

УДК 633.16:631.527

М.Р. Козаченко, Н.І. Васько*, П.М. Солонечний, О.Г. Наумов, О.В. Зимогляд
Результати багаторічної селекції безостих сортів ячменю в Україні

Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України, Харків, Україна

*E-mail: nvasko1964@gmail.com

UDC 633.16:631.527

M.R. Kozachenko, N.I. Vasko*, P.M. Solonechnyi, O.H. Naumov, O.V. Zymohliad

Results of the Multi-Year Breeding of Awnless Barley Cultivars in Ukraine

Yuriev Plant Production Institute of NAAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

*E-mail: nvasko1964@gmail.com

Реферат: Наведено результати багаторічних досліджень (2007-2024 рр.), проведених в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України, в результаті яких уперше в країні здійснено успішну розробку та розвиток напряму селекції ярого ячменю на безостість. Методом гібридизації між різноманітними безостими та остистими сортами й лініями створено п'ять зареєстрованих безостих сортів – Модерн (2011 р.), Контраст (2019 р.), Кречет (2020 р.), Інер (2021 р.), Геркулес (2021 р.), а також передано на кваліфікаційну експертизу новий безостий сорт Ярець (2023 р.). Перший в Україні безостий сорт Модерн був високоврожайним і стійким до збудників сажкових хвороб (9 балів), але недостатньо стійким до гельмінтоспоріозу (7 балів) та вилягання (7,8 балів). Завдяки подальшому розвитку напряму селекції на безостість інші створені безості сорти мають не лише високі врожайність і стійкість до збудників сажкових хвороб, як і сорт Модерн, але й покращені показники інших ознак. Вони вирізняються низькорослістю (60–62 см), стійкістю до вилягання (9 балів) і до посухи (9 балів), а також до збудників гельмінтоспоріозу (8–9 балів). У 2023-2024 рр. виділено як кращі 32 безості лінії.

Ключові слова: ярий ячмінь безостість, сорт, лінія, гібридизація, ознака, врожайність, стійкість до біотичних та абіотичних чинників, стійкість до вилягання.

Abstract: Findings of long-term research (2007-2024) conducted at the Yuriev Plant Production Institute of NAAS of Ukraine, which resulted in the first in the country successful initiation and development of spring awnless barley breeding, are presented. Due to hybridization between diverse awnless and awny cultivars and lines, five registered awnless cultivars have been bred: 'Modern' (2011), 'Kontrast' (2019), 'Krechet' (2020), 'Iner' (2021), and 'Herkules' (2021); in addition, a new awnless cultivar, 'Yarets (2023)' has been submitted for qualifying examination. The first Ukrainian awnless cultivar, 'Modern', was high-yielding and resistant to smut pathogens (9 points), but not sufficiently resistant to Helminthosporium diseases (7 points) and lodging (7.8 points). Owing to further breeding for awnlessness, other awnless cultivars are not only high-yielding and smut-resistant, like cv. 'Modern', but also have other improved characteristics. Their plants are short (60-62 cm), resistant to lodging (9 points), drought (9 points), and Helminthosporium diseases (8-9 points). In 2023-2024, the best 32 lines have been selected.

Key words: spring barley, awnlessness, cultivar, line, hybridization, trait, yield, resistance to biotic and abiotic factors, lodging resistance.

Однією з найважливіших у сільському господарстві була і залишається проблема збільшення обсягів виробництва зерна, в тому числі ячменю. Важливе значення в розширенні виробництва зерна ячменя має підвищення врожайності, що в першу чергу залежить від упровадження нових високоврожайних сортів. У селекції ячменю в Україні тривалий час

The challenge of increasing grain production volumes, including barley grain production, was and remains one of the most important problems in agriculture. Increasing the yield is important in the expansion of barley grain production, which primarily depends on the introduction of new high-yielding cultivars. In the barley breeding in Ukraine, starting

використовували вихідний матеріал дуже вузького спектру різновидів, зокрема, недостатньо включали в схрещування безості форми.

Одним із напрямів селекції є розширення різновидного складу сортів ряду культур, зокрема ячменю. У культурного ячменю (*Hordeum vulgare* L.) є більше 200 різновидів. У Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні, донедавна були сорти ярого ячменю різновидів *nutans* Schubl, *medicum* Koern., *submedicum* Orl., *pallidum* Ser., *rikotense* R.Reg., *deficiens* Steud., а з 2024 року – ще й *nudum* L.

Актуальним є залучення в селекцію ячменю вихідного матеріалу різних різновидів, зокрема *inermis* Koern. з ознакою безостості. Оцінки ролі остюків для рослин неоднозначні, зокрема негативні в зв'язку з можливістю травматизму та хвороб у тварин при поїданні соломи [1-7], а також через зменшення пропускну здатності комбайнів і збільшення травмування насіння при підвищених обертах барабана комбайна при обмолоті. Безості ячмені вже тривалий час вирощують в Китаї, Японії, США, Канаді, Австралії та інших країнах [2, 8, 9]. Водночас остюки можуть мати певне значення у формуванні врожайності [10-13]. Зважаючи на це, безості різновиди можуть бути модельним об'єктом для генетико-селекційних досліджень цього питання.

У колишньому СРСР селекціонер Карабалікської сільськогосподарської дослідної станції Казахстану А.А. Грязнов, завдяки введенню в схрещування виділених ним кращих колекційних зразків, створив безостий сорт Гранал, районований у 1981 р., довівши можливість успішної селекції безостого ячменю [9]. Але цей сорт не інтенсивного типу, до того ж він виявився схильним до вилягання і до ураження збудниками листових хвороб.

Останніми роками у значних обсягах селекцію та вивчення безостого ячменю проводять в Австралії та США. Так, в Австралії створено багато фуражних сортів ячменю, серед них безості *Harpoon*, *Kraken*, *Moby* [14], у США – *Cowgirl*, *Stokford* [15, 16], у Канаді – *CDC Ortona* [17] але вони більш придатні до умов, в яких були створені.

В Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України (ІР ім. В.Я. Юр'єва) у 2004–2007 рр. було встановлено селекційно-генетичні особливості та можливості успішного використання в комбінаційній селекції зразків з ознаками безостості та остистості, зокрема,

materials of few varieties were used for a long time; in particular, awnless forms were rarely involved in crossings.

