

of precipitation. 2019 and 2020 were more favorable for spring barley due to the long cool spring. In addition, in 2020, May and June characterized by increased rainfall.

The average plant height of the studied biotypes ranged from 50 to 64 cm. Most samples had the lowest plant height 40–57 cm in 2018, and the highest – in 2020 – from 54 to 88 cm. The average spike length of the analyzed samples was 5.9–8.1 cm. There was not dependence between conditions of the research year and spike length. The number of spikelets per spike was naturally determined by the research conditions. The lowest indicators were observed in 2018 — from 7.0 to 12.0 units, while in 2019 — 16.6–23.9 units, and in 2020 — 20.2–27.7 units. The variation of plant height of the analyzed samples was medium and significant with coefficients from 13.7 to 32.6 %. There was a slight, medium and significant variation of the length of the ear ($V = 2.9–23.6$ %). The index of number of spikelets per spike most varied — the coefficients of variation were 32.6–55.5 %.

Key words: sample, spring barley, plant height, spike length, number of spikelets per spike

УДК 633.11

DOI 10.31395/2415-8240-2021-98-1-84-91

ЗБАГАЧЕННЯ ГЕНОФОНДУ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ЗА ВНУТРІШНЬОВИДОВОЇ ГІБРИДИЗАЦІЇ

І. П. ДЮРДІЄВА, кандидат сільськогосподарських наук

Л. О. РЯБОВОЛ, доктор сільськогосподарських наук

Я. С. РЯБОВОЛ, доктор сільськогосподарських наук

Уманський національний університет садівництва

О. В. ГОЛУБЕНКО, аспірант

Одеський державний аграрний університет

У статті проаналізовано результати досліджень з розширення генетичного різноманіття зразків тритикале озимого за внутрішньовидової гібридизації та отримання нових цінних форм для їх залучення до селекційного процесу створення високопродуктивних сортів культури.

Ключові слова: октаплоїдні тритикале, гексаплоїдні тритикале, добір, продуктивність, якість зерна.

Вступ. Тритикале — штучно створений біологічний вид, який не має природнього центру походження і тривалого процесу еволюції. Тому необхідною умовою для успішної селекційної роботи є постійне отримання нового вихідного матеріалу із залученням широкого різноманіття наявних форм і віддалених видів, зокрема, пшениці та жита з найкращими характеристиками за господарсько-цінними ознаками і властивостями [1, 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Внутрішньовидова гібридизація є основним способом отримання вихідного матеріалу для селекції тритикале. На думку вчених цей метод є найефективнішим для отримання гетерогенних гібридних популяцій при створенні сортів тритикале. Процес рекомбіногенезу у тритикале, порівняно з пшеницею, – триваліший хоча він проходить майже ідентично [3]. Тривалість рекомбіногенезу кожної гібридної комбінації залежить від компонентів схрещування. Залежність між тривалістю процесу рекомбінації і рівнем прояву показників продуктивності у гібридів, а також успадкуванням інших ознак не виявлено. Високопродуктивні форми можуть вищеплюватися в поколіннях F_3 – F_4 в комбінаціях, що мали депресію в F_1 [4, 5]. Вихід морфологічно вирівняних і константних форм зростає зі збільшенням віку популяції (з F_4 – F_n) [6].

В Уманському національному університеті садівництва проведено низку досліджень з гібридизації тритикале озимого різного рівня плідності. **Метою** досліджень було розширення генетичного різноманіття зразків тритикале озимого за внутрішньовидової гібридизації та отримання нових цінних форм для їх залучення до селекційного процесу створення високопродуктивних сортів культури.

Методика досліджень. Дослідження проведено впродовж 2013–2020 рр. на ділянках кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва МОН України. Вихідним матеріалом для гібридизації використовували зразки гексаплоїдного тритикале власної селекції та сорти Розівська 6, Ладне, Хлібодар Харківський, Бета, Алкід, Сувенір, Раритет; зразки октаплоїдного тритикале UA0602463 та UA0601654, що було надано Національним центром генетичних ресурсів рослин України. Гібридизацію проводили за кастрації (видалення пиляків) материнських квіток і примусового запилення їх пишком батьківської форми.

Гібридне потомство аналізували за проявом морфологічних та господарсько-цінних ознак, зокрема, висота рослин, стійкість до вилягання, довжина колосу, маса зерна з головного колосу та 1000 зерен, вміст у зерні білка і клейковини та показники її якості, врожайність тощо. У дослідженнях використовували систематичний метод розміщення ділянок. Номери розташовували блоками з густотою рослин 400 тис. шт./га за чотириразової повторності. Всі обліки та спостереження проводили відповідно до «Методики Державної науково-технічної експертизи сортів рослин» [7]. Достовірність досліджень, ступінь варіювання ознак та суттєвість відмінностей між показниками продуктивності в експериментальних дослідженнях оцінювалися за методикою Е. Р. Ермантраута та ін. [8] і використання прикладної програми MS Excel.

