measurements of plant height of 12 lines $F_{4–6}$ of durum spring wheat. The variation of indicators by years and by genotypes was determined. Establishment of the total population variance lustrates the level of its determination by genotype and environment.

Keywords*: coefficient of variation, genotypic variance, environmental variance, total population variance*

Вступ. Пшениця тверда (*Triticum Durum* Desf.), щорічно займає в Україні площі посіву близько 200 тис. га. Від пшениці м'якої вона відрізняється кращою кістю зерна, зокрема, вищим вмістом білка, клейковини та каротиноїдів у зерні, і меншим – крохмалю. До складу зерна пшениці твердої входять ксантофіли, які характеризуються провітамінною активністю та попереджають рак шкіри (Vitale M., Masulli M., Rivellese A. A., Bonora E., Babini A. C., Sartore G., Corsi L., Buzzetti R., Citro G., Baldassarre M. P. A., Bossi A. C., Giordano C., Auciello S., Dall'Aglio E., Iannarelli R., Tonutti L., Sacco M., Di Cianni G., Clemente G., Gregori G., Grioni S., Krogh V., Riccardi G., Vaccaro O., 2020). Селекційні роботи зі створення сортів пшениці твердої ярої проводяться з Білоцерківському

національному аграрному університеті (Лозінська Т. П., Федорук Ю. В., 2017), Інституті рослинництва імені Юр'єва (Демидов О. А., Хоменко С. О., Федоренко І. В., Федоренко М. В., 2016; Солонечна О. В., Рябчун В. К., Музафарова В. А., Вечерська Л. А, Богуславський Р. Л., 2022), Селекційно-генетичного інституті – національному центрі насіннєзнавства та сортовивчення (Паламарчук А. І., 2016). Також селекційна робота з цією культурою проводиться в інших країнах: Канаді (Berraies S., Ruan Y., Knox R., DePauw R., Bokore F., Cuthbert R., Blackwell B., Henriquez M. A., 2014), Бразилії (Meier C., Meira D., Marchioro V. S. Olivoto T., Klein L. A., Souza V. Q. de., 2019), Алжирі (Hannachi A., Fellahi Z. A., 2023).

На кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва проводиться селекційна робота з пшеницею твердою ярою.

Матеріали і методи. Лінії створено методом внутрішньовидової гібридизації. Проаналізовано дванадцять кращих ліній F_4–F_6 та порівняно їх з сортом Спадщина (стандарт) протягом 2022–2024 років.

Результати та обговорення. Висота рослин сорту пшениці твердої ярої Спадщина становила в середньому за три роки 107 см, коливаючись від 100 см у 2022 р. до 117 см у 2023 р. (табл. 1).

Таблиця 1. Варіація висоти рослин ліній пшениці твердої ярої

Лінія	Висота рослин, см				S^2E	*V, %*
	2022 р.	2023 р.	2024 р.	Середнє		
Спадщина St	100	117	104	107	*52,7*	*6,78*
148/24	117	107	114	113	*17,6*	*3,72*
149/24	99	105	115	106	*43,6*	*6,21*
150/24	103	87	107	99	*74,7*	*8,73*
151/24	111	106	108	108	*4,2*	*1,90*
152/24	124	127	102	118	*124,2*	*9,47*
153/24	124	131	117	125	*37,6*	*4,96*
165/24	114	105	115	111	*20,2*	*4,04*
166/24	116	77	113	102	*314,0*	*17,37*
329/24	103	95	103	100	*14,2*	*3,76*
330/24	105	91	90	95	*46,9*	*7,18*
331/24	100	89	99	96	*24,7*	*5,17*
332/24	106	94	80	93	*112,9*	*11,38*
Середнє	*109*	*102*	*105*	*106*	*68*	–
S^2 *G*	*73,0*	*230,9*	*106,1*	*137*	–	
V, %	*7,8*	*14,8*	*9,8*	*10,8*		

У досліджуваних ліній даний показник коливався від 93 см у лінії 332/24 до 118 см у лінії 152/24. З висотою рослин 93–102 см були лінії 150/24, 166/24, 329/24, 330/24, 331/24 та 332/24. Лінії 148/24, 149/24, 151/24,5 152/24 та 165/24 характеризувалися висотою 106–118 см. Лінія 153/24 у середньому за роки досліджень проявила себе як високорослa з середньою висотою 125 см.

Показники 2022 р. у досліджуваних ліній коливались від 99 до 124 см. У 2023 р. висота аналізованого селекційного матеріалу становила 87–131 см, а у 2024 р. – 80–117 см.

Варіація висоти рослин за роками була незначною у переважної більшості ліній. Середньою вона була лише у лінії 332/24 та 166/24. Варіація за генотипами була незначною у 2022 та 2024 рр. і середньою у 2023 р.

Дисперсія генотипова (S^2 G) становила у роки досліджень 73,0; 230,9 і 106,1 $см^2$. Таким чином, середня генотипова дисперсія складала 137 $см^2$. Дисперсія екологічна (S^2E) коливалась від 4,2 $см^2$ у лінії 151/24 до 314,0 $см^2$ у лінії 166/24. Середня екологічна дисперсія становила 68 $см^2$. Загальна популяційна дисперсія складала 205%

Отже, на прояв висоти рослин у більшій мірі впливає генотип (S^2 G = 137 $см^2$), ніж фактори навколишнього середовища (S^2E = 68 $см^2$).

Висновки. Створено колекцію ліній пшениці твердої ярої. Проведено ранжування селекційного матеріалу за висотою рослин. Лінії 150/24, 166/24, 329/24, 330/24, 331/24 та 332/24 є низькорослими, 148/24, 149/24, 151/24,5 152/24 та 165/24 – середньорослими, а 153/24 – високорослою. Висота рослин пшениці твердої ярої обумовлюється взаємодією генотип-середовище.

Література

1. Демидов О. А., Хоменко С. О., Федоренко І. В., Федоренко М. В. (2016). Оцінка посухостійкості ліній пшениці ярої і умовах лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2016. Вип. 110. С. 53–60. doi: 10.30835/2413–7510.2016.87584
2. Лозінська Т. П., Федорук Ю. В. (2017). Реалізація потенціалу продуктивності сортів пшениці твердої ярої в умовах лісостепу України. *Агробіологія*. 2017. Вип. № 2. С. 65–70.
3. Паламарчук А. І. (2016). Методи та результати селекції пшениці твердої озимої в СГІ–НЦНС. Збірник наукових праць СГІ–НЦНС. 2016. Вип. 27 (67). С. 54–66.
4. Солонечна О. В., Рябчун В. К., Музафарова В. А., Вечерська Л. А, Богуславський Р. Л. (2022). Ознакова колекція ярої твердої пшениці за макаронними властивостями як джерело цінного вихідного матеріалу для селекції. *Генетичні ресурси рослин.* 2022. № 30. С. 56–66. doi: 10.36814/pgr.2022.30.05
5. Berraies S., Ruan Y., Knox R., DePauw R., Bokore F., Cuthbert R., Blackwell B., Henriquez M. A. (2024). Genetic mapping of deoxynivalenol and fusarium damaged kernel resistance in an adapted durum wheat population. BMC Plant Biology. 2024. Vol. 24. 183. doi: 1186/s12870023–04708–8
6. Hannachi A., Fellahi Z. A. (2023). Efficiency of index-based selection for potential yield in durum wheat [*Triticum turgidum* (L.) ssp. *turgidum* convar. *durum* (Desf.) Mackey] lines. Italian Journal of Agronomy. 2023. Vol. 18. Is. 1. doi: 10.4081/ija.2023.2182

7. Meier C., Meira D., Marchioro V. S. Olivoto T., Klein L. A., Souza V. Q. de. (2019). Selection gain and interrelations between agronomic traits in wheat F5 genotypes. 2019. Revista Ceres. Vol. 66, Is. 4, P. 271–278. doi: 1590/0034–737X201966040005
8. Vitale M., Masulli M., Rivellese A. A., Bonora E., Babini A. C., et al (2020). Pasta Consumption and connected dietary habits: Associations with glucose control, adiposity measures, and cardiovascular risk factors in people with type 2 diabetes-TOSCA.IT Study. Nutrients. 2020. Vol. 12. № 1. 101. doi: 10.3390/nu12010101

ДОВЖИНА ВЕРХНЬОГО МІЖВУЗЛЯ ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ЯРОЇ СЕЛЕКЦІЇ УМАНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ САДІВНИЦТВА

Жанна М. Новак, Ігор В. Синьоок, Олександра В. Ненька
Уманський національний університет садівництва, Україна
E-mail: nzhanna@kr.net; ORCID ID: 0009–0005–5046–9370
E-mail: sivagro@ukr.net; ORCID ID: 0009–0001–8380–1879
E-mail: oleksandra.nenka@gmail.com; ORCID ID: 0009–0008–2259–0802

Анотація.

Наведено результати вимірювань довжини верхнього міжвузля ліній F_4–F_6 пшениці твердої ярої та порівняно з сортом Спадщина. Визначено коефіцієнти варіації та дисперсію показників за роками та за генотипами.

Ключові слова*: коефіцієнт варіації, дисперсія*

LENGTH OF THE UPPER INTERNODE OF DURUM SPRING WHEAT LINES BRED AT UMAN NATIONAL UNIVERSITY OF HORTICULTURE

Zhanna N. Novak, Ihor V. Synook, Oleksandra V. Nenka
Uman National University of Horticulture**,** Ukraine
E-mail: nzhanna@ukr.net; ORCID ID: 0009–0005–5046–9370
E-mail: sivagro@ukr.net; ORCID ID: 0009–0001–8380–1879
E-mail: oleksandra.nenka@gmail.com; ORCID ID: 0009–0008–2259–0802

Abstract.

The results of measurements of the length of the upper internode of lines F4 – F6 of durum spring wheat and in comparison with the variety Spadshchyna are presented. The coefficients of variation and dispersion of indicators by years and by genotypes were determined.

Keywords*: coefficient of variation, dispersion*

Вступ. Пшениця – одна з головних зернових продовольчих культур світу (Shewry P.R., Hey S.J., 2015). Дослідження провідних наукових селекційних установ свідчать, що важливим фактором зростання і стабілізації урожайності с.-г. культур є створення і впровадження у виробництво сортів з високим потенціалом урожайності і адаптацією до несприятливих умов довкілля (Бойчук І.В., 2020; Бурденюк-Тарасевич Л.А., Лозінський М.В., Дубова О.А., 2015).

Зерно пшениці твердої використовується для виготовлення сировини для круп (булгур, кус-кус, манна), продуктів дитячого харчування, пасти, а борошно використовують як поліпшувач при хлібопеченні. Хліб з зерна пшениці твердої жовтуватого забарвлення, має золотисту скоринку, приємний специфічний аромат і смак, м'яку й однорідну шпаристість, тривалий період зберігання. За використання борошна з твердої пшениці як добавки до борошна м'якої зростають показники якості, зокрема, колір і період черствіння хліба (Dello Russo M., Spagnuolo C., Moccia S., Angelino D., Pellegrini N., Martini D., 2021).

Матеріали і методи. Лінії створено методом внутрішньовидової гібридизації. На кафедрі генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва створюється і аналізується вихідний матеріал пшениці твердої ярої. Проаналізовано дванадцять кращих ліній F_4–F_6 та порівняно їх з сортом Спадщина (стандарт) протягом 2022–2024 років.

Результати та обговорення.

Довжина верхнього міжвузля сорту пшениці твердої ярої Спадщина становила в середньому за три роки 52,8 см (табл. 1).

Таблиця 1. Довжина верхнього міжвузля ліній пшениці твердої ярої

Лінія	Довжина верхнього міжвузля,см				S^2E	V, %
	2022 р.	2023 р.	2024 р.	Середнє		
St	52,7	55,7	50,0	52,8	5,4	4,41
148/24	62,5	59,7	63,3	61,8	2,4	2,50
149/24	54,1	43,8	65,6	54,5	79,3	16,34
150/24	55,2	36,4	68,8	53,5	176,5	24,85
151/24	52,4	38,5	61,4	50,8	88,7	18,56
152/24	57,9	35,5	55,1	49,5	99,3	20,13
153/24	57,4	40,1	59,9	52,5	77,5	16,78
165/24	56,8	34,9	59,5	50,4	121,3	21,86
166/24	55,5	50,3	52,6	52,8	4,5	4,03
329/24	46,6	51,6	51,7	50,0	5,7	4,77
330/24	46,2	50,0	47,0	47,7	2,7	3,43
331/24	45,8	43,8	55,0	48,2	23,8	10,12
332/24	47,3	46,8	50,6	48,2	2,8	3,50
Середнє	53,1	45,2	57,0	51,7	53,1	4,41
S^2 G	27,7	63,8	44,3	45,3		
V, %	9,91	17,69	11,69	13,1		

Лінії 152/24, 330/24, 331/24 і 332/24 характеризувались показником в межах 47,7–49,5 см. Більшість селекційного матеріалу мали показник на рівні 50,0–54,5 см, лінія 148/24 перевищувала усі селекційні зразки та стандарт з довжиною верхнього міжвузля 61,8 см.

Встановлено незначну варіацію довжини верхнього міжвузля за роками досліджень у сорту Спадщина та ліній 148/24, 166/24, 329/24, 330/24 і 332/24 (V = 2,50–4,77), що свідчить про стабільність даного показника у цього матеріалу. Середня варіація відмічена у селекційних зразків 149/24, 151/24, 153/24 і 331/24 (V = *1*0,12–18,56), сильна – у ліній 150/24, 152/24 і 165/24.

За генотипом довжина верхнього міжвузля варіювала незначно у 2022 р. та середньо у 2023 і 2024 рр.

Середня генотипова ($S^2 G$ = 45,3 см^2) та середня екологічна дисперсія (S^2E = 53,1 см^2) мають близькі значення, що свідчить про майже однаковий їх плив на довжину верхнього міжвузля у цій вибірці.

Висновки. Довжина верхнього міжвузля аналізованих ліній у середньому за три роки становила 47,7–61,8 см. За роками та за генотипами показники варіювали переважно незначно і середньо. Відмічено майже однаковий вплив генотипу та середовища на вираження ознаки.

Література

1. Бойчук І.В. (2020). Обгрунтування підбору сортів пшениці озимої для умов південного степу України. The 7thInternationalscientificandpracticalconference “Topicalissuesofthedevelopmentofmodernscience” (March 11–13, 2020) PublishingHouse “ACCENT”, Sofia, Bulgaria. pp. 151–161.
2. Бурденюк-Тарасевич Л.А., Лозінський М.В., Дубова О.А. (2015). Особливості формування довжини стебла у селекційних номерів пшениці озимої в залежності від їх генотипів та умов вирощування. Агробіологія: збірник наукових праць / Білоцерків. нац. аграр. ун-т. Біла Церква, 2015. № 1 (117). С. 11–15.
3. Dello Russo M., Spagnuolo C., Moccia S., Angelino D., Pellegrini N., Martini D. Nutritional quality of pasta sold on the Italian market: The food labelling of Italian products (FLIP) study. Nutrients. 2021. Vol. 13. № 1. 171. doi: 10.3390/nu13010171
4. Shewry P.R., Hey S.J. Thecontributionofwheattohumandietandhealth. FoodandEnergySecurity. 2015. № 4. P. 178–202. DOI: 10.1002/fes3.64

СЕЛЕКЦІЯ СМОРОДИНИ (*RIBES NIGRUM* L.): ПРОБЛЕМИ Й ПЕРСПЕКТИВИ

Ольга А. Опалко, Анатолій І. Опалко
Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України, м. Умань
E-mail: opalko_o@ukr.net; ORCID ID: 0000–0003–3081–0648
E-mail: opalko_a@ukr.net; ORCID ID: 0000–003–0664–378X

Анотація.

Унаслідок аналізу доступних публікацій щодо системи роду Ribes L., доместикації й селекції смородини та інших економічно-важливих ягідних культур цього роду, а також значення генетичних досліджень R. nigrum і його найближчих родичів зроблено висновок, що в найближчій перспективі селекційні програми покращення сортів смородини базуватимуться на поєднанні традиційних способів внутрі- й міжвидової гібридизації з адаптованими стосовно культури новітніми генетичними, біохімічними та фізіологічними методами, що сприятиме інтенсифікації створення сортів смородини із заданими властивостями.

Ключові слова*: амфідиплоїд, ягідні культури, одомашнення, аґрус, Grossulariaceae DC., міжвидова гібридизація, 'Josta', порічки.*

BLACK CURRANT (*RIBES NIGRUM* L.) BREEDING: PROBLEMS AND PROSPECTS

Olga A. Opalko, Anatoly I. Opalko
National dendrological park "Sofiyivka" of NAS of Ukraine, Uman
E-mail: opalko_o@ukr.net; ORCID ID: 0000–0003–3081–0648
E-mail: opalko_a@ukr.net; ORCID ID: 0000–003–0664–378X

Abstract.

As a result of the analysis of available publications on the system of the genus Ribes L., domestication and breeding of black currant and other economically important berry crops of this genus, as well as the importance of genetic studies of R. nigrum and its closest relatives, it was concluded that in the near future, breeding programs for improving black currant cultivars will be based on a combination of traditional methods of intra- and interspecific hybridization with the latest genetic, biochemical and physiological methods adapted to the culture, which will help to intensify the creation of black currant cultivars with the desired properties.

Keywords*: amphidiploid, berry crops, domestication, gooseberries, Grossulariaceae DC., interspecific hybridization, 'Josta', red currants.*

Вступ. Смородина (*Ribes nigrum* L.), ягоди й рослини якої внаслідок вікового лінгвоциду калькуючи з російської дотепер здебільшого називають

"чорною смородиною" не лише пересічні споживачі, а й деякі науковці, належить до досить поліморфного роду Порічки (*Ribes* L.), родини Аґрусових (*Grossulariaceae* DC.). У складі роду *Ribes* виділяють підроди *Ribes* та *Grossularia* (Mill.) Pers. (Sinott, 1985), у кожному з яких розрізняють по декілька секцій. Незважаючи на періодичні повідомлення щодо чергової ревізії системи роду *Ribes* стосовно кількості та впорядкування складу його підродів і секцій (Barney & Hummer, 2005; Leišová-Svobodová & Kissling, 2021; Sinott, 1985; Zhang et al., 2023), внутрішньо-родова класифікація цього роду та його статус залишаються дискусійними навіть у сучасну епоху молекулярної філогенетики.

Нині систематики нараховують 193 визнані види роду *Ribes*. Варто зазначити, що у різних виданнях окрім цієї валідної родової назви можна натрапити на 16 інших наукових назв роду *Ribes*, котрі нині вважаються синонімами (*Ribes*.., 2025). Усі види *Ribes* мають однакову кількість хромосом x=8, а 2n=16, за винятком невеликої кількості штучно отриманих міжвидових гібридів (Cavanna et al., 2009). З-поміж таких гібридів найбільш відомі порічки Калвервелла (*R.* ×*culverwelli* MacFarlane, syn. *R.* ×*schneideri* Maurer ex Koehne) отримані від схрещування *R. nigrum* × *R. uva-crispa* та порічки аґрусо-смородинові (*R.* ×*nidigrolaria* Rud.Bauer & A.Bauer) від схрещування *R. divaricatum* × *R. nigrum* × *R. uva-crispa* (Mezhenskyj et al., 2014).

Аґрусосмородина (нині це один з представників роду *Ribes*) культивується в Україні під назвою "йошта". Ця назва поширилася від назви першого з сортів цього трьохвидового амфідиплоїда — ‘Josta’. Слово "йошта" німецького походження, в якому поєднуються дві перші літери назви смородини німецькою мовою (JOhannisbeere) та три перші літери назви аґрусу (STAchelbeere), з яких і утворено назву Josta (Йошта). Володимир Меженський з колегами свого часу пропонували для аґрусосмородини нотородову назву Рибелярія (×*Ribelaria* Mezhenskyj), однак пізніше вони зазначили, що погоджуючись із таксономічними новаціями, за якими види аґрусу розташовані у складі роду *Ribes,* відпала потреба утворювати нові таксономічні комбінування для найменування таких гібридів (Mezhenskyj et al., 2014). Тому у наукових публікаціях маємо використовувати для аґрусосмородини/йошти назву *Ribes* ×*nidigrolaria* Rud.Bauer & A.Bauer. У соматичних клітинах рослин цього штучно-створеного амфідиплоїдного виду нараховується 2n=32 хромосоми (Bauer & Weber, 1989).

Унаслідок створення аґрусосмородини поповнилося різноманіття ягідних культур. Рослини аґрусосмородини самоплідні, а у її плодів, що споживаються як у свіжому вигляді, так і використовуються для переробки, відсутній характерний для смородини запах (Mezhenskyj et al., 2014). В Україні німецький сорт ‘Josta’ залишається найбільш поширеним дотепер. Окрім нього також вирощують шведський сорт ‘Kroma’ та деякі інші сорти іноземної селекції (Mezhenskyj et al., 2014). Зважаючи на вміст у ягодах йошти цінних фенольних сполук, перспективи використання цієї ягідної культури у здоровому харчуванні нині оцінюються досить оптимістично (Lykholat et al., 2023).

