

JOURNAL OF APPLIED RESEARCH Vol. 20, No 4 '2024

# PLANT VARIETIES STUDYING

AND PROTECTION

PRINT ISSN 2518-1017  
ONLINE ISSN 2518-7457

**VARIETY STUDYING  
AND VARIETY SCIENCE**

**BREEDING AND SEED  
PRODUCTION**

**PLANT PRODUCTION**

**GENETICS**

Журнал — фаховий

Наказ МОН України № 975 від 11 липня 2019 р.  
(сільськогосподарські та біологічні науки)

**РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ**

**С. М. Каленська** (головний редактор)

**Д. Б. Рахметов** (заступник головного редактора)

**В. І. Файт** (заступник головного редактора)

**С. І. Мельник** (шеф-редактор)

**Н. В. Лещук** (відповідальний секретар)

М. З. Антонюк

Б. Барнабас (Угорщина)

Я. Бріндза (Словацька Республіка)

Р. А. Вожегова

Н. Е. Волкова

О. В. Галаєв

Б. В. Дзюбецький

О. В. Дубровна

В. М. Меженський

В. В. Моргун

О. І. Моргунов (Туреччина)

Л. М. Присяжнюк

О. І. Присяжнюк

О. І. Рибалка

Р. Роса (Республіка Польща)

В. М. Соколов

Б. В. Сорочинський

С. М. Хоменко

С. В. Чеботар

В. Ю. Черчель

В. В. Швартау



УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ЕКСПЕРТИЗИ СОРТІВ РОСЛИН

СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНИЙ  
ІНСТИТУТ – НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР  
НАСІННЄЗНАВСТВА  
ТА СОРТОВИВЧЕННЯ НААН  
ІНСТИТУТ ФІЗІОЛОГІЇ РОСЛИН  
І ГЕНЕТИКИ НАН УКРАЇНИ

Журнал виходить чотири рази на рік  
Заснований у 2005 р.

Ідентифікатор медіа  
R 30-01984

За достовірність викладених  
у публікаціях фактів відповідають  
автори

**Рекомендовано до друку**

Вченою радою Українського інституту  
експертизи сортів рослин  
(Протокол № 21 від 26.12.2024)

**Адреса редакційної колегії:**

Український інститут  
експертизи сортів рослин,  
вул. Горіхуватський шлях, 15,  
м. Київ, 03041, Україна

<http://journal.sops.gov.ua>  
e-mail: [journal@sops.gov.ua](mailto:journal@sops.gov.ua)  
Тел.: +38 044 290-40-45

Наукові редактори: Б. В. Сорочинський,  
В. М. Гудзенко

Технічний редактор О. Ю. Половинчук  
Літературний редактор А. І. Сидорчук  
Комп'ютерне верстання А. І. Бойко

Підписано до друку 28.12.2024  
Формат 60×84 1/8. Папір офсетний.  
Ум.-др. арк.  
Наклад 50 прим. Зам.

Друкарня  
ТОВ «ТВОРИ»  
вул. Немирівське шосе, 62а,  
м. Вінниця, 21034, Україна  
Тел.: 0(800) 33-00-90  
e-mail: [info@tvoru.com.ua](mailto:info@tvoru.com.ua)  
<http://www.tvoru.com.ua>

Передплатний індекс 89273

ISSN 2518-1017

Мова видання:  
українська, англійська

© Український інститут експертизи  
сортів рослин, оформлення, оригінал-  
макет, 2024

© Селекційно-генетичний інститут –  
Національний центр насіннєзнавства  
та сортівивчення, 2024

© Інститут фізіології рослин і генетики  
НАН України, 2024

**Journal – specialized publications**

Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine  
No. 975 as of July 11, 2019  
(agricultural and biological sciences)

**EDITORIAL BOARD**

**S. Kalenska** (Head editor)

**D. Rakhmetov** (Deputy leading editor)

**V. Fait** (Deputy leading editor)

**S. Melnyk** (Editor-in-Chief)

**N. Leshchuk** (Executive Secretary)

M. Antonyuk

B. Barnabas (Hungary)

J. Brindza (Slovak Republic)

R. Vozhehova

N. Volkova

O. Halaiev

B. Dziubetskyi

O. Dubrovna

V. Mezhenskyi

V. Morhun

A. Morgunov (Turkey)

R. Rosa (Poland)

L. Prysiazhniuk

O. Prysiazhniuk

O. Rybalka

V. Sokolov

B. Sorochynskyi

S. Khomenko

S. Chebotar

V. Cherchel

V. Shvartau



UKRAINIAN INSTITUTE FOR PLANT  
VARIETY EXAMINATION

PLANT BREEDING & GENETICS  
INSTITUTE – NATIONAL CENTER  
OF SEEDS AND CULTIVAR  
INVESTIGATION

INSTITUTE OF PLANT PHYSIOLOGY  
AND GENETICS, NATIONAL ACADEMY  
OF SCIENCES OF UKRAINE

Published 4 times a year

Media identifier  
R 30-01984

The authors are responsible for the  
reliability of the information in the  
materials published in the Journal

Recommended for publication by  
Academic Board of the Ukrainian  
Institute for Plant Variety Examination  
(Record No. 21, 26.12.2024)

Editorial Board contacts:  
Ukrainian Institute for Plant Variety  
Examination,  
15 Horihuvatskyi shliakh St.,  
Kyiv 03041, Ukraine

<http://journal.sops.gov.ua/>  
e-mail: [journal@sops.gov.ua](mailto:journal@sops.gov.ua)  
Phone: +38 044 290-40-45

Science editors: B. V. Sorochynskyi,  
V. M. Hudzenko  
Technical editor O. Yu. Polovynchuk  
Literary editor A. I. Sydoruk  
Computer-aided  
makeup A. I. Boyko

Signed to print 28.12.2024  
Format 60×84 1/8. Offset Paper.  
Conventional printed sheet.  
50 numbers of copies.

Printing office  
LLC «TVORY»  
62a Nemyrivske highway  
Vinnytsia 21034, Ukraine  
Phone: 0(800) 33-00-90  
e-mail: [info@tvoru.com.ua](mailto:info@tvoru.com.ua)  
<http://www.tvoru.com.ua>

Ukrainian subscription index  
of the print version: 89273  
ISSN 2518-1017

Languages of publication:  
Ukrainian, English

© Ukrainian Institute for Plant Variety  
Examination, formatting, makeup, 2024

© Plant Breeding & Genetics Institute –  
National Center of Seeds and Cultivar  
Investigation, 2024

© Institute of Plant Physiology and  
Genetics, National Academy of Sciences  
of Ukraine, 2024

## ЗМІСТ

### СОРТОВИВЧЕННЯ ТА СОРТОЗНАВСТВО

**Горай Г. О.**

Нові сорти маку східного (*Papaver orientale* L.)  
Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка  
НАН України

**Матус В. М., Орленко Н. С., Орленко О. Б.,  
Павлюк Н. В., Мажуга К. М.**

Групування сортів обліпихи крушиноподібної  
із застосуванням ієрархічного агломеративного  
кластерного аналізу

### СЕЛЕКЦІЯ ТА НАСІННИЦТВО

**Захарчук О. В., Гринів С. М., Таганцова М. М.,  
Курочка Н. В.**

Ділянковий (ґрунтовий) сортовий контроль  
як складник підтвердження сортових якостей  
насіння пшениці м'якої

### РОСЛИННИЦТВО

**Михайлик С. М., Іваницька А. П., Смутьська І. В.,  
Топчій О. В., Києнко З. Б., Орленко Н. С.**

Урожайність і стабільність нових середньостиглих  
сортів картоплі (*Solanum tuberosum* L.) у лісостеповій  
та поліській ґрунтово-кліматичних зонах України

**Дутова Г. А., Києнко З. Б., Павлюк Н. В.**

Урожайність та якість нових сортів пшениці м'якої  
озимої (*Triticum aestivum* L.) у різних ґрунтово-  
кліматичних умовах

### ГЕНЕТИКА

**Присяжнюк Л. М., Шитікова Ю. В., Таганцова М. М.,  
Діхтяр І. О., Гринів С. М.**

Порівняльний аналіз ліній кукурудзи звичайної  
(*Zea mays* L.) за морфологічними та молекулярними  
характеристиками

## CONTENTS

### VARIETY STUDYING AND VARIETY SCIENCE

**Horai H. O.**

192 New varieties of Oriental poppy (*Papaver orientale* L.)  
bred in the M. M. Gryshko National Botanical Garden  
of the National Academy of Sciences of Ukraine

**Matus V. M., Orlenko N. S., Orlenko O. B.,  
Pavliuk N. V., Mazhuha K. M.**

202 Grouping of sea buckthorn varieties using hierarchical  
agglomerative cluster analysis

### BREEDING AND SEED PRODUCTION

**Zakharchuk O. V., Hryniv S. M., Tahantsova M. M.,  
Kurochka N. V.**

211 Plot (soil) variety control as part of the varietal quality  
confirmation of soft wheat seed

### PLANT PRODUCTION

**Mykhailyk S. M., Ivanytska A. P., Smulska I. V.,  
Topchii O. V., Kyienko Z. B., Orlenko N. S.**

219 Yield and stability of new medium-maturing potato  
varieties (*Solanum tuberosum* L.) in the Forest-Steppe  
and Polissia soil and climatic zones of Ukraine

**Dutova H. A., Kyienko Z. B., Pavliuk N. V.**

227 Yield and quality of new varieties of soft winter wheat  
(*Triticum aestivum* L.) under different soil and climatic  
conditions

### GENETICS

**Prysiashniuk L. M., Shytikova Y. V., Tahantsova M. M.,  
Dikhtiar I. O., Hryniv S. M.**

234 Comparative analysis of maize (*Zea mays* L.) lines based  
on morphological and molecular characteristics

## New varieties of Oriental poppy (*Papaver orientale* L.) bred in the M. M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine

H. O. Horai

M. M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine, 1 Sadovo-Botanichna St., Kyiv, 01014, Ukraine, e-mail: anngray77@gmail.com

**Purpose.** Based on the analysis of scientific literature and information resources of botanical institutions, to investigate the state and main directions of Oriental poppy (*Papaver orientale* L.) breeding, as well as the world assortment of its varieties. Based on the collection and breeding stock of the M.M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine (hereinafter – NBG), to create domestic varieties that meet the requirements for modern ones and are adapted to the growing conditions in Ukraine. **Methods.** Analytical selection methods were used, based on individual selection and evaluation of the best samples from the available breeding base. **Results.** Eight new varieties of Oriental poppy of the NBG breeding ('Lialechka', 'Rozett', 'Malika', 'Kabare', 'Miia', 'Halyna', 'Chaklunka', 'Toreador') are presented. They are characterised by considerable variability in morphological traits, including color, flower shape, habitus and plant height. The diameter of the flowers varies from 8 to 18 cm, the shape – from bowl to cup, the degree of ruffle of the petals varies from weak to strong. The strength of the flower peduncles correlates with the height of the plants, ensuring the stability and decorativeness of both tall and short varieties. **Conclusions.** The new varieties of Oriental poppy of the NBG breeding are characterised by high decorative value, resistance to abiotic and biotic factors and adaptability to the soil and climatic conditions of the Ukrainian forest steppe. They also show considerable variability in habit, flower shape and color, and have different flowering times and durations. These characteristics make the newly developed varieties promising for multiple uses in landscaping and for further use in breeding programmes. Eight new varieties have been included in the "State Register of Plant Varieties Suitable for Dissemination in Ukraine".

**Keywords:** *Papaveraceae* Juss.; ornamental plants; hybridisation; assortment; phytodesign.

### Introduction

The breeding of ornamental plants is an important area of modern botanical science and horticulture, closely related to the development of plant design and landscape architecture. With the intensive development of these industries, there is a need to create new plant varieties that meet the high requirements of ornamental value, disease resistance and adaptability to local conditions. One of the most promising crops for achieving this goal are the members of the genus *Papaver* L. of the family *Papaveraceae* Juss., which are characterized not only by their decorative value, but also by their ecological plasticity and significant breeding potential [1].

The genus *Papaver* L. comprises about 100 species, 80 of which are used in ornamental hor-

ticulture in Western Europe and North America [2, 3], and two species (*P. somniferum* L., *P. bracteatum* Lindl.) are a source of valuable alkaloids for the pharmaceutical industry [4–7]. One of the most widely used ornamental members of the poppy family is the Oriental poppy (*P. orientale* L.). Most varieties of Oriental poppy used in modern world floriculture are the result of complex interspecific hybridisation between *P. bracteatum*, *P. setiferum* Goldblatt (syn. *P. pseudo-orientale* (Fedde) Medw. [8]) and *P. orientale* L. [9]. These three closely related species belong to the section *Oxytona* Bernh. (= *Macraha* Elk.) [10, 11]. The range of this section is limited and includes part of Turkey and Iran, the South Caucasus and some regions of the North Caucasus [10, 11]. The genetic differences between these species are manifested in the number of chromosomes: *P. bracteatum* is a diploid species (with a chromosome set of  $2n = 14$ ), *P. orientale* is hexaploid ( $2n = 28$ ) and *P. pseu-*

Hanna Horai  
<https://orcid.org/0009-0003-9230-8298>

*do-orientale* is tetraploid ( $2n = 42$ ). Despite the different ploidy, *P. bracteatum*, *P. setiferum* and *P. orientale* are relatively easy to cross [12, 13]. Morphologically, the three species are similar, but differ in the presence or absence of a dark spot at the base of the petals, the position of the peduncles, the presence or absence of bracts, the shape of the seed-box, and the height of the plants [10]. Cultivated plants are so different from the original parental forms that it is difficult to establish their species identity without genetic research. Hybridisation has occurred both under natural conditions and under conditions of introduction or cultivation [8, 14].

*P. orientale* and *P. setiferum* were introduced to botanical institutions in Europe at the beginning of the 18th century (specimens of *P. bracteatum* in 1800) [14], but breeding work with them began only 100 years later, in 1906, when the English breeder Amos Perry received a specimen with a pink flower (cultivar 'Mrs Perry'), and in 1913 – a white-flowered specimen ('Perry's White'). From 1906 to 1914, in addition to the two varieties mentioned above, Perry's Hard Plant Farm received 4 other varieties: 'E. A. Bowles' (pale apricot with ruffled petals), 'May Queen' (orange-red semi-double without the characteristic black spot on the petals), 'Indian Chief' (dark red) and 'Mrs Stobart' (light cherry) [8].

In the first half of the 20th century, oriental poppies enjoyed considerable popularity among flower growers, but later other ornamental crops became fashionable and the demand for oriental poppies declined significantly. In addition, most of the varieties created at that time were lost or distributed under the wrong names [8]. The interest in the breeding of this species was revived in the 90's of the XX century. As an indicator of the growing interest of both specialists and general consumers throughout the world, the prestigious Award of Garden Merit (AGM), established by the Royal Horticultural Society (RHS) in the UK, awarded five varieties of Oriental Poppy in 1993 ('Beauty of Livermere', 'Black and White', 'Cedric Morris', 'Mrs Perry', 'Turkish Delight') and a further eight varieties in 1997 ('Aglaja', 'Effendi', 'John III', 'Karine', 'Khedive', 'Leuchfeuer', 'Lighthouse', 'Showgirl'). The applicants were the nurseries Gräfin von Zeppelin (Laufen, Germany), Beth Chatto Gardens (Essex, UK), West of Scotland Agricultural College (Ayr, Scotland), Rijnbeek and Zoon (Boskoop, the Netherlands) [8, 15].

At the beginning of the XXI century, Dutch breeders Eleonore de Koning and Hubertus Gerardus Oudshoorn achieved significant suc-

cess in breeding this crop. Subsequently, Eleonore de Koning's nursery was moved to France because of the more favorable climatic conditions for poppy cultivation. As part of her breeding work, she created more than 20 new varieties, many of which were named after French cultural monuments, including 'Arc De Triomphe', 'Montmartre', 'Moulin Rouge', 'Louvre', 'Sorbonne' and others [16].

Hubertus Gerardus Oudshoorn, a Dutch horticulturist, is known for his outstanding achievements in the breeding of many ornamental and decorative plants. Between 2002 and 2008, his breeding work led to the creation of unique semi-double, ruffled (split-petal) varieties of Oriental Poppy, such as 'Fancy Feathers', 'Miss Piggy', 'Ruffled Patty', 'White Ruffles', 'Pink Ruffles', 'Pink Pearl', 'Ruffled Princess of Orange', which attracted great interest in the breeding world. Among his well-known and popular varieties are 'Baby Kiss', 'Papillon', 'Mandarin', 'Pagode', 'Double Pleasure', 'Scarlet O'Hara', 'King Kong' and others. Oudshoorn's breeding programme focused on creating compact, short plants with thick peduncles, large flowers and foliage that remains deep green throughout the flowering season [16, 17].

Two other Dutch breeders, Eleonore Peek and Chad Walters, who created such popular varieties as 'Casino' and 'Flamenco Dancer', should also be mentioned [17].

A real sensation in 2008 was the appearance on the website of the UK's leading nursery, Water Meadow Nursery ([www.plantaholic.co.uk](http://www.plantaholic.co.uk)), of 17 new unique varieties from the Super Poppy group, bred by the American breeder James Peter DeWalt from California as a result of hybridisation of five species of the genus *Papaver*: *P. atlanticum*, *P. californicum*, *P. rupifragrum*, *P. somniferum*, *P. orientale*. It was noted that the varieties were characterised by strong generative shoots and a significant plant habitus. The flowers are large and resistant to fading of the petals, saturated with original colors; the flowering period of one flower can reach 14 days ('Medallion'), while in ordinary varieties the flower retains its decorativeness for 3–5 days. In addition, the Californian varieties have increased resistance to drought and high temperatures, as well as good hardiness. Examples of such varieties are 'Alpha Centauri', 'Bright Star', 'Heartbeat', 'Jacinth', 'Medallion', 'Phoenix Rising' (also known as 'Olympic Flame', 2008), 'Rhapsody in Red', 'Shasta', 'Serena', 'Tequila Sunrise' and others. However, the official website of the Meadow Nursery is currently down and the nursery does not sell poppies. The Royal Horticultural Society (RHS) website only

has information on one variety, 'Medallion', from the Super Poppy group [18].

In recent years, a significant reduction in the range of poppies has been observed in a number of foreign nurseries [19]. And the well-known Helene Countess von Stein-Zeppelin stopped selling them. The main reason was the considerable damage caused to the collections by the downy mildew pathogens – the fungi *Peronospora arborescens* de Bary [15, 20], which often affects other species of the genus *Papaver* [21, 22], resulting in the death of the plants. Under the conditions of the NBG, significant damage to *P. orientale* plants by the common spider mite (*Tetranychus urticae* Koch.) was found, which negatively affects their condition.

Studying the economic and biological characteristics of the varieties created in different periods, we can state the following facts: the first breeding direction in working with oriental poppies was to increase the color range of the flowers, to increase their size and to select plants with strong flower peduncles. This was followed by varieties with ruffled petals, semi-double forms and varieties with original flower colors, including bicolored varieties. Modern breeding achievements include the creation of compact plants with large flowers, a wide range of colors with thick peduncles and long-lasting decorative foliage. Particularly original are the varieties with fringed petals, created by Hubertus Gerardus Oudshoorn. Of great interest are works on cross-pollination of five species, which has resulted in varieties with intensive growth, long flowering time, large flowers with denser petals and original, saturated colors. Today, the world's diversity of oriental poppies includes more than 300 varieties [8]. At the same time, only six varieties of *P. orientale* are grown in botanical gardens in Ukraine [23], while plants of this species are widely used in ornamental horticulture due to their unpretentiousness.

Monitoring of private collections and analysis of catalogs of garden centers in Ukraine has revealed a significant reduction in the range of poppy varieties available to consumers. The analysis revealed that only approximately five varieties of Oriental poppy are currently available on the market, representing approximately 2% of the total global varietal range of this ornamental crop. This limited availability can be attributed to several factors. Primarily, there is a paucity of advanced agrotechnical methods for cultivating Oriental poppy in the context of our nation's specific conditions. Additionally, there is an absence of scientifically validated introductory research and varietal studies on this particular crop.

To solve this problem, the Department of Floriculture and Ornamental Plants of the M. M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine initiated scientific work on the introduction of varieties and the formation of a collection fund of *P. orientale* for the first time in Ukraine. Although the species forms of the Oriental poppy were introduced to the NBG from Germany in 1984, there was no variety material according to the catalogue [24]. The formation of the *P. orientale* collection started in 2002. Planting material was obtained from horticultural companies in the form of rhizomes, as well as seeds provided according to the delectus. From 2002 to 2023, 34 varieties of Oriental poppy were subjected to introductory research and variety testing. Of these, only 12 varieties were suitable for cultivation in the agroclimatic conditions of the Ukrainian Forest-Steppe zone. These varieties not only met the declared varietal characteristics, but also showed resistance to the main pathogens, which is a key condition for their successful cultivation. The results obtained confirm the feasibility of expanding the range of Oriental poppy varieties by means of domestic breeding, and also open up prospects for the wider introduction of this ornamental crop in both landscaping and commercial floriculture.

*Research objective.* Based on the synthesis of information obtained from scientific literature and websites of botanical institutions, to determine current trends and prospects in the breeding of this species. To use the existing collection and hybrid resources of the National Botanical Garden to obtain native varieties of Oriental poppy that meet the requirements of modern breeding standards.

## Materials and methods

The territory of the NBG of NAS of Ukraine is located in the southeastern part of Kyiv (coordinates: 50°22' N and 30°33' S) [25]. In terms of natural conditions, the Kyiv region is located on the border of two physical and geographical zones: the forested part of Polissia and Forest-Steppe. Forest and loess-like clays are the parent rocks on the basis of which the modern soil cover of the territory of the NBG NAS of Ukraine was formed [25]. Dark grey podzol is the main soil type of the garden. Due to the fact that podzolisation has reached different stages, a number of its varieties are observed here. The diversity of the soil cover has been significantly influenced by human economic activity. In the areas of the floriculture and ornamental horticulture department, artificial layers of imported topsoil (arable land), peat and sand predominate [26]. According to the agrochemical characteristics,

these are medium loamy, slightly acidic soils, characterized by a low content of nitrogen compounds and a low concentration of humus. The groundwater in the area of the Botanical Garden is located at a great depth and does not influence the soil formation processes. Of all the factors of the abiotic environment, climate has the greatest influence on phenological phenomena in general and biological processes in particular [27].

The region has a temperate continental climate. The average annual air temperature during the observation period (2002–2023) was 9.5°C. Its values varied between 8.2°C (2003) and 10.9°C (2020). The first autumn frosts usually occur in early October. The coldest month is January with an average temperature of –3.2°C. At the same time, a record low monthly average temperature of –10.0°C was recorded in February 2012. Warmer winters were observed in 2020 and 2007, when the average monthly temperature in January was +2.5°C and +2.1°C, respectively [28]. Winter is characterized by thaws, during which the temperature can rise to +11°C.

The beginning of spring (March) shows a significant temperature range from –6.4°C (2003) to 6.8°C (2014) [28]. The growing season in the central and eastern sub-zones of the Forest-Steppe begins in the first decade of April and lasts on average 200 days [29]. May is usually warmer with an average monthly temperature of 16.2°C, with a tendency to increase. The highest average monthly temperature in May was recorded in 2019 (23.6°C) [28].

Summer temperatures are consistently high. The warmest month is July with an average temperature of 21.8°C over the years of observation. The maximum temperature for July was 24.4°C in 2010. June and August have lower average temperatures of 20.1°C and 21.0°C respectively. However, in recent years (2019–2023) there is a trend towards warmer August, especially in 2020 (21.4°C). September is mostly warm (maximum average temperature of 18.4°C in 2020). November shows a significant change in weather conditions: from –5.0°C (2012) to 8.0°C (2010) [27].

The growing season in recent years has been characterized by an uneven distribution of precipitation. According to long-term observations, most of it falls in June (74 mm on average), while May, August and September have been characterized by significant rainfall deficits in recent years [27].

Breeding work with Oriental poppy was carried out at the NBG of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, during 2002–2023. Taking into account the world trends in the

breeding process and the potential of the *P. orientale* gene pool created at the NBG, breeding work on the development of domestic varieties was carried out in the following areas

- original, fade-resistant flower color
- ruffled perianth petals
- strong flower peduncles (resistant to lodging)
- compactness of the plant during flowering
- resistance to pathogens.

The breeding work was carried out using analytical breeding methods based on individual selection and evaluation. The initial breeding material was the progeny ( $F_1$  and  $F_2$ ) obtained from free pollination of the varieties ‘Pizzicato’, ‘Tiffany’, ‘Rosett’ from the collection of the Department of Floral and Ornamental Plants of the NBG. The original parental forms are characterised by an intense color: ‘Pizzicato’ has a bright crimson color, ‘Tiffany’ – burgundy-purple, ‘Rosett’ – pink-crimson. The peculiarity of ‘Tiffany’ is the ruffled petals and compact habitus, while ‘Rosett’ is short. All varieties have strong peduncle. The mother forms produce a large number of seeds, with the exception of ‘Tiffany’ which has a very low seed production.

According to the planned breeding programme, seedlings were obtained on the basis of free pollination of the varieties ‘Tiffany’, ‘Pizzicato’ and ‘Rosett’, among which a number of forms with valuable decorative and economic characteristics were identified. Flowering of the seedlings was observed in the 2nd year. The main criteria for individual selection in the first stage were: strong peduncles, resistance to pathogens (higher than the parent variety), flower color different from the parent variety. In order to increase genetic diversity and improve the initial breeding material, the process of seed propagation was repeated with selected  $F_1$  plants to obtain new material for individual selection. This resulted in  $F_2$  seedlings that differed greatly in plant habitus, height, color, flower shape and color, and flowering time. In the further study of the seedlings we paid attention to plant habitus, winter and drought resistance, abundance of flowers, ruffling of petals, flower shape and size. The most promising  $F_1$  and  $F_2$  seedlings were vegetatively propagated using root cuttings to conserve valuable traits for further evaluation in the final selection of plants for new varieties.

The hybrid forms obtained were compared with the parental forms and evaluated according to the method of G. O. Goray [30]. The study took into account the morphometric and morphological characteristics of the plants and the degree of their manifestation. For the vegetative part, the pubescence, color, length and



width of the leaves and the characteristics of the leaf margins were evaluated. In the generative part, the length and diameter of the peduncles, the shape and pubescence of the buds, the presence of bracts, the diameter of the flowers, the ruffling and the color of the petals were assessed. These are varietal characteristics. We also took into account economically valuable traits: ornamental value, resistance to disease and pests, resistance to frost and drought, ability to rebloom and flowering duration.

### Research results

The result of the breeding work was the creation of eight varieties of Oriental poppy.

'*Lialechka*' is a very short, compact variety. The leaves of this variety are lighter in color than other varieties. The peduncles are straight, medium strong and the plant height does not exceed 45 cm at flowering. The buds are oval, without bracts. The flower is raspberry-pink, cup-shaped, 8–9 cm in diameter, with moderately ruffled petals. The basal spot is present. Flowering begins on 21.05–25.05. In the first year of flowering it produces 1–3 flowers, in the second year 6–8, up to 10 flowers. Flowering lasts 8–12 days, depending on weather conditions. It tends to repeat flowering.

'*Rosett*' is a fragile, abundantly flowering cultivar. The peduncles are straight, of medium strength, and the plant is 50–55 cm tall during flowering. The buds are oval, without bracts. The flower is pinkish-raspberry, bowl-shaped, 12–13 cm in diameter, the petals are slightly ruffled, the basal spot is small or medium in size. Flowering 20.05–24.05. In the first year of flowering forms 1–3 flowers, in the second year of flowering 8–10, up to 16 flowers. Flowering lasts 8–12 days.

'*Malika*' is a compact variety, 55–60 cm tall. The leaves of this variety have a darker shade than other varieties. Stems are straight, medium strong. Buds are globular, bracts well developed. The flower is bright crimson, cup-shaped, 12–13 cm in diameter, the petals are slightly ruffled, with a small to medium sized black spot at the base of the petals. Flowering begins on 1.06–3.06. There are 1–3 flowers in the first year of flowering and 5–9 in the second year. The flowering period is 10–12 days. Full fruiting is absent.

'*Kabare*' is a compact plant, rosette leaves at the beginning of the growing season are with a slightly wavy edge, deep green, glossy upper side clearly visible. The peduncles are straight, strong, 58–60 cm, oval buds, without bracts. The flower is orange-salmon (with a thin, white, thread-like border along the edge of the petal),

bowl-shaped, 15–18 cm in diameter, with moderately ruffled petals, with a basal spot. Flowering begins in 23.05–25.05. In the first year of flowering there are 1–2 flowers, in the second year 5–7 flowers. Flowering period is 7–12 days.

'*Miia*' is a profusely flowering, medium-sized cultivar. The flower stems are straight and strong, the plant height during flowering is 75–80 cm. The buds are oval, with bracts. The flower is bowl-shaped, rich salmon-orange in color, 14–15 cm in diameter, the petals are slightly ruffled, the black spot at the base of the petals is large. The variety has a medium flowering period, the beginning of flowering is 25.05. In



Fig. 1. Oriental poppy variety 'Lialechka'

the first year of flowering there are 1–3 flowers, in the second year there are 8–10 flowers. Flowering lasts 8–14 days.

'*Halyna*' is a strong variety, 75–80 cm tall. The buds are oval, with bracts. The flower is salmon-orange, cup-shaped, 13 cm in diameter, the petals are slightly ruffled, with a basal spot. Flowering begins on 27.05–4.06. In the first year there are 1–3 flowers, in the second year there are 5–7 flowers. The flowering period is 8–12 days.

'*Chaklunka*' is a strong, tall variety, up to 80 cm tall, oval buds, bracts well developed. The rosette leaves are dark green, heavily pubescent. The flower is dark purple-red, cup-shaped, 13–15 cm in diameter, with strongly ruffled petals and a black spot at the base. Flowering begins on 22.05–27.05 May. In the first year there are 1–3 flowers, in the second year 6–12 flo-

wers. Flowering lasts 7–14 days. It tends to repeat flowering.

'*Toreador*' is a very strong and tall variety with a long flowering period. The stems are straight, very strong, 90–95 cm long, oval buds, bracts present. The flower is red, bowl-shaped, 14–18 cm in diameter, ruffled petals with a black spot at the base. Flowering period 25.05–30.05. In the first year there are 1–3 flowers, in the second year there are 10–16 flowers. Flowering lasts 10–20 days. It tends to repeat flowering.

The comparative characteristics of the varieties according to the identified variety-specific traits are given in Table 1.