Результати досліджень. У наших дослідженнях використовувалася внутрішньовидова гібридизація гексаплоїдних форм тритикале різного еколого-географічного походження поміж собою, а також гібридизація октаплоїдних форм з гексаплоїдними (рис. 1). У популяціях F_2 проводили індивідуально-родинний добір низькостебельних форм з високою озерненістю колоса.

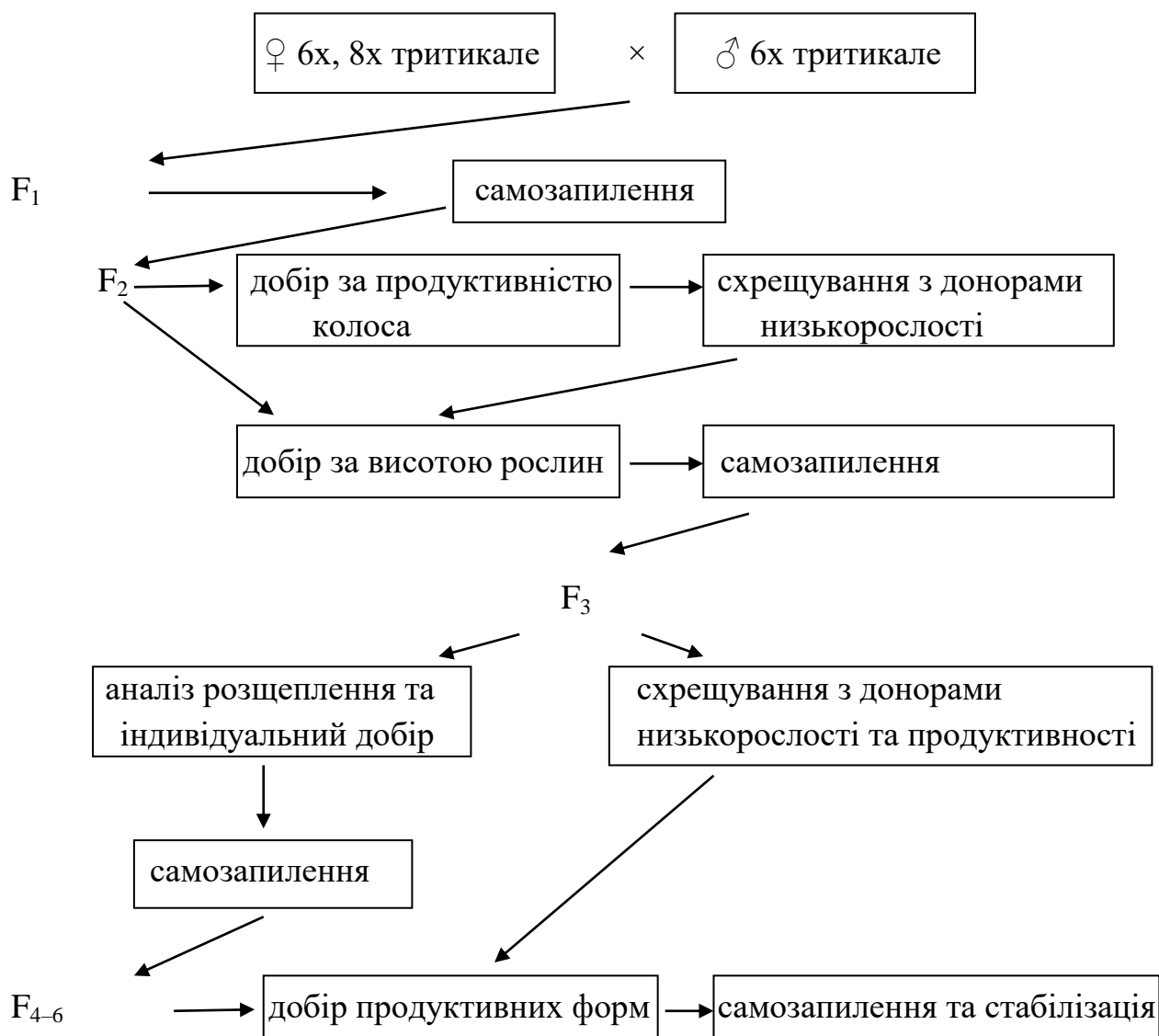


Рис. 1. Схема селекційної роботи з тритикале за внутрішньовидової гібридизації

Добір використовували як спосіб обмеження обсягу популяції і накопичення більшої кількості генотипів з бажаними господарсько-цінними ознаками. За відсутності низькостебельних форм на ділянці гібридів F₂, проводили добір за продуктивністю колоса, а популяцію переносили в розсадник гібридизації для схрещування рослин з донорами генів низькостебельності, що виділено серед зразків колекції тритикале озимого кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського НУС [9].

