

СЕЛЕКЦИЯ ГЕКСАПЛОИДНЫХ ТРИТИКАЛЕ НА УЛУЧШЕНИЕ ВЫПОЛНЕННОСТИ ЗЕРНА

Щипак Г.В., Щипак В. Г.

Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева

Матвеец В.Г.

Прикарпатская государственная сельскохозяйственная опытная станция НААН

Плакса В.Н.

Волынская государственная сельскохозяйственная опытная станция ИСХЗП НААН

Цель. Провести анализ генетических и физиолого-биохимических причин морщинистости семян пшенично-ржаных амфидиплоидов и исследовать особенности изменчивости гибридов $F_2 - F_{20}$ гексаплоидных тритикале по выполненности, массе 1000 зерен, натурному весу.

Методы. Полевые, лабораторные, математическо-статистические.

Результаты. Проанализированы генетические и физиолого-биохимические причины морщинистости семян пшенично-ржаных амфидиплоидов. Исследованы особенности изменчивости гибридов $F_2 - F_{20}$ гексаплоидных тритикале по выполненности, массе 1000 зерен, натурному весу. Дана оценка стабильности урожайности и качества зерна лучших сортов и сортообразующих популяций кормового и хлебопекарного назначения за 1973 – 2013 годы.

Выводы. Морщинистость зерновок тритикале обусловлена функциональными аномалиями в генетической и, как следствие, в физиолого-биохимической системах эволюционно молодых организмов, проявляющихся в результате взаимодействия родительских геномов. Длительный поиск оптимальных вариантов сочетания хромосом пшеницы и ржи при межвидовой и внутривидовой гибридизации с применением непрерывного отбора в контрастных условиях привёл к созданию высокопродуктивных многолинейных сортов озимого типа и двуручек с выполненным зерном, легким обмолотом, хорошими и отличными хлебопекарными свойствами.

тритикале, гибридные популяции, морщинистость зерновок, непрерывный отбор, урожайность, качество

Вступление. Тритикале являются наиболее перспективными амфидиплоидами, создание которых было связано с надеждами соединить в одном генотипе ценные свойства пшеницы и ржи. Во многом этого удалось достичь. Среди признаков новой культуры в улучшении нуждались практически все, в том числе физические, биохимические и технологические характеристики зерна. Многие сорта и линии тритикале имели существенные недостатки: ломкость колоса, плохую выполненность зерна, низкие хлебопекарные свойства, слабую экологическую пластичность. Одной из наиболее трудноустраняемых особенностей зерна тритикале являлась его морщинистость, ухудшающая посевные, технологические и товарные качества [1].

Анализ последних публикаций. Сморщенный эндосперм известен для всех культурных злаков. Проявляется морщинистость только при созревании в виде вмятин или бороздок на поверхности зерновки, обычно достигающей нормальных размеров. Это явление характерно отдаленным скрещиваниям злаков и связано с нарушениями анатомического строения зерновки [2]. У тритикале морщинистость эндосперма генетически детерминиро-

вана и плохо поддается улучшению. При скрещивании линий с выполненным и сморщенным зерном гибриды в большинстве случаев наследуют признаки худшего по выполненности эндосперма родителя [3]. Многовекторный характер селекции, её адаптивная направленность, сложный и длительный процесс расщепления гибридов затрудняют совершенствование культуры. Работая с октоплоидными формами на протяжении 40 лет, А. Muntzing [4] пришел к выводу, что они всё еще уступают по выполненности зерна пшенице и ржи. В значительной мере это относится и к гексаплоидным тритикале.

Зерновка тритикале по своему строению практически не отличается от исходных родительских видов, но намного превышает их по размерам [1,5]. Как и у других злаков, у тритикале зерновка развивается из семяпочки. У пшеницы период формирования эндосперма проходит без аномалий. В развитии зерновки тритикале первые нарушения наблюдаются с самых ранних стадий. Частота аберрантных ядер, мостов в анафазах митоза имеет высокую положительную корреляцию со степенью морщинистости как у тритикале, так и у дополненных пшенично-ржаных линий [6,7]. При этом общая потеря нормальной ядерной популяции может достигать 20%, что приводит к сморщиванию эндосперма. P.J. Kaltsikes et. al. [8] пришли к выводу, что морщинистость скорее происходит под влиянием генома ржи, чем пшеницы. По данным T.D. Bennet [7], именно хромосомы ржи образуют мосты в клетках эндосперма. Наличие аберрантных ядер также было связано с присутствием определенных хромосом ржи. В порядке уменьшения значимости хромосомы 5R, 4R, 6R, 3R и 1R ответственны за появление аберрантных ядер [6]. N. Darvey [9] показал, что основные гены, влияющие на морщинистость эндосперма, сосредоточены в хромосомах 4R/7R и 6R. При R/D замещениях отмечено улучшение выполненности зерна тритикале [6,10]. Вероятно, в отдельных случаях морщинистость может контролироваться небольшим числом генов, расположенных в ржаных хромосомах.

Появление аномалий, вызываемых хромосомами ржи, T.D. Bennet [7] связывал с замедленной репликацией больших блоков теломерного гетерохроматина. Однако свидетельства прямой связи между гетерохроматиновыми блоками и морщинистостью противоречивы. В селекции на повышение адаптивности и урожайности следует учитывать и факты, когда наиболее пластичные и продуктивные тритикале содержали полный набор хромосом ржи с нормальными блоками теломерного гетерохроматина [11]. Это ставит под сомнение выводы T.D. Bennet, [7] о том, что накопление ржаных хромосом с элиминацией гетерохроматина позволит улучшить выполненность эндосперма.