При цьому з-поміж культивованих видів *Ribes* найбільш економічно-важливими в світі залишаються смородина (*R. nigrum*), порічки червоні й білі (*R. rubrum* L.) та аґрус (*R. uva-crispa* L.). У 2021 році загальна площа під цими

ягідними культурами досягала 148 275 га, з виробництвом плодів близько одного мільйона тонн (Sun et al., 2023). В Україні площа під насадженнями смородини плодоносного віку становить 4,8 тис. га, тобто майже чверть від загальної площі під ягідниками в державі, тоді як під аґрусом близько 0,5 тис. га. Щорічне виробництво смородини в Україні оцінюється приблизно в 27,1 тис. тонн, а аґрусу – в 7,8 тис. тонн. До Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 рік (State register..., 2021), занесені 26 вітчизняних сортів смородини. Основними селекційними установами, в яких виконуються успішні дослідження з селекції смородини в Україні є Інститут садівництва, з його Львівським відділом та Дослідною станцією помології ім. Л. П. Симиренка (Мліїв), а також Національний університет біоресурсів і природокористування України. Селекційні програми в них спрямовані на підвищення якості плодів, врожайності, олігогенної стійкості проти збудників хвороб та шкідників, а також на вдосконалення потенціалу адаптивних реакцій щодо несприятливих чинників довкілля (Grynyk & Filiov, 2021; Mezhenskyj et al., 2020; Yareshchenko & Tereshchenko, 2012).

Варто зазначити, що назва «смородина» має праслов'янське походження й стосується лише рослин *R. nigrum*, які на відміну від рослин інших видів роду *Ribes* (порічки), мають пахучі залозки (Mezhenskyj, 2014). Щодо консонансу у вимові слів «смородина» й «сморід» слід нагадати, що первісний зміст слова «сморід» був нейтральним й означав «сильний запах» (Balalaieva, 2024), котрий міг бути і приємним, і неприємним, а однозначно негативного значення слово «сморід» набуло в українській мові значно пізніше (Lytvynov, 2024). Назва роду *Ribes* походить від латинізованого арабського слова «rhubarb/ribas», що означає сирійський ревінь, з черешків якого араби варили кисло-солодкий сироп. Після завоювання у восьмому сторіччі Іспанії араби не знайшли там ревеню, однак зваривши схожий сироп з ягід червоних порічок, перенесли на нього назву свого сиропу з ревеню. Європейські ботаніки використали цю назву спочатку для червоних порічок, а у 1753 році Карл Лінней поширив її як назву роду *Ribes* (Coville, 1935). Одомашнення смородини відбувалося протягом останніх 400 років, про що свідчать травники Паркінсона (Parkinson) за 1629 рік та Джерарда (Gerard) за 1636 рік з описами лікувальних властивостей цієї рослини (Brennan, 2008).

Матеріали та методи. Аналіз доступних джерел, присвячених історії доместикації й селекції смородини *R. nigrum* в Україні та в інших країнах її поширення, а також збір матеріалів для написання статті виконували керуючись методами теоретичного аналізу, систематизації, порівняння й узагальнення, що вживаються в оглядових дослідженнях (Cortez & Gonzalez de Mejia 2019; Sharma et al., 2020; Zdunić et al., 2015), доповнюючи їх власними методичними напрацюваннями.

Результати та обговорення. При створенні вихідного матеріалу для селекції смородини традиційно використовують внутрі- й міжвидову гібридизацію, а також мутагенез і поліплоїдію. Однак, у процесі формування багатьох сортів смородини різні види й різновиди *Ribes* залучалися в схрещування, не завжди усвідомлено, тому аналізуючи гібридні популяції смородини досить часто буває нелегко відокремити внутрішньовидові гібриди

від більш одлеглих. Насамперед йдеться про гібриди з видами смородини дикуші *R. dicusha* Fisch., смородини американської *R. americanum* Mill., смородини уссурійської *R. ussuriense* Jancz. та з деякими іншими видами, підвидами й різновидами, які всі мають у соматичних клітинах по 14 хромосом й легко схрещуються з 14 хромосомними сортами *R. nigrum.* Види підроду *Eucoreosma,* відігравали велике значення у формуванні сучасного сортименту смородини. Це насамперед *R. nigrum* з його підвидами *R. nigrum subsp. europaeum* Pavl. й *R. nigrum subsp. sibiricum* Wolf E., що поширені на території Північної Європи, Центральної та Північної Азії і до Гімалаїв, а також центрально- й східно-азійські види *R. dikuscha* й *R. ussuriense* та поширені на території Північної Америки *R. bracteosum* та *R. petiolare* Dougl. Ці ж самі види були визначені як джерела корисних генів стійкості та ознак якості плодів (Brennan, 2008; Sharma et al., 2020).

Нині у межах програми загальної селекції смородини виділилося два основні напрями, один з котрих спрямований на створення сортів для ринку свіжих ягід, у тім числі для ягід з наступною переробкою, а другий – для комерційного виробництва смородинового соку. При цьому проблеми, з якими стикаються селекціонери обох напрямів, здебільшого спільні: необхідність створення сортів толерантних щодо шкідників і збудників хвороб, а також спроможних адаптуватися до глобальних змін клімату, які характеризуються збільшенням частоти більш м’яких зимових періодів з більш теплими й сухими умовами вегетації (Moura et al., 2024).

Селекціонери смородини намагаються поєднувати у генотипах нових сортів максимально можливу кількість олігогенів лімітувальних господарчих ознак. При цьому ключовими донорами резистентності щодо брунькового кліща смородини *Cecidophyopsis ribis* Westw. є представники *R. uva-crispa subsp. uva-crispa* (=*R. grossularia* L.), *R. glutinosum* Jacquem. ex Decne (=*R. orientale* Desf.) та *R. pauciflorum* Turcz. (=*R. nigrum* var. *kolymense* Trautv.) (Brennan, 2008). Окрім власної шкідливості бруньковий кліщ переносить бацилоподібний вірус, що робить ризикованим запровадження органічних та інтегрованих технологій вирощування смородини (Sharma et al., 2020).

Донорами стійкості проти листкової галиці *Dasyneura tetensi* Rubs. є *R. dikuscha* Fisch. й похідні від цього виду, а витривалості проти попелиці – *R. glutinosum* (=*R. orientale*) та *R. sanguineum* Pursh. (Brennan, 2008).

У селекції на резистентність щодо хвороб використовуються: *R. dikuscha* та *R. nigrum* var. *sibiricum* — проти бурої плямистості листя зумовленої збудником антракнозу смородини *Drepanopeziza ribis* (Klcb.) Holm (=Pseudopeziza ribis Rchm ex Kleb.); натомість щодо спричиненої збудником септоріозу (*Mycosphaerella ribis* Lind.) білої плямистості листя ефективні донори *R. americanum* та *R. pauciflorum* (=*R. nigrum* var. *kolymense*). За донори стійкості проти збудника американської борошнистої роси *Sphaerotheca mors-uvae* (Schw.) Berk, et Curt. рекомендуються *R. americanum*, *R.* × *carrierei* C.K.Schneid., *R. sanguineum*, *R. dikuscha*, *R. nigrum var. scandinavicum*, *R. petiolare* Dougl., *R. pauciflorum* та *R. glutinosum* (=*R. orientale*) (Brennan, 2008; Petrescu & Hoza, 2024). *R. ussuriense* передає гібридам смородини стійкість проти збудника білої

соснової пухирчастої іржі *Cronartium ribicola* JC Fisch. (Allai et al., 2020; Brennan, 2008).

У селекції на стійкість проти ураження бацилоподібним вірусом (*Blackcurrant reversion virus*) із родини Рабдовірусів (*Rabdoviridae*), симптоми котрого проявляються у махровості квіток й асиметрії листкової пластинки, можуть бути використані в гібридизації *R. dikuscha*, *R. procumbens* Pall., *R. nigrum* var. *sibiricum* та міжвидовий гібрид *R. ×fuscescens* Jancz., отриманий від схрещування *Ribes bracteosum* Douglas ex Hook. з *R. nigrum* (Brennan, 2008; Moročko-Bičevska et al., 2022).

Донорами зимостійкості можуть бути *R. nigrum* var. *sibiricum*, *R. dikuscha*, *R. pauciflorum* (=*R. nigrum* var. *kolymense*) та *R. procumbens*; ранньостиглості – *R. dikuscha* й *R. nigrum var. sibiricum*; пізньостиглості – *R. bracteosum*, *R. palczewskii* (Janch.) Pojark. (=*R. spicatum* subsp. *lapponicum* Hyl.) та *R. mandshuricum* (Maxim.) Kom. Стійкість до передчасного осипання плодів гібридам смородини передає *R. hudsonianum* Richardson, для підвищення вмісту аскорбінової кислоти слід залучати *R. dikuscha*, *R. pauciflorum* та *R. nigrum var. sibiricum*, а для збільшення розмірів квіткових/плодових китиць — *R. bracteosum* та *R. ×fuscescens* (Brennan, 2008).

Виходячи з виконаного аналізу доступних джерел та враховуючи сучасний рівень і тенденції розвитку досліджень, що застосовуються у селекції ягідних рослин, найбільш ефективними напрямами покращення сортів смородини в найближчій перспективі буде освоєння методів конструювання генотипів із заданими властивостями. Для цього необхідно інтенсифікувати генетичні дослідження *Ribes* і його найближчих родичів, створити генетичні карти *R. nigrum* та інших *Ribes* spp. для усвідомленого підбору донорів й джерел перспективних для селекції ознак, розробити системи генетичного маркування та адаптувати щодо смородини існуючі методи генної інженерії та способи добору на ранніх етапах селекційного процесу генотипів зі специфічними властивостями.

Висновки. Отже, нині та в найближчій перспективі селекційні програми щодо смородини базуватимуться на поєднанні класичних з адаптованими стосовно культури новітніми генетичними, біохімічними та фізіологічними методами досліджень, що сприятиме інтенсифікації створення сортів із заданими властивостями.

Література

1. Allai, F. M., Azad, Z. R., Gul, K., Dar, B. N., Jabeen, A., & Majid, D. (2020). Black currant. *Antioxidants in Fruits: Properties and Health Benefits* [Eds.: G. A. Nayik & A. Gull]. Ch. 14. P. 271–293. https://doi.org/10.1007/978–981–15–7285–2_14.
2. Balalaieva O. (2024). Etymological analysis of scientific names of cultivated trees and shrubs. *International journal of philology*. Vol. 15. No 1. P. 37–45. http://dx.doi.org/10.31548/philolog15(1).2024.04 (in Ukrainian).
3. Barney, D., & Hummer, K. (2005). *Currants, gooseberries, and jostaberries: a guide for growers, marketers, and researchers in North America*. Boca Raton: CRC Press. 266 p. https://doi.org/10.1201/9781482277821.

4. Bauer, A., & Weber, H. E. (1989). *Ribes* × *nidigrolaria* R. & A. Bauer und *Fragaria* × *vescana* R. & A. Bauer–Beschreibung zweier Hybridarten. *Osnabrücker naturwiss Mitt*. Bd. 15. S. 49–58. (in German).
5. Brennan, R. M. (2008). Currants and Gooseberries. *Temperate Fruit Crop Breeding: Germplasm to Genomics.* Dordrecht: Springer. Ch. 6 P. P. 177–196. http://dx.doi.org/10.1007/978–1–4020–6907–9_6.
6. Cavanna, M., Torello Marinoni, D., Beccaro, G. L., & Bounous, G. (2009). Microsatellite-based evaluation of *Ribes* spp. germplasm. *Genome*.Vol. 52. No 10. P. 839–848. https://doi.org/10.1139/g09–057.
7. Cortez, R. E., & Gonzalez de Mejia, E. (2019). Blackcurrants (Ribes nigrum): A review on chemistry, processing, and health benefits. *Journal of Food Science*. Vol. 84. No 9. P. 2387–2401. https://doi.org/10.1111/1750–3841.14781.
8. Coville, F. V. (1935). Origin of the genus name Ribes. *Science*. Vol. 82. No 2134. P. 491–492. https://doi.org/10.1126/science.82.2134.491.
9. Grynyk, I. V. & Filiov V. V. (2021). History and present time of the L. P. Symyrenko Research Station of Pomology of the Institute of Horticulture, NAAS of Ukraine. *Horticulture*. Vol. 76. P. 5–9. http://dx.doi.org/10.35205/0558–1125–2021–76–5–9.
10. Leišová-Svobodová, L., & Kissling, P. (2021). The European species of *Ribes* subg. *Ribes*: population genetic testing of classical systematics. *Plant Systematics and Evolution*. Vol. 307. No 3. Art. 41. P. https://doi.org/10.1007/s00606–021–01763–2.
11. Lykholat, O., Khromykh, N., Lykholat, T., Didur, O., Kvitko, M., & Lykholat, Y. (2023). Research of phenolic compounds content in yoshta berries for the perspective of cultivation and use in healthy nutrition in the steppe zone of Ukraine. *EUREKA: Life Sciences*. No 3. P. 27–33. https://doi.org/10.21303/2504–5695.2023.002985.
12. Mezhenskyj, V., Kondratenko, T., Mazur, B., Shevchuk, N., Andrusyk, Y., & Kuzminets, O. (2020). Results of *Ribes* breeding at the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. *Research for Rural Development*. Vol. 35. P. 22–26. https://doi.org/10.22616/rrd.26.2020.003.
13. Mezhenskyj, V., Mezhenska, L., & Yakubenko B. **(**2014). Rare Small Fruit Crops: recommendations on breeding and propagation. Kyiv: CP «Comprint». 119 p. (in Ukrainian).
14. Mezhenskyj, V. M. (2014). Considering the issue of aligning Ukrainian plant names. Communication 3. Names for *Ribes* L. species. *Plant Varieties Studying and Protection. 10* (4), 9–15. https://doi.org/10.21498/2518–1017.4(25).2014.55461.
15. Moročko-Bičevska, I., Stalažs, A., Lācis, G., Laugale, V., Baļķe, I., Zuļģe, N., & Strautiņa, S. (2022). Cecidophyopsis mites and blackcurrant reversion virus on *Ribes* hosts: Current scientific progress and knowledge gaps. *Annals of Applied Biology*. Vol. 180. No 1. P. 26–43. https://doi.org/10.1111/aab.12720.
16. Moura, A. M., Gordon, S., Jorgensen, L., & Graham, J. (2024). Blackcurrant breeding at James Hutton Institute the challenges and prospects. *Acta Horticulturae.* Vol. 1388. P. 135–140. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2024.1388.20.

17. Petrescu, A., & Hoza, D. (2024). A review of blackcurrant culture technology. *Scientific Papers. Series B. Horticulture*. Vol. 68. No 1. P. 111–121.
18. *Ribes* L. (2025). Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet. URL: https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:30002461–2. (Accessed 12 January 2025).
19. Sharma, G., Lata, S., & Yadav, A. (2020). Currants. *Temperate fruit crop breeding: Domestication to cultivar development.* Delhi: JAYA Publishing House. Ch. 8. P. 255–288.
20. Sinott, Q. P. (1985). A revision of *Ribes* L. subg. *Grossularia* (Mill.) Pers. sect. *Grossularia* (Mill.) Nutt. (*Grossulariaceae*) in North America. *Rhodora*. Vol. 87. No 850. P. 189–286.
21. State Register… (2021). Black currant *Ribes nigrum* L. *State Register of Plant Varieties Suitable for Dissemination in Ukraine in 2021*. Kyiv: Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. P. 461–462. (in Ukrainian).
22. Sun, X., Zhan, Y., Li, S., Liu, Y., Fu, Q., Quan, X.,... & Zhu, C. (2023). Complete chloroplast genome assembly and phylogenetic analysis of blackcurrant (*Ribes nigrum*), red and white currant (*Ribes rubrum*), and gooseberry (*Ribes uva-crispa*) provide new insights into the phylogeny of *Grossulariaceae*. *PeerJ*. Vol. 11. e16272. https://doi.org/10.1600/036364404772974239.
23. Zdunić, G., Šavikin, K., Pljevljakušić, D., & Djordjević, B. (2015). Black (*Ribes nigrum* L.) and red currant (*Ribes rubrum* L.) cultivars. *Nutritional composition of fruit cultivars* [Eds.: Monique Simmonds & Victor R. Preedy]. Academic Press. Ch. 5. P. 101–126. http://dx.doi.org/10.1016/B978–0–12–408117–8.00005–2.
24. Zhang, B., Yu, Z., Xu, Z., & Zheng, B. (2023). A phylogenetic and morphological evolution study of *Ribes* L. in China using RAD-seq. *Plants*. Vol. 12. No 4. Art. 829. P. 1–18. https://doi.org/10.3390/plants12040829.

СУЧАСНІ МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ В СЕЛЕКЦІЇ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ

Ірина М. Підлубенко
Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені З. С. Ґжицького, м. Дубляни, Україна
E-mail: pidlubenkoirina1984@gmail.com; ORCID ID:0000–0002–5703–3407

Анотація.

Квасоля звичайна (Phaseolus vulgaris L.) – одна з найцінніших продовольчих культур серед бобових, що займає друге місце за площею посівів у світовому землеробстві. В Україні вона почала набувати господарського значення на початку XX століття.

Квасоля характеризується високим вмістом білків, вуглеводів і вітамінів, що робить її важливим компонентом раціону харчування. Це також природний ресурсозберігаючий вид рослин, здатний підвищувати родючість ґрунту завдяки фіксації азоту бульбочковими бактеріями. Сучасні методи селекції спрямовані

на підвищення продуктивності, адаптацію до зміни клімату та стійкості до несприятливих умов вирощування.

Дослідження спрямоване на вивчення біологічних особливостей квасолі звичайної та її значення у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур. Встановлено механізми взаємодії бульбочкових бактерій з кореневою системою рослини, що забезпечує засвоєння атмосферного азоту. Проаналізовано вплив метеорологічних умов на динаміку формування маси і кількості бульбочкових бактерій. Визначено селекційні джерела з високою продуктивністю, стабільністю до змін клімату та цінними біохімічними показниками.

Розроблено методику «Методичні основи прискорення селекційного процесу сортів квасолі звичайної», яка дозволяє ефективно відбирати конкурентоздатні сорти з підвищеним потенціалом азотфіксації. Встановлено кореляційні залежності між господарськими ознаками, що забезпечують селекційний добір продуктивних генотипів. Виділено найбільш адаптовані до агрокліматичних умов України сорти, які можуть бути використані у подальшій селекційній роботі для підвищення врожайності та якості квасолі звичайної.

Ключові слова: *азотфіксація, урожайність, біохімічні показники, агрокліматична стабільність, бульбочкові бактерії.*

MODERN METHODOLOGICAL APPROACHES IN COMMON BEAN BREEDING

Iryna M. Pidlubenko
Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S. Z. Gzhytskyi, Dubliany, Ukraine
E-mail: pidlubenkoirina1984@gmail.com; ORCID ID: 0000–0002–5703–3407

Abstract.

Common bean (Phaseolus vulgaris L.) is one of the most valuable food legumes, ranking second in sown area among leguminous crops in global agriculture. In Ukraine, it began to gain economic importance at the beginning of the 20th century.

The bean is characterized by a high content of proteins, carbohydrates, and vitamins, making it an important component of the human diet. It is also a natural resource-saving plant species capable of enhancing soil fertility through nitrogen fixation by rhizobial bacteria. Modern breeding methods focus on increasing productivity, adapting to climate change, and improving resistance to adverse growing conditions.

This study focuses on the biological features of common bean and its role in increasing the productivity of agricultural crops. Mechanisms of interaction between rhizobial bacteria and the root system of the plant, ensuring atmospheric nitrogen assimilation, have been established. The influence of meteorological conditions on the dynamics of the mass and number of rhizobial nodules has been analyzed.

Breeding sources with high productivity, climate stability, and valuable biochemical traits have been identified. A methodology entitled "Methodological Principles for Accelerating the Breeding Process of Common Bean Varieties" has been developed, enabling effective selection of competitive varieties with enhanced nitrogen fixation potential. Correlations between agronomic traits that ensure the selection of productive genotypes have been established. The most agroclimatically adapted varieties for the conditions of Ukraine have been identified; they can be used in further breeding to increase the yield and quality of common bean.

Keywords: *nitrogen fixation, yield, biochemical traits, agroclimatic stability, rhizobial bacteria.*

Вступ. Квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris* L.) є найбільш цінною продовольчою культурою з зернобобових і в світовому землеробстві займає друге місце за площею посівів. Цінність її визначається високими смаковими і харчовими якостями [1].

В Україні до 1917 року, квасолю вважали городньою культурою, і лише на початку ХХ ст. вона набула народногосподарського значення. Згідно статистичних даних, у 2024 році культура вирощувалася на площі 42 тис. га [2].

Біологічна наука і агрономічна практика базується на вивченні й використанні біологічних методів для підвищення росту продуктивності рослин [3].

