

урожаев сельскохозяйственных культур. Так, в результате перестройки габитуса растений в процессе селекции в производство поступили сорта гречки с повышенной урожайностью и наличием таких ценных признаков как крупноплодность, ограниченное ветвления, детерминантность, эффективное распределение ассимилянтов между вегетативными и генеративными органами. Использование таких сортов гарантирует урожайность зерна гречихи 20–25 ц/га и выше, что приближает ее к уровню других зерновых культур.

**Ключевые слова:** теория продукционного процесса, фотосинтез, синтетическая селекция, урожайность, гречиха.

#### **Annotation**

**Rarok A. V., Bilonozhko V. Y., Poltoretskyi S. P.**

#### **Theoretical bases of forming highly productive crops of buckwheat**

An important characteristic of an agrobiocenosis is the productional process. The basis of it is the ability of plants to absorb water and mineral substances from the soil, absorb carbon dioxide from the air and to synthesize organic substances through the energy of sunlight. At the same time, the theory of the productional process allows extending general biological understanding of vital functions of systems of different levels and simultaneously solving practical problems. The main provisions of this theory point out that carbon, hydrogen and oxygen constitute 95% of the plant biomass. They are absorbed by a plant during photosynthesis with their storing in organic products, as well as transformed energy of solar radiation. Photosynthesis as a basic process in a plant metabolism provides energy substrate harvest formation, combined with the processes of assimilation of nitrogen and elements of mineral nutrition. It is controlled in a complex hierarchy of genetic programs of the development that determine the sequence of ontogenesis processes. Photosynthetic function is controlled by ontogenesis processes and yield formation is determined, above all, by the epigenetic pressure from organs consuming photosynthates.

The development of the theory of the productional process has a significant impact on the development of two areas: practical selection and simulation, forecasting and programming yields. Thus, as a result of restructuring of plant habitus during selection there are buckwheat varieties with increased yield and presence of features such as large size of grain, limited branching, determinativeness and efficient allocation of photosynthates between vegetative and generative organs. The use of such varieties ensures the grain yield of this crop not lower than 20-25 kg/ha which brings it to the level of other cereal crops.

**Key words:** theory of the productional process, photosynthesis, synthetic selection, yield, buckwheat.

**УДК 633.11:631.527**

## **ХАРАКТЕРИСТИКА ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА ЗИМОСТІЙКІСТЮ**

**Я. С. Рябовол, кандидат сільськогосподарських наук**

**Л. О. Рябовол, доктор сільськогосподарських наук**

**Уманський національний університет садівництва**

У статті висвітлено проблему щодо морозо- та зимостійкості пшениці м'якої озимої, як одну із важливих питань селекційного процесу. Відмічено необхідність створення зимостійких вихідних форм культури. Виділено та охарактеризовано зразки, які можуть слугувати донорами генів цих ознак при створенні нових адаптивних сортів пшениці.

**Ключові слова:** морозостійкість, зимостійкість, вихідний матеріал, донор генів, пшениця, селекція.

**Постановка проблеми.** Селекцію пшениці спрямовано на створення високоврожайних короткостеблових сортів та гібридів стійких до вилягання, комплексу шкочочинних хвороб, які б вирізнялись морозо-, зимостійкістю та мали високу якість зерна [1].

Стійкість рослин до дії низьких негативних температур – один з основних чинників, що виявляє рівень реалізації потенціалу продуктивності озимої пшениці в більшості агрокліматичних зон її вирощування. Саме тому створення високоморозо-, зимостійких сортів даної культури, що відповідають потребам сучасного сільськогосподарського виробництва, є важливою проблемою вітчизняної селекції. Одним з успішних шляхів вирішення даної проблеми є створення та реалізація генетичної теорії отримання сортів, стійких до низьких негативних температур [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Одним з перших дослідників, хто звернув увагу на рівень перезимівлі рослинного матеріалу, був Nilsson-Ehle Н. Досліджуючи позитивні та негативні трансгресії в розщеплюваннях, він відмітив полігенний тип успадкування даної ознаки у пшениці м'якої озимої. У наступному це питання широко вивчалось і обговорювалось.