На проявление морщинистости у тритикале большое влияние оказывают особенности отдельных фаз развития. Сорты и линии с невыполненным зерном характеризуются коротким периодом налива [12]. Существенно и то, что налив у тритикале прекращается при более высокой влажности, чем у пшеницы [13]. S.O. Salminen and R.D. Hill [14] выявили несоответствие между максимальным объёмом развивающейся зерновки тритикале и необходимыми размерами, которые могут быть заполнены крахмалом. Прекращением отложения мелкозерного крахмала объясняли морщинистость эндосперма тритикале Э. Д. Жила и А. Ф. Шульдин [12]. Это вызывает сомнение, поскольку соотношение крахмальных зерен у различных сортов специфично. Низкое содержание крахмала в зерновках тритикале связывают с его частичным разрушением после накопления. Лизируют крахмал α – и β – амилазы. Наибольшие различия по ферментной активности между выполненными и морщинистыми линиями наблюдаются в перикарпе молодых зерновок. В эндосперме же заметных расхождений по уровню α – амилазы не отмечено. Однако у линии тритикале 6A190 с высокой степенью сморщиваемости зерновок и множественным повреждением крахмальных зёрен установлен огромный рост активности α – амилазы на 18–21 день после опыления [15]. По данным W. Dedio et. al. [16], ненормальное количество цитолитических ферментов через 22–26 дней после цветения наблюдалось в тканях, окружающих эндосперм. Но не всем линиям с признаком морщинистости присуща высокая ферментная активность. α – амилаза не является главным детерминантом плохой выполненности [17]. По мнению Д. Х. Симмондса [2], образование локальных или обширных сморщенных участков обу-

словлено нарушениями меристематических функций периферического слоя эндосперма. Очевидно, аномалии налива и других физиолого-биохимических процессов – следствие нарушения цитогенетических механизмов дифференцирующих делений, имеющих генный контроль. Вышеизложенное указывает на то, что во многих случаях динамика налива, конверсия крахмала, высокая активность α – амилазы имеют свои особенности у линий с морщинистым эндоспермом.

На трудности селекционного улучшения выполненности зерна тритикале обращали внимание многие исследователи [4,18,19,20]. Одним из первых создал линии тритикале с хорошо выполненным зерном В. Е. Писарев [21], скрещивая октоплоиды с гексаплоидами. Значительны достижения в улучшении тритикале у А. Kiss [18] и А. Ф. Шулындина [22], получивших сорта вторичных и трёхвидовых тритикале, занимавших большие площади в Венгрии и СССР. Но утверждать, что проблема морщинистости была решена созданием вторичных тритикале преждевременно.

По данным А. Kiss [18], перспективные линии, особенно короткостебельные, формировали морщинистое зерно. F. J. Zillinsky [23] уверен – многолетний визуальный отбор на выполненность привёл к элиминации короткостебельных генотипов. Селекционеры из Польши [24], Чехословакии [19], России [25] подчеркивают, что имеющийся арсенал методов создания тритикале позволяет эффективно использовать генофонд современных сортов пшеницы и ржи, решая различные задачи по устранению недостатков новой культуры, но это процесс длительный, требующий большого объёма работ.

В настоящее время идут интенсивные исследования по улучшению исходного материала, пополнению и изучению коллекций тритикале, выведению новых сортов для различных условий. Наиболее оптимистично оценивают состояние проблем А. И. Грабовец, А. В. Крохмаль, М. М. Копусь [26], отмечая, что уже в конце восьмидесятых годов вопрос морщинистости тритикале полностью решен на Дону и Кубани, поскольку выполненность зерна у всех изученных форм была очень хорошей. Иные результаты получены при изучении озимых тритикале мировой коллекции ВИР, селекции СНИИСХ и других НИИ. В условиях Ставрополя основная масса сортов и линий дала морщинистое зерно с оценкой 1–5 баллов по 9-ти бальной шкале [20]. В целом недостаточно выполненное зерно имеет и гибридный материал [27]. На Кубани яровые сорта Trik (Франция), Taurus (Великобритания) и местная двуручка Валентин 90 формировали сильно морщинистое зерно [28]. В широкомасштабной работе по созданию низкорослых комплексно-ценных линий тритикале в условиях Дербента только одна линия превысила в осеннем посеве стандарт по выполненности (6,5 баллов против 6,0 у стандарта Укро). Остальные перспективные образцы имели более морщинистое зерно (4,8 – 5,8 баллов). Примечательно, что К. У. Куркиев и У. К. Куркиев, [29] считают приемлемой такую выполненность зерна новых линий. По данным П. И. Стёпочкина [30], в условиях Западной Сибири при осеннем посеве тритикале, натуральный вес зерна варьировал от 607 г/л (Кентавр) до 769 г/л (Докучаевский 12), в весеннем посеве – соответственно 616 г/л (СПТГ – 1, Ленинградская обл.) – 746 г/л (к – 3533, Аргентина). Хорошо выполненные зёрна дали натуру свыше 730 г/л. Среди комплексно-ценных озимых сортов их оказалось 44%, яровых – 8%.

Таким образом необходимо дальнейшее изучение изменчивости выполненности эндосперма зерна тритикале в межвидовых и внутривидовых гибридных популяциях, выяснение возможностей улучшения этого признака и создание сортов, формирующих гладкое зерно в различных условиях произрастания.