Квасоля звичайна є цікавим об'єктом, щодо поповнення раціону людини білковою, вуглеводною, а у фазі технічно зеленого бобу й вітамінною і дієтичною продукцією. До того ж квасоля, як і інші зернобобові культури є бажаним попередником для багатьох сільськогосподарських культур, завдяки бульбочкоутворюючій здібності азотофіксуючих бактерій і тим самим є природоохоронною ресурсозберігаючою овочевою рослиною, яка здатна збільшувати білкові ресурси України [4].

Бульбочкові бактерії квасолі проникають в корені рослин через кореневі волоски, де виділяють слиз, внаслідок чого утворюються довгі нитки (або тяжі), це утворення, що одержали назву інфекційних ниток, вони глибоко проникають в корені рослини, де бактерії інтенсивно починають розмножуватися, що стимулює швидкий поділ клітин рослини навколо бактеріальних скупчень, що і призводить до виникнення бульбочок. В свою чергу, рослини квасолі забезпечуючи бульбочкові бактерії вуглеводами і мінеральними солями, натомість отримують амонійний азот, що утворився в результаті фіксації бактеріями атмосферного азоту. Частина засвоєного рослинами азоту залишається в ґрунті з рослинними залишками, чим поповнює вміст азоту, який входить до складу білків, нуклеїнових кислот та багатьох інших органічних сполук, необхідних для життєдіяльності рослин.

Це явище є економічно вигідним і біологічним, що не впливає негативно на навколишнє середовище, тобто екологію. Він здійснюється за рахунок енергії фотосинтезу, інтенсивність його регулює сама рослина, це підтверджує доцільність розширення площ під бобовими культурами [5].

Головним науковим завданням щодо квасолі, на сьогодні, є встановлення закономірностей яким підкорюються процеси формоутворення, особливо створення батьківських штамбових форм, які дружно визрівають. Остання особливість дуже залежить від дії зовнішніх умов. Отже, в першу чергу, було проаналізовано існуючий генофонд та визначено його селекційну цінність для створення нових ліній. Кількісно оцінено характер мінливості морфологічних структурних компонентів, виділено селекційні джерела; проаналізовано хімічний склад генофонду за вмістом загального цукру, крохмалю, сухої речовини, вітамінів у фазі лопатки, фізіологічної стиглості насіння, встановлено мінливість хімічних та продуктивних ознак і виділено джерела для селекції; розроблено метод оцінки джерел для селекції за рахунок встановлення кореляційних зв'язків між продуктивністю, вмістом корисних хімічних речовин, дружнім визріванням та архітектонікою куща у фазі технічно стиглого зеленого бобу і фізіологічно стиглого насіння [6].

Існуючі методи селекції (гібридизація, мутагенез та індивідуальний добір) включають вивчення колекційного вихідного матеріалу протягом трьох років та послідуючого добору, штучного інцухтування батьківських пар, їх гібридизації (штучне запліднення) та ізольоване розмноження доборів і ліній протягом 7–8 поколінь. Недоліком цих методів є затратний тривалий період (26 років) на отримання вирівняного лінійного матеріалу та оцінки на адаптивність і стабільність ознак, їх залежність одне від одного у поколінні.

Збільшення амплітуди коливань температури, кількості опадів і їх розподіл протягом вегетаційного періоду потребує стабільності генотипів за продуктивністю. Добір адаптивних джерел дозволяє поєднати у генотипі зразків продуктивність і стійкість до вологозабезпечення за факторів навколишнього середовища.

Матеріали і методи. Важливим завданням нашої дослідної роботи було виділити адаптовані джерела з комплексом корисних продуктивних і біохімічних ознак, придатних для біоадаптивних технологій, переробки, з формуванням збільшеного потенціалу вологозабезпечення бактерій, які будуть використані у подальшій селекційній роботі.

У ході досліджень розроблено методику «Методичні основи прискорення селекційного процесу сортів квасолі звичайної», яка дозволяє прискорити добір джерел та створення конкурентоздатних сортів зі збільшеним потенціалом азотофіксуючих бактерій і комплексом цінних господарських ознак [7].

Результати обговорення. Встановлено вплив метеорологічних умов на динаміку формування маси і кількості азотофіксуючих бульбочкових бактерій (ризобій) зразків квасолі звичайної та удосконалено метод добору джерел за стійкістю до агрокліматичних умов у фазі «справжнього листка».

За високою агрономічною стабільністю формування *маси бульбочок* виділено зразки: у фазу *справжнього листка* – Українка, Белісімо, Краплинка; у фазу *цвітіння* – Українка, Белісімо, Чарівниця; у фазу *наливу бобу* – Присадибна, Ксенія, Українка, Зіронька, Гайдарська, Гайдарська добір, Княгиня, Отрада.

За найменшою залежністю від вологозабезпечення у фазі «*справжнього литка*» – Українка, у фазі «*цвітіння*» – Ксенія і Палаті; у фазі «*наливу бобу*» – Гайдарська добір.

Високу агрономічну стабільність в період формування кількості бульбочок мали зразки у фазу *справжнього листка* – Українка, Княгиня; *цвітіння* – Ксенія, Українка, Зіронька і Белісімо; *наливу бобу* – Ксенія (100,0%), Белісімо (99,1%), у середньостиглих зразків – Б/н 08, Чарівниця, Пепі. Найменше реагували на погодні умови вирощування у фазах – *справжнього листка* – Мавка, Княгиня; *цвітіння* – Палаті; *наливу бобу* – Ксенія, Сакса.

Виділено зразки за агрономічною стабільністю та селекційною цінністю цінних господарських ознак в період наростання бульбочок ранньостиглих зразків квасолі звичайної кущового типу. За збільшеною агрономічною стабільністю ознаки «урожайності» виділено колекційні зразки – Ксаво, Сакса, що підтверджує стабільність цих зразків до агрокліматичних умов вирощування, за вмістом сухої речовини (As = 96,0–97,0%) – Лаура, Ольга, Палаті, Ксаво, Сакса, за селекційною цінністю – зразок Ксаво. Встановлено найбільшу селекційну цінність у зразків – Ксаво і Сакса, що засвідчує гарантоване використання їх у подальшій селекційній роботі.

Агрономічна стабільність колекційних зразків за вмістом загального цукру перевищували стандарт на 3–6% і за наявністю 2,33–2,80% при 2,75% у стандарту. За селекційною цінністю виділено – колекційні зразки Білозерна 361, Сюїта, Зіронька, Дар, Палаті, Ксаво, Сакса. Джерела за агрономічною стабільністю і селекційною цінністю вмісту вітаміну С – Ксенія і Українка.

Встановлено кореляційну залежність між цінними господарськими ознаками рослин зразків квасолі звичайної овочевої з масою і кількістю бульбочок їх на коренях. Високу залежність ($r > 0,7$) встановлено між ознаками кількість насіння і середня маса бобу; довжина бобу і середня маса його; довжина бобу і кількість насіння у бобі.

Висновки. Проведене дослідження підтвердило важливість квасолі звичайної як перспективної культури для сільського господарства України. Виявлено високопродуктивні та адаптовані сорти, що характеризуються стабільною врожайністю, стійкістю до змін кліматичних умов та високим вмістом біологічно активних речовин.

Визначено кореляційні залежності між агрономічними та біохімічними характеристиками рослин, що сприятиме ефективному відбору цінних селекційних джерел. Розроблена методика прискореного селекційного процесу дозволяє значно скоротити час створення нових сортів, підвищуючи ефективність селекційної роботи.

Отримані результати можуть бути використані для подальших досліджень у сфері агрономії, селекції та біотехнології, а також сприятимуть підвищенню продуктивності та екологічної безпеки сільськогосподарського виробництва.

Література

1. Глявин А. В. Характеристика гібридів квасолі F_1. Корми і кормовиробництво. 2011. Вип. 68. С. 12–17.
2. З року в рік площі під квасолею в Україні зростають. URL: https://superagronom.com/news/9502-z-roku-v-rik-ploschi-pid-kvasoleyu-v-ukrayinizrostayut (дата звернення: 20.02.2025).

3. Голодна В. Ф., Акуленко В. В., Столяр О. О. Формування продуктивності квасолі звичайної залежно від елементів технології вирощування в північній частині Лісостепу. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2013. Вип. 1–2. С. 120–124.
4. Патика В., Поташова Л., Толкачов М. Селекція бульбочкових бактерій квасолі. *Вісник аграрної науки*. 2001. № 1. С. 54–57.
5. Семенюшко А. А. Селекція квасолі в діяльності спеціалізованих дослідних установ України: методичні підходи та основні результати. Історія науки і біографістика. 2013. № 3. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/INB_Title_2013_3_14. (дата звернення 22.02.2025).
6. Сайко О. Ю. Джерела для селекції квасолі звичайної зі збільшеним потенціалом біохімічних і цінних господарських ознак. *Овочівництво і баштанництво:* міжвідомчий тематичний науковий збірник / Інститут овочівництва і баштанництва НААН. Харків, 2017. Вип. 63. С. 302–308.
7. *Методичні основи прискорення селекційного процесу сортів квасолі звичайної. (Методичні рекомендації). /* О. М. Могильна, І. М. Підлубенко, О. М. Біленька, Н. О. Кирюхіна, Л. Ю. Штепа. Київ: Аграрна наука, 2021. 48 с.

EVALUATION OF CORN HYBRIDS CREATED WITH ERECTOID PLACEMENT OF LEAF PLATE

Liudmila O. Riabovol, Iaroslav S. Riabovol, Julia V. Bilokur, Yevgeny Goriany
Uman National University of Horticulture, Ukraine
E-mail: Liudmila1511@ukr.net
Orcid ID: 0000–0001–8988–4874

Annotation.

With hybridization of the created lines, early ripe hybrids of corn with high productivity (6,80–7,23 t/ha) and resistance to diseases and insects were obtained. Hybrids by the erectoid arrangement of the leaf plate and high (more than 70 cm from the soil surface) by attaching the cob on the stem were distinguished.

Keywords*: corn, line, hybrid, erectoid, performance.*

ОЦІНКА СТВОРЕНИХ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ З ЕРЕКТОЇДНИМ РОЗМІЩЕННЯМ ЛИСТКОВОЇ ПЛАСТИНКИ

Людмила О. Рябовол, Ярослав С. Рябовол, Юлія В. Білокур, Євгеній Горяний
Уманський національний університет садівництва, Україна
E-mail: Liudmila1511@ukr.net
ORCID ID:0000–0001–8988–4874

Анотація.

За гібридизації створених ліній отримано ранньостиглі гібриди кукурудзи з високою продуктивністю (6,80–7,23 т/га) та стійкістю до хвороб і шкідників. Гібриди вирізнялись еректоїдним розташуванням листкової пластинки і високим (понад 70 см від поверхні ґрунту) прикріпленням качана на стеблі.

Ключові слова*: кукурудза, лінія, гібрид, еректоїд, продуктивність.*

Introduction. One of the most effective factors for increasing corn productivity is the creation of new ripe hybrids and their introduction in zones with a short vegetation period and relatively optimal moisture reserves [1, 3].

Early hybrids should be used for the introduction of energy-saving technologies, in particular, the harvesting of corn in full maturity with grain combines, which reduces the cost of drying grain. New ripe hybrids should respond positively to increased doses of mineral fertilizers, be resistant to diseases and insects, well adapted to mechanized harvesting, meet the requirements of modern industrial seed production and intensive technology of their cultivation in production [2, 4, 5]. Therefore, scientists are constantly working on the creation of new high-yielding early and medium-sized hybrids (FAO 150–300), which is guaranteed to mature in different ecological regions of the country and give steel and high grain and silo yields.

The purpose of the research was to test the test of early ripe hybrids obtained from the lines created for the use of the biotechnological link.

Methods. The research in the experimental areas of the Department of Genetics, Plant Breeding and Biotechnology of Uman NUH during 2022–2024 was conducted. To create hybrid forms of dialel crossings system used.

Results. In the course of research, materials with high productivity and resistance to a number of abiotic and biotic factors were obtained. According to the complex of economic and value features, three samples were allocated (365, 672, 675), which was significantly 13,3% exceeded the yield variant, had low grain moisture for harvesting (at 25%), the duration of the growing season 140–160 days and high resistance to diseases and pests. The test hybrids by the erectoid arrangement of the leaves and high (more than 70 cm from the soil surface) by attaching the cob on the stem, which ensures their suitability for mechanized harvesting were distinguished.

Conclusions. From the use of biotechnological methods of lines, test early ripening hybrids of corn with high productivity (on average by years of studies of 6,80–7,23 t/ha) and resistance to diseases and pests were obtained. Hybrids by the erectoid arrangement of the leaves and high (more than 70 cm) attachment of the cob on the stem were distinguished.

References

1. Bilokur Yu. V., Riabovol L. O. Creation and evaluation of the source material of erectoid forms of corn (References review). Collection of scientific works of Uman NUS, 2021. Iss. 99. Part 1. P. 105–117.
2. Klimova AE Recombinant lines of sugar corn are new sources of breeding and value features. Genetic resources of plants, 2013. № 12 P. 63–72.

3. Chuchmiy I. P., Morgun V. V. Methods and results of breeding of mature hybrids of corn in the conditions of the forest-steppe of Ukraine. Kyiv: Harvest, 1993. 142 p.
4. Irmak S., Djaman K. Effects of planting date and density on plant growth, yield, evapotranspiration, and water productivity of subsurface drip-irrigated and rainfed maize. *Transactions of the ASABE*, 2016. no. 59 (5). P. 1235–1256.
5. Marchenko T. Yu. Innovative elements of cultivation technology of corn hybrids of different FAO groups in the conditions of irrigation. *Natural sciences and modern technological solutions: knowledge integration in the XXI century: collective monograph*. Lviv-Torun, 2019. P. 137–153.

THE CULTURE OF MATURE SUNFLOWER EMBRYOS

Liudmila O. Riabovol, Iaroslav S. Riabovol, Vladislav Panchenko, Olexandra V. Nenka
Uman National University of Horticulture, Ukraine
E-mail: Liudmila1511@ukr.net
Orcid ID: 0000–0001–8988–4874

Annotation.

The composition of the nutrient medium for the induction of the development of mature embryos from sunflower seeds obtained for self-pollination of plants is determined. It has been proven that the modified medium of Murasige-Skuga with 1,0 mg/l indolylacetic acid, 5,0 mg/l glutamine, 100,0 mg/l mesoinositis, 30,0 g/l sucrose provides intensive development of seedlings. The formation of the embryos depended on the genotype of the explant.

Keywords: *sunflower, genotype, embryo, nutrient, growth regulators.*

КУЛЬТУРА ЗРІЛИХ ЗАРОДКІВ СОНЯШНИКУ

Людмила О. Рябовол, Ярослав С. Рябовол, Владислав Панченко,
Олександра В. Ненька
Уманський національний університет садівництва, Україна
E-mail: Liudmila1511@ukr.net
ORCID ID:0000–0001–8988–4874

Анотація.

Визначено склад живильного середовища для індукції розвитку зрілих зародків з насіння соняшнику, отриманого за самозапилення рослин. Доведено, що модифіковане середовище Мурасіге-Скуга за додавання 1,0 мг/л індолілоцтової кислоти, 5,0 мг/л глютаміну, 100,0 мг/л мезоінозиту, 30,0 г/л сахарози забезпечує інтенсивний розвиток проростків. Формування зародків істотно залежала від генотипу експланту.

***Ключові слова**: соняшник, генотип, зародок, живильне середовище, регулятори росту.*

Introduction. Sunflower is the main oilseed in Ukraine and one of the most common cultures in the world. Sunflower oil contains about 90% of unsaturated fatty acids, in particular, Lenolic and Oleic [1, 2]. The development of modern sunflower breeding requires the search for new non-traditional approaches and methods that would allow all the potential of the plant organism and get a new source material with a short vegetation period, which will allow two crops a year for climate change. The creation of highly productive early mature domestic hybrids will optimize the technology of cultivation of culture and ensure the economic effectiveness of its production.

Selection for heterosis requires the creation of a high-level material with a high level of heterosis and resistance to a number of abiotic and biotic factors [3–5]. The creation of sunflower lines for self-pollination is accompanied by a low percentage of seed tying, which is caused by the genetic self-bearing system. The formed seeds may not be filled, deformed, have low germination and, as a consequence, do not emergence in the field.

The intensification of the breeding process is possible in improving the technology for introduction into the general scheme of the biotechnological link, in particular, the culture of isolated mature and immature embryos.

The purpose of the research was to create the entrance material of sunflower for use in the breeding process of the biotechnological link, in particular, the culture of mature embryos.

Methods. Researches were conducted in the laboratory of biotechnology of Uman National University of Horticulture during 2023–2024. The source of plant material was the seeds obtained by self-pollination of plants of early-ripening, which varied in productivity and marker. For cultivation of the material used nutrient media of Murasig-Skuga and Linsmayer-Skuga are modified in content, concentrations and ratios of growth regulators. Explants at 20–22 °C, 16-hour photoperiod with a lighting intensity of 3 KLC and 75% of moisture were cultivated.

Results. As a result of the research, the composition of the nutrient environment was selected for the development of embryos. Modified Murasige-Skuga environment with high auxin content, in particular, 1,0 mg/l IAA, supplemented with 5,0 mg/l glutamine, 100,0 mg/l mesoinositis, 30,0 g/l sucrose caused proliferation of expansion tissue and seedlings. The amount of material induced before the development of the material depended on the genotype and varied within 54–82%. The intensive development of cotyledons that had light green color and the roots began at 8–12 days of material cultivation. By 20 days, the plant required a nutrient medium for cloning or process of adaptation and transplanting into natural soil growing conditions.

Conclusion. Therefore, the composition of the nutrient medium for the induction of the development of mature embryos from seeds obtained by the self-pollination of the plant plants is determined. It has been proven that the modified medium of Murasige-Skuga with 1,0 mg/l IAA, 5,0 mg/l glutamine, 100,0 mg/l of mesoinositis, 30,0 g/l sucrose provides intensive development of seedlings. The formation of the

embryos depended on the genotype of the donor of the explant. Using of isolated culture will increase the amount of starting material when creating lines in breeding for heterosis.

References

1. Zhatov O. G., Zhotova G. O. Sources and ways of creating the source material of sunflower. Bulletin of Sumy Agrarian University. Agronomy and Biology Series, 2012 Issue. 9 (24). P. 42–51.
2. Kirichenko M. S., Riabovol L. O., Parii M. F. Creation of fertility restorers resistant to the herbicide tribenuron-methyl group (Granstar). Proceedings of the VI International Scientific Conference «Breeding and Genetic Science and Education (Parium Readings)». Uman, 2017. P. 143–147.
3. Kiricherko V. V. Selection and sunflower seeds (*Helianthus Annuus* L.). Kharkiv, 2005. 385 p.
4. Babych V. I., Borovska I. Yu., Sharypina Ya. Yu., Parii Ya. F., Symonenko Yu. V. Adaptability of F1 sunflower hybrids, created according to an integrated system of line selection for economically valuable traits in various agroclimatic zones. Plant Varieties Studying and protection, 2021. Т. 17, № 4. С. 290–304.
5. Trotsenko, V., Kabanets, V., Yatsenko, V., Kolosok I.. Models of sunflower productivity formation and their efficiency in the conditions of the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 2020. № 40(2). С. 72–78. doi: 10.32782/agrobio.2020.2.9.

АНАЛІЗ ІНБРЕДНИХ ЛІНІЙ ЖИТА ОЗИМОГО НА ЗАГАЛЬНУ КОМБІНАЦІЙНУ ЗДАТНІСТЬ

Ярослав С. Рябовол[1], Людмила О. Рябовол[1], Сергій І. Сліденко[1], Сергій О. Хоменко[1], М. Кертон2

[1]Уманський національний університет садівництва, Україна

[2]*DSV United Kingdom Ltd, Великобританія*

E-mail: iaroslav.riabovol@ukr.net

ORCID ID: 0000–0003–4325–5313

Анотація.

Проведено оцінку селекційної цінності створених інбредних ліній жита озимого на загальну комбінаційну здатність за продуктивністю. Найвищим ефектом ЗКЗ за врожайністю характеризувались п'ять зразків 1714–1, 1719–3, 1731–9, 1742–5, 1744–2. Виділений матеріал долучено до процесу отримання та апробації синтетичних популяцій культури.

Ключові слова: *жито озиме, лінія, синтетична популяція, загальна комбінаційна здатність, урожайність.*

ANALYSIS OF INBRED LINES OF WINTER RYE FOR GENERAL COMBINING ABILITY

Iaroslav S. Riabovol, Liudmila O. Riabovol, Sergiy I. Slidenko, Sergiy O. Khomenko
Uman National University of Horticulture
E-mail: iaroslav.riabovol@ukr.net
ORCID ID: 0000–0003–4325–5313

Annotation.
The estimation of the breeding value of created inbred lines of winter rye on the general combining ability by productivity is carried out. Five samples of 1714–1, 1719–3, 1731–9, 1742–5, 1744–2 had the highest effect of GCA in yield. The selected material is used to the process of obtaining and testing synthetic populations of culture.