The cultivar diversity expansion in several crops, in particular barley, is an important trend in breeding. There are over 200 varieties of domestic barley (*Hordeum vulgare* L.). Until recently, the State Register of Plant Varieties Suitable for Dissemination in Ukraine included the spring barley cultivars belonging to the following varieties: *nutans* Schubl, *medicum* Koern., *submedicum* Orl., *pallidum* Ser., *rikotense* R.Reg., *deficiens* Steud., and *nudum* L. (the last from 2024).

It is vital to involve different varieties in barley breeding, in particular awnless *inermis* Koern. Assessments of the role of awns are ambiguous, in particular, negative due to possible injuries and diseases in animals after eating straw [1-7] and due to reduced throughput of harvesters and more severely damaged seeds because of increased revolutions of the harvester drum during threshing. Barley has been cultivated for a long time in China, Japan, the USA, Canada, Australia, and other countries [2, 8, 9]. At the same time, awns can be of certain importance for yield formation [10-13]. With this in mind, awnless varieties can be model objects in genetic and breeding studies of this issue.

In the former USSR, a breeder of Karabalyk Agricultural Experimental Station of Kazakhstan, A.A. Gryaznov, selected the best collection accessions and used them in crossings. Thanks to this, he created an awnless cultivar, 'Granal', which was zoned in 1981, proving that it is possible to successfully breed awnless barley [9]. However, this cultivar is not intensive; besides, it turned out to be prone to lodging and damage by pathogens of leaf diseases.

In recent years, breeding and studies of awnless barley have been carried out intensively in Australia and the USA. Thus, many forage barley cultivars have been bred in Australia, among them, awnless cvs. 'Harpoon', 'Kraken', and 'Moby' [14]; in the USA, awnless cvs. 'Cowgirl' and 'Stokford' [15, 16] have been created; in Canada, awnless cv. 'CDC Ortona' [17] has been developed; nevertheless, these cultivars are more suitable for the conditions where they were created.

In 2004–2007 at the Yuriev Plant Production Institute of NAAS of Ukraine (YPPPI), the breeding and genetic features of awnless and awny accessions (in particular, of awnless cv. 'Granal') were determined; possibilities of

безостого сорту Гранал і створення на цій основі цінного вихідного матеріалу безостого ячменю [18] та перших українських безостих сортів ярого ячменю.

Таким чином, у селекції ярого ячменю з'явився напрям створення безостих сортів, зокрема, з підвищеною врожайністю зерна, стійкістю до ураження збудниками хвороб, стійкістю до вилягання і посухи. При цьому розширювалося генотипове різноманіття вихідного матеріалу.

Тому актуальною стає розробка і розвиток напряму селекції в Україні безостих сортів з покращеними властивостями господарських ознак шляхом розширення використання для схрещувань нового вихідного матеріалу, зокрема, різновиду *inermis*.

Метою дослідження було розширення різновидного складу сортів ярого ячменю шляхом залучення в гібридизацію безостих і остистих сортів і ліній з цінними ознаками, а також покращення господарських ознак створюваних сортів за врожайністю і стійкістю до вилягання та до збудників листових хвороб.

Методика

Для узагальнення результатів селекції безостого ячменю використано дані дослідження в 2007-2024 рр. у період створення і вивчення покращених безостих сортів ярого ячменю в ІР ім. В.Я. Юр'єва.

Джерелом безостості створених сортів був сорт Гранал, у подальшому лінії 04-481 (Звершення / Гранал) і 07-1223 (Гранал / Fink) та сорти Вітраж і Модерн. Остистими компонентами для схрещування були генотипи з високою стійкістю до вилягання та ураження збудниками хвороб – сорти Звершення, Парнас, Етикет селекції ІР ім. В.Я. Юр'єва, Arikada (Німеччина) та лінія 06-09 (ІР 6898 / Гама), сорт Pasadena.

У подальшому для схрещування було використано як материнські компоненти оригінальні безості сорти Модерн, Контраст, Кречет, Інер, Геркулес і лінії 12-655, 15-1246, а як батьківські компоненти схрещування – високоврожайні та з високою стійкістю до вилягання та хвороб сорти Novosadsky 294, Beatrix, Prestige, NSGJ-1, Scrabble, Подив, Донецький 12, Аграрій. Оцінку одержаних від цих схрещувань ліній проведено в 2023-2024 рр. у конкурсуному сортовипробуванні.

Попередник – горох на зерно. Сівбу здійснено селекційною сівалкою ССФК-7.

successful using them in combination breeding were assessed; and, on this basis, valuable starting materials of awnless barley [18] and the first Ukrainian awnless spring barley cultivars were developed.

Thus, in spring barley breeding, a trend to create awnless cultivars was evolved, in particular, cultivars with increased grain yield, enhanced resistance to pathogens, lodging and drought. At the same time, the genotypic diversity of starting materials was expanded.

Therefore, the initiation and development of the Ukrainian breeding of awnless barley cultivars with improved economic characteristics via using new starting materials for crossings, in particular, var. *inermis*, is becoming urgent.

The purpose of the study was to expand the variety diversity of spring barley cultivars by involving awnless and awny cultivars and lines with valuable traits in hybridization and by improving the economic characteristics of the created cultivars in terms of yield and resistance to lodging and pathogens of foliar diseases.

Methods

To summarize the results of awnless barley breeding, the data of studies in 2007-2024 (the period of creation and investigation of improved awnless spring barley cultivars at the YPPI) were used.

Cultivar 'Granal' became the source of awnlessness for the created cultivars; further, lines '04-481' ('Zvershennia'/'Granal') and '07-1223' ('Granal'/'Fink') and cvs. 'Vitrazh' and 'Modern' were used as sources of awnlessness. Genotypes with high resistance to lodging and damage by pathogens, viz. cvs. 'Zvershennia', 'Parnas', and 'Etyket' bred at the YPPI; 'Arikada' (Germany), line '06-09' ('IR 6898'/'Gama'), and cv. 'Pasadena' were taken as awny components for crossings.

Afterwards, the original awnless cvs. 'Modern', 'Kontrast', 'Krechet', 'Iner', and 'Herkules' as well as lines '12-655' and '15-1246' were used as female forms in crossings, while high-yielding and highly resistant to lodging and diseases cvs. 'Novosadsky 294', 'Beatrix', 'Prestige', 'NSGJ-1', 'Scrabble', 'Podyv', 'Donetskyi 12', and 'Ahrarii' were used as male forms. Lines obtained from these crossings were tested in competitive variety trials in 2023-2024.