Цель и задачи исследований. Провести анализ генетических и физиолого-биохимических причин морщинистости семян пшенично-ржаных амфидиплоидов и исследовать особенности изменчивости гибридов $F_2 - F_{20}$ гексаплоидных тритикале по выполненности, массе 1000 зерен, натурному весу.

Материал и методика исследований. Новый исходный материал создавали межродовой, межвидовой и внутривидовой гибридизацией с использованием тритикале, пшеницы и ржи различного происхождения (Украина, Россия, Польша, Мексика, США, ФРГ).

Полевые и лабораторные опыты проводили в соответствии с методиками, изложенными ранее [31].

Условия вегетации в значительной мере влияют на объемную массу и выполненность эндосперма. Поэтому для эффективного выявления наиболее пластичных, лучших по качеству зерна генотипов, популяции, линии и сорта испытывали в контрастных экологических условиях (лесостепь, острозасушливая степь). Этой же цели служило изучение расщепляющихся озимо - яровых гибридов при чередовании осенних посевов с весенними.

Основным методом совершенствования селекционируемых линий служил многократный индивидуальный отбор лучших генотипов из расщепляющихся гибридных популяций. Применяли визуальную бальную оценку, как наиболее доступную, производительную и достаточно точную. Этим способом пользуются практически все селекционеры, работающие с тритикале в Мексике (СИММУТ), Польше, Индии, Испании, России, Белоруссии. Осмотр производили в два этапа - непосредственно в поле, перед полным созреванием и после обмолота. В лабораторных условиях определяли уровень выполненности (балл 1-9), цвет, форму зерновки, её линейные параметры, массу 1000 зерен, натуральный вес. Статистическую обработку результатов исследований выполняли по Б. А. Доспехову [32].

Результаты и их обсуждение. За период с 1980 по 2013 годы было создано 13,2 тыс. комбинаций, в т.ч. 63,5 % от внутривидовых скрещиваний. В F₂ анализировали 80 – 1860 растений, в F₃–F₂₀ – 18–1580 линий каждой комбинации. Наиболее ценные гибридные популяции, на основе которых были сформированы конкурентноспособные сорта с хорошим и отлично выполненным зерном, представлены в таблице 1.

Первый сорт озимого тритикале зернового назначения Амфидиплоид (АД) 206, созданный методом отдаленной гибридизации озимой пшеницы Безостая 1, ржи Саратовская крупнозерная и АД 1, формировал удлиненное (8,8 x 2,9 x 3,1 мм), недовыполненное зерно (7,2 балла), но был хорошо сбалансирован по основным хозяйственно-ценным признакам: повышенная урожайность, устойчивость к болезням, высокое содержание белка и лизина, удовлетворительные хлебопекарные свойства. Однако деформированность эндосперма и шероховатость его поверхности, усиливающиеся при неблагоприятных условиях налива и созревания, снижали его мукомольные и технологические показатели. Использование этого сорта в многочисленных внутривидовых и межвидовых скрещиваниях, отборы на выполненность зерна и комплекс других признаков, не привели к существенному положительному результату. В расщепляющихся популяциях преобладали потомства, наследовавшие морщинистость эндосперма, свойственную АД 206.

Сорт озимого тритикале АД 3/5 был получен многократными отборами из гибридной комбинации от естественного переопыления гексаплоидных линий, имеющих родственное с АД 206 происхождение. Выполненность зерна нового сорта лучше, чем у АД 206. Зерновка укорочена, по линейным параметрам (8,1 x 3,1 x 3,4 мм) пшеничного типа, поверхность эндосперма практически гладкая (8,3 балла). Однако при сложных условиях (аномальная засуха, чрезмерное увлажнение), качество зерна этого сорта ухудшалось. Выход муки у АД 3/5 несколько выше (67 %), обмолот хуже, а хлебопекарные свойства сорта нестабильны и близки к АД 206. Еще одним слабым местом АД 3/5 являлась склонность к полеганию, поскольку высота растений в оптимальных по увлажнению условиях превышала 150 см. Создание сорта показало, что внутривидовая гибридизация может быть эффективным методом [22], но это довольно длительный процесс, сочетающий одновременное совершенствование физических, мукомольных и технологических свойств зерна с комплексом других хозяйственно-ценных признаков.

Некоторые озимо-яровые гибриды, созданные с участием сорта АД 3/5, оказались перспективными при осенних и весенних посевах. Из комбинации АД 3/5 x 2059 p¹¹ (США) были выделены линии озимого и альтернативного типа развития с выравненной поверхностью эндосперма, сохраняющие это свойство в засушливых условиях. Объединением морфологически однородных озимых линий с гладким зерном пшеничного типа (7,5 x 3,4 x 2,9 мм) был создан АД 44, отличающийся высокой урожайностью зерна и зеленой массы [33]. Этот сорт широко использовался в скрещиваниях на повышение выполненности и качества зерна.