Fig. 2. Oriental poppy variety 'Rosett'



Fig. 3. Oriental poppy variety 'Malika'

**Morphological traits of Oriental poppy (*P. orientale*) varieties of the breeding of the National Botanical Garden named after M. M. Gryshko of the National Academy of Sciences of Ukraine**

Variety name, year of registration	Plant height during flowering, cm, plant height	Peduncle: diameter, cm, by strength	Flower: diameter cm, shape	Petals: color, ruffling	Time of start of flowering*
'Lyilechka', 2024	40–45, very low	0.6, medium	8–9, cup-shaped	52A Red Group, moderate	medium
'Rozett', 2019	52–55, low	0.6, medium	12–14, bowl-shaped	52B Red Group, weak	medium
'Malika', 2019	55–59, low	0.7, medium	12–13, cup-shaped	45D Red Group, weak	late
'Kabare', 2024	55–59, low	1.0, large	15–18, cup-shaped	54B Red Group, moderate	medium
'Miia', 2019	60–65 average	0.8, medium	14–15, bowl-shaped	41B Red Group, weak	late
'Halyna', 2019	75–80, high	1.0, large	12–14, cup-shaped	33A Red Group, moderate	medium
'Chaklunka', 2024	75–80, high	1.0, large	13–15, cup-shaped	46A Red Group, strong	medium
'Toreador', 2024	90–95, very high	1.0, large	16–18, bowl-shaped	44B Red Group, moderate	medium

\*Indicative calendar dates for the Forest-Steppe. Early – 8.05–19.05, middle – 20.05–31.05, late – 1.06–12.06 [30].



Fig. 4. Oriental poppy variety 'Kabare'

Fig. 5. Oriental poppy variety 'Miia'

The resulting varieties of Oriental poppy differ not only in color and flower shape, but also in habitus and plant height (40–95 cm). Three varieties are pink, crimson and dark pink and crimson: 'Rosett', 'Lialechka' and 'Malika', while 'Chaklunka' is purple-red, 'Toreador' is bright red and 'Halyna', 'Miia' and 'Kabare' are orange-red. All these colors are resistant to fading.

Three varieties – 'Rosett', 'Miya' and 'Toreador' – have open, bowl-shaped flowers. The other varieties have cup-shaped flowers with the petals covering the pistil throughout the flowering period ('Halyna', 'Malika') or open slightly at the end of flowering.

The degree of ruffling varies from variety to variety: 'Chaklunka' has strongly ruffled petals, four varieties have moderately ruffled petals and three have weakly ruffled petals.

An important aspect in the breeding of most ornamentals is a strong flower stem, especially for large plants and large flowers. Taller varieties such as 'Halyna', 'Chaklunka' and 'Toreador' have strong, long flower stems. Low and medium varieties have medium-strong flower stems, which is sufficient to give a compact plant shape and resistance to lodging.

All the varieties developed are resistant to pests and diseases, winter and drought tole-



Fig. 6. Oriental poppy variety 'Halyna'

Fig. 7. Oriental poppy variety 'Chaklunka'



Fig. 8. Oriental poppy variety 'Toreador'

rant, and therefore adapted to the soil and climatic conditions of the Forest-Steppe zone of Ukraine, and are suitable for expanding the range of floricultural and ornamental plants in our growing area.

### Conclusions

As a result of the breeding work carried out in the M. M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine, eight new varieties of *P. orientale*, characterised by a number of valuable characteristics were created. These varieties have original flower color, strong stalks, compact

plant shape and high resistance to diseases and pests. They are well adapted to the conditions of the Ukrainian Forest-Steppe, which makes them promising for introduction into ornamental horticulture. The newly developed varieties have been included in the "State Register of Plant Varieties Suitable for Dissemination in Ukraine".

### References

- Muzychuk, H. M., Horai, H. O., & Shevera, M. V. (2008). Forecasting of success and economic perspective of introduction of *Papaveraceae* family ornamental plants (*Papaveraceae* Juss.) in Lisostep and Polissia zones of Ukraine. *Industrial Botany*, 8, 115–132. [In Ukrainian]
- Griffiths, M. (1994). *Index of Garden Plants*. Oregon: Timber Press.
- Brickell, Ch. (2019). *RHS Encyclopedia of Plants and Flowers*. London: Dorling Kindersley.
- Sariyar, G. (2002). Biodiversity in the alkaloids of Turkish *Papaver* species. *Pure and Applied Chemistry*, 74(4), 557–574. doi: 10.1351/pac200274040557
- Böhm, H., & Nixdorf, H. (1983). Qualität und Quantität von Morphinan-Alkaloiden in Artbastarden der Gattung *Papaver*. *Planta Medica*, 48(8), 193–204. doi: 10.1055/s-2007-969920
- Kunakh, V. A., & Katsa, V. A. (2003). Biosynthesis of isoquinoline alkaloids in poppies in nature and *in vitro* cultures. 1. Opium poppy (*Papaver somniferum* L.). *Ukrainian Biochemical Journal*, 75(5), 41–54. [In Ukrainian]
- Kunakh, V. A., & Katsa, V. A. (2004). Biosynthesis of quinolone alkaloids in poppies in nature and *in vitro* cultures. 2. (*Papaver bracteatum* Lindl.). *Ukrainian Biochemical Journal*, 76(5), 29–44. [In Ukrainian]
- Grey-Wilson, C. (2000). *Poppies: The Poppy Family in the Wild and in Cultivation*. London: B.T. Batsford LTD.
- Goldblatt, P. (2011). A new name for *Papaver pseudo-orientale* (*Papaveraceae*). *Novon: A Journal for Botanical Nomenclature*, 21(2), Article 182. doi: 10.3417/2009134
- Goldblatt, P. (1974). Biosystematic studies in *Papaver* section *Oxytona*. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 61(2), 264–296. doi: 10.2307/2395056
- Kadereit, J. W. (1988). Sectional affinities and geographical distribution in the genus *Papaver* L. (*Papaveraceae*). *Beitrage zur Biologie der Pflanzen*, 63(1–2), 139–156.
- Ojala, A., Rousi, A., Lewing, E., Pyysalo, H., & Widén, C.-J. (2008). Interspecific hybridization in *Papaver*. III. F<sub>1</sub> hybrids between species of sect. *Oxytona*. *Hereditas*, 112(3), 221–230. doi: 10.1111/j.1601-5223.1990.tb00061.x
- Levy, A., & Milo, J. (1991). Inheritance of morphological and chemical characters in interspecific hybrids between *Papaver bracteatum* and *Papaver pseudo-orientale*. *Biomedical and Life Sciences*, 81(4), 537–540. doi: 10.1007/BF00219446
- Lack, H. W. (2019). The discovery and naming of *Papaver orientale* s.l. (*Papaveraceae*) with notes on its nomenclature and early cultivation. *Candollea*, 74(1), 47–64. doi: 10.15553/c2019v741a7
- Grey-Wilson, C. (1998). Sensation poppies on trial: Oriental glories. *The Garden*, 5, 320–326.
- Verschoor, J. (n.d.). *Papaver*. Retrieved from <https://www.verschoorperennials.com/papaver/>
- Papaver Patents (Class PLT/464). Retrieved from <https://patents.justia.com/patents-by-us-classification/PLT/464>
- Royal Horticultural Society. (n.d.). Papaver 'Medallion' (Super Poppy Series). Retrieved from [https://www.rhs.org.uk/plants/154394/papaver-medallion-\(super-poppy-series\)/details](https://www.rhs.org.uk/plants/154394/papaver-medallion-(super-poppy-series)/details)
- Stehr, S. (n.d.). Türkischer Mohn *Papaver orientale*. Retrieved from <https://www.mein-schoener-garten.de/pflanzen/mohn/tuerkischer-mohn>

20. Gräfin von Zeppelin Staudengärtnerei. Retrieved from <https://graefin-von-zeppelin.de/>
21. Garibaldi, A., Minuto, A., Bertetti, D., & Gullino, M. L. (2003). First report of *Peronospora arborescens* as the causal agent of downy mildew on *Papaver nudicaule* in Italy. *Plant Disease*, 87(10), Article 1265. doi: 10.1094/PDIS.2003.87.10.1265B
22. Bernath, J. (Ed.). (1998). *Poppy: The Genus Papaver*. London: CRC Press. doi: 10.1201/9780203304181
23. Mashkovska, S. P. (Ed.). (2015). *Catalog of ornamental and herbaceous plants of botanical gardens and arboreturns of Ukraine*. Kyiv. Retrieved from <http://www.nbg.kiev.ua/upload/biblio/katalog.pdf> [In Ukrainian]
24. Kohnno, N. A. (1997). *Catalog of plants of the N. N. Gryshko Central Botanical Garden Named: A Reference Guide*. Kyiv: Naukova Dumka. [In Russian]
25. Shyman, L. M. (1958). Summary of the physical-geographical characteristics of the Botanical Garden of the Academy of Sciences of the USSR. In *Plant Acclimatization* (pp. 70–87). Kyiv. [In Russian]
26. Bilyk, M. V. (1988). Changes in agrochemical indicators of soils during intensive cultivation of ornamental plants. In *Agrochemical and Soil Research in Botanical Gardens* (pp. 4–8). Apatity.
27. Sobko, V. H., & Gaponenko, M. B. (1996). *Introduction of rare and endangered plants of the flora of Ukraine*. Kyiv: Naukova Dumka. [In Ukrainian]
28. Central Geophysical Observatory Named After Borys Sreznevskiy. (n.d.). Climatic data for the city of Kyiv. Retrieved from <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/uk/diialnist/klimatolohichna/klimatychni-dani-po-kyievu> [In Ukrainian]
29. Buchinskyi, I. E. (1963). *The Climate of Ukraine in the Past, Present, and Future*. Kyiv: Gosselkhozizdat USSR. [In Russian]
30. Horai, H. O. (2017). Methodology for examination of poppy varieties (*Papaver orientale* L.) for distinction, homogeneity and stability. In *Methodology of examination of varieties of ornamental plants for distinction, homogeneity and stability* (pp. 1115–1131). Kyiv. Retrieved from [https://www.sops.gov.ua/uploads/page/Meth\\_DUS/2023/Method\\_decors\\_2023\\_new\\_v.2.pdf](https://www.sops.gov.ua/uploads/page/Meth_DUS/2023/Method_decors_2023_new_v.2.pdf) [In Ukrainian]

УДК 582.675.5:635.92:631.526.3(477-25)

**Горай Г. О.** Нові сорти маку східного (*Papaver orientale* L.) Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України. *Plant Varieties Studying and Protection*. Т. 20, № 4. С. 192–201. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.20.4.2024.320937>

Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України, вул. Садово-Ботанічна, 1, м. Київ, 01014, Україна, e-mail: [anngoray77@gmail.com](mailto:anngoray77@gmail.com)

**Мета.** На підставі аналізу наукової літератури та інформаційних ресурсів ботанічних установ дослідити стан та основні напрями селекції маку східного (*Papaver orientale* L.), а також світовий сортимент його культурварів. На основі колекційного та селекційного фонду Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України (далі – НБС) створити вітчизняні сорти, які відповідатимуть заданим вимогам щодо сучасних культурварів і будуть адаптовані до умов вирощування в Україні. **Методи.** Використовували методи аналітичної селекції, які ґрунтуються на індивідуальному доборі та оцінюванні найліпших зразків із наявної селекційної бази. **Результати.** Представлено вісім нових сортів маку східного селекції НБС ('Лялечка', 'Розетт', 'Маліка', 'Кабаре', 'Мія', 'Галина', 'Чаклунка', 'Тореадор'). Вони характеризуються значною варіабельністю за морфологічними ознаками, зокрема колірною гамою, формою квітки, габітусом і висотою рослин. Діаметр квіток варіює від 8

до 18 см, форма – від чаше- до бокалоподібної, ступінь гофрованості пелюсток змінюється від слабкого до сильного. Міцність квітконосів корелює з висотою рослин, забезпечуючи стійкість і декоративність як високорослих, так і низькорослих сортів. **Висновки.** Нові культурвари маку східного селекції НБС вирізняються високою декоративною цінністю, стійкістю проти абіотичних та біотичних факторів й адаптованістю до ґрунтово-кліматичних умов Лісостепу України. Також вони демонструють значну варіативність у габітусі, формі та забарвленні квіток, мають різні терміни та тривалість цвітіння. Ці властивості роблять новостворені сорти перспективними для різнопланового застосування в озелененні та подальшого використання у селекційних програмах. Вісім нових культурварів внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

**Ключові слова:** *Papaveraceae* Juss.; декоративні рослини; гібридизація; асортимент; фітодизайн.

Надійшла / Received 07.09.2024  
Погоджено до друку / Accepted 29.10.2024

# Групування сортів обліпихи крушиноподібної із застосуванням ієрархічного агломеративного кластерного аналізу

В. М. Матус\*, Н. С. Орленко, О. Б. Орленко, Н. В. Павлюк, К. М. Мажуга

Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Горіхуватський шлях, 15, м. Київ, 03041, Україна,  
\*e-mail: 1233valya@gmail.com

**Мета.** Установити прояв комплексу ознак сортів обліпихи крушиноподібної, використовуючи кластерний аналіз для групування ідентифікаційних морфологічних якісних і кількісних господарсько-цінних характеристик за проведення тесту на відмінність. **Методи.** Аналітичний (аналіз бази даних сортів), порівняльного оцінювання морфологічних і господарсько-цінних характеристик, математичний, статистичний [використання пакета SPSS (статистичного пакета для соціальних наук, англ. Statistical Package for the Social Sciences)] інструментів Data Mining. **Результати.** Проведено частотний аналіз морфологічних ознак колекції сортів *H. rhamnoides*. Останні згруповано за допомогою ієрархічного агломеративного кластерного аналізу з використанням таких змінних, як життєва форма рослини, положення гілок і кількість колючок пагона. За результатами виокремлено шість кластерів. Також встановлено найліпші за господарсько-цінними показниками сорти обліпихи крушиноподібної в розрізі груп стиглості. **Висновки.** Використання кластерного аналізу для групування загальновідомих сортів колекції обліпихи крушиноподібної за морфологічними та господарсько-цінними характеристиками дає змогу оперативно та точно встановити код прояву ознак (QL – якісні, QN – кількісні, PQ – псевдоякісні) та їхню відмінність. За результатами порівняння встановлено, що найвищі показники врожайності мав сорт ‘Орендж Революшн’; вмісту вітаміну С – ‘Дора’, каротину – ‘Морквяна’, вітаміну Р – ‘Татяна’, ‘Ласунка’, ‘Єва’ та ‘Марія Брувел’.

**Ключові слова:** *Hipporhae rhamnoides* L.; статистичний аналіз; класифікація; сорт; код; відмінність; кластер; ознака.

## Вступ

Обліпиха крушиноподібна (*Hipporhae rhamnoides* L.) посідає чільне місце серед малопоширених плодово-ягідних культур, що підтверджують роботи вітчизняних науковців [1, 2], а також іноземних дослідників з Китаю [3, 4], Туреччини [5], Греції [6], Польщі [7–9], Латвії [10] та Литви [11]. Це нішевий продукт, статистичної інформації про який мало. У деяких джерелах зазначено, що у світі є 1,5 млн га плантацій обліпихи. Її вирощують як декоративне та плодове дерево на всій території України, однак промислове культивування наразі практично відсутнє. Оптимальним вважають садіння *Hipporhae rhamnoides* L. на невеликих площах – 5–15 га. У такому разі можна одержати достатній обсяг ягід для реалізації у свіжому вигляді та забезпечити збут

плодів переробним компаніям [13]. Останніми роками в нашій державі через підвищення цін на обладнання та інші складнощі зменшилися обсяги виробництва обліпихової олії. Утім, як вважають експерти, збільшення попиту на неї та решту свіжої продукції серед внутрішніх і зовнішніх споживачів відбудеться зі зростанням господарства внаслідок стабілізації економічної ситуації в Україні.

На думку селекціонерів, одним зі способів інтенсифікації та розширення обсягів виробництва плодів обліпихи є введення її низькорослих високопродуктивних популяцій і сортів, стійких проти несприятливих екологічних факторів [13]. Низькорослість кущів також дає змогу підвищити продуктивність праці у процесі обрізування та формування крони, оптимізувати догляд за рослинами й збирання врожаю ягід.

Результати кваліфікаційної експертизи на відмінність, однорідність і стабільність (ВОС-тест) сортів обліпихи крушиноподібної як науково-технічні дані накопичуються роками та можуть бути представлені і в числовому, і в категорійному форматі. Морфологічний опис цієї культури має 22 характеристики. Така кількість вихідних параметрів вимагає ретельного аналізу алгоритмів і методів [14].

Автори провели експеримент із застосуванням агломеративного й дивізійного підходів

Valentyna Matus

<https://orcid.org/0000-0002-2267-4757>

Natalia Orlenko

<https://orcid.org/0000-0003-0494-2065>

Oleksandr Orlenko

<https://orcid.org/0009-0001-3309-0757>

Nataliia Pavliuk

<https://orcid.org/0000-0003-2532-7301>

Kostiantyn Mazhuha

<https://orcid.org/0000-0002-1434-8687>

до кластеризації та визначили, що саме агломеративний формує кластери, склад яких обґрунтовано можна інтерпретувати та зробити наочне представлення об'єктів. Для встановлення оптимальної чисельності останніх потрібно послуговуватися деякими емпіричними правилами.

Кожен новий сорт належить до тієї групи, приєднання до якої найліпше задовольняє критерії якості кластеризації та з об'єктами в якій він найбільше схожий [15]. Відповідність критеріям відмінності, однорідності та стабільності, а також господарсько-цінним характеристикам для задоволення потреб споживачів, відсутність загрози доквітлю та здоров'ю людини є обов'язковими вимогами для поширення на території України нових сортів обліпихи крушиноподібної. Їхній морфологічний опис за ознаками вегетативних і генеративних органів здійснюють у відповідні фенологічні фази росту та розвитку згідно з міжнародною шкалою ВВСН [16].

Науково-технічна експертиза сортів рослин групи плодових – це комплекс польових і лабораторних досліджень, результати яких формують базу даних Українського інституту експертизи сортів рослин (УІЕСР). Кінцевого інформаційного продукту для практичного використання досягають через алгоритм статистичного опрацювання.

Технологічну процедуру з визначення відмінності сортів у разі відсутності статистичного методу можна спростити, здійснивши автоматизоване групування найподібніших з них за кодами прояву ідентифікаційних ознак (QL – якісні, QN – кількісні, PQ – псевдоякісні). Відмінні сорти в межах групи слід використовувати не тільки для тесту на відмінність, але й для тесту на стабільність [17].

Оскільки чисельність ознак, які застосовують для групування під час тесту на відмінність, обмежена [рослина: стать; рослина: життєва форма; рослина: положення гілок; пагін: кількість колючок (у середній частині крони)], щоб статистично обґрунтовано розширити їхній діапазон, необхідно працювати з кодами прояву морфологічних ознак [17, 18]. За допомогою комп'ютерного оброблення даних, використовуючи метод кластерного аналізу, можна зменшити розмірність аналізованих кодів і ступенів їхнього прояву та згрупувати сорти за морфологічними ознаками для оперативного та прозорого пошуку серед них хоча б однієї відмінної [19, 20].

Для аналізу даних, пов'язаних із морфологічним описом різних сортів сільськогосподарських культур, дуже часто застосовують ієрархічну кластеризацію. Про це свідчать наукові

публікації іноземних [21, 22] та вітчизняних [23, 24] авторів, зокрема тих, хто працює з інформацією бази даних Українського інституту експертизи сортів рослин [15].

Зауважимо, що ієрархічний кластерний аналіз – це метод багатовимірної статистики, який дає змогу згрупувати набір даних так, щоб об'єкти з однієї групи (кластера) були більш схожими між собою, ніж об'єкти з різних. Основна ідея полягає в побудові ієрархічної структури кластерів, кожен з яких можна об'єднати з іншими або розбити на підкластери [25]. У наукових дослідженнях, пов'язаних з аналізом морфологічних характеристик та господарсько-цінних ознак для групування наборів даних, уже традиційно використовують ієрархічну кластеризацію [19, 26]. Цим методом послуговуються, якщо відсутня попередня інформація про те, на скільки груп слід розділити дані.

У процесі досліджень розглянуто два підходи – агломеративний та розділовий [25] – і встановлено, що агломеративний є придатнішим для аналізу даних, які містять морфологічні характеристики.

*Мета досліджень* – установити прояв комплексу ознак сортів обліпихи крушиноподібної, використовуючи кластерний аналіз для групування ідентифікаційних морфологічних якісних і кількісних господарсько-цінних характеристик за проведення тесту на відмінність.

### Матеріали та методика досліджень

16 досліджуваних сортів обліпихи крушиноподібної подано національними заявниками в період 2018–2021 рр. З них 'Адаптивна', 'Злата', 'Морквяна', 'Надійна', 'Оляна', 'Особлива', 'Обрій' та 'Абориген' підтримуються в Реєстрі сортів рослин Інститутом садівництва Національної академії аграрних наук України; 'Єва', 'Марія Брувеле', 'Тат'яна' та 'Лорд' – товариством з обмеженою відповідальністю «Аграрна компанія «ЕКО-Парк»; 'Витвірня' – Левченком Олегом Васильовичем; 'Ласунка', 'Орендж Революшн' і 'Папа' – Меженським Володимиром Миколайовичем. Ще п'ять сортів подано румунським заявником СЦ «Прімагра» С.Р.Л., а саме: 'Дора', 'Клара', 'Кора', 'Мара' та 'Андрос'.

Матеріалом досліджень слугували показники кодів прояву морфологічних ознак сортів *Hippophae rhamnoides* L. від 1 до 9 [14]. Для статистичного опрацювання отриманих даних використовували результати експертизи на відмінність, однорідність і стабільність (ВОС) із бази даних автоматизованої інформаційної системи УІЕСР. Морфологіч-



ний опис вегетативних і генеративних органів рослин обліпили для отримання морфологічної кодової формули сорту здійснювали на полях заявника за 22 ідентифікаційними ознаками відповідно до «Методики проведення експертизи сортів обліпили крушиноподібної на відмінність, однорідність і стабільність» [27]. Порівняння морфологічних кодових формул дало змогу оперативну та якісно провести тест на відмінність, масив даних для якого формують коди ознак вегетативних і генеративних органів сортів рослин, що містяться в базі даних УІЕСР. Експертизу на придатність сорту для поширення в Україні виконували на полях заявника згідно з «Методикою проведення експертизи сортів рослин групи плодових, ягідних, горіхоплідних, субтропічних та винограду на придатність до поширення в Україні» [28].

Морфологічний опис сортів обліпили крушиноподібної включав такі ознаки: стать рослини, життєва форма, положення гілок, сила росту, щільність крони, розташування суцвіть на рослинах, товщина однорічного пагона, кількість колючок на пагоні (від середньої частини до верхівки), колючки за довжиною, форма і розмір листової пластинки, хвилястість краю, забарвлення верхнього боку, інтенсивність зеленого забарвлення верхнього боку, опушення нижнього боку листової пластинки, розмір плоду, його форма, колір шкірки, опушення, довжина плодоніжки, час початку цвітіння та досягання плодів; також він передбачав кластерний аналіз для багатомірних вибірок відповідно до рекомендацій [25]. Як змінні для кластеризації використали групові ознаки, рекомендовані документом UPOV TG/240/1 Rev. Common Sea Buckthorn. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability (Обліпили крушиноподібна. Рекомендації з проведення тестів на відмінність, однорідність і стабільність). Сорти, згідно з їхнім морфологічним описом, виокремили за групувальними ознаками [рослина: стать; рослина: життєва форма; рослина: положення гілок; пагін: кількість колючок (у середній частині крони)] для побудови кластерів та встановлення між ними відстані. Останню обчислювали за допомогою Євклідової відстані. Завдяки такому підходу вдалося виявити залежність між життєвою формою рослин і значеннями господарсько-цінних показників, а також висвітлити інформацію щодо найліпших сортів обліпили крушиноподібної за врожайністю, вмістом вітамінів С і Р та каротину у плодах. Інструментальним засобом розрахунків була програма IBM SPSS Statistics [29].

## Результати досліджень

Частотний аналіз ідентифікаційних морфологічних ознак, які вдалося виявити за результатами морфологічного опису колекції загальноновідомих сортів обліпили крушиноподібної (табл. 1), засвідчив, що вона складалася з п'яти представників чоловічої статі та 16 – жіночої (рис. 1). Серед сортів жіночої статі за життєвою формою шість були деревами, 10 – кущами; положення гілок у двох культиварів виявилось вертикальним, у 13 – напіввертикальним, в одного – арковим; за силою росту один сорт був слабкорослим, 10 – середньорослими, три – сильнорослими, два – дуже сильнорослими; крона 14 сортів була помірно щільною, ще двох – щільною; суцвіття в чотирьох культиварів спостерігали тільки на однорічних пагонах, у 12 – на однорічних і старших; за товщиною однорічні пагони в одного з сортів були тонкими, у 12 – середньої товщини, у трьох – товстими; два сорти відзначилися відсутністю або дуже малою кількістю колючок, вісім – малою, п'ять – середньою, один – великою; колючки за довжиною в дев'яти сортів були короткими, в шести – середніми; листові пластинки п'яти культиварів мала дуже вузькоеліптичну форму, 10 – вузькоеліптичну, одного – вузькояйцеподібну; у двох сортів листові пластинки виявилися малою за розміром, у 12 – середньою, в решти – великою; у 15 культиварів була відсутня хвилястість краю листової пластинки, в одного – наявна; верхній бік листка 15 сортів був зеленого кольору, одного – сріблястого; середню інтенсивність зеленого забарвлення листової пластинки відмічали в 10 культиварів, сильну – в п'яти; слабке опушення нижнього боку листової пластинки – в 11, середнє – в п'яти сортів.

Кластеризацію сортів обліпили крушиноподібної проводили, використовуючи агрегативний метод ієрархічного кластерного аналізу Варда (рис. 2).

До першого кластера увійшли сорти 'Адаптивна', 'Морквяна' та 'Особлива'. Життєва форма рослин – кущі із середньою кількістю колючок на пагонах та напіввертикальним положенням гілок. Усі представники цього кластера є середніми за початком цвітіння; за часом досягання 'Адаптивна' та 'Особлива' – пізніми, 'Морквяна' – середнім.

Другий кластер містить сорти 'Дора' та 'Клара'. Життєва форма рослин – дерева з напіввертикальним положенням гілок і середньою кількістю колючок на пагонах. За початком цвітіння та часом досягання плодів сорт 'Дора' є раннім, 'Клара' – пізнім і середнім відповідно.

Таблиця 1

## Прояви морфологічних ознак колекції сортів обліпихи крушиноподібної

Назва сорту	Рослина: за силою росту	Рослина: щільність крони	Однорічний пагіт: за товщиною	Пагіт: колічки за довжиною	Листкова пластинка: форма	Листкова пластинка: розмір	Листкова пластинка: хвилястість краю	Плід: розмір	Плід: форма	Плід: забарвлення шкірки	Плід: опушення	Плід: плодоніжка за довжиною
'Дора'	сильна	помірна	середній	середні	вузькоеліптична	середня	відсутня	великий	яйцеподібна	оранжево- червоне	середнє	середня
'Клара'	середня	щільна	товстий	середні	вузькоеліптична	середня	відсутня	великий	еліптична	темно-жовте	слабке	коротка
'Кора'	середня	помірна	середній	короткі	вузькояйцеподібна	мала	відсутня	великий	округла	жовто-	середнє	середня
'Мара'	дуже сильна	щільна	товстий	середні	вузькоеліптична	мала	наявна	великий	еліптична	оранжево- жовто-	слабке	коротка
'Єва'	сильна	помірна	середній	короткі	дуже вузькоеліптична	середня	відсутня	великий	яйцеподібна	оранжево- темно-жовте	слабке	середня
'Надійна'	середня	помірна	середній	короткі	вузькоеліптична	середня	відсутня	середній	видовжена	темно-жовте	слабке	середня
'Оляна'	дуже сильна	помірна	середній	короткі	вузькоеліптична	велика	відсутня	великий	видовжена	жовто-	слабке	середня
'Злата'	середня	помірна	середній	не визначено	вузькоеліптична	середня	відсутня	середній	видовжена	оранжево- темно-жовте	слабке	середня
'Маріа Брувеле'	сильна	помірна	середній	короткі	дуже вузькоеліптична	середня	відсутня	середній	яйцеподібна	жовто-	слабке	середня
'Адаптивна'	середня	помірна	середній	короткі	вузькоеліптична	середня	відсутня	малий	видовжена	оранжево- темно-жовте	слабке	середня
'Морквяна'	середня	помірна	товстий	короткі	вузькоеліптична	велика	відсутня	великий	еліптична	оранжево- червоне	слабке	середня
'Особлива'	середня	помірна	середній	середні	вузькоеліптична	середня	відсутня	середній	еліптична	жовто-	слабке	середня
'Витвірна'	середня	помірна	середній	короткі	вузькоеліптична	середня	відсутня	середній	яйцеподібна	оранжево- жовто-	слабке	середня
'Ласунка'	слабка	помірна	середній	короткі	дуже вузькоеліптична	середня	відсутня	великий	еліптична	оранжево- жовто-	слабке	середня
'Орендж Революшн'	середня	помірна	середній	короткі	дуже вузькоеліптична	середня	відсутня	великий	видовжена	оранжево- червоне	слабке	середня
'Татіяна'	середня	помірна	тонкий	середні	дуже вузькоеліптична	середня	відсутня	середній	грушоподібна	оранжево- червоне	слабке	середня

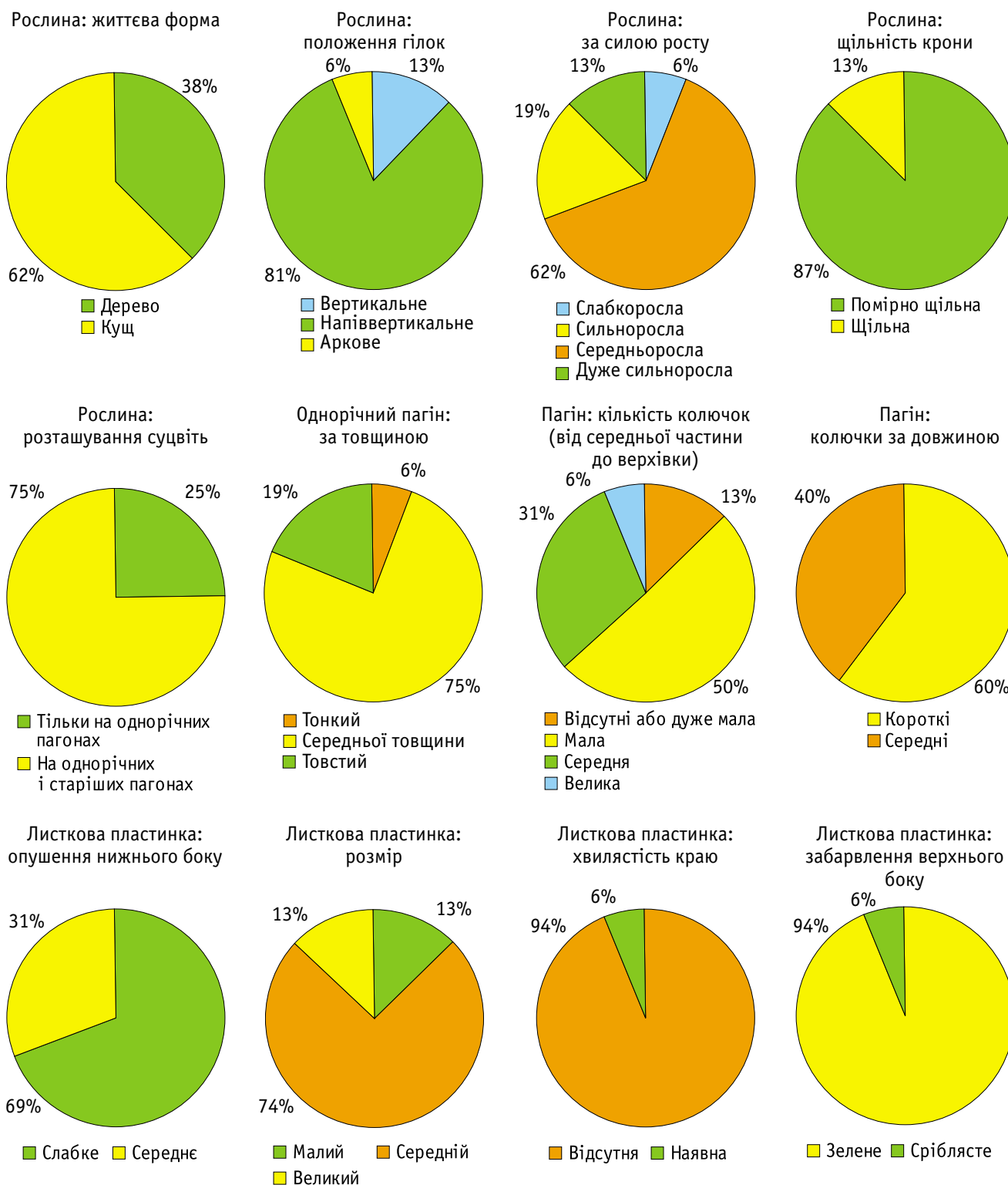


Рис. 1. Кругові діаграми частотного аналізу морфологічних характеристик колекції сортів обліпихи крушиноподібної

До третього кластера увійшли сорти ‘Злата’ та ‘Марія Брувеле’. Життєва форма рослин – кущі; колючки на пагонах відсутні або їх мало, положення гілок напіввертикальне. За початком цвітіння і часом досягання плодів сорт ‘Марія Брувеле’ є середнім, ‘Злата’ – пізнім.