Переважну більшість робіт присвячено характеру успадкування морозостійкості в поколінні  $F_1$ . Відзначається, що стійкість до дії низької негативної температури проявляється як рецесивна, домінантна ознака або ознака з проміжним успадкуванням. Окрім того, відмічено, що характер її успадкування залежить від вихідних батьківських форм, а також умов загартування і температурного навантаження. Однак більшість дослідників висловлюють думку, що морозостійкість гібридів  $F_1$  від схрещування озимих сортів пшениці має проміжне успадкування з відхиленням у бік морозостійкішої батьківської форми [3]. Дослідженнями учених встановлено, що гібриди  $F_1$ , зазвичай, поступаються за морозостійкістю кращій з батьківських форм на 1–7% і переважають гірші батьківські форми на 14–40%. Вчені також відмічали проміжний і рецесивний характер успадкування ознаки морозостійкості у озимо-ярих гібридів [4, 5].

Значну кількість досліджень було проведено з виявлення гетерозисного ефекту морозостійкості. Проте даний ефект фіксували лише у 1–17% комбінацій, а рівень його проявлення був незначним.

У літературі також знайдено інформацію, що на морозостійкість, як фізіологічної властивості рослинного організму, суттєво впливає цитоплазма. На основі вивчення результатів перезимівлі селекційного матеріалу, отриманого в результаті реципрокних схрещувань, вчені прийшли до висновку щодо позитивного впливу материнського організму на морозостійкість гібридів пшениці. Такий вплив спостерігали у поколіннях  $F_2$ – $F_3$  [6].

Для отримання більш повної інформації щодо особливостей генетичного контролю морозостійкості у гібридів пшениці озимої в останні роки широко застосовуються діалельні схрещування. У результаті їх використання, а також методу топкросу, виявлено комбінаційну здатність багатьох сортів за морозостійкістю. При цьому встановлено, що вищою загальною комбінаційною здатністю характеризуються сорти з високим рівнем стійкості до дії низьких

негативних температур [6].

Однак діалельний аналіз не дозволяє встановити генотипи вивчених сортів зі стійкості до дії низьких негативних температур і не викриває механізми генних взаємодій, що застосовуються до конкретної комбінації, знижуючи практичну цінність отриманих даних. Окрім того, використовуючи діалельні схрещування, вчені часто керуються гіпотезою про незалежне розподілення генів у батьків та відсутності епістазу, однак це не завжди підтверджується [6, 7, 8].

Глибокі генетичні дослідження з вивчення природи морозостійкості показали, що стійкість пшениці м'якої контролюється складною генетичною системою. На даний час ідентифіковано 13 хромосом, що детермінують прояв морозостійкості: 1A, 5A, 7A, 1B, 2B, 3B, 4B, 5B, 6B, 1D, 2D, 4D, 5D. Характерно, що в різних сортів даний контроль здійснюється як однотипними хромосомами, так і різними з різною їх кількістю [7].

Вивчаючи електрофоретичні спектри запасних білків, було встановлено зв'язок різних сортів пшениці м'якої озимої з алелями гліадинкодуєчих локусів. У запасних білках найбільш морозостійких сортів завжди присутні блоки компонентів гліадину Gld 1A1 або Gld 1A2, Gld 1D5, Gld 6A3, Gld 6D2.

Аналізуючи причини різкого підвищення морозостійкості гексаплоїдних пшениць, вчені вказують на першочергове значення додавання геному D до генотипу АВ тетраплоїдних видів. Однак, деякі науковці на основі вивчення взаємодії генів у синтетичних амфідиплоїдів доводять, що підвищення морозостійкості пшениці м'якої пов'язано не з геномом D, а є результатом мутацій та рекомбінацій з наступним доборою на гексаплоїдному рівні [7, 8]. Проте здатність до перезимівлі пшениці насамперед визначається озимим типом розвитку культури.

Таким чином, результати цитогенетичних та біохімічних досліджень підтверджують висновки про полігенну природу морозостійкості.

Метою наших досліджень було визначити морозо- та зимостійкості вихідного селекційного матеріалу створеної колекції відібраних зразків та охарактеризувати кращі з них.

**Матеріали та методи досліджень.** Створена колекція складалася з низки високопродуктивних матеріалів, зокрема, сортів німецької селекції Patras, Etana, Matrix, СН Kombin, вітчизняних сортів Артемісія, Артеміда, Зорепад, Віген, створених у результаті гібридизації зразків № 3320, 4075 тощо.