Keywords: *winter rye, line, synthetic population, general combining ability, yield.*

Постановка проблеми. Вдалий добір батьківських форм жита озимого для гетерозисної селекції проводиться на основі перевірки комбінаційної здатності (КЗ) вихідного матеріалу, що використовується для отримання гібридів, тобто за схрещування визначених сортів або ліній та випробування їх нащадків [1]. Оцінка вихідного матеріалу за комбінаційною здатністю визначає величину гетерозису [2]. Аналіз КЗ самозапилених ліній починається з третього-четвертого інбредного покоління. Рівнем загальної комбінаційної здатності (ЗКЗ) інбредних ліній керуються, зокрема, за створення сортів-синтетиків.

Уявлення про генетичну основу ЗКЗ може бути доповнено даними про наявність у ліній з високою комбінаційною здатністю, за комплексом цінних спадкових чинників за продуктивністю, інших ознак, що мають негативні ефекти. Використовуючи в комбінаціях схрещування зразки з високим показником за цією ознакою, знімається дія негативного чинника за гетерозиготності матеріалу та цілком реалізується потенційно можлива продуктивність [3, 4].

Для визначення загальної комбінаційної здатності необхідно проводити контрольні схрещування конкретної форми з відповідним тестером. За тестер використовують лінії, сорти-популяції або прості гібриди [1, 4]. Вченими встановлено, що вибір тестера визначається конкретним завданням селекції [5]. За встановлення ЗКЗ слід використовувати тестери з широкою генетичною основою різного еколого-географічного походження [6, 7].

Метою роботи була оцінка селекційної цінності створених ліній жита озимого за аналізу ефектів загальної комбінаційної здатності на продуктивність для створення синтетичних популяцій культури.

Методи досліджень. Дослідження проводились на дослідних ділянках кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського НУС впродовж 2020–2022 років. Оцінку КЗ створених ліній проводили методом топ-кросу. Запилювачами (тестерами) ліній було обрано два високопродуктивних з широкою генетичною основою сорти-синтетики Хлібне та Сіріус.

Результати досліджень. При створенні синтетичних популяцій основною вимогою щодо комбінаційної здатності відновників фертильності (запилювачів) жита є високий рівень ефектів загальної комбінаційної здатності. За добору ліній необхідно визначити їх ефекти ЗКЗ за основними ознаками, зокрема, урожайністю, якістю зерна та іншими складовими елементи продуктивності. Основним критерієм селекційної цінності лінії є прояв гетерозису в нащадків за врожайністю.

У результаті проведених досліджень встановлено, що загальна комбінаційна здатність ліній жита озимого змінюється за впливу чинників зовнішнього природного середовища та різниться за роками. Кожна комбінація схрещування вирізнялась індивідуальними показниками продуктивності. Найвищим ефектом ЗКЗ за врожайністю продовж двох років досліджень характеризувались зразки 1714–1, 1719–3, 1744–2. З апробованих матеріалів відібрано п’ять ліній, зокрема, 1714–1, 1719–3, 1731–9, 1742–5, 1744–2, зі стабільно високою ЗКЗ. Отримані матеріали використовуються в селекційному процесі зі створення сортів-синтетиків жита озимого.

Висновок. За селекційного процесу створено низку інбредних ліній жита озимого. Їх аналіз на загальну комбінаційну здатність за продуктивністю дав змогу виділити п’ять ліній (1714–1, 1719–3, 1731–9, 1742–5, 1744–2) з високою ЗКЗ. Ці матеріали долучено до процесу отримання та апробації синтетичних популяцій культури.

Література

1. Змієвська О.А. Селекційна цінність ліній-відновлювачів фертильності для створення високогетерозисних гібридів жита озимого. Автореф. дисертації на здобуття наук. ступеню кандидата наук, Харків, 2016.
2. Kolasinska I., Wegrzyn S. Combining ability for selected quantitative characters in winter rye (*Secale cereale* L.). *Cereal Res. Commun*, 2001. № 1/2. P. 69–76.
3. Сич З. В., Жемойда В. Л., Сидорка І. В. Вивчення комбінаційної здатності у селекції гетерозисних гібридів методом неповних топ кросів. Київ: НАУ, 2004. 19 с.
4. Miedaner T., Wilde P., Wortmann H. Combining ability of non-adapted sources for male-fertility restoration in Pampa CMS of hybrid rye. *Plant Breeding*, 2005. Vol. 124, Is. 1. P. 39–43.
5. Griffing B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Australian J. Biol. Sci, 1956. Vol. 9. P. 463–493.
6. Horner E. S., Lundy H. W., Luttrik M. C., Charman W. H. Comparisons of three methods of recurrent selection in maise. *Crop. Sci*. 1973. Vol. 13. P. 485–489.
7. Макарчук О. С., Жемойда В. Л. Підбір тестерів для оцінки вихідного матеріалу кукурудзи. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та спеціалістів з проблем виробництва зерна в Україні. Дніпропетровськ, 2002. С. 66.

ПОСУХОСТІЙКІСТЬ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ, ІНДУКОВАНА ПЕГ 6000 НА РАННІЙ СТАДІЇ РОСТУ

Олена Ф. Сашко
Молдовський державний університет, Інститут Генетики, Фізіології і Захисту рослин, м. Кишинів, Республіка Молдова,
E-mail: elenasasco5@gmail.com, ORCID: 0009–0003–1014–4016

Анотація.

Місцеві генотипи м'якої пшениці L101/BT16–04, L101/Od.267, LM/Od.162/M79 та Молдова 11 вивчали на ранній стадії росту на предмет реакції деяких морфологічних ознак на окрему та сумісну дію абіотичних факторів посухи та температури. За оптимальних температурних умов дисперсійний аналіз показав основну вагу генотипу у формуванні реакції на ознаку ДК (78,2%). Фактор водного обмеження зробив найбільший внесок у фенотипічну мінливість ПП, ДС і ІСРР (54,6%, 43,8% і 80,7%). За несприятливих температурних умов фактор RH показав основний внесок у варіювання всіх ознак, особливо для ДС – 86,1%. Частка цільових факторів у варіації ДК і ДС за обох умов термообробки свідчить про різну адаптацію даних ознак до умов посухи. У той же час, висока вага фактора Обмеження Води у формуванні дисперсії фенотипу ДС відображає суттєве обмеження росту, а ДС є одним з показників з найвищою чутливістю до посухи. Кластерний аналіз (Ward's method) на основі мінливості індексу толерантності до одночасної дії абіотичних стресових факторів класифікував генотип L101/BT16–04 з підвищеною сприйнятливістю до фенотипової реакції ПП, ДК, ДС та ІСРР.

Ключові слова: *пшениця м'яка, водний дефіцит, ПЕГ 6000, несприятлива температура, індекс сили росту рослин, індекс толерантності.*

TOLERANCE OF COMMON WHEAT TO PEG 6000-MEDIATED DROUGHT AT EARLY GROWTH STAGE

Elena Sașco
Moldova State University, IGPPP
E-mail: elenasasco5@gmail.com, ORCID: 0009–0003–1014–4016

Abstract.

The local common wheat genotypes L101/BT16–04, L101/Od.267, LM/Od.162/M79 and Moldova 11 were investigated at the early growth stage for the response of some morphological characters to the separate and associated action of abiotic factors of drought and temperature. Under optimal temperature conditions, the analysis of variance showed the major weight of Genotype in response formation for the RL trait (78.2%). The Water Restriction factor contributed the highest share in the phenotypic variability of GP, SL and PVI (54.6%, 43.8% and 80.7%). Under unfavorable temperature conditions WR factor showed major contributions in the

variance of all traits, particularly for SL – 86.1%. The weight of the targeted factors in the variance of RL and SL under both heat treatment conditions indicates a different adaptation of the given traits to drought conditions. At the same time, the high weight of Water Restriction in the variance formation of the SL phenotype reflects a major growth limitation, SL being one of the indices with the highest susceptibility to drought. Cluster analysis (Ward`s method) based on the variability of the Tolerance Index to the concomitant action of abiotic stress factors classified genotype L101/BT16–04 with increased susceptibility for the phenotypic response GP, RL, SL and PVI.

***Keywords**: common wheat, Water Restriction, PEG 6000, Temperature unfavorable, Plant Vigor Index, Tolerance Index.*

Introduction. Wheat (*Triticum aestivum* L.) is the second most widely grown food crop in the world in terms of both area under cultivation and total production volume. According to FAO estimates, world wheat production in 2023 was one of the highest on record. In Europe, being cultivated on about 61.2 million hectares, wheat showed a total production of 269.3 million tons, the average yield being 4.4 t/ha. The contribution Republic Moldova was 1.6 million tons, with an average yield of 4.1 t/ha [3]. Presenting an important position in the international trade, the volume of world wheat production in the 2024/25 marketing year reached almost 793 million metric tons, which represents an increase of about two million tons compared to the previous year [12].

Rising global temperatures, including more frequent extreme weather events, creating various pressures on global agriculture, have caused changes in existing climate patterns. Wheat holds a unique and crucial position in global agriculture, being the most widespread food crop threatened by climate change [6, 14]. Extremes of water restrictions, caused by drought, are becoming a major constraint for European wheat production. Genotype, as well as the intensity and duration of exposure to drought stress during flowering, are critical factors limiting the potential of wheat production [11]. Climate change will strongly affect global wheat production in African and South Asian countries, crop yields will decrease by 15–16% [6].

The impact of climate change on wheat is manifested as a demand for adaptability to its growing environment and stability in quality. Global adaptation strategies include new genetic traits in wheat, such as increased heat tolerance, early vigor, late flowering and additional nitrogen fertilizer administration [6, 14]. In the context of climatic extremes, it has become increasingly important to conduct in-depth research on the impact of drought on wheat and the urgent development of innovative solutions [14]. By affecting essential stages of vegetative and reproductive growth, water stress has a variety of effects on crops, including molecular, physiological, biochemical and morphological responses [4, 7, 13]. By affecting essential stages of vegetative and reproductive growth, water stress has a variety of effects on crops, including molecular, physiological, biochemical and morphological responses [4, 7, 13]. The impact of climate change manifests itself as a demand for adaptability to adverse environmental conditions and stability of wheat growth and quality. Improving wheat adaptability and resilience to adverse environmental conditions requires the exploration of a wide

genetic diversity of tolerance to water stress conditions, but also high water use efficiency [4, 14].

For an adequate and repeatable expression of the phenotypic response, it is useful to test wheat germplasm under controlled conditions of PEG-induced water restrictions [6, 9]. Germination potential, stem length and plant vigor index are among the most sensitive traits to water deficit, followed by root length and coleoptile length [1, 7, 13].

The purpose of the research included determining the role of genotype and water restrictions in the manifestation of the phenotypic response of some morphological traits and evaluating 4 local winter wheat genotypes for their potential tolerance to water stress induced by PEG 6000.

Materials and Methods The experiment was conducted under laboratory conditions. Advanced lines of fall wheat L101/BT16–04, L101/Od.267, LM/Od.162/M79 and the standard variety Moldova 11 were used as planting material. Well sorted and uniformized wheat seeds were sanitized in ethyl alcohol (80%) and calcium chloride (10%), pre-germinated for 2 hours at 30o C, and then distributed between 2 sheets of filter paper in Petri dishes. Water restriction was achieved by 2 treatments of aqueous solution of PEG 6000 in concentrations 10% and 16% d/v and distilled water. PEG 6000 is used to regulate the water potential in drought stress simulation, the high molecular weight does not allow the molecules to penetrate through the plant cell membrane wall. The phenotypic variability for the traits Germination Potential (*GP*), Root and Stem Length (*RL* and *SL*) was recorded after 6 days of culture under optimal – 22o C and suboptimal – 12o C temperature conditions. The integral assessment of the response to the action of water stress was done by Plant Vigor Index (*PVI*), calculated by the formula: *PVI*=Germination Potential (%) x Plant Length (cm) / 100 [7]. The phenotypic response to the action of stress factors was assessed for all the characters on the basis of Tolerance Index (*TI*).

Results The test study for wheat tolerance to the separate and associated action of water restrictions and optimal/suboptimal temperature highlighted the formation of differentiated phenotypic response of morphological parameters. Thus, the average values for the *GP*, *RL* and *SL* traits under drought conditions associated with the optimum temperature varied in the range: 63.3... 93.3%; 97.4... 115.4 mm and 54.6... 75.0 mm. The most extensive variability was attested for *GP* and *SL*, while *RL* showed only tolerance. The action of drought treatments on a low temperature background caused moderate reductions for *GP* and *RL* (61.7…75.0% and 50.8…67.1 mm), but a major decrease for the *SL* phenotype (19.2…30.4 mm), at the same time, the interval between maximum and minimum values was reduced. The plant vigor index (*PVI*) recorded a significant decrease in the low temperature variant compared to the optimal temperature variant. Under suboptimal temperature conditions, the *PVI* reported a decrease of up to 42.5%, 57.5%, 57.7% and 45.8%, respectively, for L101/BT16–04, L101/Od.267, LM/Od.162/M79 and Moldova 11. Thus, the genotypes L101/BT16–04 and Moldova 11 showed major susceptibility depending on the separate temperature treatment.

Elucidation of the sources of variation (ANOVA test) in the formation of the response for the *RL* phenotype under optimal temperature conditions detected the major share of the *Genotype* – 78.2%. The source of variation *Water Restrictions* (*WR*)

contributed the highest share in the variance of the *PG*, *SL* and *PVI* characters (54.6%, 43.8% and 80.7%). Under unfavorable temperature conditions, the role of the genotype increases only in the formation of *GP* variance. At the same time, the *WR* factor makes major contributions to the variance of all characters, especially for *SL* – 86.1%. The different share of factors in the variability of *RL* and *SL* in both conditions of thermal treatment indicates a different adaptation of these characters to water stress conditions [4, 7, 8]. At the same time, the large share of the source of variation of *WR* in the formation of *SL*variability reflects an advanced limitation of *SL* growth. *SL* is one of the parameters with the greatest susceptibility to drought [2, 4]. The major contribution of *WR* to the *PVI* variance (80.7%, 71.8%) for both drought treatments demonstrates the need to use the *PVI* trait in testing common wheat for tolerance to the action of abiotic stress factors (Table 1).

Table 1. Contribution of sources of variation in the manifestation of quantitative characters in common wheat in response to drought treatments

Sources of variation	Degrees of freedom	Germination potential (GP)	Root Length (RL)	Stem length (SL)	Plant Vigor Index (PVI)
Drought treatment at 22° C					
G	3	28,0***	78,2***	41,2***	8,4**
WR	2	54,6***	11,4*	43,8***	80,7***
G x WR	6	15,0***	5,1	13,8***	0,5***
Error	24	0,9	5,3	1,2	1,3
Drought treatment at 12° C					
G	3	43,7***	22,4***	8,7***	23,0***
WR	2	40,2***	54,3***	86,1***	71,8***
G x WR	6	14,6***	21,0***	4,8***	5,0***
Error	24	1,5	2,3	0,5	0,2

*Note: *, **, *** – statistical support for $p < 0,05$, $p < 0,01$, $p < 0,001$.*

The *Tolerance Index (TI)* represents the percentage reduction of the trait under stress relative to the value of the trait in the Control variant. The *TI* showed a negative impact of drought stress for the *GP* phenotype in genotypes L101/Od.167 (A) and Moldova 11 (D), with moderate tolerance (<-20%) and/or moderate susceptibility (<-30%).

Stronger *TI* was decreased for root and stem in the interaction of *WR* factors with low temperature in genotype L101/BT 16–04 (A). However, the interaction of targeted factors affected root and stem less in genotype Moldova 11 (D). The hypotheses, that the decrease in *SL* and *RL* values under drought stress conditions may be caused by the degradation of meristem cells as well as low level conversion of seed reserve into accessible form for root and stem growth, are mentioned in many researches [5, 9]. The genotypes L101/BT 16–04 (A), L101/Od.162 (B), and LM/Od.162/M79 (C) showed advanced susceptibility of LT to response to PEG 6000 at 16% concentration. A major

decrease in *SL* was manifested in genotype L101/BT 16–04 (A). The statement, that *SL* is one of the most susceptible indices to the action of drought factors is justified in several researches [5, 13].

The L101/BT16–04 genotype showed the highest decrease in *Tolerance Index* for *VIP* (-70%) in both water stress treatments, particularly under the associated action of drought treatments with the low temperature treatment of 12° C. The genotype L101/Od.162 (B) recorded relatively more advanced values, which reports a higher adaptability of the integral Plant Vigor trait under the combined conditions of unfavorable abiotic stress factors (Figure 1).

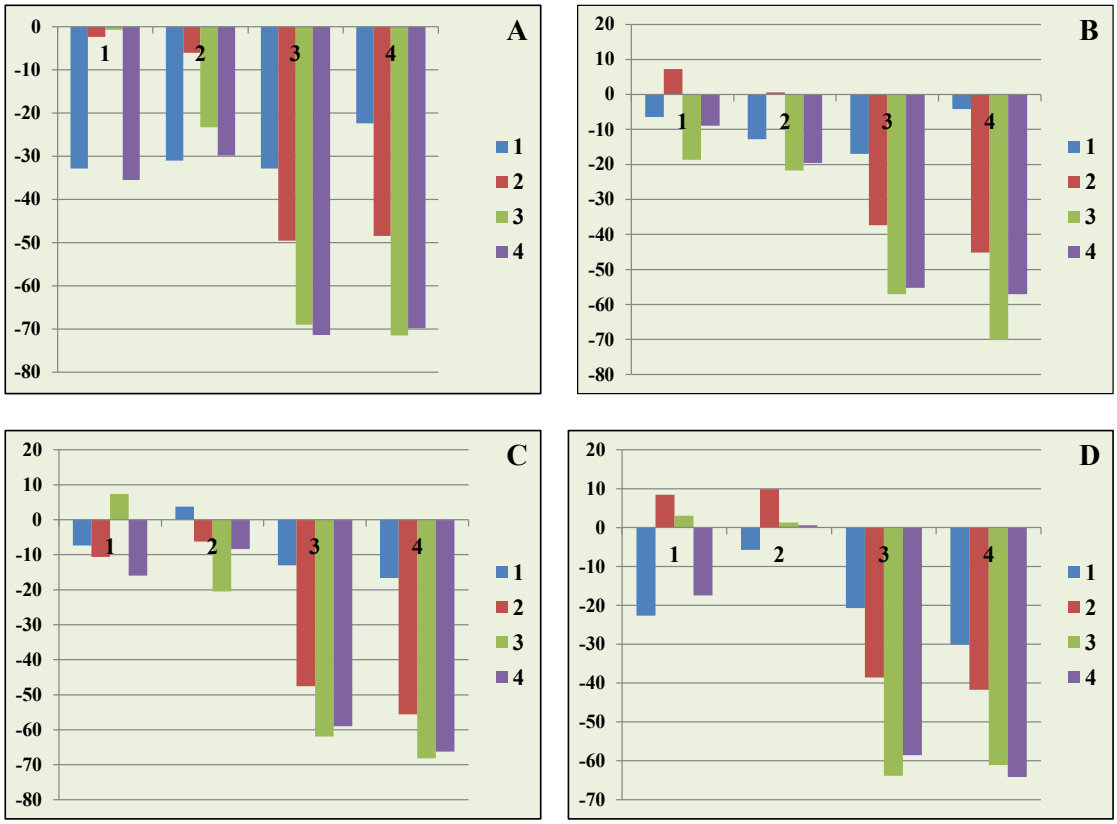

Fig. 1. *Tolerance Index* variability in the response
of common wheat L101/BT16–04 (A), L101/Od.267 (B),
LM/Od.162/M79 (C) and Moldova 11 (D)
to abiotic factors
Horizontally: 1, 2–Heat treatment, 22o C; 3, 4–Heat treatment, 12o C;
Vertically, left–*Tolerance Index*; Vertical, right: 1– *Germination Potential*;
2–*Root Length*; 3–*Stem Length*; 4–*Plant Vigor Index*;

The agglomerative-iterative algorithm (*Ward's method*) established the highest average similarity in the range -25.1…-27.9 in the manifestation of mean value *TI* for the variables L101/Od.267 (2), LM/Od.162/M79 (3) and Moldova 11 (4), the genotypes being placed in cluster 2. The genotype L101/BT 16–04 (1), showing the lowest mean value -37.3, was distributed at the Euclidean distance of 13.3 and placed in cluster 1 (Figure 3). The L101/BT 16–04 genotype was attested with the highest

susceptibility and under various conditions of exposure duration to water stress at the optimal temperature of 22o C [10].

The analysis of variance under optimal temperature conditions attested the major weight of the genotype in shaping the response for the Root Length phenotype. Under unfavourable temperature conditions, the Water Restrictions factor shows major contributions to the variance of all characters, especially for LT – 86.1%, the index with the highest susceptibility to drought.

