

ОЦЕНКА СОРТООБРАЗЦОВ ТРИТИКАЛЕ ПО ЭЛЕМЕНТАМ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»

Реферат. Селекционное улучшение тритикале требует поиска генетических источников для гибридизации. Цель исследований – выделение генотипов озимой тритикале с высокой урожайностью зерна и установление влияния элементов структуры на этот показатель для оптимизации отбора в селекционном процессе. Исследования 50-ти сортобразцов проводили в 2014–2018 гг. в Северо-Кавказском ФНАЦ на черноземе обыкновенном среднесуглинистом среднемощном слабогумусированном по чистому пару. Опыт закладывали в одной повторности, площадь делянки 1 м², стандарт – Валентин 90. Выделили 25 среднеурожайных и 25 высокоурожайных сортобразцов. Урожайность в первой группе составила 784 ± 191 г/м² зерна, а во второй – 1024 ± 202 г/м². Высокоурожайные образцы превосходили среднеурожайные по числу колосков (32,0 ± 2,17 и 31,2 ± 2,18 шт.), зерен в колосе (69,1 ± 13,0 и 64,5 ± 10,6 шт.), массе зерна с колоса (3,26 ± 0,61 и 3,00 ± 0,61 г). Значительно варьировала (Cv > 20 %) урожайность и масса зерна с колоса. Размеры колоса, содержание зерен в колосе и колоске, масса 1000 зерен и плотность колоса варьировали средне (Cv > 10 %). Самый стабильный признак – количество колосков в колосе (Cv < 10 %). Слабую положительную корреляцию наблюдали между урожайностью и количеством зерен в колоске ($r = 0,18 \pm 0,06$) и колосе ($r = 0,22 \pm 0,06$) и массой зерна с колоса ($r = 0,29 \pm 0,06$). У высокоурожайных сортобразцов отмечена достоверная слабая отрицательная корреляция между урожайностью и количеством колосков в колосе ($r = -0,32 \pm 0,08$), между урожайностью и плотностью колоса ($r = -0,24 \pm 0,09$). Урожайностью зерна более 1000 г/м² отличались Ugo, РАН 121/04, Kitaro, Tewo, Ратне, Славетне, Адашь, Дар Белоруссии, Динамо, Динаро, Линия 71, Lamberto, ПРАГ 203/1, Немчиновский 1 и Валентин 90.

Ключевые слова: тритикале (× *Triticosecale* Wittmack), сортобразец, отбор, урожайность, признак, корреляция.

Для цитирования: Соколенко Н. И., Комаров Н. М. Оценка сортобразцов тритикале по элементам структуры урожая // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 2(26). С. 200–207. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-2-26-200-207.

For citation: Sokolenko N. I., Komarov N. M. Evaluation of triticale variety samples by crop structure elements // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2021. No. 2(26). P. 200–207. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-2-26-200-207.

Введение

Из колосовых культур наряду с пшеницей, ячменем и рожью перспективна культура тритикале, обладающая комплексом ценных признаков и свойств, которые обеспечивают потенциал урожайности, высокие кормовые достоинства и пищевую ценность [1, 2]. По данным ФАО площади посевов тритикале в мире постепенно растут и составляют 5 млн га, основные страны-производители зерна тритикале Польша, Германия, Беларусь и Франция. В России площади посевов тритикале небольшие, по данным ЕМИСС в 2018–2020 гг. в хозяйствах всех категорий сорта тритикале занимали в среднем 135 тыс. га [3]. Медленный рост площадей связан с тем, что возделываемые сорта наряду с достоинствами имеют и недостатки, в частности отличаются изменчивостью урожайности по годам [4, 5], проявляют слабую устойчивость к предуборочному прорастанию зерна в колосе [6], склонны к

полеганию [7, 8] и спонтанному перекрестному опылению [9]. Проявление недостатков у современных сортов тритикале свидетельствует о необходимости селекционного улучшения культуры. Одной из основных проблем улучшения тритикале является отсутствие достаточного генетического разнообразия [10]. Поэтому требуется дальнейший поиск исходного материала среди ресурсов мировой коллекции и оригинального материала с целью использования выделенных генисточников для создания новых более совершенных генотипов.