Четвертий кластер містить сорти ‘Мара’ та ‘Єва’. Перший за життєвою формою є деревом, другий – кущем із вертикальним положенням гілок та невеликою кількістю колючок. Початок цвітіння та час досягання плодів у ‘Марі’ є середнім, у ‘Єви’ – раннім і середнім відповідно.

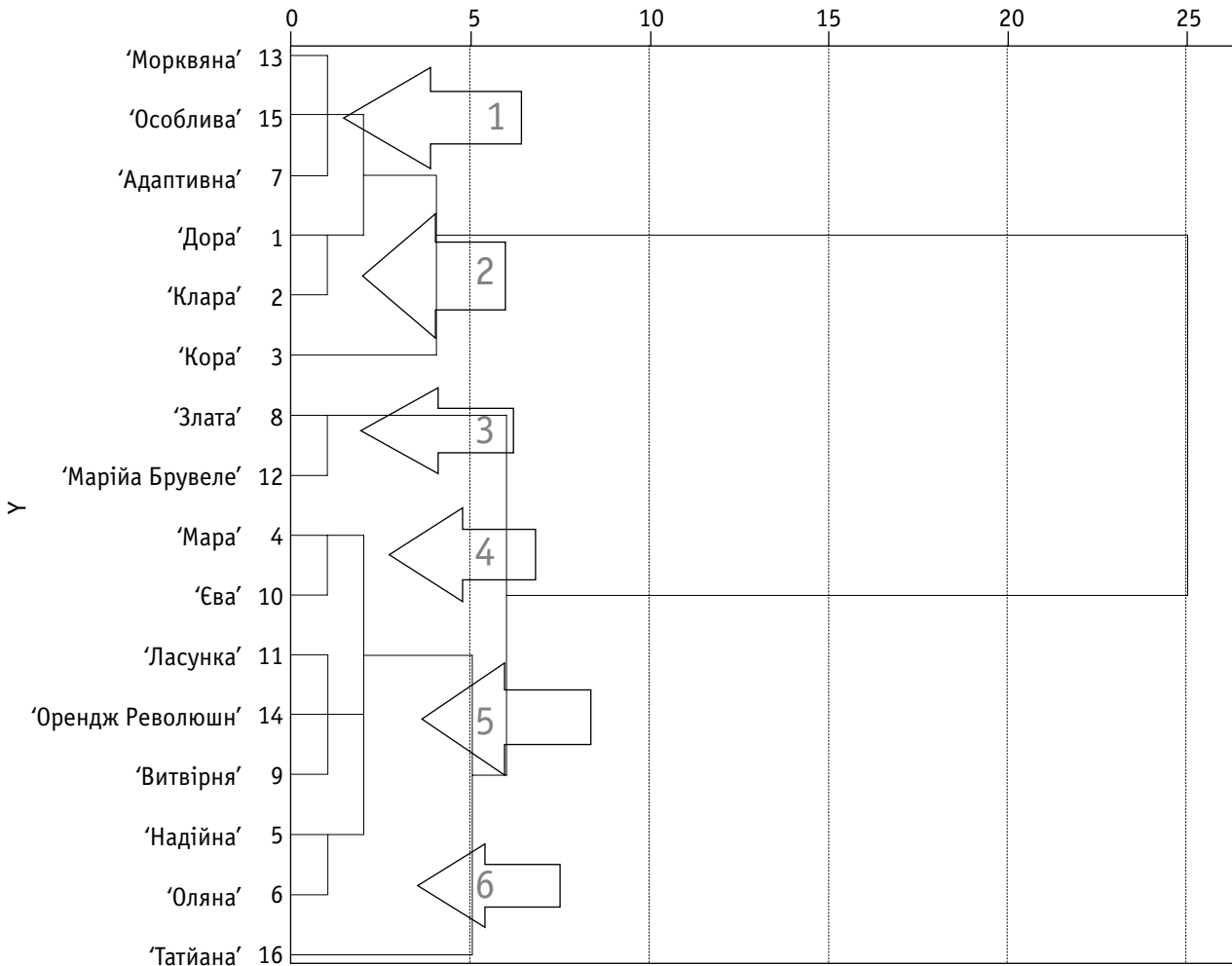


Рис. 2. Дендрограма результатів кластеризації сортів обліпики крушиноподібної з використанням методу Варда

П'ятий кластер охоплює сорти 'Витвірня', 'Ласунка' та 'Орендж Революшн'. Життєва форма рослин – кущі з невеликою кількістю колючок на пагонах і напіввертикальним положенням гілок. У 'Ласунки' та 'Орендж Революшн' середній час початку цвітіння й дуже ранній достигання плодів, у 'Витвірні' – ранній і середній відповідно.

До шостого кластера увійшли сорти 'Надійна' та 'Оляна'. Життєва форма рослин – дерева з напіввертикальним положенням гілок і невеликою кількістю колючок на пагонах. За початком цвітіння та часом достигання плодів сорт 'Надійна' є середнім, 'Оляна' – середнім і пізнім відповідно.

Сорти 'Кора' (життєва форма рослин – дерево) і 'Татяна' (кущ) не належать до жодного кластера. Переважна більшість досліджуваних культиварів мають зелене забарвлення верхнього боку листової пластинки, й лише 'Кора' – сріблясте.

Для тесту на відмінність, що передбачає порівняння морфологічних кодових формул загальновідомих сортів і сортів канди-

датів з референсної колекції (табл. 2), застосовували кластерний аналіз. Це забез-

Таблиця 2

Порівняння кодів і ступенів прояву морфологічних ознак сортів обліпики крушиноподібної для тесту на відмінність (2018–2021 рр.) [14]

Назва сорту	Кодова формула
'Мара'	1119717352391337533155
'Кора'	1125515733312037435257
'Надійна'	1125525332511235623255
'Клара'	1125717552511357523175
'Дора'	1127515552511357245233
'Оляна'	1129525332711237633257
'Єва'	1217525331511357223235
'Ласунка'	1223525331511237533251
'Злата'	1225525102511235623277
'Орендж Революшн'	1225525331511237643251
'Витвірня'	1225525332511235233235
'Адаптивна'	1225525532511233623257
'Особлива'	1225525552511235533257
'Морквяна'	1225527532711337543255
'Марія Брувеле'	1227525131511255233255
'Татяна'	1245523351511255143253
'Папа'	2117525351511230000050
'Лорд'	211772571511170000050
'Обрій'	2119725332711230000070
'Андрос'	2127515552511230000050
'Абориген'	2225525552511230000070

печило оперативність та якість пошуку подібних і відмітних ознак у межах кластерної групи.

Аналіз показників господарсько-цінних ознак плодів обліпихи крушиноподібної наведено в таблиці 3. Найвищу врожайність серед ранніх сортів мав 'Орендж Революшн' (20,0 т/га), з-поміж середньостиглих – 'Марія Брувелє' (12,0 т/га), серед пізніх – 'Оляна' (12,5 т/га). Максимальною середньою масою ягід у групі ранніх характеризувався сорт 'Дора' (1,3 г), середньостиглих – 'Єва', 'Клара' та 'Мара' (по 1,0 г), пізньостиглих – 'Кора' (1,5 г).

Найвищий вміст вітаміну С серед ранньостиглих сортів був у 'Дори' (210,0 мг/100 г), з-поміж середньостиглих – у 'Мари' (200,0 мг/100 г), з-поміж середньопізніх – у 'Кори' (200,0 мг/100 г). Ягоди таких представників ранньої групи стиглості, як 'Тат'яна' та 'Ласунка', містили 90,0 мг/100 г вітаміну Р. Найбільше каротину в плодах у групі ранньостиглих сортів сформували 'Тат'яна' та 'Дора' (17,0 мг/100 г), середньостиглих – 'Морквяна' (22,5 мг/100 г), пізніх – 'Кора' (16,0 мг/100 г сирової маси).

Для оперативного опрацювання масиву показників господарсько-цінних ознак використано зручний інструмент, вбудований у

Таблиця 3

**Показники господарсько-цінних ознак сортів обліпихи крушиноподібної (2018–2021 рр.)**

Назва сорту	Урожайність, т/га	Середня маса ягід, г	Уміст у ягодах, мг/100 г сирової маси		
			вітаміну С	вітаміну Р	каротину
'Орендж Революшн'	20,0	1,2	40,0	–*	–*
'Тат'яна'	10,0	0,9	84,0	90,0	17,0
'Дора'	4,0	1,3	210,0	23,0	17,0
'Ласунка'	10,0	0,8	40,0	90,0	16,7
'Єва'	9,0	1,0	72,0	90,0	12,0
'Марія Брувелє'	12,0	0,8	74,0	90,0	14,0
'Надійна'	11,5	0,4	20,3	20,5	10,5
'Клара'	5,0	1,0	180,0	21,0	17,0
'Мара'	5,0	1,0	200,0	24,0	19,0
'Витвірня'	10,0	0,4	65,7	80,5	15,44
'Морквяна'	10,6	0,8	85,5	52,9	22,5
'Адаптивна'	10,5	0,4	29,5	76,5	11,5
'Особлива'	9,5	0,4	65,3	80,5	12,4
'Оляна'	12,5	0,7	68,4	22,5	12,7
'Кора'	4,0	1,5	200,0	22,0	16,0
'Злата'	9,2	0,5	81,0	77,5	14,0
HIP <sub>0,05</sub>	1,7	0,18	12,5	13,9	2,4

\* не визначено.

пакет SPSS, а саме: технологію OLAP-аналізу (Online Analytical Processing), яка дає змогу переглядати дані в різних площинах із граничними межами відхилення показників (табл. 4).

Таблиця 4

**Пошук граничних меж показників господарсько-цінних ознак сортів обліпихи крушиноподібної за проведення OLAP-аналізу**

Назва показника	Життєва форма рослини					
	Кущ			Дерево		
	мінімум	середнє	максимум	мінімум	середнє	максимум
Урожайність, т/га	9,00	11,08	20,00	4,00	8,02	14,20
Середня маса ягід, г	0,37	0,71	1,20	0,40	0,91	1,50
Уміст у ягодах вітаміну С, мг/100 г	29,50	63,70	85,50	20,30	38,38	210,00
вітаміну Р, мг/100 г	52,90	81,79	90,00	20,50	29,07	70,50
каротину, мг/100 г	11,50	14,95	22,50	9,50	14,52	19,00

За результатами OLAP-аналізу встановлено, що середня врожайність досліджуваних сортів рослин обліпихи, які є кущами, становила 11,08 т/га, деревами – 8,02 т/га; усереднений вміст вітаміну С був 63,70 та 38,38 мг/100 г сирової маси відповідно, вітаміну Р – 81,79 та 29,07, каротину – 14,95 та 14,52 мг/100 г сирової маси відповідно.

### Висновки

Морфологічний опис вегетативних і генеративних органів рослин обліпихи крушиноподібної проводили за 22 ідентифікаційними ознаками, коди яких становлять морфологічну кодову формулу сорту.

Досліджувана колекція *Hippophae rhamnoides* L. налічувала п'ять загальновідомих сор-

тів чоловічої та 16 жіночої статі, що засвідчив розгляд морфологічних ознак.

Використання кластерного аналізу для групування сортів за морфологічними та кількісними господарсько-цінними характеристиками сприяло оперативному та якісному встановленню коду і ступеню прояву ознаки (QL, QN, PQ) під час проведення тесту на відмінність.

Унаслідок кластеризації встановлено, що сорти 'Адаптивна', 'Морквяна' та 'Особлива' (перший кластер) за життєвою формою є кущами з середньою кількістю колючок; 'Дора' та 'Клара' (другий кластер) – деревами; 'Злата' та 'Марія Брувелє' (третій кластер) – кущами без або з малою кількістю колючок на пагонах і напіввертикальним положенням

гілок; ‘Мара’ (четвертий кластер) – деревом; ‘Єва’ (четвертий кластер) – кущем із вертикальним положенням гілок та малою кількістю колючок; ‘Витвірня’, ‘Ласунка’ та ‘Орендж Револушн’ (п’ятий кластер) – кущами; ‘Надійна’ та ‘Оляна’ (шостий кластер) – деревами з напіввертикальним положенням гілок і малою кількістю колючок на пагонах.

‘Орендж Револушн’, ‘Татїана’, ‘Дора’ та ‘Ласунка’ належать до ранньої групи стиглості; ‘Єва’, ‘Марія Брувелє’, ‘Надійна’, ‘Клара’, ‘Мара’, ‘Витвірня’ та ‘Морквяна’ – до середньої; ‘Адаптивна’, ‘Особлива’, ‘Оляна’, ‘Кора’ та ‘Злата’ – до пізньої групи стиглості.

За результатами порівняння окремих сортів колекції виявлено, що найвищі показники врожайності мав ‘Орендж Револушн’; вмісту вітаміну С – ‘Дора’, каротину – ‘Морквяна’, вітаміну Р – ‘Татїана’, ‘Ласунка’, ‘Єва’ та ‘Марія Брувелє’.

## References

- Mikolajko, I. I. (2014). The Winter and Frost Resistance of *Hippophae rhamnoides* L. in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Bulletin of UNFU*, 24(7), 74–79. [In Ukrainian]
- Mikolajko, I. I. (2013). The cultivation seedling's of the sea buckthorn by the method of the green stem cutting with the isolated root system in the conditions of the Right-bank Forest steppe of Ukraine. *Scientific Bulletin of UNFU*, 23(6), 214–221. [In Ukrainian]
- Geng, Z., Wang, J., Zhu, L., Yu, X., Zhang, Q., Li, M., ... Yang, X. (2023). Metabolomics provide a novel interpretation of the changes in flavonoids during sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) drying. *Food Chemistry*, 413, Article 135598. doi: 10.1016/j.foodchem.2023.135598
- Liu, X., Lv, M., Maimaitiyiming, R., Chen, K., Tuerhong, N., Yang, J., ... Wang, L. (2023). Development of fermented sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) juice and investigation of its antioxidant and antimicrobial activity. *Frontiers in Nutrition*, 10, Article 1120748. doi: 10.3389/fnut.2023.1120748
- Dilber, M., Suleyman, B., Mammadov, R., Suleyman, Z., Yavuzer, B., Gulaboglu, M., ... Suleyman, H. (2023). The role of *Hippophae rhamnoides* L. on 5-fluorouracil-induced oral mucositis in rats. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 36(5), 1443–1449.
- Tzachristas, A., Pasvanka, K., Liouni, M., Calokerinos, A. C., Tataridis, P., & Proestos, C. (2020). Effect of *Hippophae rhamnoides* L. Leaves Treatment on the Antioxidant Capacity, Total Phenol Content and Sensory Profile of Moschofilero Wines Vinified with and without Added Sulphites. *Applied Sciences*, 10(10), Article 3444. doi: 10.3390/app10103444
- Korkus, E., Szustak, M., Dąbrowski, G., Czaplicki, S., Kadlubowski, S., Koziolkiewicz, M., ... Gendaszewska-Darmach, E. (2023). The insulinotropic activity of oleosomes prepared from various sea buckthorn cultivars in mouse and human pancreatic  $\beta$  cell lines. *NFS Journal*, 31, 142–154. doi: 10.1016/j.nfs.2023.05.002
- Dąbrowski, G., Czaplicki, S., Szustak, M., Cichońska, E., Gendaszewska-Darmach, E., & Konopka, I. (2022). Composition of flesh lipids and oleosome yield optimization of selected sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) cultivars grown in Poland. *Food Chemistry*, 369, Article 130921. doi: 10.1016/j.foodchem.2021.130921
- Skalski, B., Lis, B., Pecio, L., Kontek, B., Olas, B., Zuchowski, J., & Stochmal, A. (2019). Isorhamnetin and its new derivatives isolated from sea buckthorn berries prevent H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/Fe – Induced oxidative stress and changes in hemostasis. *Food and Chemical Toxicology*, 125, 614–620. doi: 10.1016/j.fct.2019.02.014
- Segliņa, D., Krasnova, I., Grygier, A., Radziejewska-Kubzdela, E., Rudzińska, M., & Górnas, P. (2021). Unique bioactive molecule composition of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) oils obtained from the peel, pulp, and seeds via physical “solvent-free” approaches. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 98(10), 1009–1020. doi: 10.1002/aocs.12524
- Vaitkevičienė, N., Danilcenko, H., Mažeika, R., Jariene, E., Vaitkevičienė, N., Kulaitienė, J., Hallmann, E., & Blinstrubienė, A. (2019). Comparison of mineral and fatty acid composition of wild and cultivated sea buckthorn berries from Lithuania. *Journal of Elementology*, 24(3), 1101–1113. doi: 10.5601/jelem.2019.24.1.1759
- Moskalets, V. V., Moskalets, T. Z., Grynyk, I. V., Shevchuk, O. A., & Khodanitska, O. O. (2020). Breeding study of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) in the Institute of Horticulture, NAAS of Ukraine. *Horticulture*, 75, 37–49. doi: 10.35205/0558-1125-2020-75-37-49
- Moskalets, T. Z., Grynyk, I. V., Moskalets, V. V., Bublyk, M. O., Kniaziuk, A. V., Kravets, O. A., & Tkachuk, O. A. (2020). State and perspectives of the breeding and growing in the modern horticulture of Ukraine minor fruit and soft fruit berries crops. *Horticulture*, 75, 58–78. doi: 10.35205/0558-1125-2020-75-58-78
- Tkachuk, S. O. (Ed.). (2016). *Methodology of examination of varieties of fruit, berry, nut and grape plant varieties for distinction, homogeneity and stability* (2<sup>nd</sup> ed., pp. 499–510). Vinnytsia: N. p. [In Ukrainian]
- Leschuk, N., Orlenko, N., Khareba, O., & Dydiv, O. (2020). The use of grouping morphological characteristics of *Lettuce varieties* L. var. *capitata* for the difference test in Ukraine. *International Journal of Botany Studies*, 5(6), 516–522.
- UPOV. (2012). *Test Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability of Buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) (TG/278/1)*. Geneva: UPOV. Retrieved from <https://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg278.pdf>
- Puzik, L. M., & Bondarenko, V. A. (2015). Ecological stability of broccoli hybrids. *The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Crop Production, Breeding and Seed Production, Horticulture*, 1, 15–20. [In Ukrainian]
- Sajedur, R. (2019). *Genetic Analysis of Leaf and Sprout Traits of Cabbage and Brussels Sprout* (MSc Thesis Plant Breeding, Wageningen). Retrieved from <https://edepot.wur.nl/474618>
- Dydiv, O. Y., Khareba, V. V., Khareba, O. V., Leshchuk, N. V., Orlenko, N. S., & Orlenko, O. B. (2023). Application of cluster analysis for grouping *Brassica oleracea* var. *italica* varieties for the difference test. *Plant Varieties Studying and Protection*, 19(4), 207–216. doi: 10.21498/2518-1017.19.4.2023.291221
- Tyshchenko, V. M., & Dinets, O. M. (2017). The use of cluster analysis in the selection of winter wheat to search for genotypes balanced by economically useful traits. In *Collection of scientific works of the scientific and practical conference of professors and teachers* (pp. 215–217). Poltava: Editorial and publishing department of the Poltava State Agrarian Academy. [In Ukrainian]
- Zhang, P., Guan, J.-J., Huang, Q.-M., Liu, Y.-F., & Zhang, J.-H. (2016). Phenotypic diversity of phalaenopsis based on statistical analysis and data mining. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, 281, 486–493.
- Compton, M. E. (1994). Statistical methods suitable for the analysis of plant tissue culture data. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 37(3), 217–242. doi: 10.1007/BF00042336
- Melnyk, A. V., Bondarchuk, I. L., & Prysiashnyuk, O. I. (2017). Cluster analysis of yield of winter rapeseed varieties and hybrids in different agroclimatic zones of Ukraine. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 1–2, 7–12. [In Ukrainian]
- Tyschenko, V. M., Panchenko, P. M., & Chernyshova, O. P. (2013). Identification of the sorts of breeding lines of winter wheat with respect to balanceness of quantitative characteristics using cluster analysis. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 28–35. [In Ukrainian]

25. Orlenko, N. S., Mazhuha, K. M., Dushar, M. B., & Maslechkin, V. V. (2019). Comparative analysis of clustering methods suitable for plant varieties morphological characteristics data processing. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 261–269. doi: 10.31210/visnyk2019.02.35 [In Ukrainian]
26. Tyshchenko, V. M. (2005). Cluster analysis as a method of individual selection of high-yield winter wheat plants in  $F_2$ . *Plant Breeding and Seed Production*, 89, 125–137. [In Ukrainian]
27. UPOV. (2008). *Test Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability of Common sea buckthorn (Hippophae rhamnoides L.) (TG/240/1 Rev.)*. Geneva: UPOV. Retrieved from [www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg240.pdf](http://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg240.pdf)
28. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Methodology for Conducting the Examination of Varieties of Fruit, Berry, Nut, Subtropical, and Grape Crops for Suitability for Distribution in Ukraine*. Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. Retrieved from <https://www.sops.gov.ua/uploads/page/5a5f416b7ea4b.pdf> [In Ukrainian]
29. Marques de Sá, J. P. (Ed.). (2014). *Applied Statistics Using SPSS, STATISTICA, MATLAB and R*. Berlin, Heidelberg: Springer. doi: 10.1007/978-3-540-71972-4

UDC 634.74:631.526.32

**Matus, V. M.\***, Orlenko, N. S., Orlenko, O. B., Pavliuk, N. V., & Mazhuha, K. M. (2024). Grouping of sea buckthorn varieties using hierarchical agglomerative cluster analysis. *Plant Varieties Studying and Protection*, 20(4), 202–210. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.20.4.2024.321916>

*Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Horikhuvatskyi shliakh St., Kyiv, 03041, Ukraine, \*e-mail: 1233valya@gmail.com*

**Purpose.** To determine the manifestation of a complex of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) varieties characteristics using cluster analysis for grouping of identifying morphological, qualitative and quantitative economic and valuable characteristics during the test of difference. **Methods.** Analytical (analysis of the variety database), comparative evaluation of morphological and economically valuable characteristics, mathematical, statistical [using the SPSS package (Statistical Package for the Social Sciences)] Data Mining tools. **Results.** The frequency analysis of morphological characters of the collection of *H. rhamnoides* varieties was carried out. The latter were grouped by means of hierarchical agglomerative cluster analysis using variables such as plant life form, branch position and number of shoot

spines. Six clusters were identified from the results. The best sea buckthorn varieties in terms of economic value were also identified in terms of maturity groups. **Conclusions.** The use of cluster analysis to group known varieties of the sea buckthorn collection by morphological and economic characteristics allows to quickly and accurately establish the code of the characteristics (QL – qualitative, QN – quantitative, PQ – pseudo-qualitative) and their difference. According to the results of the comparison, the highest yields were found in the variety ‘Orange Revolution’; vitamin C content – ‘Dora’, carotene – ‘Morkviana’, vitamin P – ‘Tatiana’, ‘Lasunka’, ‘Eva’ and ‘Marija Bruvele’.

**Keywords:** *Hippophae rhamnoides* L.; statistical analysis; classification; variety; code; difference; cluster; feature.

Надійшла / Received 25.10.2024  
Погоджено до друку / Accepted 20.11.2024

## Plot (soil) variety control as part of the varietal quality confirmation of soft wheat seed

O. V. Zakharchuk<sup>1</sup>, S. M. Hryniv<sup>2</sup>, M. M. Tahantsova<sup>2</sup>, N. V. Kurochka<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National Scientific Center "Institute of Agrarian Economy", 10 Heroiv Oborony St., Kyiv, 03127, Ukraine, e-mail: zahar-s@ukr.net

<sup>2</sup>Ukrainian Institute for Plant Varieties Examination, 15 Horikhuvatskyi Shliakh St., Kyiv, 03041, Ukraine

**Purpose.** To evaluate the effectiveness of plot (soil) variety control to confirm purity of varieties (hybrids, lines) and authenticity of seed characteristics of soft wheat varieties at all stages of seed reproduction, as well as to ensure quality assurance of the produced seed. **Methods.** Analysis and synthesis, comparison method, statistical analysis, systematic approach, tabular and graphical methods. **Results.** The study found that plot (soil) variety control is a mandatory component of the seed certification system, which ensures confirmation of varietal purity and detection of inconsistencies at the stages of production, storage and sale. Controls for pre-basic (PBS), basic (BS) and certified (CS) seed help to ensure high quality standards. In 2020–2023, the number of control samples of soft winter wheat seed passing the plot (soil) variety control decreased. This was due to military operations, logistical disruptions and a reduction in the area under cultivation. However, despite these factors, the varieties 'Bohdana', 'Mudrist Odeska' and 'Podolianka' remain the leaders in the number of control samples due to their stable yields and high disease resistance. **Conclusions.** Plot (soil) variety control plays an important role in quality assurance and detection of inconsistencies at the stages of seed production. The decrease in the number of control samples in 2020–2023 is due to military operations, reduced crop areas and economic difficulties. At the same time, the popularity of domestic wheat varieties, such as 'Bohdana' and 'Mudrist Odeska', demonstrates their high adaptability, yield and resistance to disease pathogens. To maintain and strengthen the position of the Ukrainian seed industry, it is necessary to actively develop the domestic seed market, support breeding programmes and encourage the export of domestic seed products.

**Keywords:** variety; plot (soil) variety control; seeds; Organisation for Economic Co-operation and Development.

### Introduction

Varietal seed certification schemes, adopted by the member countries of the Organisation for Economic Co-operation and Development (hereafter – OECD), are a system of procedures, methods and approaches that ensure seed quality control at all stages of seed reproduction and guarantee varietal authenticity and varietal purity [1, 2]. These schemes are widely used in international trade for the sale of conditioned seed.

A batch of seed must conform to varietal and sowing qualities at all stages of production. Seed varietal quality is determined by field evaluation, plot (soil) varietal control for compliance with morphological characteristics determined during state registration.

The OECD Seed Variety Certification Schemes provide for the use of various methods to control the varietal and sowing qualities of seed at all stages of seed production, in particular:

- plot (soil) variety control to assess the conformity of the seed of a control sample taken from a batch of seed prepared for sale with a standard sample of seed of a variety having state registration;
- field assessment of seed crops to determine their conformity with the standards;
- analysis of the sowing qualities of seed by examination of samples taken from the batch.

Oleksandr Zakharchuk

<https://orcid.org/0000-0002-1734-1130>

Svitlana Hryniv

<https://orcid.org/0000-0002-2044-4528>

Maryna Tahantsova

<https://orcid.org/0000-0003-3737-6477>

Nadia Kurochka

<https://orcid.org/0000-0001-6745-7740>



The purpose of plot (soil) variety control is to confirm the varietal purity of a given variety (hybrid, line) at different stages of seed propagation. This ensures the proper quality of conditioned seed that meets the requirements of international standards and is intended for commercial use.

Foreign experience in the field of plot (soil) variety control is important for improving Ukrainian practice. In particular, the countries of the European Union widely use standardized methods for assessing varietal purity and sowing quality of seed.

Plot (soil) variety control is a key element in the system for confirming the varietal quality of common wheat seed. The importance of this stage is due to the need to ensure genotypic homogeneity and varietal purity of the seed, which determines the quality of the future crop. As noted in the work of M. A. Lytvynenko and co-authors, genotypic homogeneity and heterogeneity at the pre-breeding stage is crucial for increasing yields and resistance of varieties to adverse growing conditions [3].