Кліматичні умови вирощування пшениці озимої в Україні характеризуються різноманітністю та значною непередбачуваністю. Перш за все це стосується перезимівлі, коли рослини витримують вплив осінньої та весняної посухи, морозів і відлиг, крижаних кірок, видування, вимокання, випрівання та інших несприятливих чинників. У багатьох випадках, для оцінювання морозостійкості пшениці озимої значного поширення набув метод В. Я. Юр'єва, розроблений в Інституті рослинництва. Суть даного методу полягає у проморожуванні селекційних зразків, висіяних у спеціальні дерев'яні ящики. Даний метод трудомісткий, однак частину рослин, які вижили, можна висаджувати на ділянках для створення нового вихідного матеріалу, особливо

при схрещуванні озимих і ярих сортів. У сучасних умовах для оцінки селекційного матеріалу на зимостійкість використовують провокаційні фони (схили відповідної експозиції, земляні вали, оголення вузлів кушіння рослин озимих культур) [9, 10]. Проводиться також дослідження щодо впливу негативних температур на проростки рослин озимої пшениці, проморожуванням у рулонах тощо [11].

Важливим підходом у вивченні морозостійкості є встановлення локалізації генів морозостійкості, їхнє картування [12]. Вирішення цих питань щодо геному пшениці озимої дозволить поєднувати в одному генотипі стійкість до низьких температур з іншими господарсько цінними ознаками [13].

Дослідження проводились на дослідних ділянках кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського НУС. Зимостійкість пшениці визначали за методиками Державного сортопробування. Оцінювання селекційного матеріалу за цією ознакою проводили навесні, шляхом підрахунку відсотку рослин, що перезимували до загальної кількості рослин, що ввійшли в зиму.

Погодні умови 2015–2016 років були сприятливими для вирощування зернових культур, можливо через це рослини переважної більшості зразків після відновлення весняної вегетації вирізнялись інтенсивним наростанням біомаси.

**Результати досліджень.** У результаті досліджень встановлено, що апробовані матеріали характеризувались високою морозо- та зимостійкістю (табл.).

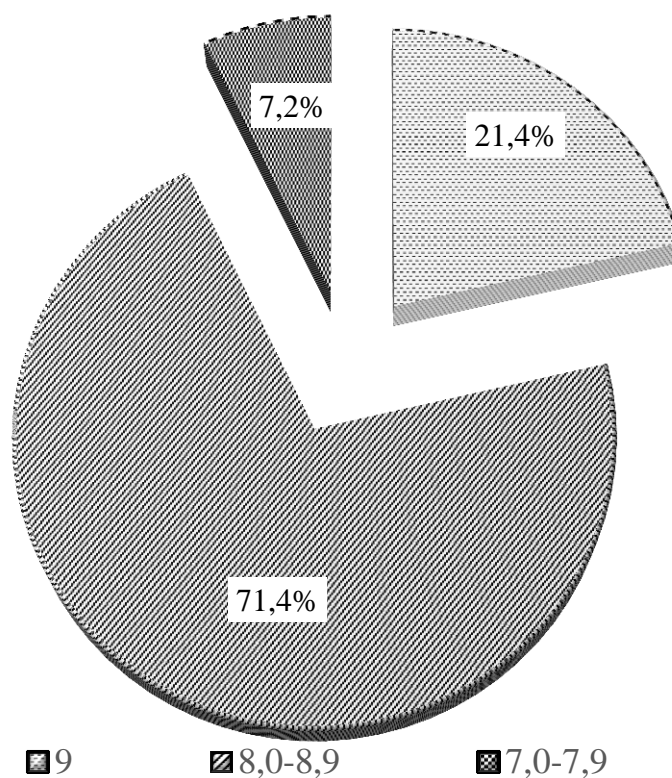
**Аналіз зразків пшениці м'якої озимої за зимостійкістю, 2015–2016 рр.**