Цель исследований – выделение генотипов озимой тритикале с высокой урожайностью зерна и установление влияния элементов структуры на этот показатель для оптимизации отбора в селекционном процессе.

Материалы и методы исследований

Работы проводили в 2014–2018 гг. на опытном поле лаборатории отдаленной гибридизации ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» на черноземе обыкновенном среднесуглинистом среднемощном слабогумусированном. В пахотном слое содержится 4,3–4,5 % гумуса (ГОСТ 26213-91), 0,22 % общего азота (ГОСТ 26107-84), 19–22 мг/кг подвижного фосфора, 200–220 мг/кг обменного калия (ГОСТ 26205-91). Опыты закладывали по чистому пару, в оптимальные для озимых колосовых сроки – первую декаду октября.

Зона проведения исследований – Ставропольский край отличается неустойчивым увлажнением, количество осадков по многолетним наблюдениям составляет 559,6 мм, количество эффективных температур – 3177,2 °С, ГТК – 1,06.

Погодные условия в годы проведения исследований, хотя и складывались по-разному, в целом были благоприятными для возделывания озимых колосовых. По температурному режиму в течение четырех лет (2014–2016 и 2018 гг.) наблюдали повышение среднемесячной температуры воздуха за вегетационный период по сравнению с многолетними данными (8 °С) соответственно по годам на 0,66; 0,42; 1,78 и 1,77 °С. В 2017 г. она была ниже нормы на 0,38 °С. Для зоны исследований характерны такие температурные аномалии как поздневесенние заморозки или раннее наступление отрицательных температур осенью в период всходов. Эти явления наблюдали и в годы исследований: в 2014 г. отмечены поздневесенние заморозки до минус 7 °С 6 апреля, в 2016 г. – раннее наступление отрицательных температур осенью – до минус 3 °С 17-го октября.

Возделывание озимых колосовых в регионе в основном лимитирует недостаток влаги, который возникает из-за неравномерного выпадения осадков в течение года. Поэтому в отдельные периоды вегетации растений может происходить критическая ситуация. По многолетним данным, засуха характерна для периода посев–всходы (ГТК = 0,52), что и наблюдалось в 2013–2016 гг. Осень 2017 г. наоборот отличалась избыточной влажностью (ГТК = 1,95). В 2015–2018 гг. очень засушливым был апрель (ГТК = 0,06–0,63), хотя по многолетним наблюдениям он оценивается как умеренно-влажный (ГТК = 1,16). В целом период весенне-летней вегетации (апрель–июнь) в 2014–2017 гг. по влагообеспеченности не отличался от среднемноголетних условий и считается избыточно влажным (ГТК = 1,41). И только в 2018 г. он был крайне засушливым (ГТК = 0,41).

Материалом для исследований послужили 25 сортообразцов со средней урожайностью зерна и 25 высокоурожайных сортообразцов озимой тритикале (*× Triticosecale Wittmack*) мировой коллекции и оригинальной селекции. Сортообразцы оценивали по методике, разработанной в Ставропольском научно-исследовательском институте сельского хозяйства [11]. Изучали такие признаки структуры урожая, как длину колоса, количество колосков и зерен в колосе и колоске, массу зерна с колоса, массу 1000 зерен, плотность колоса. Опыты закладывали ручной сеялкой «РС-1», используя диск «сплошной посев», с нормой высева 400 зерен на 1 м² в одной повторности на делянках площадью 1 м² и расположением стандарта Валентин 90 через 10 номеров. Статистическую оценку результатов исследований

проводили по Б. А. Доспехову [12] и П. Ф. Рокицкому [13], с использованием надстройки AgCStat для Excel.