Such scientists as Y. Navrotsky, T. Matsyhora, O. Vyshnevetska, S. Melnyk, L. Khudolii, O. Zakharchuk and many others [4–7] have made significant contributions to the development of the market for varietal seeds, the organisation of methodological and methodical principles of the commercial circulation of conditioned seeds and planting material, and ways of solving common problems of the domestic seed industry in Ukraine. The main focus of research was on plant breeding, distribution of plant varieties and seeds, their commercial circulation, structure of seed production, legal support related to state regulation of plant variety rights protection. At the same time, not enough attention has been paid to the general aspects of plot (soil) variety control to ensure the production of conditioned seed, which requires further research to improve this important component of seed production.

Today, soft winter wheat seed production faces a number of challenges, including climate change and the need to adapt technologies to local conditions. In this context, particular attention is being paid to innovative approaches to improve seed quality and its compliance with international standards [8, 9].

The use of agro-technological measures to improve seed quality is actively researched. Rational management of these measures

helps to reduce the negative impact of adverse climatic factors. In addition, the environmental aspects of wheat growing are crucial to ensuring long-term crop productivity in the different soil and climate zones of Ukraine [9, 10].

Certification plays an important role in the seed quality control process, ensuring that products meet international requirements. It involves the introduction of innovative methods for assessing varietal purity and genotypic uniformity, which helps to improve the competitiveness of seed in domestic and foreign markets [11–13].

Purpose – to evaluate the effectiveness of plot (soil) variety control to confirm purity of varieties (hybrids, lines) and authenticity of seed characteristics of soft wheat varieties at all stages of seed reproduction, as well as to ensure quality assurance of the produced seed.

### Materials and methods

The research was conducted in 2020–2023 on the experimental fields of the Cherkassy Branch of the Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, located in the Forest-Steppe zone of Ukraine. The experimental fields are characterised by homogeneous soil and climatic conditions, which ensure the quality and reliability of the results.

During the plot (soil) variety control, the conformity of the plants grown from the seeds of the control sample with the plants grown from the seeds of the standard sample or the official description of the variety was assessed. The examination was carried out at the appropriate phenological stages of growth and development in the field and in the laboratory in accordance with the Methodology for Conducting Plot (Soil) Varietal Control and Laboratory Varietal Control [14], taking into account the requirements of the Methodology for the Examination of Plant Varieties for Distinctness, Uniformity and Stability for the relevant botanical taxon [15].

The method used was a visual comparison of the identification characteristics of the plants grown on the control plot with plants grown on the standard plot and/or taking into account the official description of the variety used for the state registration of the variety and/or the state registration of rights to the variety. The number of atypical plants in the control plot was taken into account to establish varietal purity.

## Results and discussion

Plot (soil) variety control is carried out on all varieties, hybrids and lines included in the OECD seed schemes. This control is mandatory for seed of the pre-basic (PBS) and basic (BS) categories and for certified seed (CS), the scope of which is determined by the relevant certification body.

Depending on the category of seed, the results of the confirmation of varietal qualities by the method of plot (soil) variety control are taken into account as part of the post-control, which is carried out after the sale of seed and involves checking its varietal qualities by sowing control samples in specially designated areas. These checks take place on all categories of seed, including pre-basic (PBS), basic (BS) and certified (CS).

The purpose of post-control is to confirm that seed meets established standards of varietal purity and authenticity. This makes it possible to assess the quality of seed material already sold and provides consumers with a guarantee that the seed used has the declared characteristics.

Post-control is an important part of the seed quality control system as it allows us to identify any deviations or problems that may have occurred during production, transport or storage.

The use of plot (soil) variety control for pre-control during seed multiplication to produce subsequent generations provides important information on seed varietal quality before or at the time when the next seed crop is ready for field evaluation, as the study takes place simultaneously with the cultivation of the next generation of seed.

For certified seed intended for further propagation, the control plot can fulfil two functions:

- control of the varietal quality of the seed from the last harvest;
- preliminary control of seed crops for the next harvest.

As the varietal identity and purity of first generation hybrids cannot be fully verified in the field where the seed is grown, due to the influence of agronomic and natural factors, their quality is controlled in specially designated plot (soil) variety control areas.

Confirmation of seed varietal qualities by the method of plot (soil) variety control is carried out by the Ukrainian Institute for Plant Variety Examination in accordance with the Procedure for Confirmation of Seed

Variety Qualities by Plot (Soil) and/or Laboratory Variety Control, approved by the Order of the Ministry of Agrarian Policy of 30.04.2024 No. 1343 and registered by the Ministry of Justice of Ukraine on 22.05.2024 No. 744/42089 [5, 6].

The Method for Plot (Soil) Varietal Control and Laboratory Varietal Control [14] describes plant identification methods which make it possible to establish the conformity of a control sample of seed of a particular variety with a standard sample. Plants from both samples are grown under the same conditions, which ensures the accuracy of the comparison of their morphological characteristics.

The methods, tried and tested over many years, are widely used and accepted by most OECD countries participating in seed schemes.

Field evaluation in control plots is carried out to determine whether the morphological characteristics of the variety agree with the sample selected from the seed lot with the standard sample and/or the official description of the variety.

The requirements for growing plants of a particular botanical taxon on control and standard plots will normally correspond to generally accepted technology, taking into account the growing zone. The level of agricultural technology is determined by the conditions of field research for plot (soil) variety control, taking into account the botanical taxon and the type of plant development.

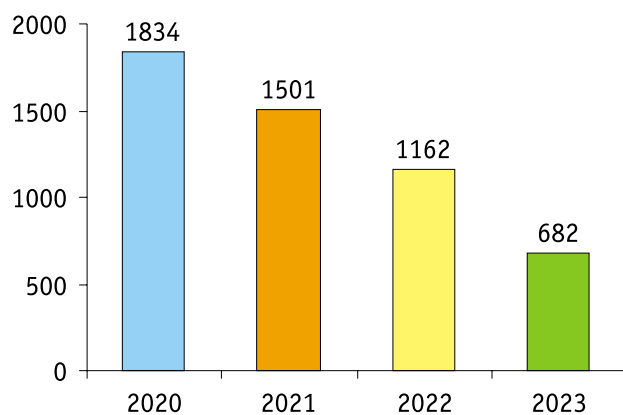
Plot (soil) variety control is carried out during one growing season, in one replication, at one research site.

To confirm the varietal qualities of soft (winter) wheat seed, 1834 control samples were tested in 2020 by plot (soil) variety control.

In 2021–2023 there was a decrease in the number of control samples subject to plot (soil) variety control. Compared to 2020, their number decreased by a factor of 2.7 (Fig. 1).

A significant factor affecting this indicator is the military conflict in Ukraine, which has disrupted supply chains and reduced the area under seed in regions where hostilities are active.

In addition, the small price difference between certified and commercial seed, given the high cost of certification procedures, reduces its economic attractiveness to producers, which also contributes to a reduction in the number of control samples.



**Fig. 1. Number of control samples of soft winter wheat varieties examined as part of the plot (soil) variety control in 2020–2023**

The analysis of control samples of common winter wheat for the studies of plot (soil) variety control carried out by the Ukrainian Institute for Plant Variety Examination in 2020–2023 shows that during this term the largest number of samples was examined for the varieties ‘Bohdana’ (2020 – 77 samples, 2021 – 54 samples, 2022 and 2023 – 38 samples each), ‘Mudrist Odeska’ (2020 – 69 samples, 2021 – 51 samples, 2022 – 25 samples, 2023 – 24 samples), ‘Podoliianka’ (2020 – 60 samples, 2021 – 50 samples, 2022 – 25 samples, 2023 – 24 samples) and ‘Katrusia Odeska’ (2020 – 14 samples, 2021 – 30 samples, 2022 – 31 samples, 2023 – 25 samples) (Fig. 2). The popularity of these varieties is explained by their high economic performance, including stable productivity, increased disease resistance and ability to adapt to different climatic conditions in the regions of Ukraine.

Thus, the most common varieties of soft winter wheat grown on the production fields of agricultural producers in Ukraine are those of the Institute of Plant Physiology and Genetics of the National Academy of Sciences of Ukraine and the Plant Breeding and Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigation of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. In 2023, ‘Bohdana’ (Institute of Plant Physiology and Genetics of the National Academy of Sciences of Ukraine) occupied the largest area among these varieties.

Among the varieties of foreign breeding, taking into account the analysis of the number of control samples for conducting plot (soil) variety control, the most common varieties of soft winter wheat, which are suc-

cessfully grown in Ukraine, are the variety ‘RGT Reform’ (RAGT 2nd, France) and the variety ‘Skagen’ (Saaten-Union GmbH, Germany). Fig. 2 shows that the most popular variety among foreign varieties in 2020 was ‘Nordica’ (Limagrain Europe, France) – 34 samples were evaluated by plot (soil) variety control. The sharp decline in the number of control samples of foreign varieties such as ‘Nordika’, ‘RGT Reform’ and ‘Skagen’ may be due to the rising cost of imported seed, particularly due to currency fluctuations, which reduces their availability to agricultural producers. In addition, logistical difficulties caused by the military conflict, including disruptions to supplies and transport routes, have significantly hampered seed imports into Ukraine.

If we analyze the number of control samples submitted for soil (plot) variety control of the soft winter wheat variety ‘Bohdana’ of the Institute of Plant Physiology and Genetics of the National Academy of Sciences of Ukraine, the largest number of samples in 2023 was submitted by agricultural seed producers in Kharkiv (19 samples), Dnipro (5 samples) and Kyiv regions (8 samples) (Fig. 3).

Vinnitsia region, Dnipropetrovsk region, Zaporizhzhia region, Kyiv region, Odesa region, Poltava region, Sumy region, Kharkiv region, Khmelnytsk region, Cherkasy region, Chernihiv region

In 2023, the soft winter wheat variety ‘Mudrist Odeska’ of the Plant Breeding and Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigation (Odesa) was the most cultivated variety in the Kirovohrad region (5 samples) (Fig. 4).

In 2020–2023, we received the largest number of control samples of soft winter wheat variety ‘Mudrist Odeska’ for plot (soil) variety control from Mykolaiv, Odesa and Poltava regions.

It should be noted that the volume of conditioned seeds of spiked cereals has been decreasing in recent years, which is due both to the problems of financial support for agricultural producers and to military operations in our country.

In Ukraine, not only the production of conditioned seed of national and foreign varieties of cereals, especially soft wheat, is decreasing, but also the proportion of conditioned seed of cereals per 1 ha of production crops [16, 17] (Table).

The data indicates a decline in production, from 202.4 thousand tons in 2020, to

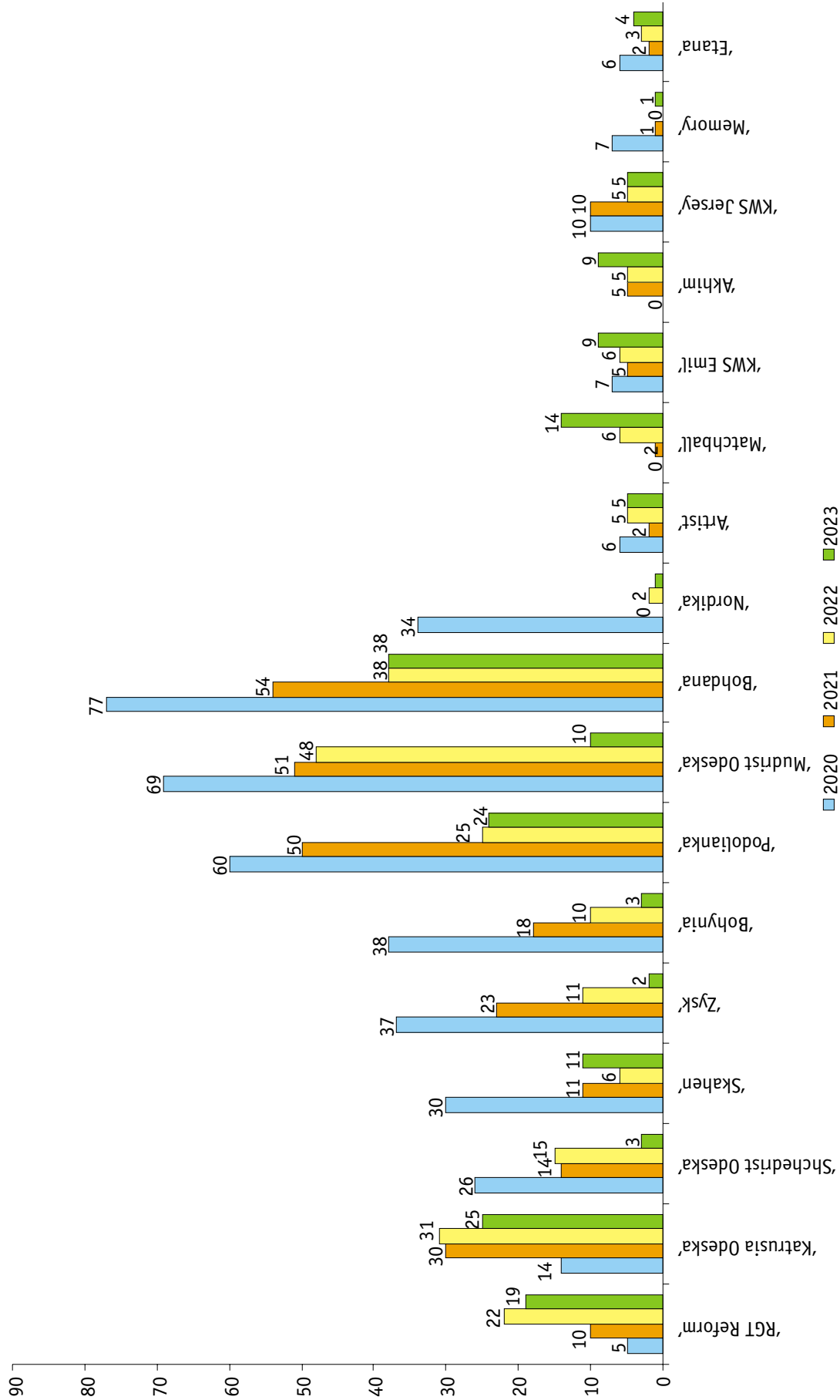


Fig. 2. Number of control samples of seed of different soft winter wheat varieties used for plot (soil) variety control (2020–2023)

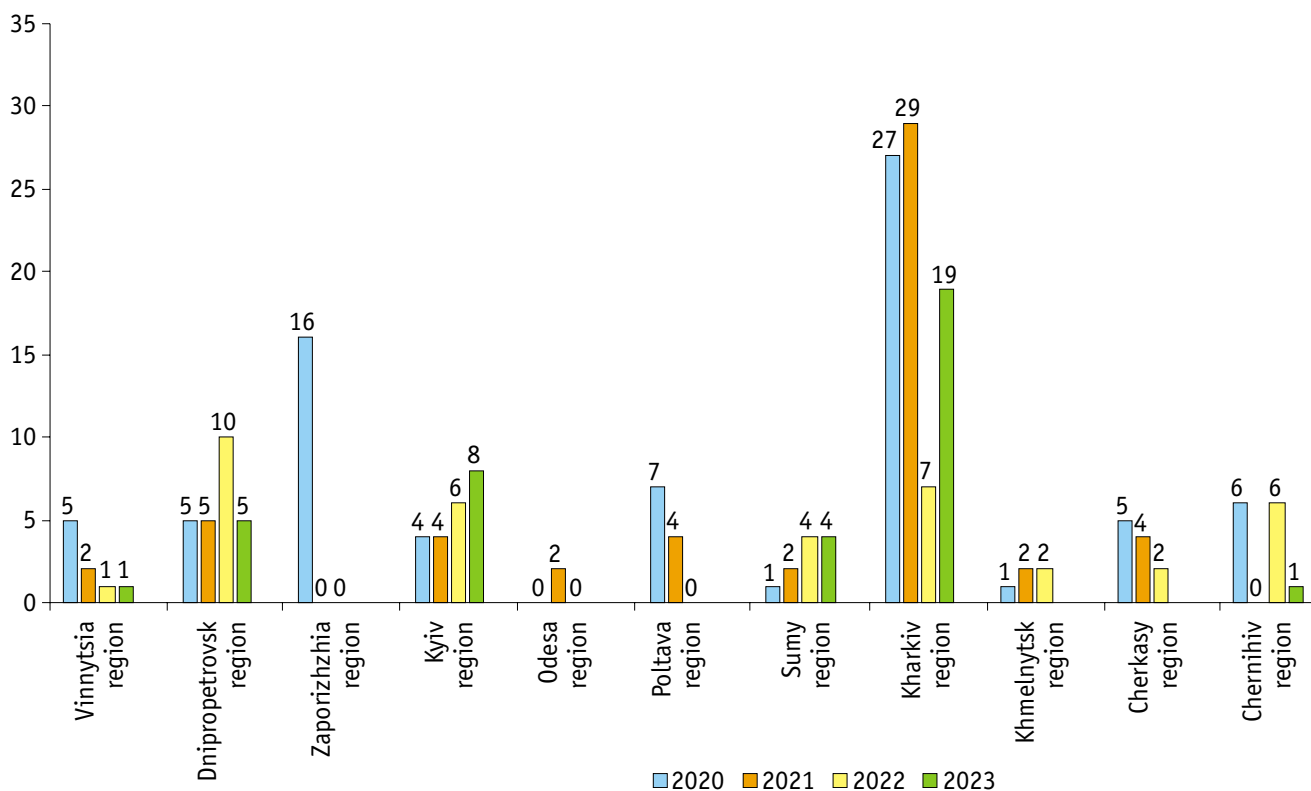


Fig. 3. Number of control samples for soil (plot) variety control of soft winter wheat variety 'Bohdana' submitted by economic entities from different regions

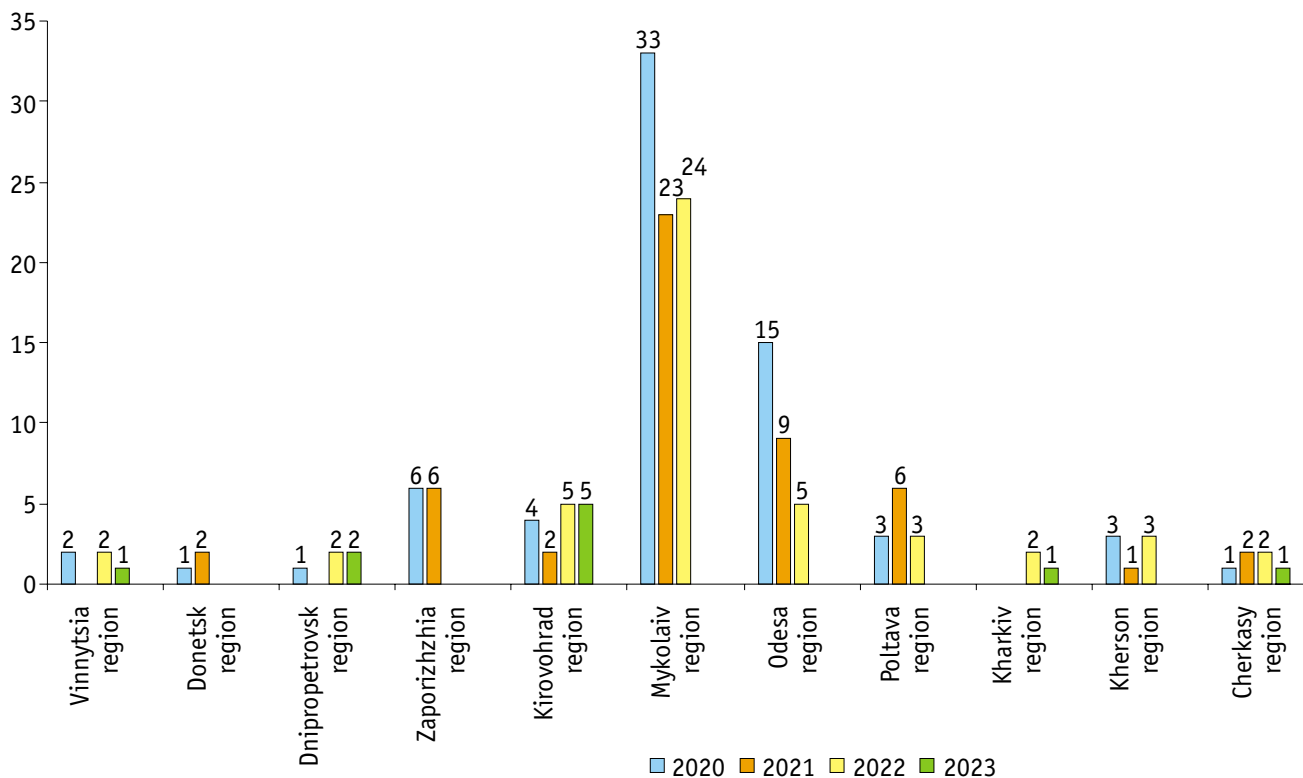


Fig. 4. Number of control samples for soil (plot) variety control of the soft winter wheat variety 'Mudrist Odeska' in different regions

170.0 thousand tons s in 2021, and further to 101.8 thousand tons in 2022. The most recent figure, for 2023, is 107.6 thousand

tons. This indicates a 47% decline in production over the period from 2020 to 2022, a decline that is especially reflected in the

Table

**Dynamics of production of conditioned seed of soft wheat and other cereals in Ukraine**

Year	Conditioned seed production in Ukraine, thousand tons		Area of commercial crops, thousand ha		Conditioned seed produced per 1 ha, kg		The share of conditioned seeds per 1 ha at a sowing rate of 200 kg, %	
	grain crops	in particular, soft wheat	grain crops	in particular, soft wheat	grain crops	in particular, soft wheat	grain crops	in particular, soft wheat
2020	202.4	141.4	9960.3	6429	20.3	22.0	10.2	11.0
2021	170.0	120.9	10 466.2	6903	16.2	17.5	8.1	8.8
2022	101.8	72.1	7457.5	4853	13.7	14.9	6.9	7.5
2023	107.6	78.8	6871.9	4472	15.6	17.6	7.8	8.8

production of conditioned soft wheat seeds, which decreased from 141.4 thousand tons in 2020 to 78.8 thousand tons in 2023.

In addition, the share of conditioned seed per 1 ha at a seed rate of 200 kg for cereals decreased, indicating a decline in the quality of seed used in agricultural production. In 2020, this figure was 10.2% for all cereals, 8.1% in 2021, 6.9% in 2022 and 7.8% in 2023. Thus, between 2020 and 2022, there was a 2.4% decrease in the share of conditioned seed, which was a serious signal of a decline in the quality of seed used for sowing. Although this figure increased slightly in 2023, it was still lower than in 2020, indicating a continuation of the negative trend.

In this context, the number of samples for plot (soil) variety control also decreases. The share of conditioned seed per 1 ha at a seed rate of 200 kg was reduced by 2.4% in 2023 compared to 2020 and further reduced to 6.9% in 2022.

Ukraine differs from other European countries in the low level of supply of production crops with high quality conditioned seed of the highest categories and meeting potential exports. This is an extremely threatening phenomenon, as the state may lose its own breeding due to the decrease in the level of condition and the use of seeds of higher categories (PBS, BS, CS).

In Ukraine, seed production for only certain niche crops ensures an adequate level of food security. In particular, the production of buckwheat, millet, oats and triticale is fully ensured by seeds of Ukrainian breeding. According to experts, most Ukrainian varieties and hybrids are not inferior to foreign ones in terms of economic and biological characteristics and are quite competitive, and in terms of winter hardiness, drought resistance, disease resistance and taste they often exceed their foreign counterparts [7].

Increasing dependence on imported seeds, the decline of domestic seed production and the displacement of Ukrainian varietal resources from the seed and planting

material market will threaten Ukraine's food security.

The war with Russia is also exacerbating the existing problems of seed production in Ukraine. Disruptions in the logistical supply chain of conditioned foreign seed require fundamental changes in the current system of seed breeding and production in Ukraine. Replacing foreign seed with Ukrainian seed, which is better adapted to local growing conditions and meets modern quality and yield requirements, will help provide agricultural producers with quality seed in the quantities and at the time they need it for planting.

### Conclusions

During the period 2020–2023, there was a decrease in the number of control samples undergoing plot (soil) variety control, especially for soft winter wheat. The main reasons for this were the military conflict, logistical difficulties, a decrease in planted area and increasing certification costs.

The popularity of certain wheat varieties, such as 'Bohdana', 'Mudrist Odeska' and others, is due to their high agronomic characteristics, including adaptation to Ukrainian climatic conditions, disease resistance and stable yields.

In the foreign bred seed segment, the number of samples sent for testing fell sharply due to the rising cost of imported seed, economic difficulties of agricultural producers and logistical problems.

### References

- OECD. (2024). *OECD Schemes for the Varietal Certification or the Control of Seed Moving in International Trade*. Paris: OECD. Retrieved from <https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/topics/policy-sub-issues/seeds/FINAL%20RULES%20SEED%20SCHEME%202024%20RUSSIAN.pdf>
- On Approval of the Procedures for Certification, Issuance, and Revocation of Certificates for Seeds and/or Planting Material and the Forms of Certificates for Seeds and/or Planting Material: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated November 17, 2023, No. 1210. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1210-2023-%D0%BF#Text>
- Lytvynenko, M. A., Lytvynenko, D. M., Shcherbyna, Z. V., & Ihnatovskiy, O. O. (2019). Uniformity and heterogeneity genotypes

- of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties during basis seed production process. *Plant Breeding and Seed Production*, 116, 71–82. doi: 10.30835/2413-7510.2019.190458
4. Zakharchuk, O. V., Lupenko, Yu. O., Hutorov, A. O., & Dorokhov, O. V. (2019). Economics of development of the seed-growing in Ukraine. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov. Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*, 12(2), 137–144. doi: 10.31926/but.fwiawe.2019.12.61.2.11
  5. Zakharchuk, O. V., Vyshnevetska, O. V., & Navrotskyi, Ya. V. (2022). *Innovative and investment development of markets for technical means, seeds, and technologies in crop production*. Kyiv: National Scientific Center "Institute of Agrarian Economics". [In Ukrainian]
  6. Zakharchuk, O., Matsyhora, T., Melnyk, S., Tkachyk, S., & Kovalev, S. (2024). Forming of the seed production system in Ukraine: trends, challenges and threats. *Scientific Horizons*, 27(3), 107–116. doi: 10.48077/scihor3.2024.107
  7. World Bank Group. (2015). *Enabling the business of agriculture 2015: progress report*. Washington, D.C.: World Bank Group. Retrieved from <http://documents.worldbank.org/curated/en/674471468125681789/Enabling-the-business-of-agriculture-2015-progress-report>
  8. Korkhova, M. M., & Kovalenko, O. A. (2019). Analysis of seeds of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in the south of Ukraine. *Taurian Scientific Herald*, 107, 61–68. doi: 10.32851/2226-0099.2019.107.8 [In Ukrainian]
  9. Lozinskyi, M. V. (2024). *Theoretical and practical foundations of winter soft wheat breeding for increasing adaptive potential in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine* (Doctoral dissertation). Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva. [In Ukrainian]
  10. Siroshtan, A. A., & Kavunets, V. P. (Eds.). (2023). *Technology of winter wheat seed cultivation*. Tsentralne. [In Ukrainian]
  11. Bazalii, V. V., Domaratskyi, Ye. O., Bazalii, H. H., Korkhova, M. M., Larchenko, O. V., Kyrychenko, N. V., & Panfilova, A. V. (2024). *Scientific foundations of winter wheat breeding for agroecological adaptability*. Mykolaiv: Mykolaiv National Agrarian University. [In Ukrainian]
  12. Morgun, V. V. (Ed.). (2013). *Technology of certified winter wheat seed production*. Kyiv: Interservice. [In Ukrainian]
  13. Zakharchuk, O., Hutorov, A., Vyshnevetska, O., Nitsenko, V., Balezentis, T., & Streimikiene, D. (2022). Ukraine's Market of Certified Seed: Current State and Prospects for the Future. *Agriculture*, 13(1), Article 61. doi: 10.3390/agriculture13010061
  14. *Methodology for conducting plot (soil) variety control and laboratory variety control*. (2022). Retrieved from [https://sops.gov.ua/uploads/page/Meth\\_DUS/Method\\_post.pdf](https://sops.gov.ua/uploads/page/Meth_DUS/Method_post.pdf) [In Ukrainian]
  15. *Methodology for determining the compliance of soft wheat (Triticum aestivum L.) varieties with the criteria of distinctness, uniformity, and stability*. (2024). Retrieved from [https://sops.gov.ua/uploads/page/Meth\\_DUS/2024/Method\\_psheniци\\_2024\\_07\\_22.pdf](https://sops.gov.ua/uploads/page/Meth_DUS/2024/Method_psheniци_2024_07_22.pdf) [In Ukrainian]
  16. *Register of seed and/or planting material certificates*. Retrieved from <https://data.gov.ua/dataset/f4f0bd0a-74ac-4f25-80cf-5add41f76df9> [In Ukrainian]
  17. *State Statistics Service of Ukraine*. Retrieved from <https://www.ukrstat.gov.ua> [In Ukrainian]

УДК 347.77.028:631.526.32:339.13.001.25 (477)

**Захарчук О. В.<sup>1</sup>, Гринів С. М.<sup>2</sup>, Таганцова М. М.<sup>2</sup>, Курочка Н. В.<sup>2</sup>** Ділянковий (ґрунтовий) сортовий контроль як складник підтвердження сортових якостей насіння пшениці м'якої. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2024. Т. 20, № 4. С. 211–218. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.20.4.2024.321918>

<sup>1</sup>ННЦ «Інститут аграрної економіки», вул. Героїв Оборони, 10, м. Київ, 03041, Україна, e-mail: zahar-s@ukr.net

<sup>2</sup>Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Горіхуватський шлях, 15, м. Київ, 03041, Україна

**Мета.** Оцінити ефективність ділянкового (ґрунтового) сортового контролю для підтвердження сортової чистоти гібридів і ліній, автентичності прояву характеристик насіння сортів пшениці м'якої на всіх етапах його розмноження, а також забезпечення якості виробленого насіння. **Методи.** Аналіз і синтез, порівняння, статистичний аналіз, системний підхід, табличний і графічний методи.