Таблица 1. Морфологические и мукомольные особенности зерна линий и сортов тритикале

Сорт, гибридная комбинация	Год	Изучено константных линий, шт	Линейные размеры, \bar{X} , мм			\bar{X} , балл	Натура, г/л					Выход муки, %	Многолинейные сорта *	
			длина	ширина	толщина		min	max	$\bar{X} \pm \bar{S}\bar{X}$	V, %	г			V, %
Амфидиплоид 206	1972 – 2012	-	8,8	2,9	3,1	7,2	600	776	$735,1 \pm 7,98$	5,43	$47,3 \pm 1,67$	15,4	64,5	-
Амфидиплоид 3/5	1977 – 2004	-	8,1	3,1	3,4	8,3	669	774	$742,5 \pm 5,98$	3,78	$44,4 \pm 1,71$	16,8	67,0	-
Амфидиплоид 44	1985 – 2013	-	7,5	3,4	2,9	8,8	665	784	$747,4 \pm 7,13$	4,05	$41,2 \pm 1,19$	13,0	70,0	-
Ад 18/Ад 55 – 1222	1999	20	7,5 – 9,2	2,7 – 3,1	2,9 – 3,2	5,5 – 7,5	656	688	$676,1 \pm 3,02$	2,00	$42,4 \pm 1,90$	17,9	63,5	Ад 256
Мално/Ад 553	2002	18	7,8 – 9,4	3,0 – 3,4	3,1 – 3,5	7,5 – 8,3	712	784	$738,0 \pm 4,75$	2,73	$45,2 \pm 2,23$	17,8	71,5	Гарнэ
Ад 8 – 192/Ад 547 – 8//Аист	2001 – 2008	192	7,1 – 9,4	2,2 – 2,9	2,4 – 3,1	7,3 – 8,3	648	788	$725,9 \pm 2,04$	1,72	$41,6 \pm 1,92$	20,2	69,5	Раритет
Ад 42/Ад 360	2006 – 2008	171	6,5 – 8,2	2,5 – 3,2	2,8 – 3,6	7,1 – 7,8	640	740	$703,1 \pm 2,31$	2,15	$41,3 \pm 5,72$	31,0	62,0	Шаланда
Сокол/Ад 52	2008	44	7,0 – 8,9	3,0 – 3,4	2,4 – 3,4	7,3 – 8,7	622	722	$692,7 \pm 2,66$	2,55	$36,8 \pm 3,87$	23,5	73,5	Харроза, Вуйко
Ад 3/5/ Раритет	2008, 2009	83	7,1 – 8,0	2,4 – 3,5	2,6 – 3,4	7,0 – 8,5	710	786	$746,0 \pm 2,71$	2,34	$40,5 \pm 3,49$	19,3	70,5	Донец
Ад 44/Ад 551	2008, 2009	46	6,1 – 7,2	2,8 – 3,4	2,8 – 3,5	8,5 – 9,0	696	786	$747,3 \pm 2,73$	1,78	$40,6 \pm 1,67$	13,6	71,5	Вольнская двуручка
Ад 206/ Раритет	2011, 2012	115	7,3 – 9,1	2,1 – 3,3	2,4 – 3,3	7,1 – 8,0	656	778	$726,9 \pm 2,15$	2,20	$41,8 \pm 2,08$	11,2	67,5	Маркиан
Раритет/ Валентин 90	2013	117	7,2 – 9,1	2,2 – 2,9	2,6 – 3,2	7,5 – 8,5	724	760	$743,8 \pm 2,16$	1,30	$38,3 \pm 4,41$	25,8	71,5	Никанор, Ярослав
Озимая пшеница	1972 – 2013	-	7,0	3,2	2,9	8,8	713	822	$784,2 \pm 4,03$	3,25	$39,1 \pm 1,50$	16,7	73,5	-

* - сформированы на основе константных линий, выделенных из соответствующих гибридных комбинаций.

Лучшие гибридные комбинации прорабатывали с F₂ одновременно в двух зонах (лестепь, острозасушливая степь), чередуя осенние посевы с весенними. Размах изменчивости в F₂ по выполненности зерен зависел от уровня проявления этого признака у родительских форм и варьировал от 1,0 балла (зерно сильно деформированное, морщинистое, тусклое) до 7,5–8,0 баллов (хорошо выполненное) и 9,0 баллов (идеально выполненное зерно, поверхность эндосперма совершенно гладкая). В комбинациях, где один из родителей отличался плохой выполненностью (АД 18, АД 42, АД 60, АД 206, АД 256, АД 547, АД 551 и др.), в F₂ не найдено растений с идеальной поверхностью эндосперма, а частота трансгрессивных генотипов варьировала от 0,2 до 1,8 % (табл. 2). Высокий выход трансгрессий с гладким зерном (до 32–44 %) наблюдался в отдельных комбинациях от скрещивания форм с удовлетворительной и хорошей выполненностью. Степень положительных трансгрессий по лучшим комбинациям находилась в пределах 2,3–20,0 % и была ниже при скрещивании родителей с выполненностью 7,5–8,0 баллов.