За внутрішньовидової гібридизації співробітниками кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології отримано 23 високопродуктивні форми тритикале озимого (табл. 1). Серед створених матеріалів виділено два карликових зразки (h = 58 см), чотири – короткостеблові (h = 60–80 см), один – ранньостиглий (вегетаційний період 285 діб), дев'ять – з високими показниками продуктивності колоса.

Табл. 1. Аналіз внутрішньовидової гібридизації тритикале озимого, 2014–2019 рр.

Період проведення гібридизації, рік	Кількість комбінацій схрещування	Кількість відібраних високопродуктивних форм
2014	20	3
2015	22	2
2016	32	5
2017	24	5
2018	18	4
2019	12	2
Всього	128	21

Серед зразків, отриманих за внутрішньовидової гібридизації виділено середньостеблові (15, 58, 63, 70, 76, 90), низькостеблові (33, 56, 83), короткостеблові (102) та карликові (103) форми (табл. 2).

Табл. 2. Показники господарсько-цінних ознак зразків тритикале озимого створених за внутрішньовидової гібридизації, 2018–2020 рр.

Селекційний матеріал	Висота рослин, см	Вилягання		Довжина колосу, см	Маса зерна з колосу, г	Врожайність, т/га
		%	Бал стійкості			
Груповий стандарт*	110	4	8	12,2	2,03	6,48
15	105	3	8	12,7	2,12	6,65
33	98	0	9	12,8	2,01	6,41
56	95	0	9	13,5	2,05	6,48
58	107	2	8	12,5	2,38	7,25
63	118	10	6	11,5	2,22	7,01
70	110	12	6	11,8	2,10	6,58
76	115	8	7	12,0	2,08	6,41
83	98	2	8	12,1	2,12	6,60
90	102	5	7	11,7	2,06	6,45
102	75	0	9	11,5	2,08	6,42
103	58	0	9	11,0	2,01	6,35
<i>HIP</i> _{0,95}	4	—	—	0,4	0,07	0,26
<i>V</i> , %	18	—	—	10	12	14
<i>Sx</i> , %	3,8	—	—	3,5	3,70	4,02

* Примітка: Груповий стандарт – сорти тритикале озимого Алкід, Раритет, Сувенір

Варто відмітити карликовий зразок 103 з висотою стеблостою 58 см, що формував урожайність на рівні групового стандарту – 6,35 т/га. Найвищу

стійкість до вилягання (9 балів) зафіксовано у зразків 33, 56, 102 та 103. За масою зерна з колоса істотно перевищували груповий стандарт номери 15 (2,12 г), 58 (2,38 г), 63 (2,22г) і 83 (2,12 г), а за врожайністю – тільки зразки 58 (7,25 т/га) та 63 (7,01 т/га).

Серед зразків створених за внутрішньовидової гібридизації виділено номер 58, що істотно перевищував груповий стандарт за масою 1000 насінин (50,4 г) та характеризувався високою натурною масою зерна (700 г/л) (табл. 3).

Табл. 3. Якість зерна зразків тритикале озимого створених за внутрішньовидової гібридизації, 2018–2020 рр.

Селекційний матеріал	Маса 1000 насінин, г	Натура зерна, г/л	Клейковина			Вміст білка, %
			%	ІДК	Група якості	
Груповий стандарт*	48,5	680	24,2	70	I	11,8
15	48,8	650	25,5	75	I	12,2
33	49,5	660	26,4	50	II	12,8
56	49,2	660	26,3	55	II	12,6
58	50,4	700	22,8	55	II	11,2
63	49,8	680	25,4	70	I	12,2
70	46,5	680	24,2	55	II	11,5
76	47,8	680	20,1	65	II	10,8
83	45,2	660	20,5	50	II	11,0
90	48,1	690	22,1	50	II	11,2
102	48,2	690	23,2	55	II	11,7
103	47,5	670	21,5	60	II	11,1
<i>НІР_{0,95}</i>	1,8	26	0,3	—	—	0,1
<i>V, %</i>	12	10	15	—	—	14
<i>Sx, %</i>	3,8	4	0,9	—	—	0,9

Примітка: * – груповий стандарт – сорти тритикале озимого Алкід, Паритет, Сувенір

За вмістом білка та клейковини в зерні чотири зразки істотно перевищували груповий стандарт. Це зразки 15, 33, 56 та 63, у яких вміст клейковини коливався в межах 25,4–26,4 %, білка — 12,2–12,8 %. Зразки 15 і 63 вирізнялися і сукупністю показників якості клейковини на рівні I групи.