**Результати.** За результатами дослідження встановлено, що обов'язковим складником системи сертифікації насіння, спрямованої на підтвердження сортової чистоти та виявлення невідповідностей на етапах виробництва, зберігання й реалізації, є ділянковий (ґрунтовий) сортовий контроль. Його проведення для насіння базової (ДН), базової (БН) та сертифікованої (СН) категорій сприяє забезпеченню високих стандартів якості. У 2020–2023 рр. зафіксовано зменшення кількості контрольних проб насіння сортів пшениці м'якої озимої, що пройшли ділянковий (ґрунтовий) сортовий контроль. Це спричинено військовими діями, порушенням логістики та скороченням

площ посівів. Однак попри ці фактори сорти 'Богдана', 'Мудрість одеська' та 'Подольнка' залишаються лідерами за чисельністю контрольних проб завдяки стабільній врожайності та високій стійкості проти хвороб. **Висновки.** Ділянковий (ґрунтовий) сортовий контроль відіграє важливу роль у забезпеченні якості та виявленні невідповідностей на етапах виробництва насіння. Зменшення кількості контрольних проб у 2020–2023 рр. зумовлено військовими діями, скороченням площ посівів та економічними труднощами. Водночас популярність таких сортів пшениці вітчизняної селекції, як 'Богдана' та 'Мудрість одеська', свідчить про їхню високу адаптивність, врожайність і стійкість проти збудників хвороб. Для збереження та зміцнення позицій українського насінництва необхідно активно розвивати внутрішній ринок, підтримувати селекційні програми та стимулювати експорт продукції вітчизняної селекції.

Ключові слова: сорт; ділянковий (ґрунтовий) сортовий контроль; насіння; Організація економічного співробітництва та розвитку.

Надійшла / Received 12.09.2024  
Погоджено до друку / Accepted 19.11.2024

## Урожайність і стабільність нових середньостиглих сортів картоплі (*Solanum tuberosum* L.) у лісостеповій та поліській ґрунтово-кліматичних зонах України

С. М. Михайлик\*, А. П. Іваницька, І. В. Смульська, О. В. Топчій,  
З. Б. Києнко, Н. С. Орленко

Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Горіхуватський шлях, 15, м. Київ, 03041, Україна,  
\*e-mail: svetlana.nik2519@gmail.com

**Мета.** Здійснити комплексне вивчення та оцінювання нових середньостиглих сортів картоплі (*S. tuberosum*) за врожайністю, вмістом крохмалю та їхньою стабільністю в умовах Лісостепу й Полісся України. **Методи.** Кваліфікаційну експертизу сортів картоплі на придатність до поширення в Україні (ПСП) проводили у 2021 та 2023 рр. у восьми пунктах досліджень Українського інституту експертизи сортів рослин, розташованих в межах ґрунтово-кліматичних зон Лісостепу та Полісся. Площа облікової ділянки становила 25 м<sup>2</sup>, розміщення ділянок рендомізоване, повторність чотириразова. **Результати.** Проаналізовано господарсько-цінні ознаки середньостиглих сортів картоплі української – ‘Фанатка’, ‘Світана’, ‘Марфуша’ й ‘Меланія’, а також іноземної селекції – ‘TRIPLE7’, ‘Tiger’, ‘CAMELIA’ й ‘CARDYMA’. Так, середня врожайність ‘Фанатки’, ‘Світани’, ‘TRIPLE7’, ‘Tiger’, ‘CAMELIA’ та ‘CARDYMA’ в Лісостепу виявилася на 3–12% вищою, ніж на Поліссі. Максимальні значення цього показника в обох ґрунтово-кліматичних зонах продемонстрували сорти ‘Світана’ (Лісостеп – 28,2 т/га; Полісся – 26,0 т/га) та ‘CAMELIA’ (Лісостеп – 29,3 т/га; Полісся – 27,7 т/га). 2021 року вищу середню врожайність картоплі отримано в лісостеповій зоні (23,3 т/га); 2023-го – в поліській (21,1 т/га). Сорти ‘Фанатка’ та ‘TRIPLE7’ виявилися більш стабільними, ніж ‘Світана’, ‘Меланія’, ‘CAMELIA’, ‘CARDYMA’, ‘Марфуша’ і ‘Tiger’, врожаї яких значно залежали від умов вирощування. За показниками якості найліпшими були представники іноземної селекції ‘TRIPLE7’, ‘Tiger’ та ‘CARDYMA’. Вміст крохмалю в них становив 15,6–17,8% у Лісостепу та 17,1–18,1% на Поліссі; сухої речовини – 23,9–25,8% у Лісостепу та 25,4–25,8% на Поліссі. **Висновки.** За результатами кваліфікаційної експертизи на ПСП сорти ‘Фанатка’, ‘Світана’, ‘Меланія’, ‘TRIPLE7’, ‘CAMELIA’ та ‘CARDYMA’ рекомендовано для вирощування в лісостеповій і поліській зонах; ‘Марфуша’ та ‘Tiger’ – лише поліській. За якісними показниками вирізнявся сорт ‘TRIPLE7’ зі вмістом крохмалю 17,8% у Лісостепу та 18,1% на Поліссі; сухої речовини – по 25,8% в обох ґрунтово-кліматичних зонах.

**Ключові слова:** кваліфікаційна експертиза; врожайність; вміст крохмалю; вміст сухої речовини.

### Вступ

Картопля (*S. tuberosum*) – одна з найпродуктивніших сільськогосподарських культур у світі, що характеризується продовольчою, технічною та кормовою цінністю, а також ши-

роким спектром використання [1–3]. Вона є дуже розповсюдженою, втім основний ареал вирощування – території помірної кліматичної зони [4–6].

За даними FAOSTAT, світові площі, зайняті картоплею, становлять приблизно 17,8 млн га, а виробництво досягає 374,8 млн т за середньої врожайності 210,7 т/га. Найбільшими виробниками є Китай (95,6 млн т із площі 5,7 млн га) та Індія (56,2 млн т із 2,2 млн га). Максимальну врожайність бульб отримують у США – 49,1 т/га, Нідерландах – 42,6, а також Німеччині – 40,1 т/га [7].

Площі, традиційно зайняті під вирощування цієї культури, в Україні становлять орієнтовно 1,4 млн га [8, 9]. Щороку в нашій державі збирають у середньому 20 млн т картоплі й приблизно так само споживають, що

Svitlana Mykhailyk

<https://orcid.org/0000-0001-9981-0545>

Alla Ivanytska

<https://orcid.org/0000-0003-3987-4728>

Ivanna Smulska

<https://orcid.org/0000-0001-9675-0620>

Oksana Topchii

<https://orcid.org/0000-0003-2797-2566>

Zina Kyjenko

<https://orcid.org/0000-0001-7749-0296>

Nataliia Orlenko

<https://orcid.org/0000-0003-0494-2065>



відповідає науково обґрунтованій медичній нормі [10]. Середня врожайність бульб становить 10–14 т/га [8, 9]. Для досягнення рівня врожайності провідних країн-виробників необхідними є виконання та удосконалення комплексу основних агротехнічних заходів, а саме: розміщення картоплі після найліпших попередників, правильний обробіток ґрунту, внесення оптимальної кількості добрив, використання здорового сортового садивного матеріалу, дотримання оптимальних термінів висаджування та густоти, належний догляд за посівами, своєчасне виконання всіх заходів боротьби з хворобами та шкідниками й запобігання втратам під час збирання врожаю. Особливістю українського картоплярства є велика частка – 98% – виробництва на присадибних і дачних ділянках для власного споживання та низька – 2% – на фермерських і промислових підприємствах, що ускладнює оцінювання врожаю та посівних площ [11].

У контексті кількості виробленої їжі та споживання людиною картопля є однією з найважливіших продовольчих культур. Жодна інша не може конкурувати з нею у продукуванні харчової енергії на одиницю площі. Саме тому вона має велике значення для національної продовольчої безпеки [12, 13].

Ключове завдання агропромислового комплексу нашої держави, передбачене галузевою програмою «Овочі України–2025», – збільшення виробництва якісної продукції. Для його розв’язання необхідно, щоб розвиток картоплярства як складника аграрної галузі був економічно й екологічно обґрунтованим [14, 15]. В Україні традиційно на Поліссі та в Лісостепу отримують найбільші врожаї картоплі. Втім високих показників можна досягти й у зоні Степу, зокрема завдяки зрешенню та добору сортів із підвищеними посухо- та жаростійкістю [16, 17]. Перспективним напрямом у картоплярстві є поєднання вирощування картоплі з її переробленням та розширення переліку перероблених продуктів. Проте обов’язкова умова – наявність власного сховища для належного зберігання бульб [18]. Сорти картоплі оцінюють за врожайністю та якістю (вмістом і збором крохмалю, сухою речовиною), на які впливають сортовий потенціал, технологія вирощування й погодні умови впродовж періоду вегетації рослин [19]. Вплив сортового матеріалу на підвищення врожайності та продуктивності сільськогосподарських культур здатен досягати 20–25%, а з огляду на темпи зміни клімату ця частка буде зростати й зможе становити 50–60% [20, 21]. Наразі головним фактором, що знижує врожайність та якість карто-

плі, є стрес від високих температур і посухи. До останньої рослини найбільш чутливі на початку формування та під час нарощування бульб, найменше – на ранніх стадіях вегетації та дозрівання. Дедалі важливішими стають вивчення та добір сортів із високими посухо- та жаростійкістю, адаптивністю та придатністю для вирощування у певних екологічних умовах [22, 23]. Здатність рослин виживати у тих чи інших умовах середовища називають пластичністю [24]. Низка вітчизняних науковців здійснювали дослідження за цим напрямом. Зокрема, в Інституті картоплярства НААН України вивчали адаптивний потенціал сортів картоплі власної селекції [25] та інтродукованих зразків за врожаєм на Поліссі [26]. Дослідження у вказаній ґрунтово-кліматичній зоні проводили Т. Д. Сонець та ін. (аналізували адаптивність і стійкість нових культиварів) [23], а також Е. Р. Ермантраут зі співавторами (визначали вплив погодних умов періоду вегетації на стабільність сортів за показниками врожайності, вмісту та збору крохмалю) [15]. У Центральному Поліссі Н. Писаренко та ін. вивчали адаптивну здатність за ознакою врожайності, екологічну пластичність, стабільність, гомеостатичність, селекційну цінність та посухостійкість нових і найбільш поширених культиварів *S. tuberosum* [27–29]. Адаптивними властивостями різних сортів картоплі у Західному Лісостепу займався Р. О. М’ялковський [19]. В умовах Північно-Східного Лісостепу науковці Сумського національного аграрного університету розглядали перспективи практичного використання державних сортових ресурсів молоді картоплі [30]. Динаміку формування врожайності на 40 добу залежно від погодних умов років досліджень та адаптивний потенціал ранньостиглих сортів *S. tuberosum* у лісостеповій зоні аналізували вчені Уманського національного університету садівництва [31]. Праці іноземних дослідників присвячено впливу змін клімату на врожайність бульб картоплі та підвищення її стійкості проти стресу, зокрема, проведено оцінювання посухостійкості генотипів за морфологічними та фізіологічними ознаками на різних стадіях росту [32, 33].

Отже, наявність об’єктивної та вірогідної інформації щодо призначення й адаптивності нових сортів картоплі до різних ґрунтово-кліматичних умов України є важливою для забезпечення високих і сталих врожаїв та економічно-вигідного ведення картоплярства.

*Мета досліджень* – дослідити нові середньостиглі сорти картоплі за основними господарсько-цінними показниками (врожайніс-

ттю, вмістом крохмалю, сухої речовини) та їхньою стабільністю в умовах Лісостепу й Полісся України.

### Матеріали та методика досліджень

Кваліфікаційна експертиза сортів рослин на придатність для поширення в Україні (ПСП) зазвичай триває два незалежні цикли вирощування. Вірогідність її результатів забезпечують виконанням дослідів у щонайменше трьох пунктах досліджень в межах однієї ґрунтово-кліматичної зони [34]. У 2021 та 2023 рр. експертизу на ПСП проводили для восьми середньостиглих сортів картоплі (тривалість періоду вегетації – 101–125 діб) [35] української – ‘Фанатка’, ‘Світана’, ‘Марфуша’ й ‘Меланія’ (Інститут картоплярства НААН України), а також нідерландської селекції – ‘TRIPLE7’, ‘Tiger’, ‘CAMELIA’ та ‘CARDYMA’ (заявник – «IPR B.V.»). Дослідження здійснювали в структурних підрозділах Українського інституту експертизи сортів рослин (УІЕСР), розташованих у лісостеповій (Сумська, Черкаська, Чернівецька філії та Карлівський відділ Полтавської філії) і поліській (Львівська, Житомирська філії, Іванівський відділ Хмельницької філії та Любешівський відділ Волинської філії) зонах (відповідно до Переліку пунктів досліджень, що проводять експертизу на ПСП). Площа облікової ділянки становила 25 м<sup>2</sup>, повторність чотириразова, розміщення ділянок рендомізоване. Схема садіння – 70 × 30 см (із розрахунку 47,6 тис. рослин на га). Досліди закладали насінневою фракцією бульб масою 60–80 г [34] у стислі строки в останній декаді квітня (залежно від погодних умов, що склалися в кожному пункті досліджень відповідної ґрунтово-кліматичної зони). Під час проведення польових досліджень дотримувалися загальноприйнятої в конкретній ґрунтово-кліматичній зоні агротехніки вирощування картоплі. Вона передбачала такі основні технологічні операції: дискування, оранку, внесення мінеральних добрив, культивування у два сліди, садіння, міжрядний обробіток ґрунту, використання ЗЗР (протруєння бульб перед садінням, внесення фунгіцидів та інсектицидів у період вегетації), підгортання та збирання врожаю, яке відбувалося в першій декаді вересня.

Для опрацювання даних польових і лабораторних досліджень кваліфікаційної експертизи на ПСП використовували методи описової статистики. Отримані значення показника досліджуваного сорту порівнювали з умовним стандартом – середнім значенням відповідного показника сортів певного ботанічного таксона за п'ять останніх років, яке визначають

щороку для конкретних ґрунтово-кліматичної зони та блоку дослідження [34, 35].

Для оцінювання стабільності досліджуваних сортів за врожайністю використовували показники абсолютного розмаху варіації та відносний коефіцієнт стабільності Левіса, наведений Сичом З. Д. [36]. Абсолютний розмах (амплітуда) варіації (R) – це різниця між максимальним (X<sub>max</sub>) і мінімальним (X<sub>min</sub>) значеннями рівнів. Чим ближчий він до нуля, тим вищий рівень стабільності. Коефіцієнт фенотипової стабільності (FS) – це відношення максимального значення показника досліджуваної ознаки до мінімального за роки спостережень ( $FS = X_{max} / X_{min}$ ). Чим він наближеніший до 1, тим стабільніша ознака. Варіант досліду зі значенням  $FS = 1-1,1$  належить до високостабільних,  $> 1,1-1,2$  – середньостабільних,  $> 1,2$  – низькостабільних, приймаючи 10% як суттєве відхилення від середнього показника [23, 36].

Вміст крохмалю в бульбах картоплі визначали поляриметричним методом (за Еверсом), застосовуючи цукрометр СУ-3; сухої речовини – термогравіметричним методом. Дослідження здійснювали в лабораторії показників якості сортів рослин УІЕСР відповідно до «Методики проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення. Методи визначення показників якості продукції рослинництва» [37].

У період вегетації картоплі в кожному пункті досліджень визначали середньодобову температуру повітря та кількість опадів (показники реєстрували за допомогою програмно-апаратного комплексу «Метеотрек») і розраховували середнє значення в межах ґрунтово-кліматичної зони. Найбільше опадів у травні 2021 року зафіксували в поліській зоні – до 115 мм. Така чисельність відіграла значну роль у створенні запасу вологи в ґрунті для старту розвитку ярих культур, зокрема й картоплі. Найпосушливішими виявилися липень і серпень. Так, у Сумській і Полтавській філіях УІЕСР значення ГТК не перевищували 0,3. Максимальна кількість атмосферної вологи під час вегетації випала у травні – червні – 152,3–177,8 мм. Накопичення активних та ефективних температур (понад 10 °С) на території пунктів досліджень розпочалося з першої декади травня і тривало до першої декади жовтня. Максимальні середньомісячні показники 2021 року реєстрували в липні та серпні – від 34,4 °С у Чернівецькій філії до 40,9 °С у Сумській. Протягом періоду від садіння до повних сходів переважали низькі температури, які в середньому становили 11,5–12,5 °С, мінімальні

значення досягали  $-2,4$  °C. Це спричинило затримку вегетації, але сходи виявилися дружними. Температура повітря від початку бутонізації до повного цвітіння (в червні) перевищувала усереднену багаторічну в середньому на  $3,4$  °C, опади були відсутні. Під час росту бульб і до закінчення вегетації в усіх пунктах досліджень спостерігали підвищення температурних показників (до понад  $30$  °C) та інтенсивні опади (до  $274,3$  мм).

Період від садіння до повних сходів у 2023 р. в усіх пунктах досліджень був теплим і з невеликою кількістю опадів. Середня температура становила від  $11,0$  °C у Житомирській філії до  $16,3$  °C в Іванівському відділі Хмельницької філії. Найменше атмосферної вологи на Поліссі випало в Іванівському відділі Хмельницької філії ( $29,8$  мм, або 58% від середнього багаторічного значення); найбільше – у Львівській філії ( $41,7$  мм, або 69%). У Лісостепу кількість опадів варіювала від  $14,0$  (Чернівецька філія) до  $22,5$  мм (Черкаська філія) – 14 і 25% відповідно від усередненого багаторічного показника. Середня температура повітря в період від повних сходів до появи бутонів у Лісостепу становила  $19,2$  °C, на Поліссі –  $16,6$  °C; максимальна – досягала  $35,3$  (Черкаська філія) та  $30,3$  °C (Іванівський відділ Хмельницької філії). Кількість атмосферної вологи в цей час була нижчою за середньобагаторічну –  $61,9$  мм у поліській зоні

та  $55,7$  мм в лісостеповій. У фазах від повного цвітіння до в'янення бадилля більшість опадів мали вигляд зливових дощів. Їхня сума на Поліссі –  $128,8$  мм, у Лісостепу –  $166,0$  мм, що відповідає 84 та 64% від середньої багаторічної норми. Кінець липня та серпень були спекотними ( $33$ – $35$  °C). Це прискорило відмирання бадилля та вплинуло на тривалість вегетації, особливо в середньостиглих сортів. Мінімальна температура вегетаційного періоду становила  $+1$  °C, а максимальна –  $+35$  °C. Сума опадів для середньостиглої групи на Поліссі –  $307,8$  мм, у Лісостепу –  $281,4$  мм.

### Результати досліджень

Похідною середовища та генотипу, що значною мірою визначається біологічними властивостями сорту й умовами його вирощування, є рівень врожайності. Найвищим 2021 року в Лісостепу він був у сортів 'CAMELIA' та 'Світана' ( $31,4$  та  $31,1$  т/га); 2023-го – у 'CARDYMA' й 'CAMELIA' ( $25,9$  та  $25,8$  т/га) (табл. 1). Загалом, у 2023 р., як порівняти з 2021-м, спостерігали зниження врожайності всіх досліджуваних сортів, окрім 'Tiger' і 'CARDYMA'. Особливо відчутним воно було в 'Марфуші' та 'Меланії' – на понад 35%. Максимальні середні врожаї за обидва роки досліджень у Лісостепу сформували 'Світана' ( $28,2$  т/га) й 'CAMELIA' ( $29,3$  т/га).

Таблиця 1

### Урожайність середньостиглих сортів картоплі, т/га

Назва сорту	Лісостеп					Полісся				
	Рік		Середня	± до УС*		Рік		Середня	± до УС*	
	2021	2023		т/га	%	2021	2023		т/га	%
'Фанатка'	25,8	22,7	24,4	0,7	3,3	20,1	22,9	21,7	1,8	9,0
'Світана'	31,1	24,5	28,2	4,5	19,2	30,4	22,8	26,0	6,1	30,9
'Марфуша'	22,9	14,3	19,7	-4,0	-16,8	22,9	19,6	21,2	1,3	6,6
'Меланія'	28,2	18,4	24,5	0,8	3,7	24,0	20,8	22,2	2,3	11,4
'TRIPLE7'	27,7	23,8	25,9	2,2	9,7	18,8	26,6	22,7	2,8	14,3
'Tiger'	21,0	24,6	22,4	-1,3	-5,4	17,9	25,5	21,7	1,8	9,1
'CAMELIA'	31,4	25,8	29,3	5,6	23,9	24,7	30,6	27,7	7,8	39,0
'CARDYMA'	22,3	25,9	23,7	0	0	20,4	22,0	21,3	1,4	7,1
УС*	22,7	23,7	23,7	-	-	19,9	19,9	19,9	-	-
НІР <sub>0,05</sub>	4,1	4,2	3,2	-	-	4,1	3,6	2,5	-	-

\*УС (умовний стандарт) – усереднена врожайність сортів, які пройшли державну реєстрацію за п'ять попередніх років.

На Поліссі врожайність 'Фанатки', 'Tiger', 'TRIPLE7', 'CAMELIA' й 'CARDYMA' виявилася вищою у 2023 р. (на 14–43%); 'Меланії', 'Марфуші' та 'Світани' – у 2021-му (на 14–25%). Максимальні показники у вказаній ґрунтово-кліматичній зоні 2021 року продемонстрував сорт 'Світана' ( $30,4$  т/га); 2023-го – 'CAMELIA' ( $30,6$  т/га).

Середня врожайність більшості досліджуваних сортів у Лісостепу була вищою, ніж на

Поліссі ('Фанатки' – на 12%, 'Світани' – на 8%, 'TRIPLE7' – на 12%, 'Tiger' – на 3%, 'CAMELIA' – на 5%, 'CARDYMA' – на 10%). Її максимальними значеннями характеризувались 'Світана' –  $28,2$  (Лісостеп) та  $26,0$  т/га (Полісся) й 'CAMELIA' –  $29,3$  (Лісостеп) та  $27,7$  т/га (Полісся).

Вищу за умовний стандарт середню врожайність в обох ґрунтово-кліматичних зонах продемонстрували сорти 'CAMELIA' (на  $5,6$  т/га,

або 23,9%, у лісостеповій зоні та на 7,8 т/га, або 39,0%, у поліській) та 'Світана' (на 4,5 т/га, або 19,2%, у лісостеповій зоні та на 6,1 т/га, або 30,9%, у поліській); нижчу – 'Tiger' та 'Марфуша' у Лісостепу (на 1,3 т/га, або 5,4%, та на 4,0 т/га, або 16,8%, відповідно).

Крім урожайності, для ефективного використання сортів необхідна об'єктивна інформація щодо їхньої стабільності. Різноманітність ґрунтово-кліматичних умов вирощування дає змогу виявити реакцію культиварів на

мінливість екологічних факторів, несприятливі та стресові чинники середовища, насамперед високі температури повітря та недостатню зволоженість ґрунту впродовж вегетації [37]. За показником стабільності можна об'єктивно оцінити сорт (зокрема й новий), що певною мірою сприятиме розв'язанню проблеми отримання сталих врожаїв незалежно від погодних умов. За результатами проведених досліджень жоден із сортів не можна вважати високостабільним (табл. 2).

Таблиця 2

**Усереднена врожайність сортів картоплі та параметри їхньої стабільності (середнє за 2021 та 2023 рр.)**

Назва сорту	Лісостеп					Полісся				
	Урожайність, т/га			FS	R	Урожайність, т/га			FS	R
	$\bar{X}$	X min	X max			$\bar{X}$	X min	X max		
'Фанатка'	24,4	22,1	27,2	1,2	5,1	21,7	16,9	25,9	1,5	9,0
'Світана'	28,2	22,3	34,3	1,5	12,0	26,0	18,3	36,0	2,0	17,7
'Марфуша'	19,7	13,9	23,4	1,7	9,5	21,2	13,3	26,7	2,0	13,4
'Меланія'	24,5	14,7	25,3	1,7	10,6	22,2	15,3	29,7	1,9	14,4
'TRIPLE7'	25,9	23,6	29,1	1,2	5,5	22,7	16,3	28,3	1,7	12,0
'Tiger'	22,4	18,4	25,0	1,4	6,6	21,7	12,9	26,9	2,1	14,0
'CAMELIA'	29,3	18,4	37,0	2,0	18,6	27,7	17,7	40,0	2,3	22,3
'CARDYMA'	23,7	16,1	29,5	1,8	13,4	21,3	14,6	29,4	2,0	14,8
min	19,7	13,9	23,4	1,2	5,1	21,2	12,9	25,9	1,5	9,0
max	29,3	23,6	37,0	2,0	18,6	27,7	18,3	40,0	2,3	22,3
$\bar{X}$	24,8	18,7	28,9	1,6	10,2	23,1	15,7	30,4	1,9	14,7
HP <sub>0,05</sub>	3,2	3,8	4,8	–	–	2,5	2,0	5,1	–	–

**Примітка.** FS – коефіцієнт фенотипової стабільності; R – абсолютний розмах варіації; – середня врожайність; Xmax – максимальна врожайність; Xmin – мінімальна врожайність.

На Поліссі всі досліджувані сорти виявилися низькостабільними. Показники абсолютного розмаху варіації (R) змінювалися від 9,0 ('Фанатка') до 22,3 т/га ('CAMELIA'), а коефіцієнт фенотипової стабільності (FS) значно перевищував 1,2 та становив від 1,5 ('Фанатка') до 2,3 ('CAMELIA'). У Лісостепу значення R та FS були дещо нижчими, але все одно характеризували більшість сортів як низькостабільні. Середньостабільними можна вважати лише 'Фанатку' та 'TRIPLE7' із коефіцієнтом фенотипової стабільності 1,2 й абсолютним розмахом варіації 5,1 і 5,5 т/га відповідно.

З огляду на отримані дані можна зробити висновок, що сорти картоплі за показником урожайності по-різному реагують на умови вирощування. Їхнього значного впливу зазнають 'Світана', 'Меланія', 'CAMELIA' та 'CARDYMA', помірного – 'Фанатка' і 'TRIPLE7'. Проте більшість досліджуваних культиварів сформували високий урожай в обох ґрунтово-кліматичних зонах за тієї погоди, що склалася.

Уміст крохмалю в сортах картоплі залежно від року та ґрунтово-кліматичної зони варіював у межах 10–19,0%. Найбільшою його

кількістю характеризувалися 'TRIPLE7' (17,8% у Лісостепу та 18,1% на Поліссі), 'Tiger' (15,6% у Лісостепу та 17,2% на Поліссі) та 'CARDYMA' (15,9% у Лісостепу та 17,1% на Поліссі); найменшою – 'Меланія' (11,3% у Лісостепу та 13,2% на Поліссі) та 'CAMELIA' (12,4% у Лісостепу та 13,9% на Поліссі). Усереднені показники решти сортів становили від 12,6 до 13,4% у лісостеповій зоні та від 14,6 до 15,2% у поліській (табл. 3).

Таблиця 3

**Уміст крохмалю в середньостиглих сортах картоплі, %**

Назва сорту	Лісостеп			Полісся		
	Рік		Середнє	Рік		Середнє
	2021	2023		2021	2023	
'Фанатка'	12,4	13,0	12,7	13,4	15,7	14,6
'Світана'	12,1	13,0	12,6	14,0	16,3	15,2
'Марфуша'	14,4	12,4	13,4	13,8	15,6	14,7
'Меланія'	12,1	10,4	11,3	12,5	13,9	13,2
'TRIPLE7'	17,9	17,7	17,8	16,5	18,3	18,1
'Tiger'	15,6	15,6	15,6	16,4	17,9	17,2
'CAMELIA'	12,7	12,2	12,4	12,3	15,5	13,9
'CARDYMA'	16,5	15,3	15,9	15,1	19,0	17,1
HP <sub>0,05</sub>	2,3	2,4	2,3	1,7	1,8	1,8

Відповідно до Класифікатора показників якості ботанічних таксонів, сорти яких проходять експертизу на придатність до поши-

рення [38], сорти ‘Фанатка’, ‘Світана’, ‘Меланія’ та ‘CAMELIA’ характеризуються як низькокрохмальні у Лісостепу (11,1–13,0%) та середньокрохмальні на Поліссі (13,1–16,0%). Середньокрохмальним у лісостеповій зоні також є ‘CARDYMA’; в поліській – ‘CAMELIA’; в обох ґрунтово-кліматичних зонах – ‘Марфуша’. Підвищену крохмальність мають ‘Tiger’ і ‘CARDYMA’ на Поліссі та ‘TRIPLE7’ (16,1–21,0%) в обох ґрунтово-кліматичних зонах. За показниками якості ‘Фанатка’, ‘Світана’, ‘Марфуша’, ‘Меланія’ й ‘CAMELIA’ є сортами столового напрямку використання; ‘TRIPLE7’, ‘Tiger’ і ‘CARDYMA’ – універсального.

Уміст крохмалю 2023 року на Поліссі був у середньому на 2,8% вищим, ніж в Лісостепу, й змінювався від 0,6 (‘TRIPLE7’) до 3,7% (‘CARDYMA’). 2021 року в обох ґрунтово-кліматичних зонах одержали майже однакові значення. У середньому вміст крохмалю був на 1,5% більшим у поліській зоні.

Уміст сухої речовини в бульбах картоплі варіював від 19,1 до 25,8% у зоні Лісостепу та від 21,4 до 25,8% в зоні Полісся (табл. 4). Найвищі показники в середньому за роки досліджень мали ‘Tiger’ (23,9% у лісостеповій зоні та 25,4% в поліській), ‘CARDYMA’ (24,2% у лісостеповій зоні та 25,7% в поліській) і ‘TRIPLE7’ (по 25,8% в обох ґрунтово-кліматичних зонах); найнижчі – ‘Меланія’ (19,1% у лісостеповій зоні та 21,4% в поліській) та ‘CAMELIA’ (20,5% у лісостеповій зоні та 21,7% в поліській).

Таблиця 4

Уміст сухої речовини в середньостиглих сортах картоплі, %

Назва сорту	Лісостеп			Полісся		
	Рік		Середнє	Рік		Середнє
	2021	2023		2021	2023	
‘Фанатка’	20,4	20,8	20,6	22,3	23,2	22,8
‘Світана’	21,3	21	21,2	22,4	23,6	23,0
‘Марфуша’	22,9	19,6	21,3	22,2	23,4	22,8
‘Меланія’	20,2	17,9	19,1	20,6	22,1	21,4
‘TRIPLE7’	26,2	25,4	25,8	25,2	26,4	25,8
‘Tiger’	24,4	23,4	23,9	25,0	25,7	25,4
‘CAMELIA’	20,9	20	20,5	20,8	22,6	21,7
‘CARDYMA’	25,5	22,8	24,2	23,2	28,1	25,7
НІР <sub>0,05</sub>	2,4	2,4	2,3	1,7	2,2	1,8

За результатами кваліфікаційної експертизи нові сорти картоплі середньої групи стиглості, які поповнили сортимент в Україні, було рекомендовано для прийняття рішення Компетентним органом за заявкою на сорт. З-поміж них ‘Фанатка’, ‘Світана’, ‘Меланія’, ‘TRIPLE7’, ‘CAMELIA’ й ‘CARDYMA’ є придатними для вирощування у ґрунтово-кліматичних зонах Лісостепу та Полісся; ‘Марфуша’ і ‘Tiger’ – лише Полісся. За вмістом крохмалю й сухої речовини сортами універсаль-

ного напрямку використання є ‘TRIPLE7’, ‘Tiger’ і ‘CARDYMA’; столового – ‘Фанатка’, ‘Світана’, ‘Марфуша’, ‘Меланія’ та ‘CAMELIA’.