Результаты и их обсуждение

Многолетние исследования коллекционного материала тритикале, представленного сортообразцами отечественной и зарубежной селекции, позволили выделить две группы генотипов по 25 штук в каждой, отличающихся уровнем урожайности зерна. В среднем за пять лет урожайность в первой группе сортообразцов составила 784 ± 191 г/м² и была достоверно ниже, чем во второй – 1024 ± 202 г/м², в целом же по опыту – 904 ± 230 г/м² (таблица 1). Урожайность стандарта в эти же годы составила 1085 ± 70 г/м² и была на уровне высокоурожайных тритикале.

Таблица 1 – Урожайность и элементы структуры урожая сортообразцов тритикале (2014–2018 гг.)

Признак	Среднеурожайные тритикале ($\bar{x} \pm S$)	Высокоурожайные тритикале ($\bar{x} \pm S$)	В целом по опыту ($\bar{x} \pm S$)	Показатель стандарта ($\bar{x} \pm S$)
Урожайность, г/м ²	784,00 ± 191,00	1024,00 ± 202,00**	904,00 ± 230,00	1085,00 ± 70,00
Длина колоса, см	11,80 ± 1,28	11,90 ± 1,13	11,80 ± 1,21	13,10 ± 0,93
Колосков в колосе, шт.	31,20 ± 2,18	32,00 ± 2,17*	31,60 ± 2,21	35,70 ± 1,31
Зерен в колосе, шт.	64,50 ± 10,60	69,10 ± 13,0*	66,80 ± 12,1	72,30 ± 7,20
Зерен в колоске, шт.	2,07 ± 0,33	2,15 ± 0,36	2,11 ± 0,35	2,02 ± 0,20
Масса зерна с колоса, г	3,00 ± 0,61	3,26 ± 0,61**	3,13 ± 0,62	3,77 ± 0,56
Масса 1000 зерен, г	47,10 ± 8,61	47,60 ± 6,90	47,30 ± 7,79	52,10 ± 4,26
Плотность колоса	26,80 ± 3,00	27,00 ± 2,76	26,90 ± 2,88	27,40 ± 1,97

Примечание. * при $p \leq 0,01$; ** при $p \leq 0,001$.

Высокоурожайные тритикале, в том числе и стандарт Валентин 90, отличались достоверно большим количеством колосков и зерен в колосе и массой зерна с колоса в сравнении со среднеурожайными сортообразцами. Эти показатели по группам соответственно составили: $32,0 \pm 2,17$ и $31,2 \pm 2,18$ штук, $69,1 \pm 13,0$ и $64,5 \pm 10,6$ штук, $3,26 \pm 0,61$ г и $3,00 \pm 0,61$ г. Анализ данных показал, что среднеурожайные тритикале достоверно уступают по урожайности ($t_{\text{факт}} = 5,34$; $t_{001} = 3,39$) и массе зерна с колоса ($t_{\text{факт}} = 2,03$; $t_{05} = 1,98$) группе в целом по опыту, а высокоурожайные тритикале, наоборот, достоверно превосходят ее по этим показателям ($t_{\text{факт}} = 5,18$; $t_{001} = 3,39$; $t_{\text{факт}} = 2,03$; $t_{05} = 1,98$).

Урожайность и элементы ее структуры в разной степени изменчивы по годам (таблица 2).

Таблица 2 – Варьирование признаков сортообразцов тритикале (2014–2018 гг.)