The predecessor was grain pea. Barley was sown with a SSFK-7 planter. The plot area was 10

Площа ділянки – 10 м², міжряддя – 0,15 м, повторень – чотири. Протягом вегетації проведено фенологічні спостереження, оцінено стійкість до вилягання. На інфекційному фоні оцінено ступінь ураження збудниками темно-бурого гельмінтоспоріозу, борошнистої роси, летючої та кам'яної сажок за 9-бальною шкалою. Визначали рівень урожайності, продуктивної кущистості, кількості зерен у колосі, довжини колоса, маси 1000 зерен. Статистичну обробку результатів дослідження проведено дисперсійним аналізом за програмою STATISTICA 6.

Результати та обговорення

Перший створений в Україні сорт безостого дворядного ярого ячменю різновиду *inermis* було названо Модерн. Його створено методом гібридизації між сортами Звершення різновиду *nutans* і Гранал різновиду *inermis*. Безостість проявляється внаслідок редукованості остюків на верхівці фертильних квіток.

У конкурсному сортовипробуванні інституту врожайність безостого сорту Модерн за 2007–2008 рр. склала 5,88 т/га з перевищенням на 12 % (0,62 т/га) над тодішнім національним стандартом Галактик (табл. 1). Сорт середньостиглий – період вегетації 87 діб, що на три доби більше, ніж у стандарту. Але сорт Модерн мав недостатню стійкість до вилягання (7,8 балів), як і сорт Гранал (7,0 балів). Висота рослин сорту була вищою рівня стандарту (88 см і 77 см відповідно). Маса 1000 зерен була середньою – 46,5 г, зерен у колосі – 26 шт., щільність колоса – 11,2 члеників на 4 см стрижня колоса, довжина колоса середня – 8,8 см. Продуктивна кущистість була на рівні 1,7 стебел.

При випробуванні на штучному інфекційному фоні високоврожайний сорт Модерн проявив групову стійкість до сажкових хвороб (9 балів), але мав недостатню стійкість до гельмінтоспоріозу (7 балів) – як і батьківський компонент Гранал.

За результатами Державного сортовипробування в 2009–2011 рр. перший в Україні безостий сорт ярого ячменю Модерн зернового напрямку використання внесено в 2011 р. в Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні (далі Державний реєстр), для зони Степ за перевищення врожайності (3,5 т/га) над стандартом на 17 %.

Таким чином, вперше створений в Україні безостий сорт ярого ячменю Модерн вирізнявся високою врожайністю та стійкістю до сажкових

хвороб; the inter-row width was 0.15 m. The experiments were carried out in four replications. During the growing period, phenological observations were conducted and lodging resistance was evaluated. On infection, the damage caused by the pathogens of *Helminthosporium* diseases, powdery mildew, loose and head smuts was assessed on a 9-point scale. The yield, productive tillering capacity, the number of kernels per spike, spike length, and thousand kernel weight were measured. Data were statistically processed using ANOVA in STATISTICA 6.

Results and Discussion

The first Ukrainian awnless two-rowed spring barley cultivar of var. *inermis* was called 'Modern'. It was created by hybridization of var. *nutans* cv. 'Zvershennia' with and var. *inermis* cv. 'Granal'. Awnlessness is expressed as reduced awns on the apices of fertile flowers.

In a competitive variety trial conducted at the Institute in 2007–2008, awnless cv. 'Modern' yielded 5.88 t/ha or by 12% (0.62 t/ha) more than the national then-reference cv. 'Halaktyk' (Table 1). The cultivar is medium-ripening; the vegetation period lasts 87 days, which is three days longer than in the reference cultivar. However, cv. 'Modern' was insufficiently resistant to lodging (7.8 points), like cv. 'Granal' (7.0 points). Cv. 'Modern' plants were taller than those of the reference cultivar (88 cm and 77 cm, respectively). The thousand kernel weight was moderate (46.5 g); there were 26 kernels per spike; the spike density was 11.2 caryopses per 4 cm of the rachis; the mean spike length was 8.8 cm. The productive tillering capacity was 1.7 stems.

When tested on artificial infections, high-yielding cv. 'Modern' showed group resistance to smuts (9 points) but insufficient resistance to *Helminthosporium* diseases (7 points), just like its parental form, 'Granal'.

Based on results of the State variety trials in 2009–2011, in 2011, the first Ukrainian awnless spring barley cv. 'Modern', which was grown for grain, was included in the State Register of Plant Varieties Suitable for Dissemination in Ukraine (hereinafter the State Register) to be grown in the steppe, since it yielded by 17% more (3.5 t/ha) than the reference cultivar.

Thus, the first Ukrainian awnless spring barley cv. 'Modern' was distinguished due to high yield and resistance to smut diseases.

хвороб. Але сорт мав недостатню стійкість до збудників гельмінтоспоріозу та до вилягання. Тому, при селекції ячменю на безостість необхідно створювати нові безості сорти з покращеними властивостями господарських ознак.

However, the cultivar was insufficiently resistant to the causative agents of Helminthosporium diseases and to lodging. Therefore, awnless barley breeding had to create new awnless cultivars with improved economic characteristics.

Таблиця 1. Рівень показників ознак сорту Модерн у порівнянні зі стандартом, 2007–2008 рр.
Table 1. Characteristics cv. ‘Modern’ in comparison with the reference cultivar, 2007–2008

Ознака / Feature	Рівень показника ознаки / Level	
	стандарту Галактик / Reference cv. ‘Galaktyk’	Модерн / ‘Modern’
Урожайність, т/га / Yield, t/ha	5.24	5.88
НІР ₀₅ , т/га / LSD ₀₅ , t/ha	–	0.25
Вегетаційний період, діб / Growing period, days	84	87
Висота, см / Plant height, cm	77	88
Вміст білка, % / Protein content, %	11.2	11.9
Маса 1000 зерен, г / Thousand kernel weight, g	52.1	46.5
Продуктивна куцистість, стебел / Productive tillering, stems	1.80	1.70
Зерен у колосі, шт. / Number of kernels per spike	24	26
Довжина колоса, см / Spike length, cm	7.9	8.8
Стойкість, балів: / Resistance score, points:		
– до летючої сажки / loose smut	3	9
– до кам'яної сажки / head smut	3	9
– до гельмінтоспоріозу / Helminthosporium diseases	4	7
– до вилягання / lodging	7.5	7.8
– до посухи / drought	9	9

У результаті подальшої селекції методом гібридизації стійкого до вилягання остистого сорту Парнас з безостою лінією 04-481 (Звершення / Гранал) створено другий безостий сорт Контраст. У 2015–2016 рр. у конкурсному сортовипробуванні інституту врожайність сорту була вищою за національний стандарт Взирець на 0,18 т/га (4 %) за рівня 4,43 т/га (табл. 2). За тривалістю вегетаційного періоду (83 доби за 85 діб у стандарту) сорт середньостиглий. На відміну від безостого сорту Гранал він має підвищену стійкість до вилягання (9 балів) і до ураження збудниками гельмінтоспоріозу (8 балів), маючи як і сорт Модерн також стійкість до сажкових хвороб і виділяючись низькорослістю (60 см), але має середню довжину колоса (7,8 см).