## Висновки

Досліджувані сорти картоплі за роки досліджень залежно від зони вирощування сформували таку середню врожайність: ‘Фанатка’ – 24,4 (Лісостеп) та 21,7 т/га (Полісся), ‘Світана’ – 28,2 (Лісостеп) та 26,0 т/га (Полісся), ‘Марфуша’ – 19,7 (Лісостеп) та 21,2 т/га (Полісся), ‘Меланія’ – 24,5 (Лісостеп) та 22,2 т/га (Полісся), ‘CAMELIA’ – 29,3 (Лісостеп) та 27,7 т/га (Полісся), ‘TRIPLE7’ – 25,9 (Лісостеп) та 22,7 т/га (Полісся), ‘Tiger’ – 22,4 (Лісостеп) та 21,7 т/га (Полісся), ‘CARDYMA’ – 23,7 (Лісостеп) та 21,3 т/га (Полісся). Низькостабільними в поліській зоні були всі досліджувані сорти, а в лісостеповій – ‘Світана’, ‘Марфуша’, ‘Меланія’, ‘CAMELIA’, ‘Tiger’ і ‘CARDYMA’. Середньостабільними виявилися ‘Фанатка’ та ‘TRIPLE7’ у зоні Лісостепу.

Найвищим вмістом крохмалю (показник якості) відзначилися ‘TRIPLE7’ (17,8% у Лісостепу та 18,1% на Поліссі), ‘Tiger’ (15,6% у Лісостепу й 17,2% на Поліссі) та ‘CARDYMA’ (15,9% у Лісостепу та 17,1% на Поліссі). Також ці сорти характеризувалися найвищим вмістом сухої речовини: ‘Tiger’ – 23,9% у Лісостепу та 25,4% на Поліссі, ‘CARDYMA’ – 24,2% у Лісостепу та 25,7% на Поліссі, ‘TRIPLE7’ – по 25,8% в обох ґрунтово-кліматичних зонах.

## References

- Mialkovskiy, P. V., Bezhikonnyi, V. S., Kravchenko, A. O., & Yatsenko, A. O. (2020). Adaptive properties of different potatoes varieties in the conditions of the western Forest-Steppe. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 2, 38–41. doi: 10.31395/2310-0478-2020-2-38-41 [In Ukrainian]
- Singh, P., & Sandhu, A. S. (2023). Energy budgeting and economics of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivation under different sowing methods in north-western India. *Energy*, 269, Article 126755. doi: 10.1016/j.energy.2023.126755
- Kui, L., Majeed, A., Ahmed, S., Khan, M. S. S., Islam, F., Chen, J., & Dong, Y. (2022). *Solanum tuberosum* (potato). *Trends in Genetics*, 38(11), 1193–1195. doi: 10.1016/j.tig.2022.06.013
- Murniece, I., Karklina, D., Galoburda, R., Santare, D., Skrabule, I., & Costa, H. S. (2011). Nutritional composition of freshly harvested and stored Latvian potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties depending on traditional cooking methods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(4–5), 699–710. doi: 10.1016/j.jfca.2010.09.005
- Krystyan, M., Gumul, D., Areczuk, A., & Khachatryan, G. (2022). Comparison of physico-chemical parameters and rheological properties of starch isolated from coloured potatoes (*Solanum tuberosum* L.) and yellow potatoes. *Food Hydrocolloids*, 131, Article 107829. doi: 10.1016/j.foodhyd.2022.107829
- Puzik, L. M., & Puzik, V. K. (2022). Comparative characteristics of culinary properties of potatoes. *Vegetable and Melon Growing*, 72, 79–89. doi: 10.32717/0131-0062-2022-72-79-88 [In Ukrainian]
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (n.d.). *Crops and livestock products*. FAOSTAT. Retrieved from <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>

8. Vorobyova, N. V. (2016). Influence of bio preparations and plant growth regulators on the productivity of potato at the Right-bank of the Forest-Steppe of Ukraine. *Vegetable and Melon Growing*, 63, 65–73. [In Ukrainian]
9. Muravev, V. O., Melnyk, O. V., Semibratska, T. V., & Dukhina, N. H. (2019). Formation crop potatoes early in dependence from varieties. *Vegetable and Melon Growing*, 63, 245–249. [In Ukrainian]
10. Vitanov, O. D. (Ed.). (2022). *Modern systems of vegetable production*. Vinnytsia: Tvory. [In Ukrainian]
11. Baliuk, S. A., & Makliuk, O. I. (Eds.). (2015). *The concept of organic farming (soil and agrochemical support)*. Kharkiv: Smuhasta Typohrafiia. [In Ukrainian]
12. Tang, J., Wang, J., Fang, Q., Wang, E., Yin, H., & Pan, X. (2018). Optimizing planting date and supplemental irrigation for potato across the agro-pastoral ecotone in North China. *European Journal of Agronomy*, 98, 82–94. doi: 10.1016/j.eja.2018.05.008
13. Wang, Y., Zhang, R., Li, S., Guo, X., Li, Q., Hui, X., Wang, Z., & Wang, H. (2024). An Evaluation of Potato Fertilization and the Potential of Farmers to Reduce the Amount of Fertilizer Used Based on Yield and Nutrient Requirements. *Agronomy*, 14(3), Article 612. doi: 10.3390/agronomy14030612
14. Vitanov, O. D., Honcharenko, V. Yu., Zelendin, Yu. D., Chefonova, N. V., Ivanin, D. V., & Uriupina, L. M. (2019). Adaptive systems of growing vegetables. *Vegetable and Melon Growing*, 65, 32–38. doi: 10.32717/0131-0062-2019-65-32-38 [In Ukrainian]
15. Ermantraut, E. R., Kyienko, Z. B., Matsiichuk, V. M., & Feshchuk, O. M. (2015). Ecological stability and plasticity of potato varieties in Polissia. *Plant Varieties Studying and Protection*, 3–4, 12–17. doi: 10.21498/2518-1017.3-4(28-29).2015.58412 [In Ukrainian]
16. Mthembu, S. G., Magwaza, L. S., Mashilo, J., Mditshwa, A., & Odindo, A. (2022). Drought tolerance assessment of potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes at different growth stages, based on morphological and physiological traits. *Agricultural Water Management*, 261, Article 107361. doi: 10.1016/j.agwat.2021.107361
17. Bondarchuk, A. A., & Oliinyk, T. M. (Eds.). (2020). *Potato production: Breeding*. Vinnytsia: Tvory. [In Ukrainian]
18. Grzesik, M., Janas, R., Steglińska, A., Kręgiel, D., & Gutarowska, B. (2022). Influence of microclimatic conditions during year-long storage of 'Impresja' potato tubers (*Solanum tuberosum* L.) on the emergence, growth, physiological activity and yield of plants. *Journal of Stored Products Research*, 99, Article 102033. doi: 10.1016/j.jspr.2022.102033
19. Mialkovskiy, R. O. (2017). Biometric indicators of potato plants depending on the variety, planting dates and depth of wrapping of tubers in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Vegetable and Melon Growing*, 63, 250–256. [In Ukrainian]
20. Mykhailyk, S. M., Kyienko, Z. B., Sonets, T. D., & Smulka, I. V. (2023). The results of the assessment of new varieties of *Solanum tuberosum* L. according to the main economic and valuable characteristics depending on the soil and climatic zones of cultivation. *Plant Varieties Studying and Protection*, 19(1), 52–57. doi: 10.21498/2518-1017.19.1.2023.277771 [In Ukrainian]
21. Smulka, I. V., Topchii, O. V., Mykhailyk, S. M., Khomenko, T. M., Shcherbynina, N. P., & Skubii, O. A. (2023). The influence of soil and climatic conditions on the manifestation of economically valuable traits in different varieties of *Helianthus annuus* L. *Plant Varieties Studying and Protection*, 19(2), 118–125. doi: 10.21498/2518-1017.19.2.2023.282553 [In Ukrainian]
22. Furdyha, M. M. (2022). Adaptive ability and potential properties of potato varieties selected by the Institute for Potato Research NAAS. *Agrarian Innovations*, 12, 103–109. doi: 10.32848/agrar.innov.2022.12.16 [In Ukrainian]
23. Sonets, T., Kienko, Z., Mykhailyk, S., Syplyva, N., Gaidai, A., & Borodai, V. (2023). Study of the adaptability and resistance of potato genotypes to *Fusarium solani* (Mart.) Sac. *Věda a Perspektivy*, 12(31), 344–353. doi: 10.52058/2695-1592-2023-12(31)-344-353
24. Gherbawy, Y. A., Hussein, M. A., El-Dawy, E. G. A., Hassany, N. A., & Alamri, S. A. (2019). Identification of *Fusarium* spp. Associated with Potato Tubers in Upper Egypt by Morphological and Molecular. *Genetics and Molecular Biology*, 2(3), Article 107361. doi: 10.9734/ajbgmb/2019/v2i330062
25. Tymko, L. V., Furdyha, M. M., & Vermenko, Yu. Ya. (2018). Adaptive capacity of different potato varieties under the conditions of the Right-Bank Polissia of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 14(2), 224–229. doi: 10.21498/2518-1017.14.2.2018.134774 [In Ukrainian]
26. Koval, V. S. (2022). Adaptive ability of introduced potato accessions by yield capacity in Polissia region of Ukraine. *Plant Genetic Resources*, 31, 8–19. doi: 10.36814/pgr.2022.31.01 [In Ukrainian]
27. Pysarenko, N., Sydorchuk, V., & Zakharchuk, N. (2022). Study of adaptive ability of potato varieties by the "yield" feature in the conditions of Central Polissia. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*, 71(1), 123–140. doi: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-8 [In Ukrainian]
28. Pysarenko, N., Sydorchuk, V., & Zakharchuk, N. (2022). Environmental plasticity, ultrastability and breeding value as a sign of yield of new potato varieties. *Agriculture and Plant Sciences: Theory and Practice*, 3, 91–101. doi: 10.54651/agri.2022.03.10 [In Ukrainian]
29. Pysarenko, N. V., Sydorchuk, V. I., & Zakharchuk, N. A. (2024). Evaluation of potato varieties for drought tolerance, ecological plasticity, adaptability, and consumer qualities at early stages of cultivation. *Vegetable and Melon Growing*, 74, 19–32. doi: 10.32717/0131-0062-2023-74-19-32 [In Ukrainian]
30. Kozhushko, N. S., Sakhoshko, M. M., Bashtovyi, M. G., Smilyk, D. V., Avramenko, V. I., & Dehtiarov, O. M. (2019). Prospects of practical use of new potatoes state varietal resources in the north-east Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 4, 15–21. doi: 10.32845/agrobio.2019.4.3 [In Ukrainian]
31. Yatsenko, N., Ulianych, O., Yatsenko, V., Feshchenko, V., & Chubko, O. (2024). Adaptive variability of early potato in the Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 28(3), 67–77. doi: 10.56407/bs.agrarian/3.2024.67 [In Ukrainian]
32. Dahal, K., Li, X., Tai, H., Creelman, A., & Bizimungu B. (2019). Improving Potato Stress Tolerance and Tuber Yield Under a Climate Change Scenario – A Current Overview. *Frontiers in Plant Science*, 10, Article 563. doi: 10.3389/fpls.2019.00563
33. Jennings, S. A., Koehler, A.-K., Nicklin, K. J., Deva, C., Sait, S. M., & Challinor, A. J. (2020). Global Potato Yields Increase Under Climate Change With Adaptation and CO<sub>2</sub> Fertilisation. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, Article 519324. doi: 10.3389/fsufs.2020.519324
34. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Methods of conducting qualification tests of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. General part* (4<sup>th</sup> ed., rev.). Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian]
35. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Methodology for examination of varieties of potato plants and groups of vegetable, melon, spicy-flavored plants for suitability for distribution in Ukraine (PSP)*. Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian]
36. Sych, Z. (2005). Characteristics of the coefficient's stability signs in the dynamical series with different duration. *Plant Varieties Studying and Protection*, 2, 5–21. doi: 10.21498/2518-1017.2.2005.67439 [In Ukrainian]
37. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Methods of conducting qualitative examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. Methods for defining crop quality indicators* (3<sup>rd</sup> ed., rev.). Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian]
38. *Classifier of quality indicators of botanical taxa, the varieties of which undergo examination for suitability for distribution*. (2019). Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. Retrieved from <https://sops.gov.ua/uploads/page/vidanna/2019/1.pdf> [In Ukrainian]

UDC 633.491:631.526.32:631.559

Mykhailyk, S. M.\*, Ivanytska, A. P., Smulska, I. V., Topchii, O. V., Kyienko, Z. B., & Orlenko, N. S. (2024). Yield and stability of new medium-maturing potato varieties (*Solanum tuberosum* L.) in the Forest-Steppe and Polissia soil and climatic zones of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 20(4), 219–226. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.20.4.2024.321919>

Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Horikhuvatskyi Shliakh St., Kyiv, 03041, Ukraine, \*e-mail: svetlana.nik2519@gmail.com

**Purpose.** To carry out a comprehensive study and evaluation of new medium-maturing potato (*S. tuberosum*) varieties for yield, starch content and stability under the conditions of the Ukrainian Forest Steppe and Polissia. **Methods.** The qualification examination of potato varieties for their suitability for distribution in Ukraine (VSD) was conducted in 2021 and 2023 at eight research sites of the Ukrainian Institute for Plant Variety Examination located within the soil and climatic zones of the Forest-Steppe and Polissia. The area of the accounting plot was 25 m<sup>2</sup>, the location of the plots was randomised, replicated four times. **Results.** The economic and valuable characteristics of Ukrainian medium-maturing potato varieties – ‘Fanatka’, ‘Svitana’, ‘Marfusha’ and ‘Melaniia’, as well as foreign varieties – ‘TRIPLE7’, ‘Tiger’, ‘CAMELIA’ and ‘CARDYMA’ were analysed. The average yield of ‘Fanatka’, ‘Svitana’, ‘TRIPLE7’, ‘Tiger’, ‘CAMELIA’ and ‘CARDYMA’ in the Forest-Steppe was 3–12% higher than in Polissia. The maximum values of this indicator in both soil and climatic zones were shown by the varieties ‘Svitana’ (Forest-Steppe – 28.2 t/ha; Polissia – 26.0 t/ha) and ‘CAMELIA’ (Forest-Steppe –

29.3 t/ha; Polissia – 27.7 t/ha). In 2021, the highest average potato yield was obtained in the Forest-Steppe zone (23.3 t/ha); in 2023, in Polissia (21.1 t/ha). ‘Fanatka’ and ‘TRIPLE7’ varieties were more stable than ‘Svitana’, ‘Melaniia’, ‘CAMELIA’, ‘CARDYMA’, ‘Marfusha’ and ‘Tiger’, whose yields were highly dependent on the growing conditions. In terms of quality indicators, the best foreign varieties were ‘TRIPLE7’, ‘Tiger’ and ‘CARDYMA’. Their starch content was 15.6–17.8% in the Forest-Steppe and 17.1–18.1% in Polissia; dry matter – 23.9–25.8% in the Forest-Steppe and 25.4–25.8% in Polissia. **Conclusions.** According to the results of the VSD qualification test, the varieties ‘Fanatka’, ‘Svitana’, ‘Melaniia’, ‘TRIPLE7’, ‘CAMELIA’ and ‘CARDYMA’ are recommended for cultivation in the Forest-Steppe and Polissia zones; ‘Marfusha’ and ‘Tiger’ are recommended for Polissia only. According to qualitative indicators, the variety ‘TRIPLE7’ stood out with starch content of 17.8% in Forest-Steppe and 18.1% in Polissia; dry matter – 25.8% in both soil and climatic zones.

**Keywords:** qualification trial; yield; starch content; dry matter content.

Надійшла / Received 18.09.2024  
Погоджено до друку / Accepted 24.11.2024

# Урожайність та якість нових сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) у різних ґрунтово-кліматичних умовах

Г. А. Дутова\*, З. Б. Києнко, Н. В. Павлюк

Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Горіхуватський шлях, 15, м. Київ, 03041, Україна,  
\*e-mail: 2021dutova@gmail.com

**Мета.** Оцінити нові сорти пшениці м'якої озимої в різних ґрунтово-кліматичних умовах за основними господарсько-цінними показниками, зокрема врожайністю, масою 1000 зерен, вмістом білка та сирій клейковини. **Методи.** Дослідження сортів пшениці м'якої озимої 'НОВІК', 'ХАЙМАРС', 'Папілон', 'Обіван' та 'СТК21Г' проводили впродовж двох сезонів (2021/22–2022/23 рр.) на дослідних полях 16 структурних підрозділів Українського інституту експертизи сортів рослин, розташованих у ґрунтово-кліматичних зонах Степу, Лісостепу та Полісся. Закладання дослідів та збирання врожаю виконували відповідно до методик проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин. Методи дослідження: польовий, лабораторний, біохімічний, описово-статистичний, порівняння та узагальнення. **Результати.** Протягом усіх років проведення експертизи врожайність досліджуваних сортів у зоні Лісостепу була вищою, ніж у Степу та на Поліссі. У середньому за 2021/22–2022/23 рр. вона становила: в Лісостепу – 8,03–9,14 т/га, на Поліссі – 7,9–8,63, у Степу – 7,17–8,05 т/га. Максимальні врожаї сформували сорти 'ХАЙМАРС' (8,71 т/га) та 'Обіван' (9,14 т/га). Щодо показників якості, то лідерами за вмістом білка виявилися 'НОВІК' (14,2%), 'Папілон' (14,0%) і 'ХАЙМАРС' (14,0%); найбільшою масовою часткою сирій клейковини відзначилися 'НОВІК' та 'Папілон' (25,0–29,2 і 24,6–29,1% відповідно). Оцінюючи вплив умов зони вирощування, встановили, що на Поліссі вміст білка в зерні варіював від 12,1 до 13,5%, в Лісостепу – від 13,0 до 13,5%, у Степу – від 13,1 до 14,2%. Масова частка сирій клейковини в поліській зоні становила 22,9–27,6%, у лісостеповій – 25,3–28,6%, у степовій зоні – 26,6–29,2%. **Висновки.** Ґрунтово-кліматичні умови впливають на показники продуктивності та якості пшениці м'якої озимої. Зокрема, максимальну врожайність спостерігали в зоні Лісостепу. Водночас на Поліссі зафіксували досить низькі значення вмісту білка та кількості клейковини в зерні. Отже, результати підтверджують доцільність вирощування досліджуваних сортів у лісостеповій та поліській зонах України.

**Ключові слова:** *Triticum aestivum* L.; господарсько-цінні показники; урожайність; маса 1000 зерен; вміст білка; вміст сирій клейковини.

## Вступ

Пшениця – основна продовольча культура в Україні та світі, що характеризується значною екологічною пластичністю та здатністю формувати продуктивні агробіоценози в різних географічних зонах і кліматичних умовах. Завдяки високій поживності вона стала базовим харчовим продуктом для половини населення планети [1].

Урожайність сорту пшениці озимої є визначальною та комплексною ознакою, на яку впливають зміни навколишнього середовища й велика кількість генетичних факторів. Ефективна селекція потребує інформації про генетичну мінливість і взаємозв'язок морфологічних та агрономічних характеристик з врожаєм зерна. Від оптимального поєднання врожайності, якості, посухо- та зимостій-

кості, стійкості проти різних хвороб залежить перспективність використання нових сортів цієї культури [2, 3].

Якість зерна виражається комплексом показників, що охоплюють його хімічний склад, фізичні, біохімічні та технологічні характеристики, специфічні для кожного сорту. Вміст клейковини безпосередньо впливає на хлібопекарські та кондитерські властивості, тоді як кількість білка визначає біологічну цінність готового продукту.

Значну кількість досліджень присвячено формуванню врожайності та якості зерна (вмісту білка, його виходу з урожаю, вмісту клейковини), впливу на ці показники попередників, різних систем удобрення в сівозміні та способів основного обробітку ґрунту [4–7].

Станом на кінець 2024 року Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні [8], налічує 948 сортів всіх видів пшениць [608 належать до вітчизняної селекції (64%), а 340 – до іноземної (36%)]. 780 з них є пшеницею м'якою озимою. Водночас не всі зареєстровані сорти мають високу якість. Значна їхня кількість не відповідає вимогам сильних пшениць і в ліпшому разі

Halyna Dutova

<https://orcid.org/0000-0002-7987-5840>

Zina Kyienko

<https://orcid.org/0000-0001-7749-0296>

Nataliia Pavliuk

<https://orcid.org/0000-0003-2532-7301>



належить до категорії цінних, а подекуди й фуражних.

Реалізувати високий потенціал урожайності, притаманний новим сортам пшениці завдяки сучасному рівню селекційної роботи, можна вирощуючи їх у відповідних ґрунтово-кліматичних умовах. Також це забезпечить одержання зерна належної якості [9].

Пшеницю м'яку озиму культивують у всіх ґрунтово-кліматичних зонах України, тому такі абіотичні фактори навколишнього середовища, як температура повітря та рівень зволоження, можуть впливати на сортову продуктивність. Закономірності формування останньої на тлі поступових змін клімату залежно від умов вегетаційного періоду, зони вирощування та генетичних особливостей сорту залишаються недостатньо вивченими [3, 10].

Доведено, що продуктивність зернових культур значною мірою залежить від чинників навколишнього середовища, зокрема температурного режиму, кількості опадів упродовж вегетації, гідротермічного коефіцієнта (ГТК), а також типу ґрунтів, їхніх фізико-хімічних і біологічних характеристик, рівня забезпеченості вологою та елементами живлення [11].

Ґрунтово-кліматичні фактори динамічно впливають на врожайність та якість зерна пшениці м'якої озимої, перебуваючи у складному сполученні. Тому їх необхідно розглядати в комплексі, оскільки складно визначити, де починається дія одного й закінчується іншого. Варто зазначити, що гідротермічні умови позначаються переважно на формуванні білковості зерна та якості клейковинного комплексу, а от фізичні властивості тіста й хлібопекарські характеристики борошна більшою мірою залежать від генотипу. Отже, врожайність та якість зерна пшениці озимої формуються внаслідок реалізації генетичних особливостей сорту у взаємодії з ґрунтово-кліматичними чинниками й технологією вирощування [12–15].

Нові сорти пшениці озимої є результатом інноваційних наукових досліджень і селекційних розробок. Відповідно до правил UPOV (Міжнародного союзу з охорони нових сортів рослин), новий сорт може бути захищеним, якщо він відрізняється від вже відомих за низкою ознак, а також є однорідним і стабільним [16]. Кількісні показники, особливо врожайність та якість зерна, відіграють ключову роль у визначенні продуктивності пшениці. Дослідження продуктивних факторів, що впливають на врожайність, потенціал якої є основною характеристикою сорту, ведуться здавна [17, 18].

*Мета досліджень* – оцінити нові сорти пшениці м'якої озимої в різних ґрунтово-кліматичних умовах за основними господарсько-цінними показниками, зокрема врожайністю, масою 1000 зерен, вмістом білка та сирого клейковини.

### Матеріали та методика досліджень

Кваліфікаційну експертизу пшениці м'якої озимої на придатність до поширення (ПСП) проводили впродовж 2021/2022–2022/2023 рр. на дослідних пунктах Українського інституту експертизи сортів рослин (УІЕСР), розташованих у ґрунтово-кліматичних зонах Степу (Дніпропетровська, Кіровоградська, Одеська філії УІЕСР), Лісостепу (Вінницька, Сумська, Тернопільська, Харківська, Черкаська, Чернівецька філії УІЕСР, Білоцерківський відділ польових досліджень Київської спеціалізованої філії УІЕСР) та Полісся (Волинська, Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська, Рівненська, Чернігівська філії УІЕСР).

Дослідження виконували відповідно до «Методики проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні (Загальна частина)» [18] та «Методики проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні» [19]. Облікова площа дослідних ділянок становила 25 м<sup>2</sup>, розміщення було рендомізованим, повторність – чотириразовою, ґрунти – характерними для відповідних зон вирощування.

Вивчали п'ять сортів пшениці м'якої озимої іноземної селекції: 'НОВІК' (Коссад Семанс ЕС А; FR), 'ХАЙМАРС' (СОИТЕК С.Р.Л.; RO), 'Папілон' (Заатен Уніон Румунія Срл.; RO), 'Обіван' (РВА Райффайзен Варє Австрія АГ; АТ) та 'СТК21Г' (СОИТЕК С.Р.Л.; RO).

Врожайність, приведену до стандартної вологості, порівнювали з її усередненим показником, обчисленим для кожного окремого сорту, в розрізі ґрунтово-кліматичних зон і блоків відповідно до «Методики проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні (Загальна частина)» [18]. Точність результатів експертизи забезпечували щонайменше трьома дослідними пунктами в межах однієї ґрунтово-кліматичної зони.

Лабораторні дослідження виконували в лабораторії показників якості УІЕСР згідно з «Методикою проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення показників якості продукції рослинництва»

[20]. Вміст білка визначали методом інфрачервоної спектрометрії на приладі SHORIN Technologies (Франція); масову частку сирової клейковини в борошні, одержаному із зерна, встановлювали за допомогою пристрою Glutamatic (Falling Number, Швеція).

Статистичну обробку отриманих даних здійснювали методами дисперсійного й кореляційного аналізів, а також варіаційної статистики польового дослідження [21].

### Результати досліджень

Зимовий період сезонів 2021/22–2022/23 рр. виявився сприятливим для сортів озимих зернових. Середня температура повітря в грудні – лютому перевищувала норму на 2–3 °С. Найнижчі показники становили –9–15 °С, а на сході та північному сході – –16–20 °С. У Сумській області мороз досягав –21–25 °С. Промерзання ґрунту було незначним, стійкий сніговий покрив, який би залягав на тривалий час, не утворювався, а опади переважно мали вигляд мокрого снігу та дощу. Жодних загрозливих для озимини явищ не спостерігали.

Помірний температурний режим навесні сприяв укоріненню озимини. У квітні – червні середня температура повітря була близькою до норми або нижчою від неї на 1 °С, що загалом відповідало оптимальним умовам для розвитку озимих культур. Запаси продуктивної вологи у ґрунті впродовж усього періоду весняно-літньої вегетації залишалися достатніми та оптимальними.

Річна кількість опадів за 2021/22 та 2022/23 рр. у Степу в середньому становила 461 і 429 мм (109 та 101% від річної норми), в Лісо-

степу – 807 і 623 мм (149 та 115%), на Поліссі – 815 і 785 мм (136 та 131%).

Для характеристики погодних факторів було використано ГТК таких основних фаз вегетації рослин: сівба – сходи, сходи – припинення осінньої вегетації, припинення – відновлення весняної вегетації, відновлення весняної вегетації – колосіння, колосіння – повна стиглість.

За градацією Г. Т. Селянінова, зона Степу в сезони 2021/22–2022/23 рр. характеризувалася як середньо- та слабкопосушлива (ГТК 0,6–0,9), Лісостепу – як достатньо та надмірно волога (ГТК 1,3–1,8), зона Полісся – як надмірно волога (ГТК 1,6–1,9).

Сприятливі погодні умови для формування врожаю зернових культур під час проведення досліджень спостерігали в Лісостепу. Зокрема, гідротермічний коефіцієнт зволоження в цій зоні в період від сходів до воскової стиглості сезону 2021/22 рр. варіював у межах 1,5–1,9 (надмірна вологість). ГТК на Поліссі у цей самий період становив 2,1–8,1 (надмірна вологість), а в зоні Степу змінювався від 0,4 до 0,6 (дуже сильна посуха). Період сходів – воскової стиглості в сезон 2022/23 рр. у зоні Лісостепу характеризувався значеннями ГТК 0,9–1,3 (слабка посуха та достатня вологість).

Попри свою значну мінливість та відхилення від середніх багаторічних значень в окремі періоди загалом погодно-кліматичні умови сезону 2021/22–2022/23 в зонах Лісостепу та Полісся були сприятливими для росту й розвитку пшениці озимої.

Протягом усіх років проведення експертизи врожайність досліджуваних сортів у зоні

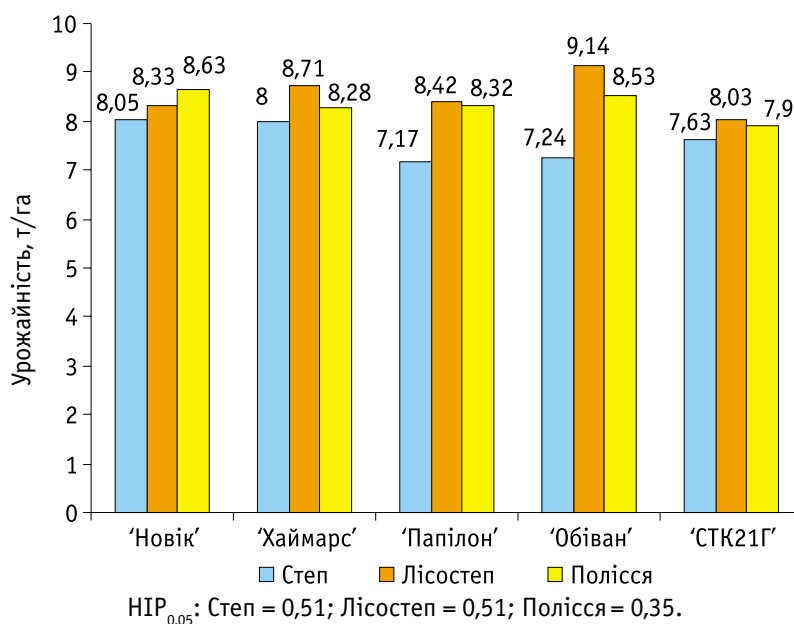


Рис. Середня врожайність пшениці м'якої озимої залежно від зони вирощування (середнє за 2021/22–2022/23 рр.)