Признак	Среднеурожайные тритикале			Высокоурожайные тритикале			В целом по опыту		
	Cv, %	±Sv, %	изменчивость	Cv, %	±Sv, %	изменчивость	Cv, %	±Sv, %	изменчивость
Урожайность, г/м ²	24,4	2,18	значительная	19,7	1,76	значительная	25,4	1,62	значительная
Длина колоса, см	10,9	0,93	средняя	9,5	0,84	средняя	10,2	0,68	средняя
Колосков в колосе, шт.	7,0	0,64	незначительная	6,8	0,59	незначительная	7,0	0,44	незначительная
Зерен в колосе, шт.	16,5	1,47	средняя	18,8	1,68	значительная	18,1	1,14	средняя
Зерен в колоске, шт.	16,2	1,45	средняя	16,8	1,40	средняя	16,6	0,95	средняя
Масса зерна с колоса, г	20,3	1,67	значительная	18,8	1,53	значительная	19,9	1,28	значительная
Масса 1000 зерен, г	18,3	1,63	средняя	14,4	1,30	средняя	16,4	1,04	средняя
Плотность колоса	11,2	1,01	средняя	10,2	0,92	средняя	10,7	0,67	средняя

Значительная изменчивость отмечена по урожайности сортообразцов и массе зерна с колоса как в целом по опыту ($C_{V_{ур.}} = 25,4 \pm 1,62 \%$; $C_{V_{м.}} = 19,9 \pm 1,28 \%$), так и в группах ($C_{V_{ур.}} = 24,4 \pm 2,18 \%$; $C_{V_{ур.}} = 19,7 \pm 1,76 \%$; $C_{V_{м.}} = 20,3 \pm 1,67 \%$; $C_{V_{м.}} = 18,8 \pm 1,53 \%$). Размеры колоса, содержание зерен в колосе и колоске, масса 1000 зерен и плотность колоса варьируют средне ($C_v > 10 \%$). Наиболее стабильным показателем тритикале является количество колосков в колосе (варьирование менее 10 %).

Сочетание признаков, характеризующих генотип, определяет его урожайность. Проведение корреляционного анализа показало, что связь между элементами структуры и урожайностью у большей части вариантов была очень слабой (таблица 3).

Таблица 3 – Корреляция элементов структуры сортообразцов тритикале с урожайностью (2014–2018 гг.)

Признак	Среднеурожайные тритикале ($r \pm s_r$)	Высокоурожайные тритикале ($r \pm s_r$)	В целом по опыту ($r \pm s_r$)
Урожайность, г/м ²	-	-	-
Длина колоса, см	$-0,07 \pm 0,09$	$-0,01 \pm 0,09$	$0,04 \pm 0,06$
Колосков в колосе, шт.	$-0,07 \pm 0,09$	$-0,32 \pm 0,08^*$	$0,13 \pm 0,06$
Зерен в колосе, шт.	$0,07 \pm 0,09$	$-0,09 \pm 0,09$	$0,22 \pm 0,06^*$
Зерен в колоске, шт.	$0,12 \pm 0,09$	$0,07 \pm 0,09$	$0,18 \pm 0,06^*$
Масса зерна с колоса, г	$-0,12 \pm 0,09$	$0,04 \pm 0,09$	$0,29 \pm 0,06^*$
Масса 1000 зерен, г	$-0,15 \pm 0,09$	$0,13 \pm 0,09$	$0,05 \pm 0,06$
Плотность колоса	$0,05 \pm 0,09$	$-0,24 \pm 0,09^*$	$0,02 \pm 0,06$

Примечание. * при $p \leq 0,01$.

В целом по опыту достоверные значения слабой положительной корреляции получены между урожайностью и количеством зерен в колоске ($r = 0,18 \pm 0,06$) и колосе ($r = 0,22 \pm 0,06$) и массой зерна с колоса ($r = 0,29 \pm 0,06$). Поэтому при отборе урожайных форм можно использовать все три признака и особенно массу зерна с колоса, что согласуется с нашими предыдущими исследованиями [14]. Возможность отбора урожайных тритикале по массе зерна с колоса показывает и сравнительная оценка тритикале разных групп, приведенная в таблице 1. В исследованиях других авторов в качестве маркерного признака при отборе на продуктивность предлагается использовать массу зерна с растения [15].