Таблица 2. Трансгрессии выполненности зерна у гибридов F₂ тритикале

Гибридная комбинация	Год исследований	Наибольшее значение признака, балл		Трансгрессия, %		Число проанализированных гибридных растений
		лучшего родителя	гибрида	Тс	Тч	
АД 8 – 192/ АД 547// Аист	1990	7,5	9,0	20,0	1,8	382
АД 18/АД 551	1995	7,0	8,3	18,6	0,2	855
АД 44/АД 551	1997	8,8	9,0	2,3	0,2	480
АД 42/АД 360	1999	8,0	9,0	12,5	0,6	315
Сокол/АД 52	1999	8,5	9,0	5,9	43,9	410
АД 3/5/Раритет	2005	8,3	9,0	8,4	13,6	612
АД 206/Раритет	2008	8,3	8,0	-3,6	26,6	432
Раритет/Валентин 90	2009	8,1	9,0	11,1	38,5	849
	2011	7,9	9,0	13,9	31,9	270
	2012	8,3	9,0	8,4	30,6	657
Валентин 90/Раритет	2011	7,9	9,0	13,9	13,6	81

Линии тритикале, отобранные из комбинаций с участием сортов АД 3/5, АД 360, Мально и др., характеризовались хорошей и отличной выполненностью зерна, но имели нежелательные признаки, сцепленные с идеальной поверхностью эндосперма: ломкость колоса, плотное прилегание колосковых чешуй, склонность к полеганию. Для создания линий с гладким зерном, легким обмолотом и оптимальной высотой растений, использовали в скрещиваниях соответствующие доноры, выделенные нами ранее [34]: двуручку АД 551 (высота растений 90–105 см, зерно которое, пшеничного типа, выполненность 5–7 баллов, обмолот очень легкий), озимый сорт АД 52 (высота растений 125–130 см, зерно длинное, выполненность 6–7 баллов, обмолот легкий), а также яровые сорта и линии местной селекции, в т.ч. Сокол харьковский (высота растений 85–110 см, зерно овально-удлиненное, выполненность 7,5–8,5 баллов, обмолот плохой из-за ломкости стержня колоса).

В перспективных комбинациях АД 44 / АД 551 и Сокол / АД 52 было оценено в F₂–F₁₄ соответственно 28 и 36 тыс. растений. Непрерывным отбором на выполненность зерна и комплекс других хозяйственно-ценных признаков создано 90 низкорослых и среднестебельных линий озимого типа и двуручек с хорошим и отличным обмолотом, гладкой поверхностью эндосперма (9 баллов), по линейным параметрам преимущественно полу- и пшеничного типа, высокой массой 1000 зерен (42,0–45,3 г).

Натурный вес зерен – один из важнейших показателей, влияющих на мукомольные свойства. Его проявление обусловлено комплексом генетических, физиолого-биохимических и экологических факторов. Улучшение натурального веса новой культуры связано с большими трудностями из-за длительного процесса расщепления и низкого выхода константных комплексно-ценных форм. Среди сортообразующих гибридных комбинаций F₅ – F₂₀ частота положительных трансгрессий изменялась довольно широко (7,4–59,1 %), в зависимости от генотипа и условий вегетации, однако степень трансгрессий по натурному весу была низкой, в пределах 0,3–6,5 % (табл. 3).

Таблица 3. Трансгрессии натурального веса зерна у гибридов озимых тритикале (КСИ, пар, 1999 – 2013 гг.)

Гибридная комбинация	Год	Поклоление	Наибольшее значение признака, г/л		Трансгрессии, %		Число изученных линий
			лучшего родителя	трансгрессивной линии	Tc	Tч	
АД 18/АД 551	1999	F ₆	672	676 – 716	6,5	50,0	20
АД 8 – 192/АД 547// Аист среднее, сумма	2001	F ₁₃	740	744 – 756	1,6	46,2	39
	2002	F ₁₄	780	784 – 788	1,0	52,2	23
	2005	F ₁₇	712	714 – 728	2,2	38,0	92
	2008	F ₂₀	730	736 – 750	2,7	18,4	38
				741	745 – 756	2,0	37,5
АД 42/АД 360 среднее, сумма	2006	F ₉	708	710 – 734	3,7	22,0	100
	2007	F ₁₀	712	714 – 740	3,9	25,6	39
	2008	F ₁₁	708	710 – 724	2,3	28,1	32
				709	711 – 733	3,3	24,2
АД 3/5/Раритет среднее, сумма	2008	F ₅	758	760 – 780	2,9	25,0	28
	2009	F ₆	760	762 – 786	3,4	18,2	55
				759	761 – 783	3,2	20,5
АД 44/АД 551 среднее, сумма	2008	F ₁₃	770	772 – 786	2,1	47,4	19
	2009	F ₁₄	750	752	0,3	7,4	27
				760	762 – 769	1,2	23,9
Сокол/АД 52	2008	F ₁₁	695	698 – 722	3,9	52,3	44
АД 206/Раритет среднее, сумма	2011	F ₅	706	708 – 744	5,4	46,5	71
	2012	F ₆	762	764 – 788	3,4	59,1	44
				734	736 – 766	4,4	51,3
Раритет/Валентин 90	2013	F ₆	748	752 – 760	1,6	25,0	20
Интервал, среднее, сумма			672 – 770	676 – 788	0,3 – 6,5	7,4 – 59,1	691
				732	735 – 752	2,7	34,4

Поэтому, несмотря на более чем полувековой период интенсивной селекции тритикале, подавляющее большинство зарегистрированных сортов всё ещё существенно уступают озимой пшенице. За годы конкурсного сортоиспытания озимых тритикале (1972 – 2013) было изучено качество зерна 3802 сортов (табл. 4). Среднее за 40 лет значение натурального веса составило 714 г/л с варьированием от 522 до 836 г/л, стандартных сортов озимой пшеницы – соответственно 784 г/л и 713–836 г/л. Общая изменчивость признака была невысокой как у тритикале (3,76 %), так и пшеницы (3,26 %). При весеннем посеве натуральный вес сортов и линий двуручек тритикале укладывался в более узкий интервал (638–760 г/л).