Колекційний зразок	Зимостійкість, бал			Кількість апробованих рослин		
	2015	2016	$\bar{x}$	восени, шт.	навесні, шт.	рослини, що перезимували, %
Фаворитка, st	7,8	8,8	8,4	129	110	85,2
Patras	9,0	9,0	9,0	140	134	95,7
Etana	9,0	9,0	9,0	162	154	95,1
Matrix	8,5	9,0	8,8	137	128	93,4
CN Kombin	8,0	8,7	8,4	124	105	84,7
Артемісія	8,5	9,0	8,8	175	150	85,7
Артеміда	8,0	8,5	8,3	162	137	84,6
Золотоколоса	8,6	8,8	8,7	146	136	93,2
Зорепад	7,5	8,5	8,0	125	103	82,4
Віген	7,2	8,4	7,8	132	105	79,5
№ 3872	8,2	9,0	8,6	137	124	90,5
№ 4075	9,0	9,0	9,0	141	136	96,5
№ 3320	8,4	9,0	8,7	142	131	92,3
№ 3946	8,2	9,0	8,6	136	124	91,2
НІР	0,4	0,3	0,4	–	–	1,4

Відсоток перезимівлі рослин сорту-стандарту Фаворитка склав 85,2%. У порівнянні з контрольним варіантом найкраще зарекомендували себе селекційні матеріали Патрас, Етана та № 4075. На час весняного відновлення вегетації частка рослин даних зразків, що успішно перезимували, сягала 95,1–96,5%. Для інших матеріалів колекції кількість живих рослин після перезимівлі була істотно нижчою і варіювала у межах 79,5–93,4 %.

Для визначення розподілу зразків колекції за балом зимостійкості вираховували відсоткову частку генотипів за рівнем прояву цього показника (рис.).

Загалом, за найвищим балом стійкості (9) виділено 21,4% матеріалу від загальної кількості досліджуваних зразків. Бал стійкості 8–9 мали 71,4% зразків. Дещо нижчі показники зимостійкості (7–7,9 бали) зафіксовано у 7,2% матеріалів. Загалом майже 93 % досліджуваних колекційних зразків, що мали високий бал зимостійкості, доцільно використовувати в селекційних схемах зі створення високопродуктивних зимостійких форм пшениці м'якої озимої.



**Рис. Розподіл зразків колекції за зимостійкістю (%), 2015–2016 рр.**

Отже, на даний час значно розширено уявлення про генетично детерміновані властивості морозостійкості пшениці м'якої озимої, що забезпечує цілеспрямоване проведення селекційних робіт зі створення стійких до негативних умов та низьких температур перезимівлі зразків. Встановлено, що колекційні матеріали Патрас, Етана, № 4075 можуть слугувати донорами генів зимо- та морозостійкості при створенні нових сортів і гібридів культури.

## Література

1. Рябовол Я.С. Гібридна пшениця: проблеми, можливості, переваги перспективи / Я.С. Рябовол, Ф.М. Парій, Л.О. Рябовол, І.Р. Заболотна, І.П. Діордієва // Зб. наук. праць УНУС. – Умань, 2014. – Вип. № 86. – С. 210–214.
2. Дубинин Н.П. Генетические основы засухоустойчивости и проблемы селекции сельскохозяйственных культур / Н.П. Дубинин // Проблемы борьбы с засухой и рост производства сельскохозяйственной продукции. – М.: Колос, 1974. – С. 96–104.
3. Лыфенко С. Ф. О некоторых закономерностях наследования морозостойкости у гибридов озимой мягкой пшеницы / С. Ф. Лыфенко // Пути создания исходного материала для селекции зерновых культур. – Одесса: ВСГИ, 1976. – Вып. 14. – С. 71–78.
4. Орлюк А. П. Проблемы морозо- и зимоустойчивости в генетических исследованиях озимой пшеницы / А. П. Орлюк // Генетика. – 1985. – Т. 21, № 1. – С. 15–22.
5. Мусич В. Н. Фотопериодическая чувствительность и морозостойкость современных сотов озимой пшеницы / В. Н. Мусич // Науч. техн. бюл. ВСГИ. – Одесса, 1983. – № 2 (48). – С. 21–24.
6. Суркова Л. И. Селекционно-генетические вопросы зимостойкости пшеницы. / Л. И. Суркова, И. Л. Максимов. – М., 1983. – 67 с.
7. Глеба Ю.Ю. Клеточная инженерия растений / Ю.Ю. Глеба, К. М. Сытник – К.: Наук думка, 1986. – 159 с.
8. Пшеница. / Л.А. Животков, С.В. Бирюков, А.Я. Степаненко и др. Под ред. Л.А. Животкова; сост. А.К. Медведовский. – К. Урожай, 1989. – С. 58–65.
9. Дидусь В.И. Селекция озимой пшеницы на зимостойкость и продуктивность / В.И. Дидусь // Методы и приёмы повышения зимостойкости озимых зерновых культур. – М.: Колос, 1975. – С. 30–43.
10. Кучерявая М.И. Условия, способствующие повышению зимостойкости озимой пшеницы / М.И. Кучерявая // Селекция и семеноводство. – К.: Урожай, 1967. – Вып. 6. – С. 5–21.
11. Самыгин Г.А. Быстрое определение относительной морозостойкости образцов пшеницы путем промораживания проросших семян / Г. А. Самыгин // Методы определения морозостойкости растений. – М. : Наука, 1967. – С. 77–84.
12. Map positions of SFR genes in relation to other freezing-related genes of *Arabidopsis thaliana* / [G. Thorlby, E. Veale, K. Butcher, G. Warren] // Plant J. – 1999. – Vol. 17, № 4. – P. 445–452.
13. Тимошенко О. В. Селекційно-генетична оцінка вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої за господарсько-цінними ознаками: Автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: спец. 06.01.05 «Селекція і семеноводство» – Умань, 2016. – 24 с.