В группе высокоурожайных сортообразцов отмечена слабая достоверная отрицательная корреляция между урожайностью и количеством колосков в колосе ($r = -0,32 \pm 0,08$), между урожайностью и плотностью колоса ($r = -0,24 \pm 0,09$), что свидетельствует о перспективности отбора тритикале с невысоким количеством колосков в колосе и имеющих менее плотный колос. В этой группе лучшими по урожайности оказались 15 сортообразцов, в том числе и стандарт, сформировавших более 1000 г/м² зерна (таблица 4).

Таблица 4 – Элементы структуры лучших по урожайности сортообразцов тритикале (среднее 2014–2018 гг.)

Сортообразец	Урожайность, г/м ²	Длина колоса, см	Количество, шт.			Масса, г		Плотность колоса
			колосков в колосе	зерен в колосе	зерен в колоске	зерна с колоса	1000 зерен	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ugo, Польша	1058	11,1	32,1	66,1	2,05	3,30	49,9	28,8
Дар Белоруссии, Беларусь	1062	11,6	28,4	46,5	1,63	2,39	51,5	24,6
Немчиновский 1, Россия	1064	12,9	33,5	69,1	2,05	3,66	52,6	26,1
ПРАГ 203/1, Дагестан	1112	11,5	30,9	68,9	2,23	3,70	53,7	26,9

Продолжение таблицы 4.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ратне, Украина	1029	13,0	33,2	69,3	2,08	4,04	58,3	25,6
Славетне, Украина	1012	12,5	31,2	56,5	1,82	3,32	58,8	25,0
РАН 121/04, Польша	1077	11,3	30,7	79,9	2,60	3,08	38,5	27,1
Kitaro, Польша	1022	12,1	30,3	55,0	1,81	2,69	48,8	25,1
Линия 71, Молдова	1055	10,7	31,1	65,4	2,09	2,87	44,1	29,1
Адась, Беларусь	1206	11,7	28,7	68,2	2,37	3,52	51,7	24,6
Динамо, Беларусь	1011	10,9	33,4	72,6	2,17	3,12	43,0	30,8
Динаро, Беларусь	1121	12,7	32,0	80,0	2,50	3,05	38,2	25,5
Tewo, Польша	1019	13,0	33,0	86,0	2,61	3,61	42,4	25,3
Lamberto, Франция	1058	11,7	32,8	64,8	1,97	2,84	44,2	28,2
Валентин 90 (St.), Россия	1085	13,1	35,7	72,3	2,02	3,77	52,1	27,4
\bar{x}	1066	12,0	31,8	68,0	2,13	3,26	48,5	26,7

Отмеченный уровень показателей структуры урожая является оптимальным для отбора генотипов с урожайностью более 1000 г/м².

Выводы

Многолетние исследования коллекции тритикале позволили выделить 25 сортообразцов со средними (784 ± 191 г/м²) и 25 с высокими (1024 ± 202 г/м²) показателями урожайности зерна. Превосходство высокоурожайных тритикале над среднеурожайными складывается за счет большего содержания колосков (32,0 ± 2,17 и 31,2 ± 2,18 шт.) и зерен в колосе (69,1 ± 13,0 и 64,5 ± 10,6 шт.), а также массы зерна с колоса (3,26 ± 0,61 и 3,00 ± 0,61 г).

Урожайность и элементы структуры сортообразцов изменчивы по годам. Самым стабильным признаком является количество колосков в колосе – варьирование менее 10 %. Связь между урожайностью и элементами структуры у большей части вариантов очень слабая. Достоверная слабая положительная корреляция получена в целом по опыту между урожайностью и количеством зерен в колоске ($r = 0,18 \pm 0,06$) и колосе ($r = 0,22 \pm 0,06$) и массой зерна с колоса ($r = 0,29 \pm 0,06$). Поэтому при отборе урожайных форм можно использовать в качестве маркера все три признака: количество зерен в колоске и колосе и массу зерна с колоса. В группе высокоурожайных сортообразцов отмечена достоверная отрицательная корреляция между урожайностью и количеством колосков в колосе ($r = -0,32 \pm 0,08$), между урожайностью и плотностью колоса ($r = -0,24 \pm 0,09$), что свидетельствует о перспективности отбора тритикале с невысоким количеством колосков в колосе и имеющих менее плотный колос.