У Державний реєстр сорт Контраст внесено в 2019 р. за перевищення врожайності над умовним стандартом на 12 % за рівня 4,83 т/га в 2017–2018 рр., він має 8-9 балів стійкості до вилягання, підвищену стійкість до ураження збудниками гельмінтоспоріозу (8 балів) і 9 балів стійкості до летючої сажки.

Further breeding resulted in the second awnless cultivar, ‘Kontrast’, which was created by hybridization of lodging-resistant awny cv. ‘Parnas’ with awnless line ‘04-481’ (‘Zvershennia’/‘Granal’). A competitive variety trial was conducted at the Institute in 2015–2016 and it was found that this cultivar yielded 4.43 t/ha, which was 0.18 t/ha (4%) more than the yield from the national reference cultivar, ‘Vzirets’ (Table 2). As to growing period, the cultivar was medium-ripening (83 days vs. 85 days in the reference cultivar). In contrast to awnless cv. ‘Granal’, it showed increased resistance to lodging (9 points) and to the pathogens of Helminthosporium diseases (8 points); it was also resistant to smut diseases, like cv. ‘Modern’. Its plant were short (60 cm), but spike were medium-long (7.8 cm).

Cultivar ‘Kontrast’ was included in the State Register in 2019, because it yielded 4.83 t/ha in 2017–2018, or 12% more than the conventional reference cultivar. Its lodging resistance score was 8-9 points; it also showed enhanced resistance to the pathogens of Helminthosporium diseases (8 points) and loose smut (9 points).

Таблиця 2. Рівень показників ознак сорту Контраст у порівнянні зі стандартом, 2015–2016 рр.**Table 2.** Characteristics cv. 'Kontrast' in comparison with the reference cultivar, 2015–2016

Ознака / Feature	Рівень показника ознаки / Level	
	стандарту Взірець / Reference cv. 'Vzirets'	Контраст / 'Kontrast'
Урожайність, т/га / Yield, t/ha	4.25	4.43
НІР ₀₅ , т/га / LSD ₀₅ , t/ha	-	0.11
Вегетаційний період, діб / Growing period, days	85	82
Висота, см / Plant height, cm	70	60
Вміст білка, % / Protein content, %	12.2	12.4
Маса 1000 зерен, г / Thousand kernel weight, g	43.0	45.0
Продуктивна куцистість, стебел / Productive tillering, stems	1.60	1.60
Зерен у колосі, шт. / Number of kernels per spike	22	24
Довжина колоса, см / Spike length, cm	7.20	7.80
Стойкість, балів: / Resistance score, points:		
– до летючої сажки / loose smut	8	9
– до кам'яної сажки / head smut	8	9
– до гельмінтоспоріозу / Helminthosporium diseases	7	8
– до вилягання / lodging	8	9
– до посухи / drought	9	9

Розвиваючи напрям селекції безостого ячменю, шляхом схрещування остистої лінії 06-09 (IP 6898 / Гама) із безостим сортом Вітраж було створено наступний безостий сорт Кречет різновиду *inermis* з покращеними показниками господарських ознак. У конкурсному сортовипробуванні інституту за 2016-2017 рр. врожайність сорту була вищою, ніж у остистого стандарту Взірець на 8 % за середньої 5,34 т/га (табл. 3).

Сорт Кречет середньостиглий (84 доби), низькорослий (61 см), стійкий до вилягання (9 балів), посухи (9 балів), збудників сажкових хвороб (9 балів). Стойкість до збудників гельмінтоспоріозу підвищена (8 балів).

За результатами державної кваліфікаційної експертизи в 2013–2020 рр. безостий сорт Кречет внесено в 2020 р. до Державного реєстру для зон Степ і Лісостеп України за врожайність у зоні Степу 3,44 т/га (+0,73 т/га до умовного стандарту) і в зоні Лісостепу 5,29 т/га (+1,06 т/га до стандарту), стійкість до вилягання 9,0 балів, до летючої сажки – 9,0 балів.

У подальшому методом гібридизації при схрещуванні стійкого до вилягання середньорослого остистого сорту Етикет з безостим сортом Модерн зі слабкою стійкістю до вилягання та більш високою соломиною в результаті рекомбінації створено стійкий до вилягання низькорослий безостий сорт Інер різновиду *inermis*.

Developing awnless barley breeding, breeders crossed awny line '06-09' ('IR 6898' / 'Gama') with awnless cv. 'Vitrazh' and created the next awnless cultivar, 'Krechet' of var. *inermis*, with improved economic characteristics. In a competitive variety trial conducted at the Institute in 2016-2017, this cultivar yielded on average 5.34 t/ha, which was 8% more than the yield from the awny reference cultivar, 'Vzirets' (Table 3).

Cultivar 'Krechet' is medium-ripening (84 days), short (61 cm), resistant to lodging (9 points), drought (9 points), and the pathogens of smut diseases (9 points). Its resistance to the pathogens of Helminthosporium diseases is increased (8 points).

Based on results of the state qualifying examination in 2013–2020, awnless cv. 'Krechet' was included the State Register in 2020 to be grown in the Steppe and Forest-Steppe of Ukraine, because it yielded 3.44 t/ha (+0.73 t/ha to the yield from conditional reference cultivar) in the steppe and 5.29 t/ha (+1.06 t/ha to the yield from reference cultivar) in the forest-steppe, was resistant to lodging (9.0 points) and loose smut (9.0 points).