Висновки. За внутрішньовидової гібридизації отримано 23 високопродуктивні форми тритикале озимого, зокрема, два карликових зразки (h = 58 см), чотири – короткостеблові (h = 60–80 см), один – ранньостиглий (вегетаційний період 285 діб), дев'ять – з високими показниками продуктивності колосу. Виділено зразок 63, що за врожайністю (7,01 т/га), вмістом білка (12,2 %) та клейковини I групи якості (25,4 %) істотно перевищував груповий стандарт.

Література

1. Діордієва І. П. Створення та оцінка чотиривидових форм тритикале: автореф. дис. к. с.-г. н.: 06.01.05 «селекція і насінництво». Умань, 2015. 24 с.
2. Стёпочкин П. И. Создание и селекционное использование генофонда пшеницы и тритикале в СИБНИИРС. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2012. Т. 16. № 1. С. 33–36.
3. Грабовец А. И., Фоменко М. А. Создание и внедрение сортов пшеницы и тритикале с широкой экологической адаптацией. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2013. № 2 (6). С. 41–47.
4. Грабовец А. И., Крохмаль А. В., Чекунова Н. А. Особенности селекции гексаплоидных тритикале в условиях Среднего Дона и некоторые итоги. *Генетика и селекция растений на Дону*. 2003. № 3. С. 107–126.
5. Крохмаль А. В. Особенности рекомбинационного процесса при внутривидовой гибридизации гексаплоидной тритикале. Сборник материалов заседания секции тритикале РАСХН «Тритикале России». Ростов-наДону, 2000. С. 74–80.
6. Ковтуненко В. Я., Панченко В. В., Калмиш А. П. Селекция тритикале с пшеничным типом зерна. *Зерновое хозяйство России*. 2016. № 1. С. 42–47.
7. Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Київ: Український інститут експертизи сортів рослин, 2015. 133 с.
8. Эрмантраут Э. Р., Гудзь В. П. Статистический анализ результатов агрономических исследований в прикладной программе «EXCEL-2000». Материалы Международной научно-практической конференции «Современные проблемы опытного дела». СПб, 2000. С. 13–134.
9. Диордиева И. П., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Ренгач П. Н., Коцюба С. П., Макачук М. А. Использование спельты (*Triticum spelta* L.) в селекции на качество зерна тритикале. *Сельскохозяйственная биология*. 2019. Т. 54. № 1. С. 31–37.

References

1. Diordieva, I. P. (2015). Creation and evaluation of four species forms of triticale: author's ref. dis. PhD in agriculture. Uman, 24 p.
2. Stepochkin, P. I. (2012). Creation and selection use of the gene pool of wheat and triticale in SIBNIIRS. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, v. 16, no. 1, pp. 33–36.
3. Grabovets, A. I., Fomenko, M. A. (2013). Creation and introduction of wheat and triticale varieties with a wide ecological adaptation. *Legumes and cereals*, no. 2 (6), pp. 41–47.
4. Grabovets, A. I., Krokhamal, A. V., Chekunova, N. A. (2003). Features of selection of hexaploid triticale in the conditions of the Middle Don and some results. *Genetics and plant selection on the Don*, no. 3, pp. 107–126.

5. Krokmal, A. V. (2000). Features of the recombination process in intraspecific hybridization of hexaploid triticale. Collection of materials of the meeting of the triticale section of RASHN "Triticale of Russia". Rostov-on-Don, pp. 74–80.

6. Kovtunen, V. Ya., Panchenko, V. V., Kalmish, A. P. (2016). Breeding of triticale with wheat type grain. *Grain economy of Russia*, no. 1, pp. 42–47.

7. State methodology of scientific and technical examination of plant varieties. Methods for determining the quality of crop products (2015). Kyiv: Ukrainian Institute of Plant Variety Examination, 133 p.

8. Ermantraut, E. R., Gudz, V. P. (2000). Statistical analysis of the results of agronomic research in the application program "EXCEL-2000". Proceedings of the International scientific-practical conference "Modern problems of experimental work". SPb, pp. 13–134.