В селекции на урожайность представляют интерес такие сортообразцы тритикале как Ugo, РАН 121/04, Kitaro, Tewo (Польша), Ратне, Славетне (Украина), Адась, Дар Белоруссии, Динамо, Динаро (Беларусь), Линия 71 (Молдова), Lamberto (Франция), ПРАГ 203/1, Немчиновский 1, стандарт Валентин 90 (Россия), формирующие урожайность более 1000 г/м² зерна.

Литература

1. McGoverin C. M., Snyders F., Muller N., Botes W., Fox G., Manley M. A review of triticale uses and the effect of growth environment on grain quality // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2011. Vol. 91(7). P. 1155–1165. DOI: 10.1002/jsfa.4338.
2. Meleshkina E. P., Pankratov G. N., Vitol I. S., Kandrov R. H., Tulyakov D. G. Innovative trends in the development of advanced *Triticale* grain processing technology // Foods and Raw Materials. 2017. Vol. 5. No. 2. P. 70–82. DOI: 10.21603/2308-4057-2017-2-70-82.
3. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/31328> (дата обращения 07.06.2021).

4. Пономарев С. Н., Пономарева М. Л. Генетический потенциал и селекционная значимость тритикале в Республике Татарстан // Роль тритикале в стабилизации производства зерна, кормов и технологии их использования: материалы международной научно-практической конференции. Ч. 1. Ростов-на Дону: ООО «Издательство «Юг», 2016. С. 163–172.
5. Соколенко Н. И., Комаров Н. М., Годин Е. А., Дубина В. В., Худикова А. С. Селекционно-ориентированное изучение тритикале в условиях Северо-Кавказского региона // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 6. С. 42–45. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10610.
6. Рубец В. С., Пыльнев В. В., Кондрашина Л. В. Покой и предуборочное прорастание зерна на колосе озимой гексаплоидной тритикале // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 11. С. 14–17.
7. Liu W., Leiser W. L., Maurer H. P., Li J., Weissmann S., Hahn V., Würschum T. Evaluation of genomic approaches for marker-based improvement of lodging tolerance in triticale // Plant Breeding. 2015. No. 134(4). P. 416–422. DOI: 10.1111/pbr.12284.
8. Kroupin P. Yu., Chernook A. G., Karlov G. I., Solov'ev A. A., Korshunova A. D., Divashuk M. G. Effects of dwarfing wheat (*Triticum aestivum* L.) and rye (*Secale cereale* L.) genes in spring triticale segregating population as studied in pot trials. Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology]. 2019. Vol. 54. No. 5. P. 920–933. DOI: 10.15389/agrobiol.2019.5.920 eng.
9. Рубец В. С., Пыльнев В. В., Штенцель В. П. Влияние пространственной изоляции на сортовую чистоту посевов тритикале (*× Triticosecale* Wittm.) // Известия ТСХА. 2016. Вып. 2. С. 12–21.
10. Losert D., Maurer H. P., Marulanda J. J., Würschum T. Phenotypic and genotypic analyses of diversity and breeding progress in European triticale (*× Triticosecale* Wittmack) // Plant Breeding. 2017. No. 136(1). P. 18–27. DOI: 10.1111/pbr.12433.
11. Программа и методика селекции озимой мягкой пшеницы и тритикале // Сост. Комаров Н. М., Соколенко Н. И. Михайловск: СНИИСХ, 2001. 102 с.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.
13. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск: Вышэйш. школа, 1973. 320 с.
14. Комаров Н. М., Соколенко Н. И., Леонова В. П. Генеративная система тритикале и особенности селекции этой культуры // Сборник научных статей по материалам 72-й научно-практической конференции «Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Южного федерального округа». Ставрополь: АГРУС, 2008. С. 30–35.
15. Крохмаль А. В., Грабовец А. И. Основные маркеры при селекции зерновых тритикале в условиях меняющегося климата // Известия Оренбургского аграрного университета. 2014. № 5. С. 14–16.