Subsequent hybridization of lodging-resistant, medium-tall awny cv. 'Etyket' with awnless cv. 'Modern', which was less resistant to lodging because of taller stems, resulted in lodging-resistant, short awnless cv. 'Iner' of var. *inermis*.

Таблиця 3. Рівень показників ознак сорту Кречет у порівнянні зі стандартом, 2016-2017 рр.**Table 3.** Characteristics cv. 'Krechet' in comparison with the reference cultivar, 2016-2017

Ознака / Feature	Рівень показника ознаки / Level	
	стандарту Взирець / Reference cv. 'Vzirets'	Кречет / 'Krechet'
Урожайність, т/га / Yield, t/ha	4.94	5.34
НІР ₀₅ , т/га / LSD ₀₅ , t/ha	-	0.22
Вегетаційний період, діб / Growing period, days	87	84
Висота, см / Plant height, cm	70	61
Вміст білка, % / Protein content, %	11.3	11.4
Маса 1000 зерен, г / Thousand kernel weight, g	42.0	42.5
Продуктивна кущистість, стебел / Productive tillering, stems	1.60	1.95
Зерен у колосі, шт. / Number of kernels per spike	23	25
Довжина колоса, см / Spike length, cm	7.2	8.2
Стойкість, балів: / Resistance score, points:		
– до летючої сажки / loose smut	8	9
– до кам'яної сажки / head smut	7	9
– до гелмінтоспоріозу / Helminthosporium diseases	7	8
– до вилягання / lodging	8	9
– до посухи / drought	9	9

Урожайність сорту Інер в конкурсному сортовипробуванні 2016-2018 рр. була на 10 % вищою від стандарту Взирець і склала в середньому 5,23 т/га (табл. 4). Тривалість вегетаційного періоду середня (85 діб). Безостий сорт Інер виділяється, окрім високої врожайності, також низькорослістю, високою стійкістю до вилягання (9 балів), до збудників як сажкових хвороб, так і гелмінтоспоріозу, маючи достатню продуктивну кущистість (1,90 стебел).

In a 2016-2018 competitive variety trial, cv. 'Iner' yielded on average 5.23 t/ha, or 10% more than reference cv. 'Vzirets' (Table 4). The growing period was medium (85 days). In addition to high yield capacity, awnless cv. 'Iner' is noticeable for short stems, high resistance to lodging (9 points), to the pathogens of both smuts and Helminthosporium diseases, and sufficient productive tillering capacity (1.90 stems).

Таблиця 4. Рівень показників ознак сорту Інер у порівнянні зі стандартом, 2016–2018 рр.**Table 4.** Characteristics cv. 'Iner' in comparison with the reference cultivar, 2016–2018

Ознака / Feature	Рівень показника ознаки / Level	
	стандарту Взирець / Reference cv. 'Vzirets'	Інер / 'Iner'
Урожайність, т/га / Yield, t/ha	4.75	5.23
НІР ₀₅ , т/га / LSD ₀₅ , t/ha	-	0.28
Вегетаційний період, діб / Growing period, days	85	85
Висота, см / Plant height, cm	75	62
Вміст білка, % / Protein content, %	12.6	12.7
Маса 1000 зерен, г / Thousand kernel weight, g	43.0	45.0
Продуктивна кущистість, стебел / Productive tillering, stems	1.6	1.9
Зерен у колосі, шт. / Number of kernels per spike	22	26
Довжина колоса, см / Spike length, cm	7.3	8.3
Стойкість, балів: / Resistance score, points:		
– до летючої сажки / loose smut	8	9
– до кам'яної сажки / head smut	8	9
– до гелмінтоспоріозу / Helminthosporium diseases	8	9
– до вилягання / lodging	8	9
– до посухи / drought	9	9

Безостий сорт Інер внесено в 2021 р. до Державного реєстру для зон Степу, Лісостепу і Полісся за врожайністю за 2019–2020 рр. державної експертизи в зоні Степу 3,33-4,87 т/га (+0,62–2,19 т/га до умовного стандарту), в зоні Лісостепу – 5,33–5,39 т/га (+0,97–1,11 т/га) і в зоні Полісся 3,77–4,15 т/га (+0,09–0,51 т/га), а також стійкістю до летючої сажки на рівні 9 балів.

Для створення безостого сорту Геркулес з кращими показниками господарських ознак, ніж у безостого сорту Модерн, було проведено схрещування з залученням іноземних сортів Fink і Arikada.

Безосту лінію 07-1223 (безостий сорт Гранал / остистий сорт Fink) було схрещено з стійким до вилягання остистим сортом Arikada з Німеччини. В конкурсному сортовипробуванні інституту в умовах 2017–2019 рр. врожайність сорту Геркулес склала 5,28 т/га, що на 12 % вище, ніж у стандарту Взірець і на 8 % у порівнянні з першим нашим безостим сортом Модерн (табл. 5). За тривалістю вегетаційного періоду сорт середньостиглий (85 діб).

Awnless cv. ‘Iner’ was included in the State Register in 2021 to be grown in the steppe, forest-steppe, and woodlands, since according to the state examination in 2019–2020, it yielded 3.33-4.87 t/ha (+0.62–2.19 t/ha to the conditional reference cultivar) in the steppe, 5.33–5.39 t/ha (+0.97–1.11 t/ha) in the forest-steppe, and 3.77–4.15 t/ha (+0.09–0.51 t/ha) in the woodlands. In addition, its loose smut resistance score was 9 points.

In order to create awnless cv. ‘Herkules’ with better economic characteristics than those of awnless cv. ‘Modern’, breeders used foreign cvs. ‘Fink’ and ‘Arikada’.

Awnless line ‘07-1223’ (awnless cv. ‘Granal’ /awny cv. ‘Fink’) was crossed with Germanan lodging-resistant awny cv. ‘Arikada’. In a competitive variety trial conducted at the Institute in 2017–2019, cv. ‘Herkules’ yielded 5.28 t/ha, which was 12% more than the yield from reference cv. ‘Vzirets’ and 8% more than our first awnless cv. ‘Modern’ yielded (Table 5). By growing period length, this cultivar is medium-ripening (85 days).