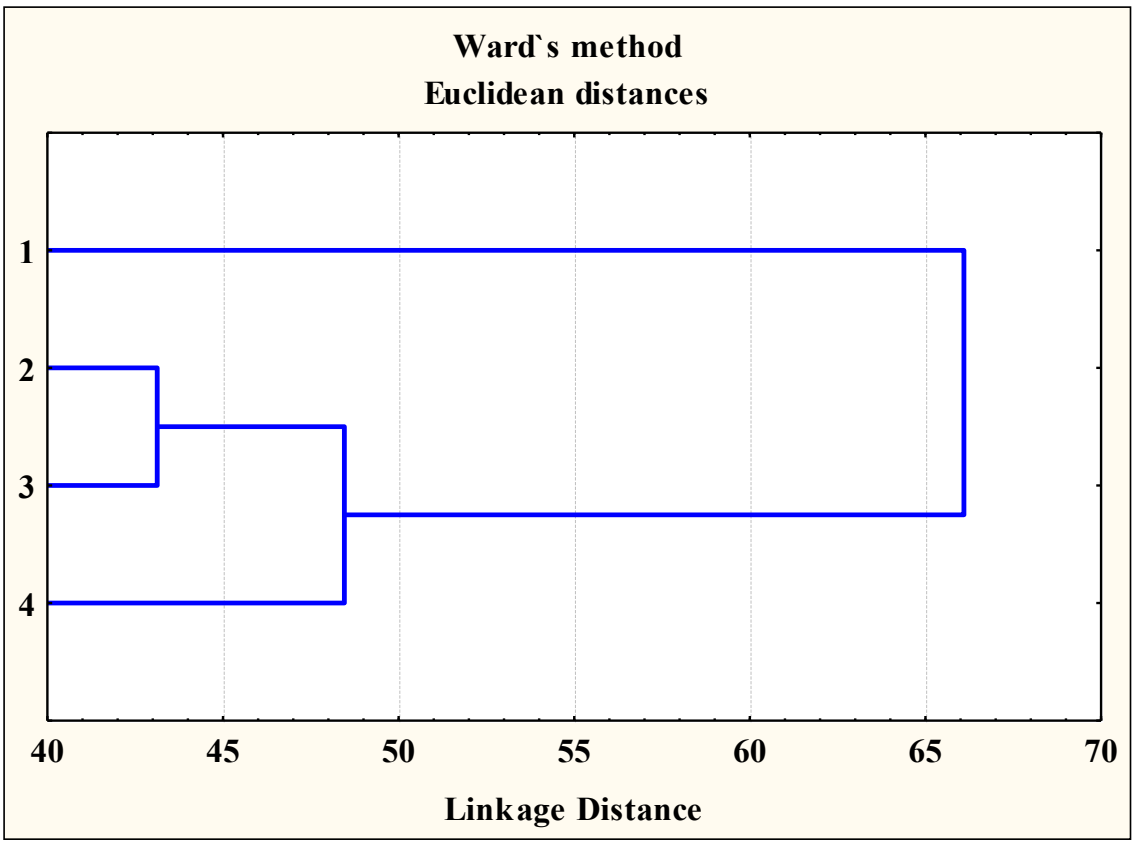

Fig. 2. Classification of wheat genotypes based on the *Tolerance Index* for the *PG*, *RL*, *SL* and *PVI* traits to the associated action of abiotic stress factors
Vertically: 1 – L101/BT16–04; 2 – L101/Od.267; 3 – M/Od.162/M79; 4 – Moldova 11;

The mechanism by which the response caused by the association of Water Restrictions treatments and Temperature treatments is manifested varied depending on the genetic constitution of the wheat genotype investigated. The genotypes L101/Od.267, LM/Od.162/M79 and Moldova 11 formed a separate cluster with a higher adaptability to the associated action of abiotic stress factors.

Acknowledgements: The Research was carried out within the project of the State Program 011102 ***Extending and conserving genetic diversity, improving agricultural crop genotypes in the context of climate change***, funded by the Ministry of Education and Research of Republic of Moldova.

References

1. Ahmed, H.G, Sajjad, M., Li, M., Azmat, M.A., Rizwan, M., Khan, S.H. (2019). Selection Criteria for Drought-Tolerant Bread Wheat Genotypes at Seedling Stage. *Sustainability*. Vol. 11. No. 9. 2584. https://doi.org/10.3390/su11092584
2. Becker, S.R., Byrne P.F., Reid, S.D., Haley, S.D. (2016). Root traits contributing to drought tolerance of synthetic hexaploid wheat in a greenhouse study. *Euphytica*. Vol. 207. P. 213–224. DOI 10.1007/s10681–015–1574–1
3. FAO: https://www.statista.com/topics/1668/wheat/ citat: 28.02.2025
4. Krishna**,** K.V., Manasa**,** N., Krishna**,** N.V. **(**2024**)**. Drought Resistance in Wheat (*Triticum Aestivum* L). *Journal of Advances in Biology & Biotechnology***.** Vol. 27. No. 8. P. 409–415. https://doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i81153
5. Mansour, A.M., Indoush, A.H. (2020). Effect of Drought Stress by Polyethylene Glycol 6000 on Six Wheat *(Triticum aestivum* L.) Varieties at Germination and Seedling Stages. *International Journal of Agriculture and Biological* Sciences. Vol. 4. No. 4. P. 1–12. https://doi.org/10.5281/zenodo.4040889
6. Pequeno, D.N., Hernrandez-Ochoa, I.M., Reynolds, M., Sonder, K., Robertson, R.D., Lopes, M.S., Xiong, W., Kropff, M. and Asseng, S. (2021). Climate impact and adaptation to heat and drought stress of regional and global wheat production. *Environ. Res. Lett.* Vol. **16** 054070 https://doi.org/10.1088/1748–9326/abd970
7. Qadir, S.A. (2018). Wheat Grains Germination and Seedling Growth Performance under Drought Condition. *Basrah J. Agric. Sci.*, Vol. 31. No. 2. P. 44–52.
8. Doi:10.21276/basjas
9. Raveena, Bharti, R.; Chaudhary, N. (2019). Drought Resistance in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. Vol. 8. No. 9. P. 1780–1792. DOI:10.20546/ijcmas.
10. Saha, R.R., Hannan, A., Nessa, A., Malek, M.A., Islam, M.R. (2017). Selection of drought tolerant wheat genotypes by osmotic stress imposed at germination and early seedling stage. *SAARC J. Agri*. Vol. 15. No. 2. P. 177–192.
11. DOI: http://dx.doi.org/10.3329/sja.v15i2.3514
12. Sașco, E. (2024). Efectele stresului hidric în stadiul incipient al creșterii ca test promițător pentru toleranța grâului la secetă. *"Scientific achievements in maize and other cereal crops breeding"50 ani de activitate a Institutului de Fitotehnie "Porumbeni".* Material of the national scientific conference with international participation, 50 years of activity of the INSTITUTE OF CROP SCIENCE "PORUMBENI" Pașcani 11–12 septembrie, 2024. P. 135–142.
13. Senapati, N., Halford, N.G. and Semenov, M.A. (2021). Vulnerability of European wheat to extreme heat and drought around flowering under future climate. *Environ. Res. Lett.* Vol. 16. 024052 https://doi.org/10.1088/1748–9326/abdcf3
14. 12. Shahbandeh, M. (2025). Wheat – statistics & facts. *Statista*. https://www.statista.com/topics/1668/wheat/ citat: 28.02.2025
15. Surbhaiyya, S.D. Gahukar, S.J., Jadhav, P.V., Bhagat, S.I., Singh, P.K. (2018). *In-vitro* Based Screening of Promising Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes for Osmotic Stress Imposed at Seedling Stage. *Int. J. Cur. Microbiol. App. Sci.* Vol. 10. No.1. P. 2500–2508.
16. Yanagi, M. (2024). Climate change impacts on wheat production: Reviewing challenges and adaptation strategies. *Advances in Resources Research*. Vol. 4. No. 1. P. 89–107. DOI: 10.50908/arr.4.1_89.

ВПЛИВ СТРОКІВ ВВЕДЕННЯ В КУЛЬТУРУ *IN VITRO* НА АКТИВАЦІЮ РОЗВИТКУ ЕКСПЛАНТІВ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *CRATAEGUS* L.

Роман Б. Сидоряк, Сергій В. Граждан, Олександр В. Ковальчук
Уманський національний університет, Україна
E-mail: konf_genbreed2014@ukr.net

Анотація.
Висвітлено результати досліджень дат виходу з глибокого спокою і дат відновлення вегетації маточних рослин видів глоду та вплив їхнього фізіологічного стану на активацію розвитку експлантів у культурі in vitro.

***Ключові слова**: in vitro, Crataegus L.*

INFLUENCE OF THE TIME OF INTRODUCTION INTO *IN VITRO* CULTURE ON THE ACTIVATION OF THE DEVELOPMENT OF EXPLANTS OF REPRESENTATIVES OF THE GENUS *CRATAEGUS* L.

Roman B. Sydoryak, Serhiy V. Grazhdan, Oleksandr V. Kovalchuk
Uman National University, Ukraine
E-mail: konf_genbreed2014@ukr.net

Abstract.
The term impact of introduction into the culture in vitro of hawthorn buds on activation of explants development is determined. It was turned out that the best terms were similar to terms of stool vegetation renewal. Introduction into the in vitro culture during the complete rest and at the beginning of forced rest was not effective.

***Keywords**: in vitro, Crataegus L.*

Вступ. Мікроклональне розмноження рослин за допомогою експлантів, що містять меристемні тканини або меристемні групи клітин, дає змогу швидко отримувати велику кількість рослинного матеріалу, генетично ідентичного вихідній рослині і посідає важливе місце у прискореному клонуванні плодових, ягідних, декоративних видів рослин та деяких деревних порід. До беззаперечних переваг цього методу для деревних порід слід віднести як високі коефіцієнти розмноження, можливість культивування впродовж усього року, оздоровлення садивного матеріалу, можливість добирати в культурі *in vitro* рослинний матеріал з бажаними ознаками, так і скорочення ювенільної частини життєвого циклу багаторічних деревних рослин, а також розмноження тих порід, які важко або зовсім не вкорінюються і не розмножуються щепленням у звичайних умовах. Мікроклональне розмноження використовується для створення колекцій сортів та видів, необхідних для селекційно-генетичних робіт, для збереження зникаючих, рідкісних рослин та інтродукції деревних та декоративних видів рослин у нові умови росту [1].

Більшість видів глоду (*Crataegus*) — цінні плодові, декоративні і лікарські рослини. У садах і парках рослини глоду вирощують як невеликі дерева або

великі кущі поодиноко, в алеях або групами, часто з них формують колючі, непрохідні живоплоти. Плоди багатьох видів глоду їстівні у свіжому вигляді, з них можна готувати повидло, желе, мармелад. Препарати з плодів та квіток деяких видів вживають для лікування хвороб серця [2].

Традиційно види глоду розмножують насіннєвим способом. Однак насіння глоду сходить дуже повільно, частково в першу весну після сівби, а частково в другу або й пізніше. Нерідко до 80% кісточок можуть бути порожніми. Вегетативно глід досить добре розмножується кореневою порослю, гірше — відсадками та щепленням. Існування напрацьованих технологій мікроклонування *in vitro* багатьох трав'янистих рослин та певні успіхи у використанні цього методу для розмноження деяких деревних порід [3] дають підстави розраховувати на можливість його застосування для прискореного розмноження рослин роду *Crataegus*.

Основними чинниками, що впливають на розвиток експланта в культурі *in vitro* є генотип донорної рослини, її фізіологічний та онтогенетичний стан, розмір експланта, вихідний орган рослини для вичленення експланта та пора року, коли був взятий експлант [4].

Фізіологічний стан багаторічних деревних рослин протягом року зазнає суттєвих змін, що у місцевостях з періодичними холодами пов'язано зі здатністю витримувати несприятливі для вегетації періоди року. У другій половині літа у рослин помірного клімату відбувається поступовий перехід до глибокого спокою, який проявляється у сповільненні ростових процесів, здерев'янінні пагонів, накопиченні у тканинах вуглеводів. Бруньки деревних рослин, які перебувають у стані глибокого спокою, не розпускаються навіть при створенні сприятливих для росту умов. З наближенням весни глибокий спокій поступово змінюється на вимушений, і бруньки набувають здатності розпускатися [5]. Виявлення динаміки зміни фізіологічного стану деревних рослин дасть можливість встановлювати сприятливі строки для відбору експлантів і введення їх в культуру *in vitro*.

Матеріали та методи. Дослідження виконували у зимово-весняний період, коли у рослинах відбувались процеси переходу від стану глибокого спокою до стану вимушеного спокою. Для визначення дати виходу рослин зі стану глибокого спокою з маточних дерев щотижня зрізали пагони і витримували у посудинах з водою при температурі близько 20 С до початку розпускання бруньок. Коли час від зрізування пагона до розпускання бруньок становив не більше 7 днів, фіксували дату виходу рослин зі стану глибокого спокою [1]. Введення в культуру *in vitro* виконували у три строки: 15 лютого, 1 березня, 1 квітня. Для цього зрізали однорічні пагони глоду і витримували при кімнатній температурі у склянках з водою до початку розпускання бруньок. Бруньки, які слугували експлантами при введенні в культуру *in vitro*, зрізали, стерилізували і у стерильних умовах висаджували на живильне середовище. Культивування здійснювали на модифікованому живильному середовищі Мурасіге і Скуга. Показник активації розвитку експланта визначали через 20 діб після висаджування на живильне середовище за кількістю експлантів, у яких спостерігали розвиток макроструктур, від кількості стерильних експлантів. Одночасно фіксували дати настання фенологічних фаз у маточних дерев згідно з методикою фенологічних спостережень у ботанічних садах [4].

У схему досліду включили види роду *Crataegus* з колекції Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України: *C. almaatensis* A. Pojark. — глід алмаатинський, *C. arnoldiana* Sarg. — глід Арнольдів, *C. chlorosarka* Maxim. — глід зеленом'ясий і *C. phaenopyrum* (L. f.) Medic. — глід грушевий. Види *C. almaatensis* A. Pojark., *C. chlorosarka* Maxim. і *C. phaenopyrum* (L. f.) Medic. перспективні для використання у паркобудівництві та озелененні завдяки декоративним якостям. Рослини *C. arnoldiana* цікаві не лише декоративністю, а й формують великі та смачні плоди [2], що може бути підставою для залучення у селекцію плодових форм.

Результати та обговорення. Результати вивчення дат виходу досліджуваних видів роду *Crataegus* з глибокого спокою (табл. 1) показали, що першими з глибокого спокою вийшли рослини *C. chlorosarka* При перенесені зрізаних пагонів у кімнатні умови бруньки розпускались протягом тижня на пагонах зрізаних 3 січня. Майже на місяць пізніше глибокий спокій закінчився у *C. arnoldiana.* Розпускання бруньок протягом семи діб спостерігали на пагонах даного виду зрізаних 31 січня. У *C. almaatensis* і *C. phaenopyrum* вихід зі стану глибокого спокою фіксували відповідно сьомого і двадцять першого лютого.

Таблиця 1. Дати виходу з глибокого спокою та початку вегетації видів роду *Crataegus* (за 2023–2024 рр.)

Вид	Рік спостере-жень	Дата виходу з глибокого спокою	Початок набухання бруньок	Розпускання бруньок
C. chlorosarka	2023	3.01	30.03	10.04
	2024	30.12	18.03	24.03
C.arnoldiana	2023	31.01	29.03	9.04
	2024	12.01	16.03	21.03
C. almaatensis	2023	7.02	30.03	12.04
	2024	31.01	17.03	22.03
C. phaenopyrum	2023	21.02	1.04	15.04
	2024	12.02	19.03	26.03

З таблиці 1 видно, що незважаючи на такі різні дати виходу з глибокого спокою, набухання бруньок в усіх видів почалось майже одночасно. *C. chlorosarka*, *C. arnoldiana* та *C. almaatensis* розпочали вегетацію в 2023 році 29–30 березня. Лише у *C. phaenopyrum* ознаки відновлення вегетації стали помітними дещо пізніше — 1 квітня. Це пояснюється тим, що у 2023 році прохолодна весна затримала початок вегетації і зблизила дати початку набухання бруньок різних видів. Подальші спостереження показали, що у датах наступних фенологічних фаз чіткіше проявляються генетичні особливості видів. Фаза розпускання бруньок спочатку настала у *C. arnoldiana* і *C. chlorosarka* — відповідно 9 та 10 квітня, пізніше — у *C. almaatensis* (12 квітня). Останнім серед досліджених видів вступив у фазу розпускання бруньок *C. phaenopyrum* у якого

найпізніше відбувся перехід від глибокого до вимушеного спокою. У 2024 році вихід з глибокого спокою, набухання та розпускання бруньок всіх досліджуваних видів роду *Crataegus* розпочались раніше, порівнюючи з 2023 роком. При цьому, як і у 2023 році, першим у фенологічні фази вступив *C. arnoldiana*, останнім — *C. phaenopyrum*.

Аналіз показників активації розвитку експлантів досліджених видів роду *Crataegus* показав наявність великої різниці при введенні в культуру *in vitro* у різні строки зимово-весняного періоду як між датами введення, так і між різними видами (табл. 2).

Таблиця 2. Активація розвитку експлантів видів роду *Crataegus* залежно від строків введення в культуру *in vitro* (за 2023–2024 рр.)

Вид	Рік спостереження	Дата введення в культуру *in vitro*	Активація розвитку експлантів, %
C. almaatensis	2023	15.02	0
		1.03	10
		1.04	80
	2024	5.02	1
		5.03	14
		26.03	84
C. arnoldiana	2023	15.02	3
		1.03	45
		1.04	85
	2024	5.02	2
		5.03	42
		26.03	86
C. chlorosarka	2023	15.02	6
		1.03	40
		1.04	85
	2024	5.02	5
		5.03	44
		26.03	88
C. phaenopyrum	2023	15.02	0
		1.03	5
		1.04	80
	2024	5.02	0
		5.03	6
		26.03	85

У 2023 році види *C. arnoldiana* та *C. chlorosarka*, які вийшли зі стану глибокого спокою протягом січня, незначну морфогенну активність (3–6%) демонстрували вже у перший строк введення у культуру *in vitro* — 15 лютого. При введенні цих видів у культуру *in vitro* 1 березня показники активації розвитку експлантів зросли до 40–45%. Експланти видів *C. almaatensis* і *C. phaenopyrum* при введенні у культуру *in vitro* 15 лютого взагалі не розвивались. Маточні рослини *C. almaatensis* вийшли з глибокого спокою лише за 8 діб до першого строку введення у культуру *in vitro*, а рослини *C. phaenopyrum* ще перебували у стані глибокого спокою (див. табл. 1).

При введенні в культуру *in vitro* 1 березня проявили здатність до морфогенезу 10% експлантів *C. almaatensis* і 5% експлантів *C. phaenopyrum*, що на 30–40% менше, ніж у цей же строк у *C. arnoldiana* та *C. chlorosarka*.

Введення в культуру *in vitro* експлантів глоду 1 квітня 2023 року забезпечило зростання показників активації розвитку в усіх вивчених видів до 80–85%. У цей час у маточних рослин закінчувався період вимушеного спокою і відбувалися процеси відновлення вегетації.

При аналізі результатів введення досліджених видів роду *Crataegus* в культуру *in vitro* у 2024 році, порівнюючи з даними 2023 року, спостерігали лише незначні відмінності у кількісних показниках активації розвитку експлантів зі збереженням аналогічної тенденції їх зміни залежно від строку введення в культуру.

Висновки. Отже, в результаті виконаних досліджень виявлено, що починати введення в культуру *in vitro* бруньок глоду краще у строки близькі до початку відновлення вегетації маточних рослин у природних умовах. Введення в культуру *in vitro* експлантів глоду у період глибокого спокою, а також у першу половину періоду вимушеного спокою виявилося неефективним.

Література

1. Кокоба Ю.А., Балабак А.Ф. Агротехнічні особливості розмноження глоду (*Crataegus* L.) стебловими живцями // Науковий вісник НЛТУУ: Зб. науково-технічних праць. — Львів: НЛТУУ, 2005. — Вип. 15.5. — С. 74–78.
2. Кунах В.А. Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи. — К.: Логос, 2005. — 730 с.
3. Опалко А.І, Небиков М.В. Концепція селекційно-генетичного вдосконалення деревних і чагарникових рослин // Автохтонні та інтродуковані рослини України: Зб. наук. праць Національного дендропарку «Софіївка» — НДІ НАН України. — К.: Академперіодика, 2005. — Вип. 1. — С. 65–80.
4. Трофименко Н.М. Рід *Crataegus* L. — глід // Дендрофлора України. Дикорослі й культивовані дерева і кущі. Покритонасінні. Частина ІІ. Довідник / За ред. М.А. Кохна та Н.М. Трофименко. — К.: Фітосоціоцентр, 2005. — С. 146–173.
5. Dirr Michael A. Manual of woody landscape plants. Their identification, ornamental characteristics, culture, propagation and uses. — Champaign, Illinois, 1998. — 1187 c.

УРОЖАЙНІСТЬ СОРТІВ ГОРОХУ ЗА УМОВ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

Вячеслав І. Січкар, Світлана В. Коблай
Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення, м. Одеса, Україна
E-mail: bobovi.sgi@ukr.net;
ORCID ID: 0000–0003–0581–5068,
ORCID ID: 0000–0002–4509–2717

Анотація.