References

1. McGoverin C. M., Snyders F., Muller N., Botes W., Fox G., Manley M. A review of triticale uses and the effect of growth environment on grain quality // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2011. No. 91 (7). P. 1155–1165. DOI: 10.1002/jsfa.4338.
2. Meleshkina E. P., Pankratov G. N., Vitol I. S., Kandrov R. H., Tulyakov D. G. Innovative trends in the development of advanced triticale grain processing technology // Foods and Raw Materials. 2017. Vol. 5. No. 2. P. 70–82. DOI: 10.21603/2308-4057-2017-2-70-82.
3. Unified Interdepartmental Information and Statistical System (EMISS). [Electronic resource]. Access point: <https://www.fedstat.ru/indicator/31328> (references date 07.06.2021).
4. Ponomarev S. N., Ponomareva M. L. Genetic potential and breeding significance of triticale in the Republic of Tatarstan // Materials of the international scientific and practical conferences “The role of triticale in the stabilization of grain production, feed and technology of their use”. Part 1. Rostov-on Don: “Izdatelstvo “Yug” OOO” (Limited Liability Company), 2016. P. 163–172.
5. Sokolenko N. I., Komarov N. M., Godin E. A., Dubina V. V., Chudikova A. S. Breeding-oriented study of triticale under the conditions of the North Caucasus region // Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex. 2018. Vol. 32. No. 6. P. 42–45. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10610.
6. Rubets V. S., Pylnev V. V., Kondrashina L. V. Seed dormancy and pre-harvest germination in a spike winter hexaploid triticale // Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex. 2012. No. 11. P. 14–17.
7. Liu W., Leiser W. L., Maurer H. P., Li J., Weissmann S., Hahn V., Würschum T. Evaluation of genomic approaches for marker-based improvement of lodging tolerance in triticale // Plant Breeding. 2015. No. 134(4). P. 416–422. DOI: 10.1111/pbr.12284.
8. Kroupin P. Yu., Chernook A. G., Karlov G. I., Solov'ev A. A., Korshunova A. D., Divashuk M. G. Effects of dwarfing wheat (*Triticum aestivum* L.) and rye (*Secale cereale* L.) genes in spring triticale segregating population as studied in pot trials // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology]. 2019. Vol. 54. No. 5. P. 920–933. DOI: 10.15389/agrobiol.2019.5.920eng.
9. Rubets V. S., Pylnev V. V., Shtentsel V. P. Effect of spatial isolation on varietal purity of triticale (*× Triticosecale* Wittm.) plantings // Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2016. Vol. 2. P. 12–21.

10. Losert D., Maurer H. P., Marulanda J. J., Würschum T. Phenotypic and genotypic analyses of diversity and breeding progress in European triticale (\times *Triticosecale* Wittmack) // Plant Breeding. 2017. No. 136(1). P. 18–27. DOI: 10.1111/pbr.12433.
11. Program and methods of breeding of winter common wheat and triticale // Comp. by Komarov N. M., Sokolenko N. I. Mikhaylovsk: SNIISH, 2001. 102 p.
12. Dospekhov B. A. Methods of fields research (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Alliance, 2014. 351 p.
13. Rokitskiy P. F. Biological statistics. Minsk: Vyshey shkola, 1973. 320 p.
14. Komarov N. M., Sokolenko N. I., Leonova V. P. Generative system of triticale and features of breeding of this culture // Collection of scientific articles based on the materials of the 72nd scientific and practical conference “State and prospects of development of the agro-industrial complex of the Southern Federal District”. Stavropol: AGRUS, 2008. P. 30–35.
15. Krokmal A. V., Grabovets A. I. The main markers in triticale cereals breeding under the conditions of changing climate // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2014. No. 5. P. 14–16.