## References

1. Riabovol I.S. Hybrid wheat: challenges, opportunities, benefits, prospects / I.S. Riabovol, F.N. Pariy, L.O. Riabovol, I.R. Zabolotna, I. P. Diordieva // *Col.*

*Sciences. works of UNUH.* – Uman, 2014. – Vol. No. 86. – P. 210–214. (in Ukrainian).

2. N. P. Dubinin Genetic bases of drought and problems crop breeding / N. P. Dubinin // *Problems of drought and increase agricultural production.* – M.: Kolos, 1974. – pp. 96–104. (In Russian).

3. Lyfenko S. F. Certain patterns of inheritance hardiness in hybrids of winter wheat. *Ways of creation an initial stock for selection of cereals.* – Odessa: VSGL, 1976. – Vol. 14. – pp. 71–78. (In Russian).

4. Orlyuk A. P. Problems of frost and winterhardiness in genetic studies of winter wheat. *Genetics.* 1985. T. 21, no 1. pp. 15–22. (In Russian).

5. Musić V. N. photoperiodic sensitivity and frost modern cellular winter wheat. *Sci. tehn. Bull. VSGL.* 1983. no. 2 (48). pp. 21–24. (In Russian).

6. Surkova, L. I., Maksimov, I. L. *Selection and genetic questions of winter hardiness of wheat.* Moskow, 1983. 67 p. (In Russian).

20. 7. Gleb Y. Y. Cell engineering of plants / Y. Y. Gleb, K. M. Sytnik. – K.: Naukova Dumka, 1986. – 159 p. (In Russian).

21. 8. Wheat / L. A. Zhyvotkov, S. V. Biryukov, A. J. Stepanenko et al., Ed. L. A. Zhyvotkova; comp. A. K. Medvedovsky. – K. Uroжай, 1989. – P. 58–65. (In Russian).

22. 9. Didus V. I. Selection of winter wheat for winter hardiness and productivity / I. Didus // *Methods and techniques of increasing of winter hardiness of winter crops.* – M.: Kolos, 1975. – C. 30–43. (In Russian).

10. Kucheryava M. I. Conditions, contributing to the increase of winter hardiness of winter wheat / I. M. Kucheryava // *Breeding and seed production.* – K.: Uroжай, 1967. – Vol. 6. – C. 5–21. (In Russian).

11. Samygin G. A. Quick determination of the relative hardiness of wheat samples by freezing germinated seeds / Samain G. A. // *Methods of determining the frost resistance of plants.* – M.: Nauka, 1967. – C. 77–84. (In Russian).

12. Map positions of SFR genes in relation to other freezing-related genes of *Arabidopsis thaliana* / [G. Thorlby, E. Veale, K. Butcher, G. Warren] // *Plant J.* – 1999. – Vol. 17, № 4. – P. 445–452. (in English).

13. Tymoshenko O. V. Breeding and genetic evaluation of wheat soft winter source material in agronomic traits. *Avtoref. PhD. ...candidate. agricultural science: spec. 06.01.05 «Selection and seed growing»* – Uman, 2016. – 24 p. (In Russian).