9. Diordieva, I. P., Ryabovol, L. O., Ryabovol, Ya. S., Rengach, P. N., Kotsyuba, S. P., Makarchuk, M. A. (2019). Use of spelt (*Triticum spelta* L.) in breeding for grain quality triticale. *Agricultural biology*, vol. 54, no. 1, pp. 31–37.

Аннотация

Диордиева И. П., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Голубенко О. В.

Обогащение генофонда тритикале путем внутривидовой гибридизации

Целью исследований было расширение генетического разнообразия образцов тритикале озимого путем внутривидовой гибридизации и получения новых форм для их привлечения к селекционному процессу создания высокопродуктивных сортов. Исследование проведено в течение 2013–2020 гг. на участках кафедры генетики, селекции растений и биотехнологии Уманского национального университета садоводства. Исходным материалом для гибридизации использовали образцы гексаплоидных тритикале собственной селекции и сорта Розовский 6, Ладное, Хлебодар Харьковский, Бета, Алкид, Сувенир, Раритет; образцы октаплоидного тритикале UA0602463 и UA0601654. Гибридное потомство анализировали по проявлению морфологических и хозяйственно-ценных признаков, в частности, высота растений, устойчивость к полеганию, длина колоса, масса зерна с главного колоса и 1000 зерен, содержание в зерне белка и клейковины и показатели ее качества, урожайность и т. д. В исследованиях использовали систематический метод размещения участков. Номера располагали блоками с густотой растений 400 тыс. шт/га при четырехкратной повторности.

В процессе исследований проведено гибридизацию гексаплоидных тритикале различного эколого-географического происхождения между собой, а также гибридизацию октаплоидных форм с гексаплоидными. В популяциях F_2 проводили индивидуально-семейный отбор низкостебельных форм с высокой озерненностью колоса. При отсутствии низкостебельных форм на участках проводили отбор по продуктивности колоса, а популяцию переносили в

рассадник гибридизации для скрещивания растений с донорами генов низкостебельности. В результате проведенных исследований получены 23 высокопродуктивные формы тритикале, в частности, два карликовых образца ($h = 58$ см), четыре – короткостебельчатые ($h = 60–80$ см), один – раннеспелый (вегетационный период 285 суток), девять – с высокими показателями производительности колоса. Выделено образец 63, что по урожайности (7,01 т / га), содержанием белка (12,2 %) и клейковины I группы качества (25,4 %) существенно превышал групповой стандарт.

Ключевые слова: октаплоидная тритикале, гексаплоидная тритикале, отбор, продуктивность, качество зерна

Annotation

Diordieva I. P., Ryabovol L. O., Ryabovol Ya. S., Golubenko O. V.
Enrichment of the triticales gene pool by intraspecific hybridization

The aim of the research was to expand the genetic diversity of winter triticales samples by intraspecific hybridization and to obtain new valuable forms for their involvement in the selection process of creating high-yielding cultivars. The research was conducted during 2013–2020 at the sites of the Department of Genetics, Plant Breeding and Biotechnology of Uman National University of Horticulture, Ministry of Education and Science of Ukraine. As initial material for hybridization was used samples of hexaploid triticales of own breeding and varieties Rozivska 6, Ladne, Khlibodar Kharkivsky, Beta, Alkid, Souvenir, Raritet; octaploid triticales samples UA0602463 and UA0601654. Hybrid offspring were analyzed for morphological and economically valuable traits, including plant height, lodging resistance, ear length, grain weight from the main ear and 1000 grains, protein and gluten content in the grain and its quality indicators, yield, etc. In the studies used a systematic method of site placement. The rooms were arranged in blocks with a plant density of 400 thousand units/ha four times.

In the course of researches hybridization of hexaploid forms of triticales of different ecological and geographical origin among themselves, and also hybridization of octaploid forms with hexaploid was carried out. In F_2 populations, individual-family selection of low-stem forms with high ear grain was performed. In the absence of low-stem forms in the area of F_2 hybrids, ear productivity was selected, and the population was transferred to a hybridization nursery for crossing plants with donors of low-stem genes.

As a result of the conducted researches 23 highly productive forms of winter triticales were obtained, in particular, two dwarf samples ($h = 58$ cm), four – short-stemmed ($h = 60–80$ cm), one – early-ripening (vegetation period 285 days), nine – with high ear productivity. Sample 63 was selected, which significantly exceeded the group standard in terms of yield (7.01 t/ha), protein content (12.2 %) and gluten of the first quality group (25.4 %).

Key words: octaploid triticales, hexaploid triticales, selection, productivity, grain quality