UDC 633.19:631.526.32:631.559

Sokolenko N. I., Komarov N. M.

EVALUATION OF TRITICALE VARIETY SAMPLES BY CROP STRUCTURE ELEMENTS

Summary. *Breeding improvement of triticale requires the search for genetic sources for hybridization. Our research aims at identifying high-yielding genotypes of winter triticale and determining the influence of structural elements on this indicator to optimizing selection during the breeding process. In 2014–2018, fifty variety samples of triticale were studied in the North Caucasus Federal Agricultural Research Centre. Soil – ordinary chernozem, medium loamy, medium-thick, low-humus. Black fallow preceded all \times *Triticosecale* Wittmack samples. The experiment was laid having only one replication. The area of the plot was 1 m². Triticale variety ‘Valentin 90’ served as a standard. We identified 25 medium-yielding and 25 high-yielding varieties. Grain yield in the first group was lower than in the second one and amounted to 784 ± 191 g/m² and 1024 ± 202 g/m², respectively. High-yielding samples exceeded the average-yielding ones in the number of spikelets (32.0 ± 2.17 and 31.2 ± 2.18 pieces), grains per ear (69.1 ± 13.0 and 64.5 ± 10.6 pieces) and weight of grain per ear (3.26 ± 0.61 and 3.00 ± 0.61 g). The yield and weight of grain per ear vary significantly ($C_v > 20\%$). Ear size, number of grains in the ear and spikelet, 1000 grain weight and triticale ear density do not vary much ($C_v > 10\%$). The most stable trait is the number of spikelets per ear ($C_v < 10\%$). A weak positive correlation was observed between the yield and number of grains per spikelet ($r = 0.18 \pm 0.06$), yield and ear ($r = 0.22 \pm 0.06$), as well as yield and weight of grain per ear ($r = 0.29 \pm 0.06$). In the group of high-yielding variety samples, there was a reliable weak negative correlation between the yield and number of spikelets per ear ($r = -0.32 \pm 0.08$), between the yield and ear density ($r = -0.24 \pm 0.09$). Grain yield of more than 1.000 g/m² had the following variety samples – ‘Ugo’, ‘RAH 121/04’, ‘Kitaro’, ‘Tewo’, ‘Ratne’, ‘Slavetne’, ‘Adas’, ‘Dar Belorussii’, ‘Dinamo’, ‘Dinaro’, ‘Liniya 71’, ‘Lamberto’, ‘PRAG 203/1’, ‘Nemchinovsky 1’ and ‘Valentin 90’ (standard).*

Keywords: *triticale (\times *Triticosecale* Wittmack), variety sample, selection, yield, trait, correlation.*

Соколенко Нина Ивановна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории отдаленной гибридизации ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»; 356241, Ставропольский край, Шпаковский район, г. Михайловск, ул. Никонова, 49; e-mail: sokolenko-sniish@mail.ru.

Комаров Николай Михайлович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории отдаленной гибридизации ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»; 356241, Ставропольский край, Шпаковский район, г. Михайловск, ул. Никонова, 49; e-mail: nickkomaroff@mail.ru.

Sokolenko Nina Ivanovna, Cand. Sc. (Biol.), leading researcher of the Laboratory of distant hybridization, FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre”; 49, Nikonova str., Mikhaylovsk, Shpakovskiy district, Stavropol Territory, 356241, Russia; e-mail: sokolenko-sniish@mail.ru.

Komarov Nikolay Mikhailovich, Cand. Sc. (Biol.), leading researcher of the Laboratory of distant hybridization, FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre”; 49, Nikonova str., Mikhaylovsk, Shpakovskiy district, Stavropol Territory, 356241, Russia; e-mail: nickkomaroff@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 16.03.2021.

Дата принятия к печати – 11.06.2021.