Среди зарегистрированных сортов минимальный показатель натурального веса зерна пшенично-ржаных амфидиплоидов составил 600 г/л (АД 206), максимальный – 788 г/л (Раритет).

Таблица 4. Изменчивость признака натура зерна у тритикале и стандартных сортов мягкой пшеницы

Культура	Годы	Изучено сортов, шт	Минимум		Максимум		\bar{X}	V, %
			X	\bar{X}	X	\bar{X}		
Тритикале	1972 – 2013*	3802	522	638,1	836	754,9	714 ± 3,8	3,76
	2006 – 2012**	173	638	665,6	760	743,0	708 ± 11,5	4,31
Пшеница	1972 – 2013	5	713	-	836	-	784 ± 3,3	3,25
	2006 - 2012	1	732	-	796	-	759	-

* - осенние посевы

** - весенние посевы

Наиболее низкий средний показатель натурального веса зерна 676 г/л установлен у озимого сорта тритикале АД 256, что связано с генетически обусловленной деформированностью и шероховатостью поверхности эндосперма. Снижение показателей выполненности зерна и его качества происходит при ухудшении условий налива и созревания и связано с биохимическими особенностями этого сорта, в частности высокой активностью α – амилазы, преобладанием в эндосперме водорастворимых веществ (пентозанов, крахмала, белков), низким содержанием высокомолекулярных глютеинов. Такой биохимический и ферментный статус АД 256 приводит к вымыванию легкорастворимых фракций, что усиливает морщинистость зерна. В эту группу входят также сорта АД 15, АД 51, АД 52, Харроза.

Тритикале, отличающиеся повышенным содержанием в эндосперме нерастворимых в воде углеводно-белковых веществ, высоким и стабильным числом падения и, очевидно, менее проницаемой семенной оболочкой, характеризуются удовлетворительной и хорошей выполненностью, лучшими показателями натурального веса зерна. Типичные представители этой группы сортов – Амфидиплоид 206 (выполненность зерна 7,2 балла, средний показатель натурального веса 735 г/л), Раритет (соответственно 8,3 балла и 726 г/л), Гарнэ (8,3 балла и 738 г/л). Сорта и линии озимых тритикале с наилучшими на нынешнем этапе селекции культуры показателями натурального веса формируют зерно с гармоничными линейными параметрами (полупшеничного или пшеничного типа), гладкой поверхностью эндосперма, высоким содержанием белка либо очень упругой клейковиной при низком уровне белковости. К сортам этого типа относятся Амфидиплоид 44 (8,8 балла, 747 г/л, высокое содержание белка, клейковина III группы), Волынская двуручка (9 баллов, 747 г/л, высокое содержание белка, клейковина II – III группы), Вуйко (8,7 баллов при весенних и 9 при осенних посевах, 722 г/л, высокое – среднее содержание белка, клейковина II – III группы), Никанор (8,8 баллов, 744 г/л, низкое – среднее содержание белка, но клейковина очень крепкая, стабильно I-й группы, ИДК 50 – 60 е.п.).

Оценивая изменчивость натурального веса зерна сортов тритикале на протяжении 10 и более лет, следует выделить невысокий её уровень, от 1,72% (Раритет) до 5,43% (Амфидиплоид 206). У стандартных сортов пшеницы среднее значение этого показателя составило 3,25 %. Слабая изменчивость натурального веса (2,4%) отмечена и при изучении обширной мировой коллекции озимой пшеницы [35].

Показатель массы 1000 зерен варьировал в опытах конкурсного сортоиспытания в зависимости от генотипа и условий вегетации в интервале 19,8–54,7 г. Наиболее крупное зерно формировал сорт Гарнэ. Резкое снижение массы 1000 зёрен до минимальных значений произошло у озимых культур в 2010 году из-за повреждения растений клопом-черепашкой. Среднемноголетние показатели массы 1000 зерен лучших сортов тритикале находились в интервале 41–45 г (Гарнэ, Раритет, Амфидиплоид 256), что на 2–6 г выше в сравнении со стандартными сортами пшеницы. Большинство созданных сортов озимого тритикале характеризовалось умеренной вариацией по массе 1000 зерен, от 11,2 % (Маркиян) до 31,0 % (Шаланда). Помимо нового озимого сорта Маркиян, к числу стабильных по этому признаку сортов относятся Амфидиплоид 44 (13,0 %) и Волынская двуручка (13,6 %).

Среди константных линий тритикале F_3 – F_5 установлена преимущественно средняя-сильная положительная корреляция выполненности зерна и высоты растения ($r = 0,34$ – $0,75$) и

слабая отрицательная – с активностью α – амалазы ($r = - 0,19-0,23$). Среднестебельные сорта тритикале с хорошо и отлично выполненным зерном Гарнэ, Раритет, Букет (высота растений 130 см), Волынская двуручка и Вуйко (110–120 см) характеризуются высокими значениями числа падения (266–293 сек). В тоже время такие тритикале с морщинистым эндоспермом как АД 51, АД 256, Ладнэ, Раво и сорта АД 44, Валентин 90, формирующие соответственно отлично и хорошо выполненное зерно, отличались повышенной α – амилазной активностью (159–214 сек). Примечательно, что за исключением среднерослого АД 256, остальные сорта этой группы являются высокорослыми формами (145–180 см).