Таблиця 5. Рівень показників ознак сорту Геркулес у порівнянні зі стандартом, 2017–2019 рр.
Table 5. Characteristics cv. ‘Herkules’ in comparison with the reference cultivar, 2017–2019

Feature	Рівень показника ознаки / Level			
	стандарту Взірець / Reference cv. ‘Vzirets’	Геркулес / ‘Herkules’	Модерн / ‘Modern’	Контраст / ‘Kontrast’
Урожайність, т/га / Yield, t/ha	4.72	5.28	4.87	4.94
НІР ₀₅ , т/га / LSD ₀₅ , t/ha	-	0.21	0.21	0.21
Вегетаційний період, діб / Growing period, days	85	85	84	81
Висота, см / Plant height, cm	70	60	85	60
Вміст білка, % / Protein content, %	12.5	12.7	12.0	12.6
Маса 1000 зерен, г / Thousand kernel weight, g	42.0	43.0	43.5	44.0
Продуктивна кущистість, стебел / Productive tillering, stems	1.60	1.90	1.70	1.70
Зерен у колосі, шт. / Number of kernels per spike	20.8	23.5	24.0	21.5
Довжина колоса, см / Spike length, cm	7.10	7.70	8.00	7.00
Стійкість, балів: / Resistance score, points:				
– до летючої сажки / loose smut	8	9	9	9
– до кам'яної сажки / head smut	8	9	9	9
– до гельмінтоспоріозу / Helminthosporium diseases	8	9	7	8
– до вилягання / lodging	8	9	7	9
– до посухи / drought	9	9	9	9

Сорт Геркулес низькорослий (60 см) і стійкий до вилягання (9 балів), чим вигідно вирізняється в порівнянні з безостим сортом Модерн, який більш високорослий (85 см) і має недостатню стійкість до вилягання (7 балів). Маса 1000 зерен сорту Геркулес за ці роки становила 43,0 г, майже як і в Модерну (43,5 г). Продуктивна кущистість сорту достатня (1,90 стебел при 1,70 стебел у Модерну).

Безостий сорт Геркулес за результатами державної експертизи за 2020–2021 рр. внесено в 2021 р. до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в зонах Степ, Лісостеп і Полісся за високою врожайністю в зоні Степ – 4,66-4,84 т/га (164-181 % до умовного стандарту), Лісостеп – 5,14–5,60 т/га (111–128 %) і Полісся – 3,79–4,57 т/га (103–120 %), за стійкістю до ураження збудником летючої сажки (9 балів).

У 2023 р. для кваліфікаційної експертизи з 2024 р. передано стресостійкий безостий сорт ярого ячменю Ярець різновиду *inermis*. Для створення сорту Ярець було проведено схрещування безостого сорту Вітраж зі стійким до вилягання сортом Pasadena. В гібридній популяції виділено безосту лінію 18-249, яка за результатами конкурсного сортовипробування в 2021-2023 рр. мала на 9 % вищу врожайність зерна у порівнянні зі стандартом Авгур при рівні 4,74 т/га (табл. 6).

Cultivar ‘Herkules’ is short (60 cm) and resistant to lodging (9 points), which favorably distinguishes it in comparison with awnless cv. ‘Modern’, which is taller (85 cm) and less lodging resistant (7 points). The thousand kernel weight in cv. ‘Herkules’ in these years was 43.0 g, almost the same as in cv. ‘Modern’ (43.5 g). The productive tillering capacity of this cultivar is sufficient (1.90 stems compared to 1.70 stems in cv. ‘Modern’).

Based on results of the state examination in 2020–2021, awnless cv. ‘Herkules’ was included in the State Register in 2021 to be grown in the steppe, forest-steppe, and woodlands, where it yielded 4.66-4.84 t/ha (164-181% related to the conditional reference cultivar), 5.14-5.60 t/ha (111–128 %), and 3.79-4.57 t/ha (103–120%), respectively. Its loose smut resistance score was 9 points.

In 2023, stress-resistant awnless spring barley cv. ‘Yarets’ (var. *inermis*) was submitted to qualifying examination from 2024. To create cv. ‘Yarets’, breeders crossed awnless cv. ‘Vitrazh’ with lodging-resistant cv. ‘Pasadena’. From the hybrid population, awnless line ‘18-249’ was selected. According to results of a competitive variety trial in 2021-2023, it yielded 4.74 t/ha, or 9% more grain than from reference cv. ‘Avhur’ (Table 6).

Таблиця 6. Рівень показників ознак сорту Ярець у порівнянні зі стандартом, 2021–2023 рр.

Table 6. Characteristics cv. ‘Yarets’ in comparison with the reference cultivar, 2021–2023

Ознака / Feature	Рівень показника ознаки / Level	
	стандарту Авгур / Reference cv. ‘Avhur’	Ярець / ‘Yarets’
Урожайність, т/га / Yield, t/ha	4.34	4.74
НІР ₀₅ , т/га / LSD ₀₅ , t/ha	-	0.21
Вегетаційний період, діб / Growing period, days	82	83
Висота, см / Plant height, cm	51	55
Вміст білка, % / Protein content, %	12.8	12.1
Маса 1000 зерен, г / Thousand kernel weight, g	42	42
Продуктивна кущистість, стебел / Productive tillering, stems	1.6	1.9
Зерен у колосі, шт. / Number of kernels per spike	22	25
Довжина колоса, см / Spike length, cm	7.1	7.2
Стойкість, балів: / Resistance score, points:		
– до летючої сажки / loose smut	8	9
– до кам'яної сажки / head smut	8	9
– до гельмінтоспоріозу / Helminthosporium diseases	8	9
– до вилягання / lodging	8	9
– до посухи / drought	9	9

За тривалістю вегетаційного періоду сорт середньостиглий (83 доби) як і стандарт Авгур (82 доби). Сорт Ярець низькорослий (55 см), надзвичайно стійкий до вилягання (9 балів). Маса 1000 зерен сорту становила 42,0 г. Продуктивна кущистість була на рівні 1,9 стебел. Сорт стійкий до летючої та кам'яної сажок і до гельмінтоспоріозу (9 балів), а також до посухи (9 балів).

У подальшій селекції за 2017-2024 рр. було створено та оцінено в 2023-2024 рр. нові безості лінії в конкурсному сортовипробуванні, контрольному та селекційному розсадниках.