Аналіз одержаних у степовій зоні України та інших країнах результатів з вирощування гороху свідчить про значну їх нестабільність. Тому селекційна робота з покращення адаптивних ознак є найбільш актуальною. Шляхом гібридизації та добору за посушливих умов можливо створити більш толерантні до посухи сорти, які здатні переносити цей абіотичний стрес з меншими втратами продуктивності. Для прискорення селекційної роботи рекомендується більш широко застосовувати кращі рекомбінантні лінії як батьківські форми для гібридизації. Наводиться характеристика нових сортів гороху.

Ключові слова: *рекомбінантні лінії, посухостійкість, гени кількісних ознак.*

THE YIELD OF PEA CULTIVARS UNDER STEPPE CONDITIONS OF UKRAINE

Vyacheslav I. Sichkar, Svitlana V. Koblai
Plant Breeding and Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigation, Odesa, Ukraine
E-mail: bobovi.sgi@ukr.net;
ORCID ID: 0000–0003–0581–5068,
ORCID ID: 0000–0002–4509–2717

Abstract*.*

The analysis of the results obtained in the steppe zone of Ukraine and other countries on the cultivation of pea indicates their significant instability. Therefore, breeding work to improve adaptive traits is the most relevant. By hybridization and selection under arid conditions, it is possible to create varieties that are more drought-tolerant that are able to withstand this abiotic stress with less loss of productivity. To speed up breeding work, it is recommended to more widely use the best recombinant lines as parental forms for hybridization. Characteristics of new varieties of pea are given.

Keywords*: recombinant lines, drought resistance, genes of quantitative traits.*

Вступ. Серед зернобобових культур горох виділяється рядом позитивних ознак, головними серед яких є короткий вегетаційний період, що дозволяє його легко включати в різного роду сівозміни. Ця культура має значний позитивний вплив на збереження якості ґрунтів за рахунок біологічної азотфіксації, а також високі кількість і якість білка, крохмалю, низки вітамінів і мікроелементів. Білок гороху характеризується значною біологічною цінністю, оскільки містить всі незамінні амінокислоти, які необхідні для нормальної життєдіяльності живих організмів. Тому його насіння інтенсивно використовують як для виготовлення харчових продуктів, так і комбікормів. Інтенсифікація вирощування гороху сприяє подоланню дефіциту білка, який існує як у нашій країні, так і в цілому на планеті Земля. Враховуючи це, його культивують більше 100 країн світу (Lake et al., 2021). Не менше значення він має як відмінний попередник у сівозміні, особливо для пшениці озимої. Так, за вирощування в Англії одержали прибавку врожайності пшениці 0,75 т/га, що становить 10%, а в Австралії позитивний ефект від такої ланки сівозміни становив 20% (Vaidyanathan et al., 1987). Приблизно такі прирости урожайності пшениці озимої спостерігаються і в нашій країні.

За площами посіву серед зернобобових у світі він знаходиться на п’ятому місці зі значенням біля 7 млн га, а за середньою урожайністю він уступає лише сої, польовим бобам і виці. Необхідно зазначити, що горох вирощують виключно на суходільних землях з дефіцитом вологи, тоді як соя займає великі площі зі значною кількістю опадів. Кормові боби культивують в центральних і північних європейських країнах також з достатнім водозабезпеченням. Основними виробниками насіння гороху в світі є Канада, Китай та Індія. Незважаючи на великі площі сої, США також вирощують значну кількість його насіння, де його висівають у так званій пшеничній зоні (Великі рівнини), кліматичні умови якої дуже подібні до Степу України.

У кінці минулого сторіччя в Україні головною зернобобовою культурою був горох. Його площа становила біля 1,5 млн га, а валовий збір – на рівні 3,5 млн т. На початку XXI сторіччя площі гороху в нашій країні різко скоротились до 125–150 тис. га, а виробництво насіння – до 258,8–366,0 тис. т. Така тенденція привела до низки негативних явищ – порушення сівозмін, погіршення родючості ґрунтів, недобору врожайності за рахунок невідповідних попередників.

Глобальне потепління є однією з головних причин нестабільності врожайності в зоні Степу України, а також у горохосіючих зонах Канади та США. За оптимального вологозабезпечення в останні роки урожайність нових сортів та перспективних ліній сягає 5,0 т/га (Січкар і др., 2021). Але за наявності посушливих періодів упродовж вегетації їх урожайність різко падає. Наприклад, урожай нового сорту селекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр’єва Гайдук у дуже сприятливому на півдні України 2021 році становив 4,85 т/га, тоді як у 2018 і 2020 роках всього 0,8 і 0,84 т/га. Суттєву мінливість урожайності за роками, яка пов’язана головним чином з вологістю ґрунту, спостерігали також у Харківській області (Shevchenko et al., 2021). Проведені в Канаді дослідження свідчать про те, що шляхом селекції можливо постійно підвищувати рівень урожайності гороху, в тому числі й у зонах з недостатньою кількістю опадів (Rubiales et al.,

2019). Якраз на створення вихідного матеріалу з підвищеним рівнем адаптивності до посушливих умов Степу України направлені наші дослідження з цією культурою.

Матеріали і методи. Польові дослідження проводили впродовж 2023–2024 рр. на полях Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення, які розташовані на території південної частини Причорноморської низини, у степовій зоні Одеської області. Рельєф представлений майже ідеальною рівниною.

Ґрунтовий покрив являє південні середньогумусні високосуглинисті чорноземи на лесових відкладеннях. Товщина гумусного шару 40–50 см, уміст гумусу 3,5–4,5%. Сума поглинутих основ 40–45 мг. екв. на 100 г ґрунту. Кількість доступних форм елементів живлення (в мг. екв. на 100 г ґрунту): 3–4 азоту, 10–15 P_2O_5 та 20–30 K_2O. Реакція ґрунтового розчину нейтральна або слаболужна (pH сольової витяжки 6,0–7,2).

У 2023 р. склалися непогані умови для росту і розвитку рослин гороху, хоча у травні мав місце певний дефіцит вологи. Але значна її кількість у квітні та прохолодна температура в травні дозволила створити певний запас, що не привело до особливого пригнічення ростових процесів. У червні кількість опадів відповідала середньому багаторічному значенню. Зима 2023–2024 рр. була помірно теплою з достатньою кількістю опадів. У березні та квітні 2024 р. вологи було більше порівняно з середнім багаторічним значенням, тому ознак посухи в травні ми не спостерігали, коли дощів було менше норми.

В останні роки головну увагу приділяємо адаптивним ознакам створюваного селекційного матеріалу, особливо толерантного до нестачі вологи в ґрунті та високих температур повітря. З цією метою формуємо робочу колекцію вітчизняних та іноземних посухостійких генотипів, при доборі як батьківських форм для гібридизації, так і елітних рослин із гібридних популяцій ранніх поколінь обов’язково враховуємо ці ознаки. Оцінку толерантності до посухи виконуємо на основі таких фенотипових показників як висота рослин, площа листкової поверхні, стан тургору в середині дня, інтенсивність ростових процесів, значення надземної маси. У контрольному, попередньому та конкурсному випробуванні, крім вищеназваних показників, після збирання визначаємо кількість вузлів з бобами на рослині, коефіцієнт вилягання, масу 1000 насінин, число бобів, насінин і масу насіння на рослині.

Результати та обговорення. Створення сучасних сортів гороху базується на використанні генів неосипаємості, вусатого типу листа, укороченого і більш міцного детермінантного стебла, що значно покращує технологічність культури і зменшує втрати при збиранні врожаю. Залучення до гібридизації нового матеріалу та генів, які ефективно впливають на архітектоніку рослин, дозволило в останні десятиріччя в Україні та низці країн світу створити високопродуктивні сорти цієї культури, що сприяє щорічному зростанню валових зборів. Найбільших успіхів з покращення урожайності досягнуто в Канаді та Франції. Так, середня його урожайність за 2021–2023 рр. у Франції становить 3,01 т/га, у Канаді – 2,07 т/га (табл. 1). В окремі роки у Франції збирали по 4,0–4,5 т/га насіння гороху. На жаль, навіть у цій країні середня урожайність сильно

змінювалась за роками, що залежало від умов, які складалися впродовж вегетаційного періоду. Наприклад, у 2017 році тут зібрали всього 1,22 т/га його насіння. Тому селекційна робота з цією культурою зосереджена на покращенні адаптивних ознак, особливо толерантності до посушливих умов довкілля.

Аналіз урожайності таблиці 1 свідчить про те, що в Україні вона знаходиться на рівні таких країн як Канада та США. Це стверджує важливість гороху для аграрного сектору України. Головними виробниками гороху в Європі є Франція, Іспанія, Італія, Англія та Німеччина (Falconnier et al., 2020). Незважаючи на значні потреби в його насінні в цьому регіоні посівні площі зростають повільно, що пов'язано з великими коливаннями урожайності за роками (Cernay et al., 2015; Watson et al., 2017).

Таблиця 1. Основні виробники гороху в світі (дані ФАО)

Країна	Площа посіву, тис. га				Урожайність, т/га			
	2021	2022	2023	середня	2021	2022	2023	середня
Канада	1491,2	1348,0	1200,0	1346,4	1,51	2,54	2,17	2,07
Китай	934,9	934,3	921,0	930,1	1,57	1,58	1,63	1,59
Індія	606,4	762,0	839,0	735,8	1,44	1,33	1,35	1,37
Австралія	251,7	192,0	198,0	213,9	1,59	1,36	1,58	1,51
Франція	194,3	133,5	151,6	159,8	2,84	2,99	3,20	3,01
Ефіопія	221,3	225,1	224,0	223,5	1,74	1,78	1,81	1,78
Іспанія	115,3	122,5	229,2	155,7	1,54	1,11	0,67	1,11
США	337,5	348,8	380,8	355,7	1,90	1,96	2,15	2,00
Україна	240,2	125,7	150,0	172,0	1,65	2,07	2,44	2,05

Для вирощування в Україні у 2024 році рекомендовано 71 сорт гороху, в тому числі 29 вітчизняних та 42 іноземного походження. Ведучі позиції у нашій країні зі селекції цієї культури займає Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва (м. Харків), 11 сортів якого знаходяться у державному реєстрі України. Другу позицію займає Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення зі 7 сортами. Із іноземних наукових установ найбільше зареєстровано сортів із Чехії (10) і Німеччини (9).

Випробування у степовій посушливій зоні України дозволяють виявити толерантні до недостатньої кількості вологи в ґрунті та підвищених температур повітря генотипи, які можливо пропонувати для вирощування та рекомендувати для використання як батьківських форм для подальшої селекційної роботи. Вивчення значного набору сортів різного походження показало, що врожайність більшості з них у посушливі роки знаходиться на рівні 1,5–1,7 т/га (табл. 2). Лише у 2024 році харківський сорт Гайдук й австрійський Стабіл дали врожай трохи більший 1,9 т/га. Серед сортів одеської селекції кращими виявились Білий ангел і Пристань, серед харківської – Меценат і Девіз.

Таблиця 2. Урожайність і вміст білка в насінні сортів гороху екологічного випробування

Сорт	Походження	Урожайність, т/га			Уміст білка, %		
		2023 р.	2024 р.	середня	2023 р.	2024 р.	середній
Світ, ст.	СГІ	1,63	1,49	1,56	21,3	20,6	20,9
Круїз	-//-	1,54	1,54	1,54	25,9	21,4	**23,6**
Пристань	-//-	1,57	1,78	**1,68**	22,0	22,2	22,1
Дарунок Степу	-//-	1,45	1,63	1,54	22,9	22,0	22,4
Білий ангел	-//-	1,76	1,58	**1,67**	22,3	21,3	21,8
Козачок	-//-	1,61	1,50	1,56	24,3	22,3	**23,3**
Велетень	-//-	1,70	1,50	1,60	23,1	24,3	**23,7**
Глянс	ІР	1,63	1,30	1,46	20,5	20,4	20,4
Магнат	-//-	1,10	1,45	1,28	22,2	23,2	22,7
Меценат	-//-	1,79	1,73	**1,76**	21,6	23,1	22,4
Оплот	-//-	1,26	1,69	1,48	21,3	22,4	21,8
Отаман	-//-	0,96	1,61	1,28	21,9	22,9	22,4
Чекбек	-//-	1,09	1,48	1,28	22,1	22,4	22,2
Харківський еталонний	-//-	1,47	1,56	1,52	24,1	-	-
Гайдук	-//-	1,27	**1,93**	1,60	21,6	22,7	22,2
Чекригінський	-//-	1,21	0,80	1,00	25,0	22,7	**23,8**
Царевич	-//-	1,27	1,50	1,38	24,2	-	-
Девіз	-//-	1,59	1,78	**1,68**	18,9	20,9	19,9
Камертон	-//-	1,21	1,50	1,36	22,0	23,1	22,6
Комбайновий 1	Україна	1,91	1,24	1,58	24,2	23,2	**23,8**
Грегор	Німеччина	1,73	1,38	1,56	24,5	22,3	**23,7**
Астронавт	-//-	1,49	1,65	1,57	21,8	20,1	20,9
Саламанка	-//-	1,82	1,67	**1,74**	22,4	23,6	23,0
Профіт	Нідерланди	1,47	1,13	1,30	20,5	22,1	21,3
Стабіл	Австрія	1,55	**1,92**	**1,74**	22,4	22,4	22,4
Терно	Чехія	1,38	1,31	1,34	21,9	22,4	22,2
Готівський	-//-	1,79	1,48	**1,64**	21,9	21,6	21,8
Зекон	-//-	0,88	1,27	1,08	22,8	22,8	22,8
Гарде	-//-	1,35	1,69	1,52	22,0	21,4	21,7
ЕКО	-//-	1,45	1,20	1,32	24,5	23,1	**23,8**
Імпульс	-//-	1,57	1,05	1,31	25,0	22,0	**23,5**
Посейдон	-//-	1,34	1,27	1,30	25,4	22,9	**24,2**
$НІР_{05}$		*0,08*	*0,21*	–			

Із іноземних сортів необхідно відзначити добре відомий у нашій країні чеський сорт Готівський, німецький Саламанка та австрійський Стабіл. У виробничих умовах нашої країни найбільші площі займають чеські та німецькі сорти.

Головною метою селекційної програми нашого інституту є створення сортів гороху з покращеним комплексом адаптивних ознак, так як природні фактори нашого регіону характеризується значною варіабельністю, що дозволяє добрати генотипи, у яких поєднуються як толерантність до стресових факторів, так і можливість швидкого післястесового відновлення.

Наше завдання полягає в тому, щоб об'єднати ці два генетичні комплекси. Для вирішення цього завдання в останні роки суттєво розширюємо генофонд із різних країн світу, до гібридизації залучаємо виділені посухостійкі рекомбінантні лінії з метою нагромадження генів кількісного типу в одному генотипі. Ми вважаємо, що поступовим об'єднанням «дрібних» генів, які за стресових умов і ініціюють різні захисні реакції, можливо буде підвищити урожайність за посушливих умов. Реалізація цього завдання потребує багато часу, а поступові позитивні зміни продуктивності рослин становлять невелику величину. Але більш радикальних методів покращення адаптивності поки що не видно. Справа в тому, що в успадкуванні комплексу ознак цього роду задіяні гени всього організму, тобто тисячі локусів і досягнути, щоб їхня дія була спрямована в одному напрямі на данному етапі розвитку науки надзвичайно складно. Наприклад, урожайні характеристики перспективних рекомбінантних ліній наведені в таблиці 3.

Таблиця 3. Характеристика кращих рекомбінантних ліній гороху за умов південного Степу України

Польовий № 2024 р.	Походження	Урожайність, т/га			Уміст білка, %
		2023 р.	2024 р.	середня	
1	Світ, стандарт	2,03	1,36	1,69	19,7
2	(Орлус/Тріон)х(Колле/Вастр.)	2,08	1,68	1,88	19,2
3	Л07/Харків'янин	1,82	1,65	1,74	21,0
37	Візир/Чекбек	1,95	1,52	1,74	20,8
6	Мадонна/Візир	2,14	1,57	1,86	20,7
12	С24	2,10	1,65	1,88	20,7
26	Чекбек/Орловчанин	1,92	1,64	1,78	18,9
50	Візир/Шквал	1,96	1,60	1,78	20,5
52	Розмн.4/Мадонна	2,37	1,34	1,86	19,3
4	(Аз1397/Аз1061) × (Луг./Топаз2)	2,55	1,36	1,96	19,9

За погодними показниками 2023 рік був дещо кращим порівняно з 2024, тому рівень урожайності у цьому році був трохи вищим. Але лише частина ліній 2023 року підтвердила свою перевагу в 2024 році. Ми вважаємо, що деякі із них можуть слугувати в перспективі як нові сорти. Але крім того, вони є цінними батьківськими формами для схрещування з метою подальшого нагромадження адаптивних генів.

У 2023 і 2024 рр. до державного випробування нашим інститутом було передано декілька нових сортів. Презент одеський виділений із гібридної комбінації, одержаної від схрещування сорту Мадонна з лінією №10–115, створеною в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Сорт відноситься до різновидності *semineum*. Середньостиглий (75–80 діб), напівкарлик (висота рослин 65 см) вусатого типу з гладким насінням і рубчиком жовтого кольору. Маса 1000 насінин 230 г. Урожайність за роками варіювала в межах 2,1–3,8 т/га та достовірно перевищувала стандарт Світ. Сорт вирізняється посухостійкістю (8 балів), не вилягає (8 балів). Стійкість до аскохітозу, пероноспорозу та кореневих гнилей на рівні 8 балів. Уміст білка 24%.

Сорт Аванс отриманий у результаті схрещувань сорту Мадонна з харківською лінією №64. Середньостиглий (75–80 діб), напівкарлик (висота рослин 65 см), європейського типу, вусатий з гладким насінням жовтого кольору, колір рубчика не відрізняється від насіння. Маса 1000 насінин 230 г. Урожайність за роками в конкурсному випробуванні варіювала в межах 1,9–2,4 т/га. Сорт вирізняється посухостійкістю (8 балів), не вилягає (8 балів). Стійкість до аскохітозу, пероноспорозу та кореневих гнилей на рівні 8 балів. Уміст білка у перерахунку на абсолютно суху масу 22%.

У 2024 році Україна зібрала на площі 212 тис. га по 2,19 т/га. Основні посіви були зосереджені в Одеській, Харківській, Миколаївській та Кіровоградській областях. За валовим збором гороху Україна входить у першу десятку країн світу.

Висновки. Одним із основних недоліків сучасних сортів гороху є нестабільність урожайності за роками. На сьогоднішній день посухостійкі сорти відсутні. З метою покращення цієї ознаки необхідно практикувати поступове нагромадження генів кількісних ознак з незначною фенотиповою дією впродовж низки поколінь. До гібридизації залучати близькоспоріднені рекомбінантні лінії з метою акумулювання генів, які позитивно впливають на проходження абіотичних стресів. Наведена характеристика переданих на державну експертизу сортів гороху.

Література

1. Січкар В.І., Василенко А.О., Соломонов Р.В. (2021). Створення рекомбінантних ліній гороху з підвищеним рівнем адаптивності до посушливих умов. Journal of Native and Abien Plant Studies. V.1.P.259–264. DOI: 10.37555/2707–3114.1.2021.247726.
2. Cernay C., Ben-Arti T., Pelzer E., Meynard J. – M., Makowski D.2015. Estimating variability in grain legume yields across Europe and the Americas. Sci. Rep. V.5:11171. DOI: 10.1038/srep11171.

3. Falconnier G., Vermue R., Journet E.P., Christina M., Bedoussac L., Juster E. 2020. Contrasted response to climate change of winter and spring grain Legumes in southwestern France. Field Crops Res. v.259.P.1–15. DOI: 10.1016/j.fcr.2020.107967.
4. Lake L., Guilioni L., French B., Sadras V.O. 2021. Field pea. Crop physiology: Casa Histories for Major Crops. [Eds.: Sadras V.O., Calderini D.F.]. DOI: 10.1016/B978–0–12–819194–1.00009–8.
5. Rubiales D., Gonralez-Bernal M.J., Warkentin T., Bueckert T., Vaz Patto M.C., McPhee K., Mc Gee R., Smykal P. (2019). Advances in pea breeding. Hochmuth G. (ed.). Archieving sustainable cultivation of vegetables. Burleigh Dodds Sci. Publ. Cambridge. P.575–606. DOI: 10.19103/AS.2019.0045.28.
6. Shevchenko L.M., Vasylenko A.O., Sichkar V.I., Vus K.O., Bezuglyi I.M., Glyantsev A.V. (2021). Enrvironmental trial of pea breeding accessions. Селекція і насінництво. т.113.с. 53–62. DOI: 10.30835/2413–7510.2021.237003.
7. Vaidyanathan L., Sylvester-Bradled R., Bloom T., Murray A. 1987. Effects of previous cropping and applied nitrogen on grain nitrogen content in winter wheat. Asp.Appl.Biol.v.15. P. 227–237.
8. Watson C.A., Recling M., Preissel S., Bachinger J., Ber. gkvist G., Kuhlman T. Stoddart F.L. 2017. Grain legume production and use in European agricultural systems. Adv. Agron. v.144.P.235–303. DOI: 10.1016/bs.agron.2017.03003.