Изучение динамики накопления крахмала и белка в процессе образования зерновок амфидиплоидов, различающихся по выполненности, не выявило существенных отличий. Однако у сортов АД 256 и Раво с деформированным морщинистым зерном, в конце налива (25 – 30 день после цветения) наблюдалось двухкратное усиление активности α – амилазы (табл. 5). Тритикале с выполненным эндоспермом АД 44, Раритет, Ярослава отличались, как и пшеница, устойчивой ферментной активностью после окончания фазы формирования (через 12 дней после цветения).

Таблица 5. Динамика α – амилазной активности и питательных веществ в процессе формирования зерна тритикале и пшеницы (КСИ, 2013 г.)

Сорт	Дата	Выполненность зерна, балл	Масса 1000 зерен, г	Содержание, %		Число падения, сек	
				белок	крахмал	х	среднее за 5 лет
АД 256	5.06	1	8,7	13,3	55,0	68	214
	14.06	4	29,6	10,7	63,9	171	
	21.06	7	33,2	9,5	65,9	85	
	9.07	7,5	40,9	9,7	64,7	160	
АД 44	7.06	1	7,8	14,9	52,3	62	188
	14.06	6,5	17,8	13,1	56,2	130	
	21.06	7,5	36,5	10,5	63,0	123	
	9.07	9	43,7	11,6	52,2	123	
Раритет	6.06	1	11,8	17,3	48,7	62	293
	14.06	7,5	22,9	12,6	59,3	206	
	21.06	8	34,3	11,9	60,1	200	
	8.07	8,5	45,3	11,4	61,7	182	
Ярослава	6.06	1	13,0	15,6	49,5	64	130
	14.06	5	25,2	13,4	58,1	70	
	21.06	7,0	37,4	11,8	59,1	85	
	8.07	8,5	51,4	11,7	60,5	76	
Раво	6.06	1	11,1	16,5	51,8	62	180
	14.06	3,5	18,2	12,7	59,4	147	
	21.06	7,5	33,1	12,1	62,4	74	
Подольнка, мягкая пшеница	6.06	2	18,9	16,1	55	62	388
	14.06	7	38,8	12,1	63,2	275	
	21.06	8	40,3	14	64,9	184	
	9.07	9	45,4	13,5	68,5	259	
Бурштын, твердая пшеница	7.06	1	18,3	18,5	52,7	69	396
	14.06.	7,5	35,0	12,3	67,6	326	
	21.06	8,5	44,5	11,7	67,5	308	
	9.07	9	47,0	15,6	63	349	

Анализ изменчивости урожайности стандартных сортов озимых культур в конкурсном испытании за 40 лет подтвердил несомненное превосходство тритикале над пшеницей (табл. 6).

Таблица 6. Урожайность стандартных сортов озимых культур

(конкурсное сорто-испытание, пар 1972 – 2013 гг.) Культура	Урожай зерна, т/га			Коэффициент вариации (V), %
	X min	X max	$\bar{X} \pm Sx$	
Пшеница мягкая*	0,09	6,53	4,20 ± 0,26	39,3
Рожь**	2,13	7,58	5,31 ± 0,23	27,5
Тритикале***	1,68	7,71	5,29 ± 0,25	30,8

* - 1972 – 1980 гг. – Мироновская 808 1972 – 1980 гг. – Харьковская 55 1972 – 1982 гг. – АД 206
 1981 – 1984 гг. – Ахтырчанка 1981 – 1991 гг. – Харьковская 78 1983 – 1990 гг. – АД 60
 1985 – 1988 гг. – Харьковская 81 1992 – 2002 гг. – Харьковская 88 1991 – 2002 гг. – АД 42
 1989 – 1996 гг. – Харьковская 11 2003 – 2006 гг. – Харьковская 98 2003 – 2007 гг. – АД 256
 1997 – 1998 гг. – Альбатрос од. 2007 – 2011 гг. – Хасто 2008 – 2013 гг. – Раритет
 1999 – 2004 гг. – Донецкая 48 2012 – 2013 гг. – Памяти Худоерко 2005 – 2006 гг. – Харус
 2007 – 2010 гг. – Одесская 267 2011 – 2013 гг. – Подолянка

Для повышения потенциала продуктивности новых, специализированных сортов тритикале важно было достичь оптимального соотношения между фертильностью колоса, массой 1000 зерен, натурным весом, густотой продуктивного стеблестоя в сочетании с достаточным уровнем устойчивости к неблагоприятным условиям перезимовки и вегетации. Изначально недостижимой считалась возможность совмещения основных хозяйственно-ценных признаков с высокими технологическими качествами зерна тритикале. Однако последовательно удалось улучшить хлебопекарные свойства от удовлетворительного (АД 206, АД 60, АД 42, АД 44, АД 256, Харроза и др.) до среднего (Ратнэ, Гарнэ, Маркиян, Ярослава) и высокого уровня у Раритета, Амоса, Никанора [36]. Новые сорта Амос, Букет, Маркиян, Ярослава в среднем за 2008 – 2013 гг конкурсных испытаний показали урожайность 7,00 – 7,38 т/га, превысив стандартный сорт Раритет на 0,73 – 1,09 т/га. (табл. 7). Потенциальная урожайность зерна этих сортов 9,5 – 12,5 т/га, зимостойкость 7,5 – 9,0 баллов, устойчивость к засухе и болезням 8,0 - 9,0 баллов.

Таблица 7. Урожайность сортов озимых тритикале в конкурсном сортоиспытании (опытное поле ИП, 1972 – 2013 гг.)