У конкурсному сортовипробуванні за 2023-2024 рр. оцінено лінії, одержані в 2020 р. у селекційному розсаднику, серед яких виділено три безості лінії з вищою від стандарту Авгур врожайністю на 6-20 %: л. 20-423 (Модерн х Novosadsky 294) – на 6-15 %, л. 20-546 (Модерн х л. 13-1264) – на 13-20 %, л. 20-606 (12-655 х Донецький 12) – на 27-10 % відповідно до років дослідження, які вирізнялися також стійкістю до вилягання та до ураження збудниками хвороб (табл. 7).

In terms of the growing period length, this cultivar is medium-ripening (83 days), like reference cv. 'Avhur' (82 days). Cultivar 'Yarets' is short (55 cm) and extremely resistant to lodging (9 points). The thousand kernel weight in this cultivar was 42.0 g. The productive tillering capacity was 1.9 stems. The cultivar is resistant to loose and head smuts as well as to Helminthosporium diseases (9 points); it is also drought resistant (9 points).

Due to subsequent breeding in 2017-2024, new lines were created and evaluated in competitive variety trials, control and breeding nurseries in 2023-2024.

In a competitive variety trial in 2023-2024, lines obtained in the breeding nursery in 2020 were evaluated. Of them, three awnless lines yielding more by 6-20% than reference cv. 'Avhur' were selected: line '20-423' ('Modern' x 'Novosadsky 294'; by 6-15%), line '20-546' ('Modern' x line '13-1264'; by 13-20%), and line '20-606' (line '12-655' x 'Donetskyi 12'; by 27-10%). The lines were also distinguished by resistance to lodging and pathogens (Table 7).

Таблиця 7. Рівень показників ознак сорту Ярець у порівнянні зі стандартом, 2021–2023 рр.

Table 7. Characteristics cv. 'Yarets' in comparison with the reference cultivar, 2021–2023

Ознака / Feature	Рівень показника ознаки / Level			
	стандарту Авгур / Reference cv. 'Avhur'	Лінія 20-423 / Line '20-423'	Лінія 20-546 / Line '20-546'	Лінія 20-606 / Line '20-606'
Урожайність, т/га / Yield, t/ha	3.09	3.50	3.58	3.64
НІР ₀₅ , т/га / LSD ₀₅ , t/ha	-	0.25	0.25	0.25
Веgetаційний період, діб / Growing period, days	82	83	81	82
Висота, см / Plant height, cm	51	50	52	54
Вміст білка, % / Protein content, %	12.8	13.5	13.1	13.8
Маса 1000 зерен, г / Thousand kernel weight, g	42	43	44	41
Продуктивна кущистість, стебел / Productive tillering, stems	1.6	1.8	1.7	1.9
Зерен у колосі, шт. / Number of kernels per spike	22	24	25	26
Довжина колоса, см / Spike length, cm	7.1	7.3	7.4	7.6
Стійкість, балів: / Resistance score, points:	8	9	9	9
– до летючої сажки / loose smut	8	9	9	9
– до кам'яної сажки / head smut	8	9	9	9
– до гельмінтоспоріозу / Helminthosporium diseases	8	9	9	9
– до вилягання / lodging	8	9	9	9
– до посухи / drought	9	9	9	9

У контрольному розсаднику оцінено лінії, одержані в 2021 р., серед яких виділено шість високоврожайних ліній з вищою від стандарту Август урожайністю на 6-20 %: л. 20-356 (Модерн × Beatrix) – на 6 %, л. 21-644 (Модерн × Prestige) – на 24 %, л. 21-680 (Кречет × Novosadsky 294) – на 14 %, л. 21-845 (Інер × Донецький 12) – на 7 %, л. 21-843 (Інер × Beatrix) – на 11 %, л. 21-818 (Модерн × Подив) – на 4 %.

У селекційному розсаднику оцінено лінії, одержані в 2023 р., серед яких виділено 23 кращі за оцінками безості лінії з гібридних комбінацій Контраст × Scrabble, Модерн × Scrabble, Геркулес × Novosadsky 294, Кречет × Аграрій, 15-1246 × Scrabble, Кречет × Scrabble, Модерн × Ахіллес, Модерн × Gladys, Контраст × Аграрій, Геркулес × Scrabble, 15-1264 × NSGJ-1.

Таким чином, вперше в Україні розроблено та розвинуто напрям селекції ярого ячменю на безостість, в результаті якого шляхом рекомбінацій при схрещуванні різноманітних безостих і остистих сортів і ліній створено п'ять безостих сортів (перший український безостий сорт Модерн, а також з покращеними показниками врожайності, стійкості до вилягання та ураження збудниками хвороб безості сорти Контраст, Кречет, Інер і Геркулес), внесених в 2011-2021 рр. до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. У 2023 р. передано для кваліфікаційної експертизи новий безостий надзвичайно стійкий до екстремальних фонів сорт Ярець, а також створено 32 нові цінні безості лінії. У результаті оцінок безостих сортів Модерн, Контраст, Кречет, Інер, Геркулес, Ярець і нових безостих ліній встановлено особливості рівня показників господарських ознак цих сортів, їх позитивні й негативні властивості та покращення ознак завдяки перевищенню їх показників над ознаками стандартів, зокрема врожайності, стійкості до ураження збудниками летючої та кам'яної сажок, борошнистої роси, гельмінтоспоріозу, стійкості до вилягання і посухи.

Створено безості сорти та лінії є пристосованими до умов вирощування в Україні на відміну від сортів іноземної селекції.

Висновки.

У результаті успішної розробки та розвитку напрямку селекції ярого ячменю на безостість шляхом схрещування між остистим сортом Звершення та безостим сортом Гранал (джерелом безостості) створено високоврожайний та з груповою стійкістю до збудників сажкових

Lines obtained in 2021 were evaluated in the control nursery. Of them, six high-yielding lines (yielding more than reference cv. 'Avhur' by 6-20%) were selected: line '20-356' ('Modern' × 'Beatrix'; by 6%), line '21-644' ('Modern' × 'Prestige'; by 24%), line '21-680' ('Krechet' × 'Novosadsky 294'; by 14%), line '21-845' ('Iner' × 'Donetskyi 12'; by 7%), line '21-843' ('Iner' × 'Beatrix'; by 11%), and line '21-818' ('Modern' × 'Podyv'; by 4%).