CONSERVATION OF THE DIVERSITY OF BOTANICAL GARDEN COLLECTION WITH THE USE OF *IN VITRO* TECHNIQUES WITH EXAMPLE OF *PTELEA TRIFOLIATA L. (*RUTACEAE JUSS*.)*

A. T. Khazratov, H. K. Juraeva, V. U. Axmedova, F. U. Mustafina,
A. S. Kh. Abdinazarov
Tashkent Botanical garden named after acad. F.N. Rusanov of the Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
E-mail: xazratovabbos65@gmail.com

Annotation.

In vitro methods significantly enhance the conservation potential of threatened plant species. In recent years, an increasing number of plant species face the risk of extinction due to environmental changes and human activities. In response, the Biotechnology Laboratory of the Botanical Garden at the Institute of Botany, Tashkent, Uzbekistan, has initiated an in vitro propagation program to preserve an extensive collection of plant species, including those at risk of extinction. This collection comprises both specimens from natural habitats and plants maintained within the Botanical Garden.

Keywords: *in vitro propagation, botanical garden collection.*

Introduction. The conservation of biological diversity is one of the primary objectives of botanical gardens worldwide. These institutions play a crucial role in preserving plant genetic resources, protecting rare and endangered species, and maintaining biodiversity. All conservation activities related to plant species and varieties are guided by key international agreements and frameworks, including the Convention on Biological Diversity (1995, 2006), the International Botanical Gardens Plant Conservation Program (2000), and the Global Strategy for Plant Conservation (2002), among others. These initiatives emphasize ex situ conservation strategies, which involve the preservation of plant genetic material outside its natural habitat.

One of the most effective strategies for preserving plant biodiversity is the establishment of an in vitro genetic bank, where plant samples are maintained under low-temperature, slow-growth conditions. This method ensures the long-term storage of plant genetic material while minimizing genetic drift and maintaining the integrity of rare and valuable plant species. Compared to traditional vegetative propagation methods, in vitro conservation offers several advantages, including:

- Independence from climatic conditions, enabling year-round conservation and propagation,
- The ability to establish aseptic cultures using minimal explant material, reducing disturbances to wild populations,
- Efficient space utilization and reduced labor costs, making it a cost-effective solution for large-scale plant conservation.

Modern biotechnological approaches, particularly clonal micropropagation, significantly enhance both large-scale production and the conservation of plant species in *in vitro* collections. This technique is particularly valuable for economically significant perennial crops and for the preservation of rare and endangered species that are difficult to propagate via seeds due to dormancy, low germination rates, or genetic instability. The development of effective clonal micropropagation techniques is a fundamental prerequisite for the establishment of in vitro gene banks, ensuring the preservation of valuable plant genetic resources for future generations.

This article presents the results of *in vitro* propagation of *Ptelea trifoliata* L., a single-specimen plant from the Botanical Garden collection. The study explores the potential of *in vitro* propagation as a tool for the conservation of unique and threatened plant species, demonstrating its effectiveness in maintaining genetic diversity and supporting long-term conservation goals. The findings contribute to ongoing efforts in plant biotechnology and conservation science, highlighting the role of tissue culture techniques in sustainable biodiversity management.

Material. This study focuses on plant species that are represented by a single specimen within the collection of the Tashkent Botanical Garden named after Acad. F.N. Rusanov, under the Institute of Botany, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan.

Ptelea trifoliata L., commonly known as common hoptree, wafer ash, stinking ash, and skunk bush, belongs to the Rutaceae (citrus) family. It is native to North America, with distribution across Canada, the United States, and Mexico. This species is a deciduous shrub or small tree characterized by alternate, trifoliate leaves.

Dilutions of *P. trifoliata* are used in homeopathic medicine, where they are considered highly potent. The root bark possesses anthelmintic, antibacterial,

antiperiodic, and tonic properties and is often combined with other medicinal compounds to enhance efficacy. The leaves are traditionally applied to treat wounds, including intestinal injuries.

This species is an aromatic shrub or small tree with a rounded crown and a slender, crooked trunk bearing interwoven, ascending branches. When crushed, the bark, foliage, and twigs emit a slightly lemon-like, musky odor. The leaves are trifoliate and deciduous, with each leaflet attached to a petiole up to 2 inches long, while the terminal leaflet measures up to 2.5 inches in length. The leaflets are obovate, with the midrib of lateral leaflets positioned off-center. The foliage is dark green in summer and turns yellow in autumn. The flowers are small, greenish-white, and appear in clusters among the leaves in April. The fruit is a distinctive wafer-like samara, with broad wings measuring approximately 7/8 inch long by 3/4 inch wide. The species exhibits morphological variation, with leaflets differing in size and shape across different populations.

The species derives its common name from its historical use, where its bitter fruit was reportedly used as a substitute for hops in brewing beer. Additionally, the bitter root bark, similar to other aromatic barks, has been traditionally utilized in herbal medicine. Notably, *P. trifoliata* represents the northernmost New World member of the Rutaceae family. *(*Source: Lady Bird Johnson Wildflower Center, *https://www.wildflower.org)*

Method. Classical microcloning methods were used in this research (Butenko, 1964; Kalinin, 1980). As an analogue, the micropropagation protocols of Khajehyar et al. (2024).

Different plant parts were used as explants for microclonal propagation of species: 1. Apical and axillary buds. Annual branches (annual shoots) were used as explants, which were cut from plants in different seasons throughout the year and placed in the refrigerator for 1–7 days.

When choosing sterilizing agents when developing a protocol for sterilization of explants of the studied species, solutions of sodium hypochloride (4–6%), hydrogen peroxide (2–15%), silver nitrate (0.01%), Tween20, ethanol (70%) were tested. Belizna sterilizing solution, “Domestos” sterilizing soap, fungicides difenoconazole (Skor), mancoseb and metalaxyl (Ridamill Gold 72%), fludioxonil (Maxim), propiconazole (Agrotilt), antibacterial agents streptomycin, amoxicillin, gentamicin, etc. were used. Thirty protocols with various combinations and concentrations of sterilizing agents were tested.

As a nutrient medium, we used ready nutrient media by Duchefa Biochemie B.V (https://www.duchefa-biochemie.com): nutrient medium Murashige and Skoog (1962), Chu et al. (1975), Gamborg at al. (1968), McCown Woody Plant Medium (WPM) (Lloyd G. and McCown, 1980) and Wollosovich (1979). Antibiotic agents (streptomycin, amoxicillin and gentamicin) were added to the nutrient medium, after which the nutrient medium autoclaved at 2 atm, 126°C for 20 minutes. Nutrient media were poured into 25 ml jars. When optimizing the nutrient medium, various concentrations of sucrose were used (10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%).

Results. A series of experiments were conducted to determine the most suitable nutrient medium for in vitro propagation of *Ptelea trifoliata* L. Among the tested

media, McCown Woody Plant Medium (WPM – Wood Propagation Media, M0220) with vitamins from Duchefa Biochemie B.V**.** was selected as the optimal formulation. This medium has a classical composition of macro- and microelements and contains glycine (2.00 mg/L), myo-inositol (100.00 mg/L), nicotinic acid (0.50 mg/L), pyridoxine hydrochloride (0.50 mg/L), and thiamine hydrochloride (1.00 mg/L). At each stage of microclonal propagation, the medium was supplemented with sucrose (30,000 mg/L) and agar (7,000 mg/L).

Annual shoots of *P. trifoliata* were collected from mature trees and stored under cold stratification conditions in a damp gauze cloth at +5°C. The shoots were then segmented into 7–10 cm sections and subjected to a two-stage sterilization process**:**

1. Preliminary washing: The cuttings were washed under running water, placed in a soap solution, and rinsed with distilled water (2–3 times).

2. Sterilization under laminar flow conditions: The explants were treated sequentially in the following solutions:

- Belizna (sodium hypochlorite) with Tween 20
- Distilled water rinse
- Fungicide propiconazole solution (“Agrotilt”)
- Silver nitrate solution
- 70% ethyl alcohol for 60 seconds
- Final rinse with distilled water

Microcuttings were prepared in a laminar flow hood before being introduced into in vitro culture. The sterilized shoots were processed by removing the apical bud while retaining two pairs of lateral buds**.** An oblique incision was made at the base of the second pair of lateral buds, and one of the lateral buds was excised.

For culture initiation, explants were placed on a nutrient medium supplemented with 6-benzylaminopurine (BAP) to induce shoot development. The incubation was conducted under a 16-hour photoperiod (light) and 8-hour dark cycle at a controlled temperature of 23–24°C. Throughout all stages of subculturing, the microcuttings were positioned in the culture container such that the lowest part of the explant was submerged at a depth of 0.5 mm in the nutrient medium, ensuring that the lower bud was also in contact with the medium**.**

The study successfully optimized an in vitro propagation protocol for *Ptelea trifoliata* L., identifying WPM supplemented with sucrose and as the most effective nutrient medium. The two-stage sterilization method significantly reduced contamination levels, enhancing explant survival rates. Additionally, the inclusion of 6-benzylaminopurine (concentration) facilitated efficient shoot induction under controlled environmental conditions.

The optimal phytohormone options for in vitro culture induction efficiency in WPM medium were as follows:

1.BAP (0.2 mg/l) + NAA (0.05 mg/l)

2.BAP (0.2–0.5 mg/l)

The following phytohormones were applied to induce root formation.

1.BAP (0.1 mg/l) + IBA (0.05 mg/l)

2. IBA (0.5 mg/l)

3. IBA (1 mg/l)

Adaptation to soil: peat, sand, humus were mixed in a ratio of 1:1:1. They were kept in a phytotron for 1–2 weeks at a temperature of 22°C, 75–80% relative humidity (Rh), 16/8 photoperiod, and 1,000–1,300 lux illumination. The relative humidity was gradually reduced to 60%. The plants were transferred from the phytotron to greenhouse conditions.

These findings provide a reliable approach for *ex situ* conservation and mass propagation of *P. trifoliata*, contributing to its preservation and potential horticultural applications.

Summary. ***Sterilization Protocol:*** Among the tested sterilization agents, up to 80% of the explants remained viable. The most effective sterilization method involved sequential treatments as follows:

- Immersion in 25% sterilizing soap solution for 20–30 minutes, followed by thorough rinsing with distilled water.
- Treatment with 0.01% fungicide solution containing propiconazole (20×10^{-4}%), followed by 2–3 washes with distilled water.
- Immersion in 2% Belizna (sodium hypochlorite) solution for 15 minutes, followed by three washes with distilled water.
- Treatment with 70% ethanol for 30 seconds, followed by three final washes with autoclaved sterilized water.

2. ***Optimal Nutrient Media for In Vitro Micropropagation***:

- For the development of mature plants of *Ptelea trifoliata* L., the Woody Plant Medium (WPM) was selected.
- The medium was supplemented with indole-3-butyric acid (IBA), 1-naphthaleneacetic acid (NAA), and 6-benzylaminopurine (BAP) to promote optimal growth and development.

This optimized protocol enhances the viability of explants and supports efficient *in vitro* micropropagation for conservation and mass propagation efforts.

Acknowledgments. This research was conducted within the framework of the state program of the Biotechnology Laboratory of the Tashkent Botanical Garden of the Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan: **"**Development of Scientific Foundations for the Sustainable Propagation of Valuable Specimens of the Botanical Garden in *In Vitro* Culture**"** (2023–2024) and within the framework of the state program **"**Establishment and Digital Documentation of *the In Vitro* Collection of the Tashkent Botanical Garden Using Innovative Biotechnology Methods**"**, scheduled for implementation from 2025 to 2029.

References

1. Butenko R.G. Isolated tissue culture and physiology of morphogenesis of plants / R.G. Butenko. – Moscow: Nauka, 1964. – 272 p.
2. Kalinin F.L. Methods of tissue culture in physiology and biochemistry of plants / F.L. Kalinin, V.V. Sarnatskaya, V.E. Polyshuk. – Kiev: Naukova dumka, 1980. – 320 p.
3. A.A. Ahmed, A.M. Khattab, M.H. Grace, M.M. Sahl, A new eudesmanolide from Crataegus flava fruits, Fitoterapia, Volume 72, Issue 7, 2001, 756–759.

ВИДІЛЕННЯ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКА ЗА СТІЙКІСТЮ ДО ВОВЧКА (*OROBANCHE CUMANA* L.) В УМОВАХ ПРОВОКАЦІЙНИХ ФОНІВ ЕКОЛОГІЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ ВНІС

Ярослава Ю. Шарипіна[1], Ірина Ю. Боровська[2], Вікторія О. Бабич[3],
Ярослав Ф. Парій[4]
ТОВ «Всеукраїнський науковий інститут селекції», м. Київ, Україна
E-mail: myu77sharp@gmail.com;
[1]ORCID ID: 0000–0001–5078–1608,
[2]ORCID ID: 0000–0002–9498–7269,
[3]ORCID ID: 0000–0002–1022–9250,
[4]ORCID ID: 0000–0001–8813–3120

Анотація.

Екологічні випробування гібридів соняшнику різних груп стійкості до гербіцидів селекції ТОВ «ВНІС» щорічно дозволяють виділити високоурожайні гібриди, з певними параметрами адаптивності. Одним з напрямів досліджень є вивчення гібридів за стійкістю до вовчка (Orobanche cumana L.) в умовах провокаційного фону паразита. В 2024 році це були дві локації – у Дніпропетровській та Одеській областях. Наявність двох локацій дозволила на аналогічному наборі гібридів провести порівняльний аналіз рівня інфекційного фону вовчка в них. За результатами досліджень виділено ряд високоурожайних гібридів соняшнику різних за технологією вирощування, з високою (бал 7) та дуже високою (бал 9) стійкістю до вовчка.

Ключові слова*: вовчок, ураженість, рівень інфекційного фону паразита, урожайність, технологія вирощування*

SELECTION OF SUNFLOWER HYBRIDS FOR RESISTANCE TO BROOMRAPE (*OROBANCHE CUMANA* L.) IN CONDITIONS OF PROVOCATIVE BACKGROUNDS OF ECOLOGICAL TESTS IN VNIS

Yaroslava Yu. Sharypina[1], Iryna Yu. Borovska[2], Viktoriia O. Babych[3], Yaroslav F. Parii[4]
LLC «All – Ukrainian Scientific Institute of Breeding», Kyiv, Ukraine
E-mail: myu77sharp@gmail.com;
[1]ORCID ID: 0000–0001–5078–1608,
[2]ORCID ID: 0000–0002–9498–7269,
[3]ORCID ID: 0000–0002–1022–9250,
[4]ORCID ID: 0000–0001–8813–3120

Abstract*.*

Ecological tests of sunflower hybrids of different herbicide resistance groups of VNIS LLC breeding annually allow us to identify high-yielding hybrids with certain adaptability parameters. One of the areas of research is the study of hybrids for resistance to broomrape (Orobanche cumana L.) under conditions of a provocative background of the parasite. In 2024, these were Dnipropetrovsk and Odesa regions.

The presence of two locations allowed us to conduct a comparative analysis of the level of the infection background of broomrape in them on a similar set of hybrids. According to the results of the research, a number of high-yielding sunflower hybrids with different cultivation technology, with high (score 7) and very high (score 9) resistance to broomrape were identified.

Keywords: *broomrape, infestation, level of the infectious background of the parasite, yield, cultivation technology*

Вступ. Рослинництво в Україні є одним із найбільш вагомих секторів економіки, який забезпечує значну частку валового внутрішнього продукту та є основою експортного потенціалу країни. Однак, незважаючи на стабільне зростання обсягів виробництва та експорту продукції рослинництва, галузь стикається з рядом серйозних викликів, які можуть вплинути на її майбутній розвиток. Однією з головних проблем є зміни клімату, що призводять до коливань врожайності, втрат продукції через посухи, повені та інші екстремальні погодні явища. Це вимагає адаптації виробництва до нових кліматичних умов, впровадження сучасних технологій та розробки стратегії управління ризиками (Манжос М.М., Томашук І.В., 2024).

Через зміни в кліматі, які спостерігаються і в Україні, як ніколи постає важливість питання адаптації сільськогосподарських культур до них, як одного з напрямів стабілізації сільськогосподарського виробництва (Аралова Т.С., Резніченко В.П., Кривохижа Є.М., 2024). Всебічна оцінка реакції гібридів на зміни умов вирощування в різних ґрунтово – кліматичних зонах України з генетично визначеним рівнем пристосування до агроекологічних умов зон їх вирощування, є ефективним шляхом отримання гібридів з широким спектром адаптивних реакцій (Кириченко В. В., Макляк К. М., Вареник Б. Ф. та ін., 2010).

За будь–якої технології вирощування, основним критерієм вибору гібрида є його урожайність. Суттєве значення в її збереженні є стійкість до вовчка (Шарипіна Я. Ю., Боровська І.Ю., Парій Я. Ф. та ін., 2022).

Мета роботи – шляхом аналізу особливостей диференціації гібридів за групами стійкості, порівняти рівень інфекційного фону паразита і виділити гібриди соняшника різного типу вирощування, стійкі до вовчка (*Orobanche cumana* L.) в умовах провокаційних фонів двох локацій екологічних випробувань ВНІС.

Матеріали і методи. Широкомасштабні щорічні екологічні випробування (ЕВ) гібридів соняшнику різних груп стійкості до гербіцидів селекції ТОВ «Всеукраїнський науковий інститут селекції» (ТОВ «ВНІС») розпочато в 2019 році. В умовах 2024 р. вивчали 156 нових гібриди соняшнику за параметрами адаптивності у десяти локаціях Україні – Чернігівської, Житомирської, Черкаської (Шпола, Умань), Київської, Запорізької, Кіровоградської, Дніпропетровської, Миколаївської, Одеської областей.

Розташування дослідних полів проведено з урахуванням охоплення регіонів агроекологічних зон України. Стандартна схема дослідження передбачає висів гібридів за трьома блоками: у першому розміщено гібриди соняшнику

класичного типу вирощування (CON – гібриди); у другому – гібриди, стійкі до гербіцидів групи імідазолінонів (IMI – гібриди); у третьому – гібриди, стійкі до трибенурон – метилу (SU – гібриди).

Закладку дослідних ділянок, спостереження та обліки проведено відповідно до стандартних для соняшника методик. Агротехніка − загальноприйнята для зон. Відстань між рядками – 75 см. Висів рендомізованих зразків здійснено в двократній повторності блоками по 20 зразків, в кожен блок введено 2 стандарти. Як стандарти урожайності використано кращі зареєстровані в Україні гібриди. Блокова рендомізація використана для створення еквівалентних груп. У межах блоку вплив умов знівельований випадковістю розташування гібриду відносно інших. Загальний розмір ділянки 20,0 м^2, розмір облікової ділянки 10,0 м^2. Густота стояння рослин до збирання в зоні достатнього зволоження – 60–65 тис. рослин на гектар. Збирання соняшнику проведено з визначенням врожайності гібрида з ділянки (кг) і вологість насіння в процесі збирання (Sharipina Ya., Borovska I., Parii Ya. et al., 2020).

В 2024 р. вивчення гібридів соняшника селекції ТОВ «ВНІС» проведено в умовах провокаційного фону вовчка (*Orobanche cumana* L.) у Дніпропетровській та Одеській областях. При визначенні стійкості соняшнику до вовчка у екологічних випробуваннях (ЕВ), як правило, поле під випробування розміщують там, де у минулих роках був високий рівень ураження паразитом.

З метою отримання максимально достовірної інформації щодо стійкості гібриду оцінка ділянки проводиться одночасно двома обліковцями з двох доріжок за бальною шкалою (табл. 1).

Таблиця 1. Шкала визначення стійкості соняшнику до вовчка

Паразит	Кількість уражених рослин на чотирьох рядках ділянки ЕВ за групами стійкості, %				
	дуже висока стійкість	висока стійкість	слабка сприйнят-ливість	середня сприйнят-ливість	сильна сприйнят-ливість
	бал 9	бал 7	бал 5	бал 3	бал 1
Вовчок	0,0	до 10,0	10,1…30,0	30,1…80,0	>85,0

Для порівняння рівня інфекційного фону вовчка використано наявність мінімального та максимального балів у гібридів у певній локації, а також середній бал, розрахований як середнє значення по сукупності гібридів в кожній локації. Визначення інфекційного фону проводили для порівняння локацій і співвідношення характеристики гібридів при їх виділенні за стійкістю до паразита.

Диференціацію гібридів різного типу вирощування за групами стійкості до вовчка проведено на аналогічному наборі гібридів ЕВ з метою визначення коливання кількості зразків по групах стійкості до вовчка у гібридів різного типу вирощування (Шарипіна Я. Ю., Боровська І. Ю., Парій Я. Ф., 2024).

Результати та обговорення. Розмах коливання ураженості гібридів соняшнику вовчком і відповідно йому – балів стійкості, використано для порівняння інфекційного фону в локаціях ЕВ з провокаційним фоном паразита.