Лісостепу була вищою, ніж у Степу та на Поліссі. В середньому за 2021/22–2022/23 рр. вона становила: в Лісостепу – 8,03–9,14 т/га, на Поліссі – 7,9–8,63, у Степу – 7,17–8,05 т/га. Максимальні врожаї сформували сорти ‘ХАЙМАРС’ (8,71 т/га) та ‘Обіван’ (9,14 т/га) (рисунок).

Аналіз результатів у розрізі пунктів досліджень показав, що найвищу врожайність у лісостеповій зоні одержано в Тернопільській

філії УІЕСР – 11,4 т/га в сорту ‘Обіван’ (табл. 1). Максимальні показники у Степу зафіксовано в Кіровоградській філії – від 10,7 до 11,2 т/га у всіх сортів. Значення на Поліссі варіювали від 5,9 до 9,6 т/га. Найпродуктивнішим у цій зоні виявився сорт ‘Обіван’ (9,6 т/га в Івано-Франківській філії УІЕСР), а найменшу врожайність сформували ‘СТК21Г’ та ‘НОВІК’ (5,9 і 6,3 т/га відповідно у Закарпатській філії УІЕСР).

Таблиця 1

**Урожайність сортів пшениці м'якої озимої в розрізі пунктів досліджень УІЕСР, т/га (середнє за 2021/22–2022/23 рр.)**

Пункт дослідження (філія УІЕСР)	Сорти				
	‘НОВІК’	‘ХАЙМАРС’	‘Папілон’	‘Обіван’	‘СТК21Г’
Степ					
Дніпропетровська філія	9,2	9,1	9	8,5	8,7
Кіровоградська філія	10,7	10,8	10,8	11,2	10,7
Одеська філія	2,7	2,6	2,2	2,6	2,1
Середнє	7,53	7,50	7,33	7,43	7,17
Лісостеп					
Вінницька філія	7,9	8,3	7	8	7,7
Білоцерківський відділ					
Київської спеціалізованої філії	6,2	6,4	6,4	6,6	5,9
Сумська філія	9,4	9	8,7	9,5	8,4
Тернопільська філія	10,3	10,5	10,5	11,4	9,6
Харківська філія	6,4	7,6	7,3	7,6	6,7
Черкаська філія	9,9	10,5	10,6	11	9,9
Чернівецька філія	7,4	8,5	8,5	9,1	7,5
Середнє	8,21	8,69	8,43	9,03	7,96
Полісся					
Волинська філія	9,6	8,9	9,4	9,2	8,8
Закарпатська філія	6,3	6,5	7,6	7	5,9
Івано-Франківська філія	8,9	8,7	9	9,6	8,4
Львівська філія	7,8	7,7	8	8,3	7
Рівненська філія	8,3	8,2	8,1	8,9	7,7
Чернігівська філія	9,4	9,3	9	9,2	8,8
Середнє	8,38	8,22	8,52	8,70	7,77
Середнє	8,2	8,3	8,3	8,6	7,7
Max	10,7	10,8	10,8	11,4	10,7
Min	2,7	2,6	2,2	2,6	2,1
R(max–min)	8	8,2	8,6	8,8	8,6
НІР <sub>0,05</sub>	2,0	2,0	2,1	2,1	2,0

Маса 1000 зерен у досліджуваних сортів варіювала в межах 35,6–55,5 г залежно від ґрунтово-кліматичної зони (табл. 2). У Степу цей показник становив 35,6–48,7 г, в Лісостепу – 35,7–50,7, на Поліссі – 36,9–55,5 г.

На Поліссі найвищою масою 1000 зерен (табл. 2) серед досліджуваних сортів характеризувалися ‘ХАЙМАРС’ та ‘СТК21Г’ (55,5 і 52,6 г відповідно у Закарпатській філії), у Степу – ‘Папілон’ (48,7 і 48,2 г у Кіровоградській та Дніпропетровській філіях відповідно), в Лісостепу – ‘СТК21Г’ (50,5 г у Сумській філії) та ‘Папілон’ (50,7 г у Харківській філії). Мінімальне значення цього показника у степовій зоні було в сорту ‘НОВІК’ (35,6 г; Одеська філія), а в лісостеповій – у сорту ‘Обіван’ (35,7 г; Білоцерківський відділ польових досліджень).

Щодо показників якості, то лідерами за вмістом білка, згідно з отриманими даними, виявилися сорти ‘НОВІК’ (14,2%), ‘Папілон’ (14,0%) та ‘ХАЙМАРС’ (14,0%); найбільшою масовою часткою сирої клейковини відзначилися ‘НОВІК’ і ‘Папілон’ (25,0–29,2 і 24,6–29,1% відповідно). Оцінюючи вплив умов зони вирощування, встановили, що на Поліссі вміст білка в зерні варіював від 12,1 до 13,5%, у Лісостепу – від 13,0 до 13,5%, у Степу – від 13,1 до 14,2%. Масова частка сирої клейковини в поліській зоні становила 22,9–27,6%, у лісостеповій – 25,3–28,6%, у степовій зоні – 26,6–29,2% (табл. 3).

Відповідно до Класифікатора показників якості ботанічних таксонів, сорти яких проходять експертизу на придатність до поширення [23], за показниками якості сорти ‘НОВІК’ та ‘СТК21Г’ визначено як цінні пшениці.

Таблиця 2

**Показники маси 1000 зерен пшениці м'якої озимої  
(середнє за 2021/22–2022/23 рр.)**

Пункт дослідження (філія УІЕСР)	Сорти				
	'НОВІК'	'ХАЙМАРС'	'Папілон'	'Обіван'	'СТК21Г'
Степ					
Дніпропетровська філія	41,8	45,2	48,2	44,0	47,9
Кіровоградська філія	40,7	45,2	48,7	39,5	45,6
Одеська філія	35,6	43,1	43,6	40,5	40,3
Середнє	39,4	44,5	46,8	41,3	44,6
Лісостеп					
Вінницька філія	44,0	42,4	45,5	39,0	43,0
Білоцерківський відділ Київської спеціалізованої філії	37,4	42,5	41,1	35,7	37,5
Сумська філія	43,4	46,7	44,5	45,1	50,5
Тернопільська філія	43,1	45,7	45,6	41,0	43,5
Харківська філія	45,5	44,2	50,7	41,1	48,5
Черкаська філія	44,3	49,0	48,5	44,3	49,2
Чернівецька філія	41,1	44,1	47,9	48,5	48,6
Середнє	42,1	44,9	46,3	42,1	45,8
Полісся					
Волинська філія	40,3	44,7	46,9	44,7	47,3
Закарпатська філія	51,4	55,5	51,7	49,2	52,6
Івано-Франківська філія	40,3	45,7	47,1	41,4	46,7
Львівська філія	38,2	40,2	46,8	36,9	42,6
Рівненська філія	42,9	44,9	48,9	42,7	45,8
Чернігівська філія	43,4	44,7	45,4	42,0	47,1
Середнє	42,8	46,0	47,8	42,8	47,0
Середнє	42,1	45,2	46,9	42,2	46,1
Min	35,6	40,2	41,1	35,7	37,6
Max	51,4	55,5	51,7	49,2	52,6
НІР <sub>0,05</sub>	1,95	1,79	1,42	1,97	2,06

Таблиця 3

**Показники якості сортів пшениці м'якої озимої  
(середнє за 2021/22–2022/23 рр.)**

Сорт	Уміст білка, %			Уміст сирової клейковини, %		
	Степ	Лісостеп	Полісся	Степ	Лісостеп	Полісся
'НОВІК'	14,2	13,1	13,1	29,2	25,3	25
'ХАЙМАРС'	14	13	12,8	29	25,4	25,4
'Папілон'	14	13,3	13,3	29,1	25,4	24,6
'Обіван'	13,1	13,2	12,1	26,6	26,5	22,9
'СТК21Г'	13,7	13,5	13,5	28,3	28,6	27,6
Середнє	13,8	13,2	13,0	28,4	26,2	25,1
Min	13,1	1,30	12,1	26,6	25,3	22,9
Max	14,2	13,5	13,5	29,2	28,6	27,6
R(max–min)	1,1	0,5	1,4	2,6	3,3	4,7
НІР <sub>0,05</sub>	0,53	0,24	0,68	1,35	1,75	2,10

## Висновки

Ґрунтово-кліматичні умови суттєво вплинули на показники продуктивності та якості сортів пшениці м'якої озимої, які проходили польові дослідження в сезоні 2021/22–2022/23 рр. у степовій, лісостеповій і поліській зонах. Всі вони сформували врожайність на 1,13–2,72 т/га вищу, ніж у сортів, внесених до Державного реєстру за п'ять останніх років. Максимальні врожаї продемонстрував сорт 'Обіван' у Лісостепу – 9,14 т/га.

За показниками якості сорти 'НОВІК' (вміст білка – 14,2%, сирової клейковини – 29,2%) та 'СТК21Г' (вміст білка – 13,7%, сирової

клейковини – 28,6%) визначено як цінні пшениці. Найкращі результати серед ґрунтово-кліматичних зон зафіксовано у Степу, де масова частка білка варіювала від 13,1 до 14,2%, а сирової клейковини – від 26,6 до 29,9%.

Отже, випробування сортів у різних ґрунтово-кліматичних зонах України дає змогу визначити їхню цінність за показниками якості в кожній з них, а також розробити рекомендації щодо вирощування з метою отримання високих врожаїв.

## References

- Barabolia, O. V., Tatarko, Yu. V., & Antonovskyi, O. V. (2020). The influence of variety features of winter wheat grain on the quality

- of bakery properties. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 4, 21–27. doi: 10.31210/visnyk2020.04.02 [In Ukrainian]
2. Kyrylchuk, A. M., Dutova, H. A., Hryniv, S. M., Orlenko, O. B., Bezprozvana, I. V., Kulyk, T. Ye., & Makarchuk, B. M. (2024). Yield plasticity of new varieties of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in different soil and climatic conditions of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 20(1), 58–68. doi: 10.21498/2518-1017.20.1.2024.297224 [In Ukrainian]
  3. Prysiazhniuk, L. M., Khomenko, T. M., Liashenko, S. O., & Melnyk, S. I. (2022). The growing factors impact the productivity of new soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Plant Varieties Studying and Protection*, 18(4), 273–282. doi: 10.21498/2518-1017.18.4.2022.273989 [In Ukrainian]
  4. Orekhivskiy, V. D., Kryvenko, A. I., & Pochkolina, S. V. (2021). Quality of winter wheat grain with different systems of main tillage in crop rotations of the Southern Steppe of Ukraine. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 17(6), 121–134. doi: 10.31548/dopovid2021.06.010 [In Ukrainian]
  5. Silifonov, T. V., Hospodarenko, H. M., Liubych, V. V., Polianetska, I. O., & Novikov, V. V. (2021). Yield and grain quality of maturing stages of soft winter wheat with different fertilizer systems in crop rotation. *Agrobiology*, 2, 146–156. doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-146-156 [In Ukrainian]
  6. Zhemela, G. P., & Shakalii, S. M. (2012). The predecessors influence on crop productivity and grain's quality of soft winter wheat. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 20–22. doi: 10.31210/visnyk2012.03.03 [In Ukrainian]
  7. CISS Group. Wheat inspection. Retrieved from <https://ciss-group.com/ua/poslugi/syurvej-ukr/syurvej-po-galuzyam/agrarna-promislov%D1%96st/%D1%96nspekcz%D1%96yazernovix-kultur/429-%D1%96nspekcz%D1%96ya-pshenic%D1%96.html> [In Ukrainian]
  8. Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. (2024). *State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine in 2024 (the register is valid as of May 01, 2024)*. Kyiv. Retrieved from <https://minagro.gov.ua/file-storage/rejestr-sortiv-roslyn> [In Ukrainian]
  9. Zaiets, S. O., Muzyka, V. Ye., Nyzheholenko, V. M., & Rudik, O. L. (2021). Evaluation of adaptability and stability of soft winter wheat varieties under different conditions of moisture supply in the South of Ukraine. *Irrigated Agriculture*, 76, 17–21. doi: 10.32848/0135-2369.2021.76.3 [In Ukrainian]
  10. Topchii, O. V., Prysiazhniuk, L. M., Ivanytska, A. P., Shcherbynina, N. P., & Kyienko, Z. B. (2020). The influence of growing factors on the productivity indicators of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Plant Varieties Studying and Protection*, 16(1), 78–89. doi: 10.21498/2518-1017.16.1.2020.201269 [In Ukrainian]
  11. Ngoune Liliane, T., & Shelton Charles, M. (2020). Factors Affecting Yield of Crops. In Amanullah (Ed.), *Agronomy – climate Change & Food Security* (pp. 9–24). IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.90672
  12. Sobko, M. G., Glupak, Z. I., Kryuchko, L. V., & Butenko, A. O. (2022). Formation of grain yield and quality of modern winter wheat varieties of different geographical origin. *Agrarian Innovations*, 12, 60–69. doi: 10.32848/agrar.innov.2022.12.10 [In Ukrainian]
  13. Nadew, B. B. (2018). Effects of climatic and agronomic factors on yield and quality of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) seed: a review on selected factors. *Advances in Crop Science and Technology*, 6(2), Article 356. doi: 10.4172/2329-8863.1000356
  14. Angus, J. F., Kirkegaard, J. A., Hunt, J. R., Ryan, M. H., Ohlander, L., & Peoples, M. B. (2015). Break crops and rotations for wheat. *Crop and Pasture Science*, 66(6), 523–552. doi: 10.1071/CP14252
  15. Morgounov, A., Abugalieva, A., & Martynov, S. (2014). Effect of climate change and variety on long-term variation of grain yield and quality in winter wheat in Kazakhstan. *Cereal Research Communications*, 42(1), 163–172. doi: 10.1556/CRC.2013.0047
  16. International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV). (2011). *Possible use of molecular markers in the examination of distinctness, uniformity and stability (DUS)*. October 20. Geneva. Retrieved from [https://www.upov.int/edocs/infdocs/en/upov\\_inf\\_18\\_1.pdf](https://www.upov.int/edocs/infdocs/en/upov_inf_18_1.pdf)
  17. Burdeniuk-Tarasevych, L. A., & Lozynskiy, M. V. (2013). Formation of the length of the main ear in the line of winter wheat of different ecological and geographical origin. *Agrobiology*, 11, 30–33. [In Ukrainian]
  18. Baloch, M. S., Nadim, M. A., Zubair, M., Awan, I. U., Khan, E. A., & Ali, S. (2012). Evaluation of wheat under normal and late sowing condition. *Pakistan Journal of Botany*, 44(5), 1727–1732.
  19. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Methods of conducting qualification tests of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. General part* (4rd ed., rev. and enl.). Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian]
  20. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Methodology for examination of plant varieties of the cereal, cereal and leguminous groups for suitability for distribution in Ukraine*. Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian]
  21. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Methods of conducting qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. Methods of determining plant production quality indicators*. Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian]
  22. Leschuk, N. V., Mazhuha, K. M., Orlenko, N. S., Starychenko, Ye. M., & Shkapenko, Ye. A. (2017). Comparative analysis of statistical software products for the qualifying examination of plant varieties suitable for dissemination. *Plant Varieties Studying and Protection*, 13(4), 429–435. doi: 10.21498/2518-1017.13.4.2017.117757 [In Ukrainian]
  23. *Classifier of quality indicators of botanical taxa, the varieties of which undergo examination for suitability for distribution*. (2019). Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian]

UDC 631:633:1.11

**Dutova, H. A.\***, **Kyienko, Z. B.**, & **Pavliuk, N. V.** (2024). Yield and quality of new varieties of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) under different soil and climatic conditions. *Plant Varieties Studying and Protection*, 20(4), 227–233. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.20.4.2024.321923>

Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Horikhuvatskyi Shliakh St., Kyiv, 03041, Ukraine, \*e-mail: 2021dutova@gmail.com

**Purpose.** To evaluate new varieties of soft winter wheat under different soil and climatic conditions for the main economic and quality indicators, including yield, 1000 grain weight, protein and crude gluten content. **Methods.** The study of soft winter wheat varieties 'NOVIK', 'HIMARS', 'Papilon', 'Obivan' and 'STK21G' was conducted during two seasons (2021/22-2022/23) on the experimental fields of 16 structural units of the Ukrainian Institute for Plant Va-

riety Examination located in the soil and climatic zones of Steppe, Forest-Steppe and Polissia. The trials were established and harvested in accordance with the methods of qualification testing of plant varieties. Research methods: field, laboratory, biochemical, descriptive and statistical, comparison and generalisation. **Results.** In all years of the study, the yield of the investigated varieties was higher in the Forest-Steppe zone than in the Steppe and Polissia. The

average yield in 2021/22–2022/23 was 8.03–9.14 t/ha in Forest-Steppe, 7.9–8.63 t/ha in Polissia and 7.17–8.05 t/ha in Steppe. The highest yields were achieved by the varieties ‘HIMARS’ (8.71 t/ha) and ‘Obivan’ (9.14 t/ha). In terms of quality indicators, ‘NOVIK’ (14.2%), ‘Papilon’ (14.0%) and ‘HIMARS’ (14.0%) led in protein content; ‘NOVIK’ and ‘Papilon’ had the highest gluten mass fractions (25.0–29.2 and 24.6–29.1%, respectively). Evaluating the influence of growing zone conditions, it was found that in Polissya the protein content in grain varied from 12.1 to 13.5%, in Forest-Steppe – from 13.0 to 13.5%, in Steppe – from 13.1 to 14.2%. The mass fraction of crude gluten in the Polissia

zone was 22.9–27.6%, in the Forest-Steppe zone – 25.3–28.6% and in the Steppe zone – 26.6–29.2%. **Conclusions.** Soil and climatic conditions influence the productivity and quality of common soft winter wheat. In particular, the maximum yield was observed in the Forest-Steppe zone. At the same time, rather low levels of protein and gluten in the grain were recorded in Polissia. Thus, the results confirm the feasibility of growing the investigated varieties in the Forest-Steppe and Polissia zones of Ukraine.

**Keywords:** *Triticum aestivum* L.; economic and quality indicators; yield; 1000 grain weight; protein content; crude gluten content.

Надійшла / Received 10.11.2024

Погоджено до друку / Accepted 04.12.2024

# Порівняльний аналіз ліній кукурудзи звичайної (*Zea mays* L.) за морфологічними та молекулярними характеристиками

Л. М. Присяжнюк\*, Ю. В. Шитікова, М. М. Таганцова, І. О. Діхтяр, С. М. Гринів

Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Горіхуватський шлях, 15, м. Київ, 03041, Україна,  
\*e-mail: prysiazhniuk\_l@ukr.net

**Мета.** Встановити філогенетичні зв'язки між лініями кукурудзи звичайної за результатами морфологічного опису (ВОС-тест) та SSR маркерами. **Методи.** Польові (описова морфологія рослин), молекулярні (ПЛР, капілярний електрофорез), статистичні (кореляційний аналіз, ієрархічна кластеризація). **Результати.** Внаслідок польових досліджень 57 ліній кукурудзи за морфологічними ознаками встановлено коди прояву якісних і кількісних ознак, що дало змогу визначити три групи досліджуваних ліній відповідно до ступеня їхньої подібності: відмінні, подібні та дуже подібні. На основі коефіцієнтів подібності за Пірсоном розраховано фенотипові дистанції між лініями й одержано п'ять кластерних груп та сім окремих кластерів, сформованих окремими лініями. Найбільш подібними за кодами прояву морфологічних ознак виявилися лінії кукурудзи з коефіцієнтом подібності 0,997, які за результатами експертизи на відмінність, однорідність та стабільність (ВОС) належать до групи подібних. Коефіцієнти подібності між лініями, що зараховують до групи дуже подібних, були достатньо високими: від 0,890 до 0,990. Однак між двома лініями з цієї групи коефіцієнт подібності становив 0,771. На основі молекулярних дистанцій за Роджером для дев'яти SSR маркерів як найподібніші визначено лінії з коефіцієнтом подібності 0,16, хоча за результатами експертизи на ВОС ця пара належить до відмінних. Найбільш відмінною за SSR маркерами виявилася пара ліній із коефіцієнтом подібності 0,42. Внаслідок розрахунку кореляційної залежності між матрицями фенотипових і молекулярних дистанцій встановлено дуже слабку обернену кореляцію ( $r = -0,1$ ). **Висновки.** З'ясовано, що розрахунок фенотипових і молекулярних дистанцій відображає рівень подібності досліджуваних генотипів за морфологічними ознаками та SSR маркерами. Продемонстровано, що ступінь подібності між досліджуваними лініями кукурудзи різниться залежно від застосованого підходу оцінювання. На це вказує експертна оцінка ліній кукурудзи за результатами експертизи на ВОС.

**Ключові слова:** фенотипові та молекулярні дистанції; SSR маркери; коефіцієнти подібності; кореляція; алень.

## Вступ

Кукурудза – одна з найпоширеніших зернових культур у світі. Попит на неї постійно зростає, оскільки завдяки високому потенціалу врожайності її використовують у харчо-

вих і кормових цілях, а також як промисловий ресурс для виробництва крохмалю, фармацевтичних препаратів, алкогольних напоїв, олії, косметики та текстилю [1, 2]. Кукурудза посідає третє місце (після пшениці озимої та соняшнику) у структурі посівних площ України. У 2024 році її посівні площі становили 4,0 млн га, що на 1,5 млн га менше, ніж у 2020-му. Таке скорочення, передусім у Харківській, Вінницькій, Житомирській та Сумській областях, без сумніву, спричинили військові дії [3]. Проте за обсягами виробництва у 2023/2024 маркетинговому році зібрано 31,0 млн т цієї культури, що на 0,7 млн т більше, ніж у 2020/2021-му. Також в Україні майже на 20% зросли обсяги експорту кукурудзи. Якщо у 2020/2021 році вони становили приблизно

Larysa Prysiazhniuk  
<https://orcid.org/0000-0003-4388-0485>  
Yuliia Shytikova  
<https://orcid.org/0000-0002-1403-694X>  
Maryna Tahantsova  
<https://orcid.org/0000-0003-3737-6477>  
Iryna Dikhtiar  
<https://orcid.org/0000-0001-7736-6121>  
Svitlana Hryniv  
<https://orcid.org/0000-0002-2044-4528>

76% від всієї виробленої, то у 2023/2024-му підвищилися до 95% [3]. Отже, з огляду на значні обсяги виробництва кукурудзи в нашій державі та експортний потенціал, для забезпечення високих врожаїв та якості продукції необхідно використовувати сучасні високопродуктивні гібриди, придатні для поширення в Україні.

Генетичне різноманіття є важливим аспектом селекційних програм для створення високоврожайних сортів. Процес селекції рослин потребує вивчення, оцінювання філогенетичних зв'язків і порівняння великої кількості генотипів. Щоб дослідити взаємозв'язки між лініями кукурудзи, широко використовують різноманітні ДНК маркери [4]. Перед науково-технічною експертизою сортів рослин, однією з цілей якої є визначення відповідності сорту, що подається з метою отримання майнових прав інтелектуальної власності, критеріям ВОС, постають схожі виклики. Вони, зокрема, пов'язані з тим, що зі збільшенням кількості нових сортів стає обмеженішим комбінаційний простір ознак. Тому необхідні додаткові для встановлення відмінності сорту. Багато ознак мають низьку спадковість, що призводить до їхньої більшої варіативності та зростання чисельності нетипових рослин під час проведення експертизи [5].

Відповідно до рекомендацій Міжнародного союзу з охорони нових сортів рослин (International Union for the Protection of New Varieties of Plants – UPOV) молекулярні маркери використовують як додатковий інструмент науково-технічної експертизи на ВОС, зокрема для управління колекціями загальновідомих сортів та визначення відмінності за поєднання фенотипових і молекулярних дистанцій між сортами [6]. SSR (Simple Sequence Repeats) маркери багатьох експертних закладів держав-учасниць UPOV застосовують для обчислення молекулярних дистанцій завдяки їхній високій роздільній здатності та надійній відтворюваності [7]. Це дає змогу поєднати молекулярні дистанції, розраховані відповідно до ідентифікованих алелів, із фенотиповими у процесі визначення відмінності між сортами.

Під час дослідження інбредних ліній кукурудзи SSR маркери показали вищу ефективність для диференціації генотипів та їхніх філогенетичних зв'язків, як порівняти з морфологічними ознаками ВОС [8]. Для розроблення маркерної панелі з метою підтримання експертизи на ВОС автори використали шість SSR маркерів, які продемонстрували високий рівень поліморфізму на досліджуваних генотипах кукурудзи [9]. Інші дослідни-

ки оцінювали генетичне різноманіття ліній кукурудзи за SSR маркерами та морфологічними ознаками, описаними в методиках експертизи на ВОС, застосовуючи молекулярні та морфологічні дистанції [10, 11].

Реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні, налічує приблизно дві тисячі ліній кукурудзи звичайної. Щороку з метою набуття майнових прав інтелектуальної власності та/або майнового права на поширення подають орієнтовно 300 ліній [12]. Значна кількість загальновідомих ліній і тих, які щорічно проходять експертизу на ВОС, спонукає до створення нових сучасних способів проведення науково-технічної експертизи із залученням комплексного оцінювання морфологічних і молекулярних даних.

*Мета досліджень* – встановити філогенетичні зв'язки між лініями кукурудзи звичайної за результатами морфологічного опису (ВОС-тест) та SSR маркерами.

### Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили протягом 2021–2023 рр. в Українському інституті експертизи сортів рослин. Вивчали 57 ліній кукурудзи звичайної колекції загальновідомих сортів, зокрема п'ять ліній розглядали як робочу колекцію для прямих порівнянь у польових умовах.

*Молекулярно-генетичний та морфологічний аналіз ліній кукурудзи*

Екстракцію ДНК виконували з п'ятиденних проростків ліній кукурудзи у двох повтореннях, використовуючи СТАВ-метод [13]. Насіння пророщували відповідно до ДСТУ 4138-2002 [14]. ПЛП проводили із застосуванням дев'яти SSR маркерів, описаних у міжнародному стандарті ISO 17623:2015 Molecular biomarker analysis – SSR analysis of maize як такі, що продемонстрували високе значення індексу поліморфності (PIC – Polymorphic Information Content) [15] (табл. 1).

TouchDown ПЛП виконували на ампліфікаторі SureCycle G8800A (Agilent, США). Реакційна суміш (об'єм – 10 мкл) містила 50 нг ДНК, 1×ПЛП буфер (10 mM Tris-HCl, pH 9,0; 50 mM KCl; 0,01% Triton X-100), 3 mM MgCl<sub>2</sub>; 125 мкМ дезоксинуклеотидтрифосфатів (дНТФ), 0,25 мкМ кожного з праймерів та 0,25 одиниць Taq полімерази [15]. Продукти ПЛП розділяли за допомогою капілярного електрофорезу, застосовуючи аналізатор фрагментів нуклеїнових кислот Fragment Analyzer (Agilent, США); довжина матриці становила 55 см. Розділення проводили, використовуючи набір реактивів DNF 905 [dsDNA 905 Reagent Kit (1–500bp)] відповідно до інструкції виробника.



Таблиця 1

## Характеристики та нуклеотидні послідовності праймерів, використаних у роботі

SSR	Послідовність праймерів 5'→3'	Хромосома, на якій гібридується праймер	Мотив	Очікуваний розмір алелів, п. н.
phi064	F – CCGAATTGAAATAGCTGCGAGAACCT R – ACAATGAACGGTGGTTATCAACACGC	1	(ATCC) <sub>n</sub>	75–110
umc1448	F – ATCCTCTCATCTTTAGGTCCACCG R – CATATACAGTCTCTTCTGGCTGCTCA	2	(GCT) <sub>5</sub>	137–161
umc1061	F – AGCAGGAGTACCCATGAAAGTCC R – TATCACAGCACGAAGCGATAGATG	10	(TCG) <sub>6</sub>	97–107
bnlg1782	F – CGATGCTCCGCTAGGAATAG R – TGTGTTGGAAATTGACCCAA	8	(AG) <sub>13</sub>	219–236
bnlg1129	F – GAGAGTATGCTACTCGCCGC R – GACGAGTTTGGAGTGCCATT	9	(AG) <sub>12</sub>	179–202
phi093	F – AGTGCCTCAGCTTCATCGCTACAAG R – AGCCATGCATGCTTGCAACAATGGATACA	4	AGCT	281–294
phi233376	F – CCGGCAGTCGATTAATCC R – CGAGACCAAGAGAACCCTCA	8	CCG	140–159
phi083	F – CAAACATCAGCCAGAGACAAGGAC R – ATTCATCGACGCGTCACAGTCTACT	2	(AGCT) <sub>2</sub>	123–136
phi96100	F – AGGAGGACCCCAACTCCTG R – TTGCACGAGCCATCGTAT	2	ACCT	275–294

**Примітка.** F – прямий праймер; R – зворотний праймер.

Упродовж 2021–2022 рр. на двох дослідних пунктах Полтавської та Кіровоградської філій Українського інституту експертизи сортів рослин проводили польові дослідження з визначення морфологічних ознак. Ступені їхнього прояву позначали цифрами від 1 до 9 [16]. Морфологічний опис ліній кукурудзи звичайної здійснювали за 35 якісними та кількісними ознаками, ступінь прояву яких становить кодову формулу, відповідно до Методики проведення експертизи сортів кукурудзи звичайної (*Zea mays* L.) на ВОС.

#### Статистична обробка даних

На основі отриманих алелів будували матрицю, в якій присутність / відсутність певного алеля позначали 1/0 відповідно. Молекулярні дистанції за Роджером між досліджуваними лініями кукурудзи розраховували згідно з [17].

Лінії групували у кластери за допомогою методу незваженого попарного середнього (Unweighted pair group average) на основі дистанцій за Роджером із використанням комп'ютерної програми XLSTAT (Trial version). Для визначення подібних ліній на основі кодів прояву морфологічних ознак розраховували коефіцієнти подібності за Пірсоном [18].

Кореляційний аналіз між матрицею подібності за кодами прояву морфологічних ознак та матрицею молекулярних дистанцій між досліджуваними лініями кукурудзи проводили, використовуючи тест Мантела (кореляція за Пірсоном, Two-tailed test), за допомогою комп'ютерної програми XLSTAT (Trial version) [19].

#### Результати досліджень

Відповідно до кодів прояву морфологічних ознак, отриманих за результатами польових досліджень з експертизи на ВОС, виділено 12 пар ліній кукурудзи звичайної, що можна класифікувати як відмінні, 10 пар із високим ступенем подібності та чотири, які майже не відрізняються за морфологічними ознаками. Ці лінії є дуже подібними та потребують проведення прямих порівнянь у польових умовах (side-by-side) або залучення таких додаткових методів досліджень, як молекулярні маркери, з метою встановлення відмінності.