Lines obtained in 2023 were evaluated in the breeding nursery. Of them, 23 best lines from hybrid combinations 'Kontrast' × 'Scrabble', 'Modern' × 'Scrabble', 'Herkules' × 'Novosadsky 294', 'Krechet' × 'Ahrarii', line '15-1246' × 'Scrabble', 'Krechet' × 'Scrabble', 'Modern' × 'Akhiles', 'Modern' × 'Gladys', 'Kontrast' × 'Ahrarii', 'Herkules' × 'Scrabble', line '15-1264' × 'NSGJ-1' were selected.

Thus, for the first time in Ukraine, awnless spring barley breeding was initiated and developed. It resulted in five awnless cultivars obtained through recombinations when different awnless and awny cultivars and lines were crossed (the first Ukrainian awnless cv. 'Modern', as well as cvs. 'Kontrast', 'Krechet', 'Iner', and 'Herkules' with improved yield and resistance to lodging and pathogens). These cultivars were included in the State Register in 2011-2021. In 2023, a new awnless cultivar, 'Yarets', which is highly resistant to extreme factors, was submitted to qualifying examination. Thirty-two new valuable awnless lines were also created. Due to assessments of awnless cv. 'Modern', 'Kontrast', 'Krechet', 'Iner', 'Herkules', and 'Yarets' and new awnless lines, their economic characteristics, beneficial and negative features were determined. Their characteristics were improved in comparison with those of the reference cultivars, in particular they yielded more, were more resistant to the pathogens of loose and head smuts, powdery mildew, Helminthosporium diseases, lodging, and drought.

Unlike foreign cultivars, our cultivars and lines are adapted to growing conditions in Ukraine.

Conclusions.

Successful initiation and development of spring barley breeding for awnlessness by crossing between awny cv. 'Zvershenia' and awnless cv. 'Granal' (the source of awlessness) resulted in high-yielding awnless cv. 'Modern' with group resistance to smuts. Subsequent

хвороб безостий сорт Модерн. У подальшому селекційному процесі створено та внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, безості сорти Контраст, Кречет, Інер, Геркулес, а також передано на кваліфікаційну експертизу безостий сорт інтенсивного типу Ярець та виділено нові безості лінії. Господарські показники нових сортів у селекційному процесі покращуються у порівнянні з попередніми безостими сортами. Вирішено проблему стійкості до вилягання та ураження збудниками листових хвороб шляхом впровадження в селекційний процес сортів західноєвропейської селекції.

breeding gave awnless cvs. 'Kontrast', 'Krechet', 'Iner', and 'Herkules', which were included in the State Register of Plant Varieties Suitable for Dissemination in Ukraine, and awnless intensive cv. 'Yarets', which was submitted to qualifying examination, and new awnless lines. In the breeding process, the economic characteristics of the new cultivars are improved in comparison with the older awnless cultivars. The problem of resistance to lodging and pathogens of foliar diseases was solved by involving Western European cultivars in crossbreeding.

References

1. Cereal fodder crops. Tavriyskiy DAU im. D. Motornoho. URL: <http://www.tsatu.edu.ua>rosl>uploads>sites>...>[in Ukrainian]
2. Bomko V.S., Bomko L.H., Babenko S.P., Diachenko L.S., Slomchynskiy M.M., Kuzmenko O.A., Tytarova O.M., Cherniavskiy O.O. Feeding of farm animals: methodological guidelines. Bila Tserkva: Bilotserkivskiy Natsionalnyi Ahrarniy Universytet, 2019. 52 p. [in Ukrainian]
3. Quality of hay and straw in cattle feeding. AH-BAH-Ukraine. URL: www.ag-bag.ua[in Ukrainian]
4. Bleidere M., Gaile Z. Grain quality traits important in feed barley. Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B: Natural Exact and Applied Sciences. 2012. Vol. 66, No 1–2. P. 1–9. <https://doi.org/10.2478/v10046-011-0039-8>.
5. Ötles S., Cagindi Ö. Cereal based functional foods and nutraceuticals. Acta Scientiarum Polonorum, Ser. Technologia Alimentaria. 2006. Vol. 5, No 1. P. 107–112.
6. Tsvetkov St.M., Tsvetkov K.St. An attempt to develop two-rowed awnless barley (vvLkLk) by using genetic awnless plasma of cv. Tsvetelina (*Hordeum sativum* Jess. ssp. *vulgare*, var. *dundar beyi* Zhuk). Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2007. Vol. 13. P. 529–533.
7. Huang B., Wu W. and Hong Z. Genetic loci underlying awn morphology in barley. Genes. 2021. 12(10): 1613. <https://doi.org/10.3390/genes12101613>.
8. Hodkov L.U. Naked and awnless barleys. L.: Publishing House Lengosuniversitet. 1985. 135 p. [in Russian]
9. Gryaznov A.A. Karabalyk barley. Kustanay: Pechatnyy Dvor, 1993. Issue 1. 64 p. [in Russian]
10. Huang B., Wu W., Hong Z. Genetic interactions of awnless genes in barley. Genes. 2021. Vol. 12. P. 606. <https://doi.org/10.3390/genes12040606>
11. Huang B., Huang D., Hong Z et al. Genetic analysis reveals four interacting loci underlying awn trait diversity in barley (*Hordeum vulgare*). Sci. Rep. 2020. Vol. 10. P. 12535. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69335-x>
12. Huang B., Weiren W., Hong Z. Genetic loci underlying awn morphology in barley. Genes. 2021. Vol. 12(10). P. 1613. <https://doi.org/10.3390/genes12101613>
13. Yuo T., Yamashita Y., Kanamori H. et al. A SHORT INTERNODES (SHI) family transcription factor gene regulates awn elongation and pistil morphology in barley. J. Exp. Bot. 2012. Vol. 63. P. 5223–5232. <https://doi.org/10.1093/jxb/ers182>
14. A guide to filling the winter feed gap with forage cereals. S&W Seed Company Australia. <https://swseedco.co.au>
15. Barley. Treasure State Seed. <https://www.treasurestateseed.com>
16. Barley Hay for Horse. Kentucky Equine Research. 2017.
17. New wheat, barley, oat varieties for 2021. Crainews. <https://www.grainews.ca>
18. Kozachenko M.R., Ivanova N.V. Awnlessness, short-awnedness and long-awnedness in spring barley breeding. Breeding and genetic studies of spring barley: scientific publication. Ed. by M.R. Kozachenko. Kh.: IR imeni V.Ya. Yurieva NAAN, 2012. P. 262-363. [in Ukrainian]

Надійшла до редакції 11.11.2024 р.
Received 11.11.2024