Середній бал стійкості по сукупності зразків на провокаційному фоні у локаціях був одного рівня і становив 6,71 балів в локації «Дніпро», 6,56 балів в локації «Одеса» (рис. 1). Максимальним балом стійкості по гібридах обох локацій був бал 9. Щодо мінімального показника, в локації «Дніпро» були наявні гібриди соняшнику з найвищим рівнем ураженості – більше 85,0% рослин, що відповідає балу стійкості 1. Проте в локації «Одеса», гібриди з таким рівнем ураженості відсутні. В цій локації мінімальний бал стійкості становив 3.

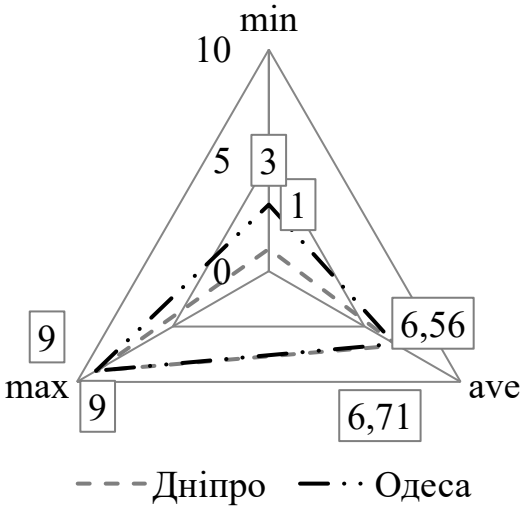

Рис. 1. Варіативність балів стійкості до вовчка в двох локаціях ЕВ, 2024 р.

За методикою екологічних випробувань в кожній локації висівають аналогічний набір гібридів. Використання провокаційного фону вовчка дозволило розподілити гібриди за рівнем ураженості на групи стійкості до нього, і співставити їх кількісну наповненість щодо гібридів трьох типів вирощування в двух локаціях.

Так, переважна кількість гібридів всіх типів вирощування (від 30,8% у IMI – гібридів до 50,0% у CON – гібридів) мала дуже високу стійкість до вовчка (бал 9) в локації «Дніпро», в порівнянні з їх кількістю в локації «Одеса» (від 3,8% у IMI- до 34,6% у CON – гібридів) (табл. 2).

Подібну тенденцію відмічено за типами вирощування і для високостійких (бал 7) гібридів. Слабкосприйнятливих гібридів (бал 5, від 11,0% до 30,0% уражених вовчком рослин на ділянку) було більше в локації «Одеса» (від 18,3% у SU – гібридів до 26,9% у CON – і IMI – гібридів), ніж в локації «Дніпро» (від 7,7% у IMI – гібридів до 15,4% у CON – гібридів).

Переважну більшість середньосприйнятливих (бал 3, від 35,0% до 60,0% уражених вовчком рослин на ділянку) виявлено у IMI – гібридів обох локацій – 50,0% в локації «Одеса»» і 23,1% в локації «Дніпро».

Найвищий рівень ураженості (більше 85,0% рослин на ділянку, і, відповідно, сильну сприйнятливість (бал 1) виявлено у 34,6% IMI – і 16,3% SU – гібридів в локації «Дніпро». В локації «Одеса» гібридів з сильною сприйнятливістю не виявлено.

Таблиця 2. Диференціація гібридів соняшнику за стійкістю до вовчка в локаціях ЕВ за типами технології вирощування

Бал стійкості	Кількість гібридів, %					
	локація «Одеса»			локація «Дніпро»		
	SU	IMI	CON	SU	IMI	CON
бал 9	18,3	3,8	34,6	41,3	30,8	50,0
бал 7	44,2	19,2	30,8	26,0	3,8	30,8
бал 5	18,3	26,9	26,9	11,5	7,7	15,4
бал 3	19,2	50,0	7,7	4,8	23,1	3,8
бал 1	0,0	0,0	0,0	16,3	34,6	0,0

Отже, рівень кількісної наповненості груп сприйнятливості (бал 5 – бал 1) гібридами з високим рівнем ураженості в обох локаціях, дозволяє зробити висновок про достовірність слабкого рівня ураженості, чи її відсутності, та впевненої стійкості гібридів, виділених як високо стійких (бал 7) і дуже високо стійких (бал 9) в кожній групі до певної технології вирощування.

Тому, при проведенні роботи з виділення гібридів за стійкістю до вовчка, найкращими визнано ті, що показали однаковий рівень стійкості в умовах двох провокаційних фонів паразита.

Так, серед гібридів, стійких до гербіцидів сульфонілсечовинної групи (SU) дуже високу стійкість до вовчка (бал 9) виявили десять гібридів, серед яких п’ять (22WNCH0265, 22WNCH0287, 22WNCH0316, 22WNCH0330, 23BH001001), були достовірно високоурожайними в обох локаціях (табл. 3).

Таблиця 3. Високостійкі (бал 9) до вовчка SU – гібриди соняшнику, ЕВ 2024 р.

Entry Book Name	Source ID	Entry Name	Урожайність т/га, 9% волога		Стійкість до вовчка, бал	
			«Одеса»	«Дніпро»	«Одеса»	«Дніпро»
SU24UA002	UA6/38	22WNCH0265	2,96*	4,44*	9	9
SU24UA004	UA6/100	22WNCH0287	3,02*	4,20*	9	9
SU24UA001	UA6/2	22WNCH0310	2,56	3,25	9	9
SU24UA001	UA6/11	22WNCH0314	2,57	3,73	9	9
SU24UA004	UA6/97	22WNCH0316	2,81*	3,90*	9	9
SU24UA001	UA6/21	22WNCH0330	3,15*	4,35*	9	9
SU24UA001	UA6/6	23BH001001	2,79*	4,00*	9	9
SU24UA001	UA6/8	23BH001004	2,52	2,93	9	9
SU24UA002	UA6/28	23BH001011	2,54	4,12*	9	9
Середнє за локацією			*2,45*	*3,77*	–	–
HIP_{05}			*0,15*	*0,08*	–	–

*Примітка. * – достовірно на 5,0% рівні значущості*

Стійкість до вовчка (бал 7) виявили 15 гібридів, серед яких вісім (22WNCH0265, 22WNCH0307, 22WNCH0337, 22WNCH0339, 23BH001011/CX2314, 23BH020601, 23BH020604, 23BH020609) були достовірно високоурожайними в обох локаціях.

Серед гібридів, стійких до гербіцидів імідазолінонової групи (IMI) виділено чотири, стійких до вовчка, рівень ознаки яких в локації «Дніпро» з дуже високого (бал 9), дещо знизилась до балу 7 (висока стійкість) в локації «Одеса» (табл. 4). Гібрид 22WNCH0362 мав дуже високу стійкість (бал 9) до паразита в обох локаціях. Окрім цього він і гібрид 22WNCH0385 були достовірно високоурожайними в обох локаціях.

Таблиця 4. Високостійкі (бал 9) і стійкі (бал 7) до вовчка IMI–гібриди соняшнику, ЕВ 2024 р.

Entry Book Name	Source ID	Entry Name	Урожайність т/га, 9% волога		Стійкість до вовчка, бал	
			«Одеса»	«Дніпро»	«Одеса»	«Дніпро»
IMI24UA001	UA6/116	22WNCH0362	3,26*	4,21*	9	9
IMI24UA001	UA6/117	22WNCH0363	2,30	4,06*	7	9
IMI24UA001	UA6/118	22WNCH0366	2,87*	3,62	7	9
IMI24UA001	UA6/121	22WNCH0381	2,62*	3,40	7	9
IMI24UA001	UA6/128	22WNCH0385	3,03*	4,33*	7	9
Середнє за локацією			*2,03*	*3,65*	–	–
HIP_{05}			*0,32*	*0,19*	–	–

*Примітка. * – достовірно на 5,0% рівні значущості*

Серед гібридів класичного типу вирощування (CON) дуже високу стійкість до вовчка (бал 9) виявили десять гібридів (табл. 5).

Таблиця 5. Високостійкі (бал 9) до вовчка CON – гібриди соняшнику, ЕВ 2024 р.

Entry Book Name	Source ID	Entry Name	Урожайність т/га, 9% волога		Стійкість до вовчка, бал	
			«Одеса»	«Дніпро»	«Одеса»	«Дніпро»
CON24UA001	UA6/142	22WNCH0235	3,04	4,34	9	9
CON24UA001	UA6/147	22WNCH0245	3,46*	4,86*	9	9
CON24UA001	UA6/145	22WNCH0248	3,49*	4,68*	9	9
CON24UA001	UA6/131	22WNCH0291	2,79	4,59*	9	9
CON24UA001	UA6/135	22WNCH0293	3,05	4,60*	9	9
CON24UA001	UA6/133	22WNCH0295	3,24*	4,07*	9	9
CON24UA001	UA6/134	22WNCH0296	3,50*	4,51	9	9
CON24UA001	UA6/153	22BH000701	3,52*	4,75*	9	9
Середнє за локацією			*2,88*	*4,41*	–	–
HIP_{05}			*0,23*	*0,17*	–	–

*Примітка. * – достовірно на 5,0% рівні значущості*

Серед них гібриди 22WNCH0245, 22WNCH0248, 22WNCH0295, 22BH000701 були достовірно високоурожайними як в локації «Одеса», так і в локації «Дніпро». Стійкість до вовчка (бал 7) виявили чотири CON – гібриди – 22WNCH0221, 22WNCH0223, 22WNCH0228, 22WNCH0233.

Висновки. Таким чином, в ході проведення екологічних випробувань соняшника селекції ТОВ «ВНІС» в умовах 2024 р., проведено порівняння рівня інфекційного фону паразита (*O. cumana*) за результатами аналізу особливостей диференціації гібридів за групами стійкості в умовах двох провокаційних фонів локацій «Дніпро» і «Одеса» у відповідних областях. На основі співставлення оцінки гібридів за стійкістю до вовчка в обох локаціях, серед кожного типу вирощування, виділено ряд високоурожайних гібридів соняшнику з високою (бал 7) і дуже високою (бал 9) стійкістю до паразита.

Література

1. Аралова Т.С., Резніченко В.П., Кривохижа Є.М. (2024). Екологічні аспекти агрономії: шляхи сталого розвитку. Таврійський науковий вісник. № 138. С. 3–14. DOI https://doi.org/10.32782/2226–0099.2024.138.1.
2. Боровська І. Ю. (2018). Методологічні основи селекції соняшнику на стійкість до основних хвороб: монографія / Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Харків. 302 с.
3. Кириченко В. В., Макляк К. М., Вареник Б. Ф., Крутько В. І., Кутіщева Н. М., Кабан В. М. (2010). Екологічне випробування гібридів соняшнику селекційними установами системи Національної академії аграрних наук України. Науково – технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. № 15. С. 49–56.
4. Манжос М.М., Томашук І.В. (2024). Основні тенденції виробництва продукції рослинництва в Україні: прогнози та перспективи. Таврійський науковий вісник. № 138. С. 106–114. DOI https://doi.org/10.32782/2226–0099.2024.138.13
5. Шарипіна Я. Ю., Боровська І.Ю., Парій Я. Ф., Бабич В. О., Костенко Ю. С., Тодосійчук М. О., Стороженко О. В. (2022). Диференціація гібридів соняшника селекції ВНІС за технологією вирощування і стійкістю до вовчка в умовах провокаційного фону паразита. Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі // Матеріали VII Всеукраїнскої науково-практичної конференції / [Редкол.: О. О. Непочатенко (відп. ред.) та ін.]. Умань. 216 с. С. 179–182.
6. Шарипіна Я. Ю., Боровська І.Ю., Парій Я. Ф. (2023). Зниження урожайності гібридів соняшника від ураженості вовчком. Таврійський науковий вісник. № 129. С. 160–169. DOI https://doi.org/10.32851/2226–0099.2023.129.21
7. Sharipina Ya., Borovska I., Parii Ya., Babych V., Nakonechna M., Kostenko Yu., Sirko A. (2020). Adaptability of sunflower hybrids originated at the VNIS in the Ukrainian conditions. Міжвідомчий тематичний науковий збірник: Селекція і насінництво. Вип. 117. С. 226–234.DOI: 10.30835/2413–7510.2020.207193

ЗМІСТ

Allahverdiyev E. İ.	EVALUATION OF CUCUMBER COLLECTION SAMPLES AND THEIR BIOMORPHOLOGICAL TRAITS	3
Axmedova V. U., Juraeva H. K., Khazratov A. T., Mustafina F. U., Abdinazarov S. Kh.	CONSERVATION OF THE DIVERSITY OF BOTANICAL GARDEN COLLECTIONS USING IN VITRO TECHNIQUES: A CASE STUDY OF MORUS RUBRA L.	5
Балабак А. Ф., Пиж'янова А. А.	ЕКОЛОГО–БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ ПАГОНІВ МАТОЧНИХ РОСЛИН СОРТІВ ЧОРНИЦІ ВИСОКОРОСЛОЇ (*VACCINIUM CORYMBOSUM* L.) В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	10
Bilonozhko V. Ya., Poltoretska N. M., Berezovsky A. P., Dyachok A. A.	SOWING QUALITIES OF BUCKWHEAT SEEDS DEPENDING ON CULTIVATION CONDITIONS AND STORAGE DURATION	14
Гребенюк В. М., Балабак А. Ф.	ФЕНОЛОГІЧНИЙ РОЗВИТОК ГЕНОТИПІВ АРОНІЇ ЧОРНОПЛІДНОЇ (*ARONIA MELANOCARPA* (МІСНХ.) *ELLIOTT*) В ОЗЕЛЕНЕННІ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	16
Діордієва І. П., Прокопчук Л. В., Прокопчук Т. В.	АНАЛІЗ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ЯКОСТІ ЗЕРНА ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ, СТВОРЕНИХ ЗА ГІБРИДИЗАЦІЇ *TRITICUM AESTIVUM* L. × *TRITICUM SPELTA* L.	21
Діордієва І. П., Ташлицький Є. М., Лукіянчук В. С.	БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ БІЛКА ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ, СТВОРЕНИХ ЗА ГІБРИДИЗАЦІЇ *TRITICUM AESTIVUM* L. × *TRITICUM SPELTA* L.	24
Дубчак О. В.	УСПАДКУВАННЯ СЕЛЕКЦІЙНО-ЦІННИХ ОЗНАК РЕКОМБІНАНТНИХ ЦЧС ФОРМ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ	27

Emelyanov V. I., Boboshko O. P., Mikheev O. M., Kovbasenko R. V., Symonenko Y. V., Schwartau V. V. — UV-INDUCED CALLOSE ACCUMULATION IN WINTER WHEAT PLANTS 33

Жук О. І. — ПРОДУКТИВНІСТЬ ГЕНОТИПІВ ПШЕНИЦІ В УМОВАХ ПОСУХИ 40

Заморський І. В. — ФІТОМАСА ТА АРХІТЕКТОНІКА НАСАДЖЕНЬ НОВИХ СОРТІВ ЯБЛУНІ 45

Kysil B. O., Poltoretsky S. P., Berezovsky A. P. — THE ROLE OF LEGUMES IN SOIL FERTILITY FORMATION AND INCREASING AGROCENOSES PROTEIN PRODUCTIVITY 49

Клименко С. В., Григор'єва О. В., Ільїнська А. П., Журба М. Ю., Гончаровська І. В. — ГЕНОФОНДИ ПЛОДОВИХ РОСЛИН НАЦІОНАЛЬНОГО БОТАНІЧНОГО САДУ ІМЕНІ М.М. ГРИШКА – НАУКОВА БАЗА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЇХНЬОГО РІЗНОМАНІТТЯ..... 51

Комісаренко А. Г., Михальська С. І. — ОЦІНКА ДЕЯКИХ ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СТРЕСОСТІЙКОСТІ ТРАНСГЕННИХ РОСЛИН ТЮТЮНУ (NICOTIANA TABACUM L.) ЗА УМОВ ВОДНОГО ДЕФІЦИТУ 58

Крижанівський В.Г. — ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ТА УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА У СЕРЕДНЬОСТИГЛИХ СОРТІВ ГОРОХУ 66

Лозінський М. В., Зінченко С. В., Самойлик М. О. — КОРЕЛЯЦІЙНИЙ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ІНДЕКСУ ЛІНІЙНОЇ ЩІЛЬНОСТІ КОЛОСА З ЕЛЕМЕНТАМИ ПРОДУКТИВНОСТІ У ПОПУЛЯЦІЙ F2–4 ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ 70

Любич В. В. — BIOTECHNOLOGICAL PARAMETERS OF OBTAINING TOLERANT MATERIAL OF STEVIA FOR ALTERNARIA *IN VITRO* 75

Любченко А. І.,
Любченко І. О.,
Сержук О. П. THE USE OF HAPLOIDY IN VITRO IN RAPESEED BREEDING..... 76

Медведєв А. О.,
Балабак А. Ф.,
Садовський Г. УДОСКОНАЛЕННЯ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ НАСІННЄВОГО РОЗМНОЖЕННЯ ХЕНОМЕЛЕСУ ЯПОНСЬКОГО (*CHAENOMELES JAPONICA* (THUMB.) *LINDL. EX SPACH*) В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ 79

Новак Ж. М.,
Ненька О. В.,
Новак А. В. КІЛЬКІСТЬ ЗЕРЕН З КОЛОСА ГІБРИДІВ ПШЕНИЦІ F3, СТВОРЕНИХ ЗА ГІБРИДИЗАЦІЇ *TRITICUM AESTIVUM* L. × *TRITICUM SPHAEROCOCCUM* PERC. 85

Новак Ж. М.,
Новак А. В.,
Кулик В. П.,
Регент В. С. ДИНАМІКА ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ 87

Новак Ж. М.,
Синьоок І. В.,
Воробйов П. О. ВАРІАЦІЯ ВИСОТИ РОСЛИН ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ЯРОЇ СЕЛЕКЦІЇ УМАНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ САДІВНИЦТВА . 91

Новак Ж. М.,
Синьоок І. В.,
Ненька О. В. ДОВЖИНА ВЕРХНЬОГО МІЖВУЗЛЯ ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ЯРОЇ СЕЛЕКЦІЇ УМАНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ САДІВНИЦТВА..... 94

Опалко О. А.,
Опалко А. І. СЕЛЕКЦІЯ СМОРОДИНИ (*RIBES NIGRUM* L.): ПРОБЛЕМИ Й ПЕРСПЕКТИВИ..... 97

Підлубенко І. М. СУЧАСНІ МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ В СЕЛЕКЦІЇ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ..... 103

Рябовол Л. О.,
Рябовол Я. С.,
Білокур Ю. В.,
Горяний Є. EVALUATION OF CORN HYBRIDS CREATED WITH ERECTOID PLACEMENT OF LEAF PLATE 108

Рябовол Л. О.,
Рябовол Я. С.,
Панченко В., THE CULTURE OF MATURE SUNFLOWER
Ненька О. В. EMBRYOS 110

Рябовол Я. С.,
Рябовол Л. О., АНАЛІЗ ІНБРЕДНИХ ЛІНІЙ ЖИТА ОЗИМОГО НА
Сліденко С. І. ЗАГАЛЬНУ КОМБІНАЦІЙНУ ЗДАТНІСТЬ..... 112

Saşco E. ПОСУХОСТІЙКІСТЬ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ, ІНДУКОВАНА ПЕГ 6000 НА РАННІЙ СТАДІЇ РОСТУ..... 115

Сидоряк Р. Б., ВПЛИВ СТРОКІВ ВВЕДЕННЯ В КУЛЬТУРУ IN
Граждан С. В., VITRO НА АКТИВАЦІЮ РОЗВИТКУ ЕКСПЛАНТІВ
Ковальчук О. В. ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ CRATAEGUS L..... 122

Січкар В. І., УРОЖАЙНІСТЬ СОРТІВ ГОРОХУ ЗА УМОВ
Коблай С. В. СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ..... 127

Khazratov, A. T.
Juraeva H. K., CONSERVATION OF THE DIVERSITY OF
Axmedova V. U., BOTANICAL GARDEN COLLECTION WITH THE
Mustafina F. U., USE OF IN VITRO TECHNIQUES WITH EXAMPLE
Abdinazarov A. S.Kh. OF PTELEA TRIFOLIATA L. (*RUTACEAE* JUSS.)..... 134

Шарипіна Я. Ю., ВИДІЛЕННЯ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКА ЗА
Боровська І. Ю., СТІЙКІСТЮ ДО ВОВЧКА (*OROBANCHE CUMANA*
Бабич В. О., L.) В УМОВАХ ПРОВОКАЦІЙНИХ ФОНІВ
Парій Я. Ф. ЕКОЛОГІЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ ВНІС..... 139

Для нотаток

Для нотаток

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

МАТЕРІАЛИ XIII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

«СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНА НАУКА І ОСВІТА»

(Парієві читання)

18–20 березня 2025 року

Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання). Матеріали XII Міжнародної наукової конференції (18–20 березня 2025 р.). Умань, 2025. 152 с.

Адреса редакції:
20305, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаської обл.
Уманський національний університет садівництва, тел.: 4–69–77.

Підписано до друку 29.05.2025 р. Формат 60x84 $^{1}/_{16}$. Друк офсет.
Умов.-друк. арк. 9,53. Наклад 100 екз. Зам. №12.