Для порівняння експертної оцінки ліній кукурудзи та коефіцієнтів подібності за Пірсоном розраховували фенотипові дистанції. За результатами одержали п'ять кластерних груп і сім окремих кластерів. До одного кластера увійшли лінії ЛН4 та ЛН5. Дві окремі кластерні групи сформовано лініями ЛН13, ЛН14 та ЛН21, а також ЛН39, ЛН40 та ЛН49. Найбільша група кластерів об'єднала 31 лінію, інші дві – сім та п'ять ліній. Лінії ЛН1, ЛН11, ЛН17, ЛН26, ЛН28 та ЛН32 виділено в окремі кластери (рис. 1).

Найбільш подібними за кодами прояву морфологічних ознак виявилися лінії кукурудзи звичайної ЛН14 та ЛН13 із коефіцієнтом подібності 0,997. Високий ступінь подібності відмічено між лініями ЛН24 та ЛН20, ЛН25 та ЛН23, ЛН35 та ЛН34, що мали коефіцієнти подібності 0,990; 0,988 та 0,983 відповідно (табл. 2).

Серед ліній, що визначені експертом сорту як подібні за результатами експертизи на ВОС, коефіцієнти подібності були досить висо-

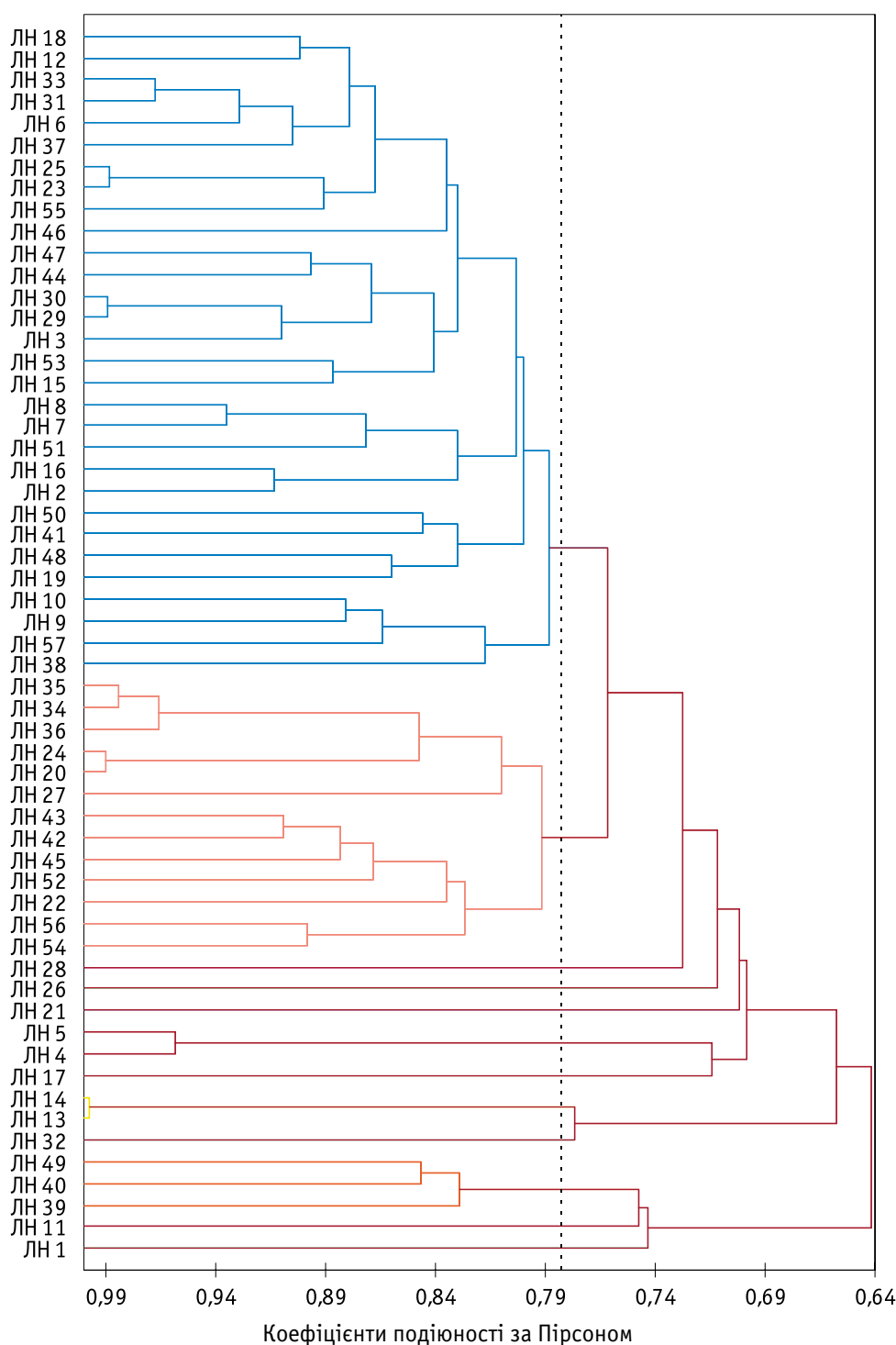


Рис. 1. Дендрограма зв'язків між лініями кукурудзи звичайної за кодами прояву морфологічних ознак (2021–2022 рр.)

кими й становили: між ЛН36 та ЛН34 – 0,972, ЛН7 та ЛН8 – 0,934, ЛН33 та ЛН31 – 0,967, ЛН56 та ЛН53 – 0,866, ЛН45 та ЛН44 – 0,889, між ЛН55 та ЛН18 – 0,887. Лінії ЛН56 та ЛН57 виявилися дещо відмінними згідно з результатами розрахунку коефіцієнтів подібності за кодами прояву морфологічних ознак: їхній коефіцієнт подібності мав значення 0,771. Між лініями ЛН4 та ЛН5, а також ЛН30 та

ЛН29, зарахованими експертом з ВОС до групи дуже подібних, встановлено досить високі коефіцієнти подібності – 0,957 та 0,89 відповідно. Однак варто зауважити, що лінії ЛН40 та ЛН27 виявились порівняно відмінними за значенням коефіцієнта подібності (0,771).

Загалом, результати порівняння ліній кукурудзи звичайної на основі розрахованих коефіцієнтів подібності за морфологічними

Таблиця 2

**Лінії кукурудзи звичайної відповідно до експертизи на ВОС, коефіцієнтів подібності за кодами прояву морфологічних ознак та SSR маркерами**

Експертиза на ВОС		Фенотипові та молекулярні дистанції	
Відмінні		Коефіцієнт подібності за Пірсоном	Молекулярні дистанції за Роджером
ЛН16	ЛН2	0,917	0,34
ЛН37	ЛН38	0,836	0,34
ЛН6	ЛН26	0,783	0,38
ЛН9	ЛН12	0,823	0,30
ЛН19	ЛН1	0,549	0,34
ЛН6	ЛН22	0,801	0,42
ЛН11	ЛН15	0,675	0,38
ЛН52	ЛН17	0,699	0,30
ЛН51	ЛН28	0,759	0,34
ЛН47	ЛН41	0,819	0,30
ЛН46	ЛН10	0,820	0,38
ЛН42	ЛН43	0,907	0,16
Подібні		—	
ЛН35	ЛН34	0,983	0,30
ЛН36	ЛН34	0,972	0,26
ЛН25	ЛН23	0,988	0,30
ЛН7	ЛН8	0,934	0,34
ЛН33	ЛН31	0,967	0,30
ЛН13	ЛН14	0,997	0,42
ЛН56	ЛН53	0,866	0,30
ЛН45	ЛН44	0,889	0,34
ЛН55	ЛН18	0,887	0,30
ЛН54	ЛН57	0,766	0,34
Дуже подібні		—	
ЛН20	ЛН24	0,990	0,38
ЛН4	ЛН5	0,957	0,30
ЛН30	ЛН29	0,890	0,38
ЛН40	ЛН27	0,771	0,34

ознаками частково збігаються з розподілом ліній, визначеним експертом внаслідок проведення експертизи на ВОС. Для групи відмінних результати розрахунку коефіцієнтів подібності відрізняються. Так, найбільш відмінними виявилися лінії ЛН38 та ЛН17 зі значенням коефіцієнта подібності 0,393. Їх визначено експертом як відмінні, проте згруповано з іншими лініями. Коефіцієнти подібності між парами ЛН37 та ЛН38, а також ЛН52 та ЛН17, які за результатами експертизи на ВОС належать до відмінних, становлять 0,836 і 0,699 відповідно.

Найбільше за коефіцієнтом подібності серед групи відмінних різнилися лінії ЛН19 та ЛН1 – 0,549. Лінії ЛН11 та ЛН15 із коефіцієнтом подібності 0,675 також були достатньо відмінними. Коефіцієнти між іншими парами ліній, визначеними як відмінні за результатами експертизи на ВОС, перебували в межах від 0,759 до 0,917.

Отже, результати аналізу ліній кукурудзи звичайної за кодами прояву морфологічних ознак на основі суто статистичного методу обчислення подібності відрізняються від оцінки ліній за результатами експертизи на ВОС. Це можна пояснити тим, що під час порівнян-

ня сортів за результатами ВОС-тесту експерт визначає відмінності на підставі числового значення коду прояву морфологічних ознак з урахуванням значущості різниці між кодами за певними ознаками.

Внаслідок ПЛП-аналізу 57 ліній кукурудзи за дев'ятьма SSR маркерами отримано від чотирьох до 12 алелів (у середньому 7,6 алелів на локус). Їхній розмір, а також індекси поліморфності локусів (PIC) наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

**Характеристики ідентифікованих алелів за SSR маркерами**

SSR	Кількість алелів, шт.	Розмір алелів, п. н.	PIC
umc1061	5	99–114	0,72
phi093	6	266–299	0,73
umc1448	9	130–191	0,74
bnlg1782	12	206–277	0,90
phi083	7	127–163	0,81
bnlg1129	9	177–232	0,80
phi064	8	72–108	0,85
phi233376	4	141–158	0,41
phi96100	8	240–299	0,83

Відповідно до отриманих даних найбільш поліморфним був SSR маркер bnlg1782, для якого PIC становив 0,90. Найменше алелів ідентифіковано за використання маркера phi233376; його PIC дорівнював 0,41. Застосовуючи інші маркери, виявили від 5 до 9 алелів, про рівномірність розподілу яких серед досліджуваних ліній кукурудзи звичайної свідчать високі PIC.

Розрахувавши PIC за маркером umc1061, автори [20] одержали значення нижче, ніж у наших дослідженнях (0,49 проти 0,72). Втім для маркера phi233376 у вказаній публікації ідентифіковано сім алелів, тоді як нам вдалося отримати лише чотири. Відповідно й значення PIC було нижчим (0,41 проти 0,66). У роботі [21] маркер umc1448 визначено як один із найбільш поліморфних; водночас PIC маркера umc1061 виявився низьким. У праці [22] за маркером bnlg1782 ідентифіковано значну кількість алелів (9), до того ж PIC (0,85) свідчить про рівномірний їх розподіл серед досліджуваних генотипів кукурудзи. У наших дослідженнях цей маркер дав змогу виявити найвищий рівень поліморфізму, а от маркер phi233376 був найменш поліморфним. Відмінності в кількості алелів між нашим та іншими дослідженнями можуть бути зумовлені генотипами різного походження, а також методиками, застосованими для візуалізації продуктів ампліфікації.

На основі бінарної матриці наявності / відсутності ідентифікованих алелів розраховано молекулярні дистанції за Роджером між

досліджуваними лініями кукурудзи звичайної. Внаслідок групування ліній на основі молекулярних дистанцій за методом незваженого попарного середнього (Unweighted pair group average) отримано шість кластерних груп та чотири окремі кластери (рис. 2).

Три лінії – ЛН5, ЛН6 та ЛН53 – виділено в окремі кластери. Визначено, що лінії ЛН22

та ЛН32 сформували один кластер. До двох окремих кластерних груп увійшло по три лінії: ЛН2, ЛН11, ЛН13 та ЛН21, ЛН28 та ЛН37. Інші чотири групи кластерів налічували від п'яти до 17 ліній.

Найподібнішими за SSR маркерами виявилися лінії кукурудзи звичайної ЛН43 та ЛН48 зі значенням молекулярних дистанцій

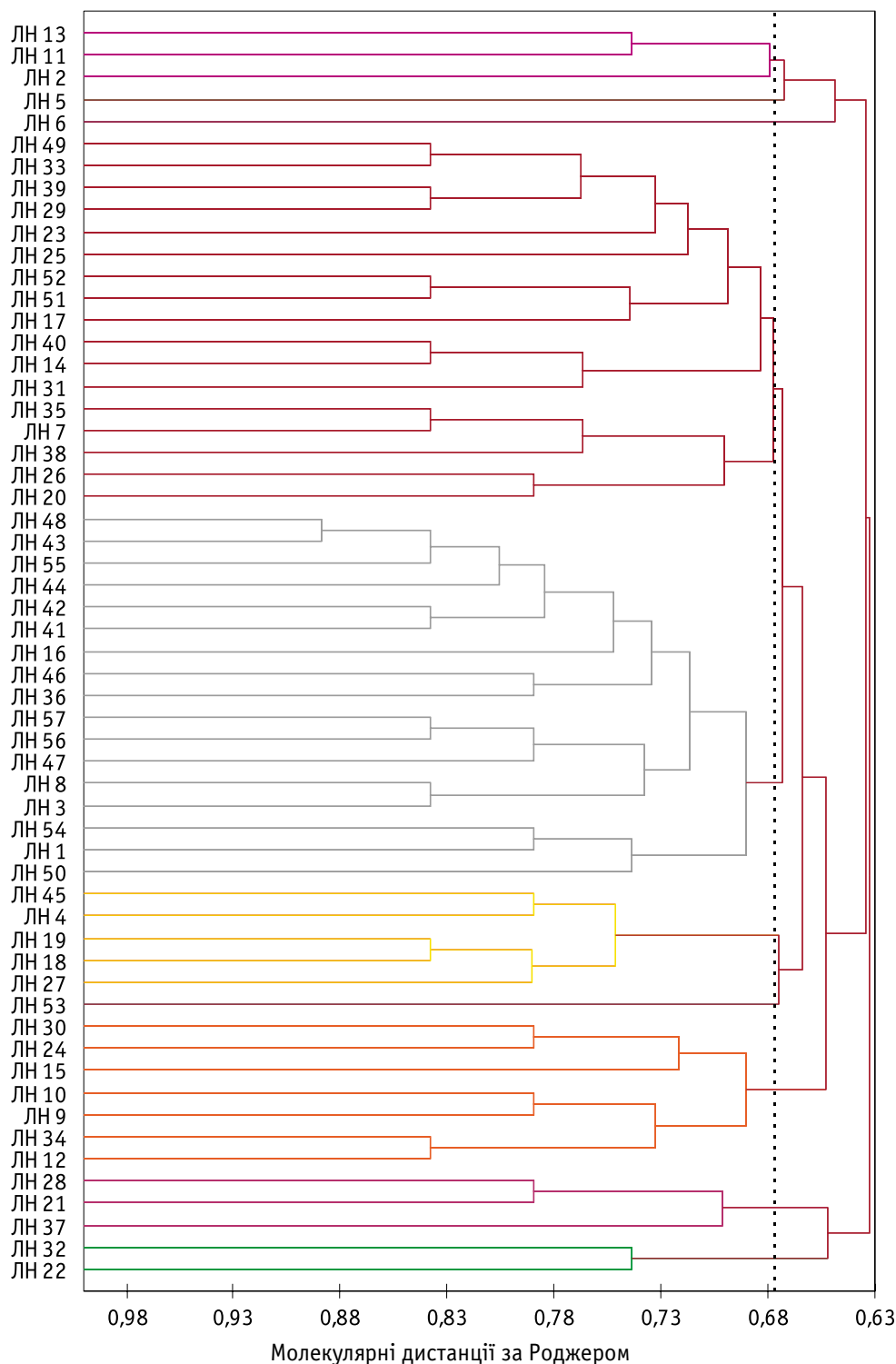


Рис. 2. Дендрограма зв'язків між лініями кукурудзи звичайної за результатами ПЛР-аналізу з використанням SSR маркерів

0,11. Досить подібними також були 17 пар ліній, молекулярні дистанції між якими становили 0,16 (табл. 2).

Якщо розглядати пари ліній, що визначені за результатами експертизи на ВОО як дуже подібні, на основі кодів прояву морфологічних ознак, то молекулярні дистанції між ними становили від 0,30 до 0,38. Найбільш подібними за SSR маркерами з цієї групи були ЛН4 та ЛН5 (0,30). Однак з огляду на те, що максимальне значення молекулярних дистанцій за Роджером для досліджуваних ліній кукурудзи становить 0,42, можна стверджувати, що всі лінії з групи дуже подібних виявилися досить відмінними за SSR маркерами.

Схоже твердження можна застосувати і для групи подібних, в якій для всіх пар ліній молекулярні дистанції становили понад 0,30 (від 0,30 до 0,42). Найбільш подібними за SSR маркерами з цієї групи виявилися лінії ЛН36 та ЛН34 (значення молекулярних дистанцій – 0,26), найбільш відмінними – ЛН13 та ЛН14 (молекулярні дистанції – 0,42).

Серед досліджуваних ліній кукурудзи звичайної, визначених за результатами експертизи на ВОО як відмінні, спостерігали варіювання у значеннях молекулярних дистанцій. Так, у найвідміннішій парі ЛН6 та ЛН22 вони становили 0,42, у лінії ЛН42 та ЛН43 з високим ступенем подібності – 0,16, в інших пар – від 0,30 до 0,38.

Унаслідок розрахунку кореляційної залежності між коефіцієнтами подібності за Пірсоном, отриманими на основі кодів прояву морфологічних ознак, та молекулярними дистанціями за Роджером визначено дуже слабку обернену кореляцію – на рівні 95% ймовірності. Коефіцієнт кореляції становив 0,1.

З огляду на те, що між показниками молекулярних дистанцій і коефіцієнтами подібності не спостерігається сильної кореляції, розподіл ліній за SSR маркерами різниться з розподілом за морфологічними ознаками, що демонструє доцільність поєднання двох маркерних систем для спрощення визначення відмінності. Ефективність застосування ДНК маркерів для визначення відмінності сортів доведено в багатьох працях. Так, автори роботи [23] поєднували SSR маркери з описом морфологічних ознак у межах експертизи на відмінність, однорідність і стабільність. Результати подібних досліджень наведено у праці [24], де порівняно застосування різних типів ДНК маркерів і морфологічного опису ліній кукурудзи та наголошено на ефективності поєднання двох маркерних систем.

У роботі [25] досліджено використання SSR маркерів і морфологічних ознак для виявлення філогенетичних зв'язків між загальнопоширеними в Італії генотипами кукурудзи. Автори показали, що філогенетичні зв'язки за морфологічними ознаками та SSR маркерами, застосованими в роботі, є відмінними, проте дають змогу виявити різницю між загальнопоширеними генотипами кукурудзи. За результатами наших досліджень також виявлено відмінності між оцінками ліній кукурудзи за морфологічними ознаками та SSR маркерами, а також між визначенням подібності ліній за оцінкою експерта ВОО, який використовує кодову формулу морфологічних ознак і бере до уваги рівень вагомості відмінностей за певними, особливо груповими, морфологічними ознаками.

У публікації [26] встановлено п'ять головних компонентів, що визначають 80% варіювання морфологічних ознак. А саме: дати цвітіння та появи шовку, висота рослини, довжина листка та качана. За Методикою визначення відповідності сортів кукурудзи звичайної критеріям ВОО [16], згідно з якою проводили морфологічний опис досліджуваних ліній, ознаки, пов'язані з часом цвітіння та появи шовку, а також довжиною качана, рекомендовано до групування з подібними загальновідомими сортами. Крім того, автори [26] продемонстрували відмінності між отриманими кластерними групами за морфологічними ознаками та SSR маркерами. Виявлену тенденцію також підтверджують результати наших досліджень.

## Висновки

Результати досліджень свідчать, що використані в роботі SSR маркери є достатньо інформативними та можуть бути застосовані для вивчення генетичного різноманіття кукурудзи звичайної. Водночас порівняння її ліній окремо за різними маркерними системами не дає змоги отримати об'єктивну оцінку ступеня відмінності для підготовки експертного висновку науково-технічної експертизи на ВОО (що показала оцінка ліній кукурудзи за SSR маркерами та морфологічними ознаками із застосуванням статистичних методів аналізу). Це зумовлено тим, що експерт з ВОО, крім певних статистичних методів, для встановлення відмінності сортів також використовує підхід визначення вагомості (значущості) певної ознаки з метою оцінювання пари ліній. Розрахунок молекулярних дистанцій є допоміжним інструментом, який можна застосовувати під час встановлення відмінності, а також добору подібних ліній (тих, що проходять екс-

пертизу на ВОС, і ліній робочої колекції загальновідомих сортів) для розміщення їх поряд одна з одною з метою проведення досліджень у польових умовах.

## References

- Kumar, B., Choudhary, M., Kumar, P., Kumar, K., Kumar, S., Singh, B. K., & Rakshit, S. (2022). Population structure analysis and association mapping for turcicum leaf blight resistance in tropical maize using SSR markers. *Genes*, *13*(4), Article 618. doi: 10.3390/genes13040618
- Afriyie-Debrah, C., Addo, J. S., Berchie, J. N., Nyandanu, D., & Ribeiro, P. F. (2018). DNA-based markers as the DUS descriptors to assess the genetic diversity in the maize varieties. *Asian Journal of Biotechnology and Bioresource Technology*, *4*(1), 1–9. doi: 10.9734/AJB2T/2018/41367
- The Cabinet of Ministers of Ukraine. (2024). State Statistics Service of Ukraine (the data are valid as of December, 15, 2024). Kyiv. Retrieved from <https://www.ukrstat.gov.ua> [In Ukrainian]
- Bocianowski, J., Nowosad, K., Wróbel, B., & Szulc, P. (2021). Identification of associations between SSR markers and quantitative traits of maize (*Zea mays* L.). *Agronomy*, *11*(1), Article 182. doi: 10.3390/agronomy11010182
- Yang, C. J., Russell, J., Ramsay, L., Thomas, W., Powell, W., & Mackay, I. (2021). Overcoming barriers to the registration of new plant varieties under the DUS system. *Communications Biology*, *4*(1), Article 302. doi: 10.1038/s42003-021-01840-9
- Achard, F., Butruille, M., Madjarac, S., Nelson, P. T., Duesing, J., Laffont, J. L., ... Smith, J. S. C. (2020). Single nucleotide polymorphisms facilitate distinctness uniformity stability testing of soybean cultivars for plant variety protection. *Crop Science*, *60*(5), 2280–2303. doi: 10.1002/csc2.20201
- Jamali, S. H., Cockram, J., & Hickey, L. T. (2019). Insights into deployment of DNA markers in plant variety protection and registration. *Theoretical and Applied Genetics*, *132*(7), 1911–1929. doi: 10.1007/s00122-019-03348-7
- Yu, J. K., & Chung, Y. S. (2021). Plant variety protection: Current practices and insights. *Genes*, *12*(8), Article 1127. doi: 10.3390/genes12081127
- Kyi, S., Win, K. K., Than, H., Win, S., Htwe, N., & Hlaing, A. (2022). DNA fingerprinting of selected maize (*Zea mays* L.) genotypes using SSR markers. *Environmental and Rural Development*, *13*, 158–163.
- Dandan, D. O. U., Jianjun, S. U. N., Yuxi, G. U. O., Dexin, W. A. N. G., Xinhai, G. U. O., & Chaoming, D. I. N. G. (2023). Genetic diversity and population structure analyses of maize inbred lines based on DUS test traits in Huang Huai Hai region. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, *52*(5), 24–32. doi: 10.15933/j.cnki.1004-3268.2023.05.004
- Choudhary, M., Singh, A., Das, M. M., Kumar, P., Naliath, R., Singh, V., ... Rakshit, S. (2023). Morpho-physiological traits and SSR markers-based analysis of relationships and genetic diversity among fodder maize landraces in India. *Molecular Biology Reports*, *50*(8), 6829–6841. doi: 10.1007/s11033-023-08602-2
- Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. (2024). *Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine* (the register is valid as of November 21, 2024). Kyiv. Retrieved from <https://minagro.gov.ua/file-storage/rejestr-sortiv-roslin> [In Ukrainian]
- Gupta, N. (2019). DNA extraction and polymerase chain reaction. *Journal of Cytology*, *36*(2), 116–117. doi: 10.4103/JOC.JOC\_110\_18
- Seeds of agricultural crops. Methods for determining quality: State Standard of Ukraine 4138:2002*. (2003). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. [In Ukrainian]
- International Organization for Standardization. (2015). *Molecular biomarker analysis – SSR analysis of maize (E): ISO/TR 17623:2015*. Geneva.
- Ukrainian Institute for Plant Variety Examination. (2021). *Methodology for the examination of maize (Zea mays L.) varieties for distinctness, uniformity, and stability*. Kyiv. Retrieved from <https://sops.gov.ua/uploads/page/metodiki/2021-08-13-zernovy.pdf> [In Ukrainian]
- Xia, X. (2018). DAMBE7: New and improved tools for data analysis in molecular biology and evolution. *Molecular Biology and Evolution*, *35*(6), 1550–1552. doi: 10.1093/molbev/msy073
- Prysiazniuk, L., Starychenko, Y., Hryniv, S., Shytikova, Y., Leshchuk, N., Melnyk, S., & Kliachenko, O. (2021). The comparison analysis of software for Mantel test between DNA markers and morphological traits of plant varieties. *AGROFOR*, *6*(2), 1–12. doi: 10.7251/AGRENG2102132P
- Lu, Z., Ma, Z., Fu, M., & Su, J. (2024). Clustering analysis of natural D-borneol resource plants based on simple sequence repeat (SSR) markers, leaf morphology, and chemical composition. *Biochemical Genetics*, 1–20. doi: 10.1007/s10528-024-10755-z
- Adu, G. B., Awuku, F. J., Amegbor, I. K., Haruna, A., Manigben, K. A., & Aboyadana, P. A. (2019). Genetic characterization and population structure of maize populations using SSR markers. *Annals of Agricultural Sciences*, *64*(1), 47–54. doi: 10.1016/j.aos.2019.05.006
- Vasile, V., Ciucă, M., Nicolae, E., Voaideş, C., & Cornea, C. P. (2022). Assessment of genetic similarity and purity degree among several Romanian maize inbred lines using SSR markers. *Scientific Bulletin Series F. Biotechnologies*, *26*(1). Retrieved from [https://biotechnologyjournal.usamv.ro/pdf/2022/issue\\_1/Art2.pdf](https://biotechnologyjournal.usamv.ro/pdf/2022/issue_1/Art2.pdf)
- Nikolić, A., Kravić, N., Srdić, J., Kovačević, D., Anđelković, V., Filipović, M., & Mladenović-Drinić, S. (2019). Divergence among maize genotypes with different kernel types according to SSR marker analysis. *Genetika*, *51*(1), 237–249. doi: 10.2298/GEN-SR1901237N
- Gunjaca, J., Buhinicek, I., Jukic, M., Sarcevic, H., Vragolovic, A., Kozic, Z., & Pejic, I. (2008). Discriminating maize inbred lines using molecular and DUS data. *Euphytica*, *1–2*, 165–172. doi: 10.1007/s10681-007-9518-z
- Kumar, A., Longmei, N., Kumar, P., & Kaushik, P. (2022). Molecular marker analysis of genetic diversity in maize: A review. *OBM Genetics*, *6*(1), 1–19. doi: 10.21926/obm.genet.2201150
- Stagnati, L., Soffritti, G., Martino, M., Lanubile, A., Desiderio, F., Ravasio, A., ... Busconi, M. (2021). Morphological and genetic characterization of local maize accessions from Emilia Romagna Region, Italy. *Sustainability*, *14*(1), Article 91. doi: 10.3390/su14010091
- Andjelkovic, V., Nikolic, A., Kovacevic, D., Mladenovic-Drinic, S., Kravic, N., Babic, V., ... Bosev, D. (2018). Conserving maize in gene banks: Changes in genetic diversity revealed by morphological and SSR markers. *Chilean Journal of Agricultural Research*, *78*(1), 30–38.

UDC 633.15: 58.084.2: 577.213.3

**Prysiazhniuk, L. M.\***, Shytikova, Y. V., Tahantsova, M. M., Dikhtiar, I. O., & Hryniv, S. M. (2024). Comparative analysis of maize (*Zea mays* L.) lines based on morphological and molecular characteristics. *Plant Varieties Studying and Protection*, 20(4), 234–242. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.20.4.2024.324206>

*Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Horikhuvatskyi shliakh St., Kyiv, 03041, Ukraine, \*e-mail: prysiazhniuk\_l@ukr.net*

**Purpose.** To determine the phylogenetic relationships between maize lines based on morphological description (DUS test) and SSR markers. **Methods.** Field studies (descriptive plant morphology), molecular techniques (PCR, capillary electrophoresis), and statistical analyses (correlation analysis, hierarchical clustering). **Results.** Based on field studies of 57 maize lines by morphological traits, the codes of qualitative and quantitative characteristics were determined, allowing the classification of the studied maize lines into three groups according to their similarity level: distinct, similar, and very similar. Pearson correlation coefficients were used to calculate phenotypic distances between the studied maize lines, resulting in five cluster groups and seven separate clusters formed by individual lines. The most similar maize lines according to the morphological character codes were those with a similarity coefficient of 0.997, which belong to the group of similar lines according to the results of the testing for distinctness, uniformity, and stability (DUS). The simi-

larity coefficients among lines classified as very similar were sufficiently high, ranging from 0.890 to 0.990, although one pair of lines within this group had a similarity coefficient of 0.771. Based on Roger's molecular distances for nine SSR markers, the most similar lines had a similarity coefficient of 0.16, yet this pair was classified as distinct according to DUS testing. The most distinct pair of lines based on SSR markers had a similarity coefficient of 0.42. The correlation analysis between phenotypic and molecular distance matrices revealed a very weak inverse correlation ( $r = -0.1$ ). **Conclusions.** It was found that the calculation of phenotypic and molecular distances reflects the level of similarity among the studied genotypes based on morphological traits and SSR markers. It was shown that the degree of similarity among the studied maize lines varies depending on the evaluation approach, as indicated by expert assessment based on DUS testing results.

**Keywords:** maize; phenotypic and molecular distances; SSR markers; similarity coefficients; correlation; allele.

*Надійшла / Received 03.12.2024*

*Погоджено до друку / Accepted 20.12.2024*