Одержано 26.02.2016

#### Аннотация

**Рябовол Я. С., Рябовол Л. О.**

**Характеристика образцов пшеницы мягкой озимой за зимостойкостью**

Устойчивость растений к действию низких отрицательных температур – один из основных факторов, определяющих степень реализации потенциала продуктивности озимой пшеницы в большинстве агроклиматических зон ее выращивания. Именно поэтому создание высокоморозо-, зимостойких сортов этой культуры, отвечающих требованиям современного сельскохозяйственного производства, является важнейшей проблемой отечественной селекции. Одним из успешных путей её решения связывается с созданием и реализацией генетической теории получения сортов, устойчивых к низким температурам.

Для получения более полной информации относительно особенностей генетического контроля морозостойкости у гибридов озимой пшеницы широко используются диалельные

скрещивания. В результате их применения, а также метода топкроса, определена комбинационная способность многих сортов по морозостойкости. При этом установлено, что более высокой общей комбинационной способностью характеризуются сорта с высоким уровнем устойчивости к действию низких отрицательных температур.

Глубокие генетические исследования по изучению природы морозостойкости показали, что устойчивость пшеницы мягкой контролируется сложной генетической системой. В настоящее время идентифицировано 13 хромосом, детерминирующих проявление морозостойкости: 1A, 5A, 7A, 1B, 2B, 3B, 4B, 5B, 6B, 1D, 2D, 4D, 5D. Характерно, что в разных сортов этот контроль осуществляется как однотипными хромосомами, так и разными их количеством.

Изучая электрофоретические спектры запасных белков, была установлена связь различных сортов пшеницы мягкой озимой с аллелями глиадинкодуемых локусов. В запасных белках наиболее морозостойких сортов всегда присутствуют блоки компонентов глиадина Gld 1A1 или Gld 1A2, Gld 1D5, Gld 6A3, Gld 6D2.

В процессе исследований нами определена морозо- и зимостойкость исходного селекционного материала созданной коллекции отобранных образцов пшеницы мягкой озимой и охарактеризованы лучшие из них.

Установлено, что коллекционные материалы Патрас, Этана, № 4075 могут быть донорами генов зимо- и морозостойкости при создании новых сортов и гибридов культуры.

**Ключевые слова:** морозостойкость, зимостойкость, исходный материал, донор генов, пшеница, селекция.

### *Annotation*

***Riabovol I.S., Riabovol L.O.***

#### ***The characteristics of winter soft wheat samples concerning winter hardiness***

*Plant resistance to low negative temperatures is one of the main factors determining the level of realization of potential productivity of winter wheat in most agro-climatic zones of its cultivation. That is why the creation of winter-hardy varieties of this crop, meeting the needs of modern agricultural production, is an important problem of the domestic selection. One of the successful ways of solving this problem is the creation and implementation of the genetic theory of obtaining varieties resistant to low temperatures.*

*Diallel crossing is widely used for more detailed information on the characteristics of the genetic control of frost hardiness of winter wheat hybrids. As a result of their use, as well as a topcross method, the combining ability of many varieties on frost hardiness is determined. It is found that varieties of high level of resistance to low negative temperatures have better general combining ability.*

*In-depth genetic studies on the nature of frost resistance show that the resistance of soft wheat is controlled by a complex genetic system. Currently, 13 chromosomes that determine the frost hardiness efficiency are identified: 1A, 5A, 7A, 1B, 2B, 3B, 4B, 5B, 6B, 1D, 2D, 4D, 5D. This control of different varieties is carried out by chromosomes of the same type, as well as their different number.*

*Studying electrophoretic patterns of reserve proteins, there was a connection of different varieties of winter soft wheat with alleles of gliadin coding loci. Reserve proteins of the most frost-resistant varieties always have blocks of gliadin components Gld 1A1 or Gld 1A2, Gld 1D5, Gld 6A3, Gld 6D2.*

*The study determined frost - and winter hardiness of the initial selection material of the collection of samples and the best ones of them were characterized.*

*It was found that Patras, Etana and No. 4075 collection materials can be donors of genes of winter - and frost resistance for the selection of new varieties and crop hybrids.*

**Key words:** *frost resistance, winter hardiness, initial material, donor of genes, wheat, selection.*