Сорт	Год регистрации	Число лет изучения в КСИ	$\bar{X} \pm Sx$, т/га	V, %	$\bar{X} \pm Sx$ за 5 лет (*) т/га	± к Рарите-ту, т/га	V, %
Амфидиплоид 206	1977	41	4,55 ± 0,23	32,0	5,49 ± 0,54	-0,78	22,2
Амфидиплоид 3/5	1986	35	4,50 ± 0,26	33,5	5,05 ± 0,37	-1,22	16,6
Амфидиплоид 44	1993	25	4,26 ± 0,26	30,1	5,08 ± 0,24	-1,19	10,4
Амфидиплоид 42	1996	22	5,31 ± 0,37	32,5	5,81 ± 0,53	-0,46	20,6
Амфидиплоид 256	2001	18	4,99 ± 0,35	29,9	5,46 ± 0,37	-0,81	15,2
Ратнэ	2007	19	5,44 ± 0,46	36,5	6,36 ± 0,35	+0,09	12,3
Гарнэ	2004	14	5,76 ± 0,58	34,5	6,31 ± 0,28	+0,04	9,8
Раритет	2008	20	5,60 ± 0,47	37,4	6,27 ± 0,41	0	14,7
Харроза	2011	13	6,30 ± 0,52	29,9	7,18 ± 0,52	+0,91	16,3
Амос	2014	6	6,36 ± 0,94	36,4	7,19 ± 0,54	+0,92	16,8
Букет	2014	6	6,17 ± 0,94	37,2	7,00 ± 0,52	+0,73	16,7
Шаланда	2014	5	-	-	6,82 ± 0,47	+0,55	15,6
Маркиян	в ГСИ с 2010 года	6	6,49 ± 0,96	37,7	7,38 ± 0,55	+1,11	16,7
Никанор	в ГСИ с 2012 года	4	7,30 ± 0,59	16,3	-	+1,03	-
Ярослава	в ГСИ с 2013 года	3	7,36 ± 0,71	16,7	-	+1,09	-
Озимая пшеница		41	4,20 ± 0,26	39,3	5,72 ± 0,34	-0,55	13,3
Озимая рожь		41	5,31 ± 0,23	27,5	6,24 ± 0,39	-0,03	13,9
НСР ₀₅					0,50		

* - среднее за 2008, 2009, 2011 – 13 гг.

Выводы. Морщинистость зерновок тритикале обусловлена функциональными аномалиями в генетической и, как следствие, в физиолого-биохимической системах эволюционно молодых организмов, проявляющихся в результате взаимодействия родительских геномов. Длительный поиск оптимальных вариантов сочетания хромосом пшеницы и ржи при межвидовой и внутривидовой гибридизации с применением непрерывного отбора в контрастных условиях привёл к созданию высокопродуктивных многолинейных сортов озимого типа и двуручек с выполненным зерном, легким обмолотом, хорошими и отличными хлебопекарными свойствами.

Список использованных источников

1. Симмондс Д.Х. Строение развивающегося и зрелого зерна тритикале / Д.Х. Симмондс // Тритикале – первая зерновая культура, созданная человеком. – М., «Колос», 1978. – С. 120 – 136.
2. Цицин Н.В. Теория и практика отдаленной гибридизации / Н.В. Цицин // М.: Наука, 1981. – 159 с.
3. Zillinsky F.J. Progress and problems in developing Triticales / F.J. Zillinsky // CIMMYT news. – 1970. - №5. – P. 8.
4. Muntzing. Triticale. Results and Problems / A. Muntzing // Berlin and Hamburg. – 1979. – 103 с.
5. Горбань Г.С. Озиме тритикале / Г.С. Горбань, В.М. Костромитин // Озимі зернові культури. – К.: Урожай, 1993. – С. 254 – 286.
6. Kaltsikes P.J. Endosperm abnormalities in Triticum – Secale combinations. II. Addition and substitution lines / P.J. Kaltsikes, D.Y. Roupakias // Canad. J. Bot. – 1975. - № 53. – P. 2068 – 2076.
7. Bennet M.D. Heterochromatin, aberrant endosperm nuclei and grain shriveling in wheat – rye genotypes / M.D. Bennet // Heredity. – 1977. – № 39. – P. 411 – 419.
8. Kaltsikes P.J. Endosperm abnormalities in Triticum – Secale combinations. III. X – Tritico-secale and its parental species / P.J. Kaltsikes, D.G. Roupakias, J.B. Thomas // Can. J. Bot. 1975. – № 53 – P. 2050 – 2067.
9. Darvey N. Genetics of seed shrivelling in wheat and triticales / N. Darvey // Proc. 4. Int. Wheat Genet. Symp., Columbia, Missouri. – 1973. – P. 155 – 159.
10. Zillinsky F.J. The influence of hexaploid triticales / F.J. Zillinsky // Hodowla roslin aklimatyzacja w nasiennictwo. – 1980. – T. 24. – Z. 4. – P. 383.
11. Pilch J. Chromosome Constitutions and the Amount of Telomeric Heterochromatin of the Widely and Narrowly Adapted CIMMYT Hexaploid Triticales / J. Pilch // Z. F. Pflanzenzuchtg. – 1981. – V. 87. – № 3. – P. 58.
12. Жила Э.Д. Анатомия щуплых зерновок пшенично-ржаных амфидиплоидов / Э.Д. Жила, А.Ф. Шулындин // Цитология и генетика. – 1969. – Т. 3. – № 3. – С. 261.
13. Klassen A.J. Comparison of starch from Triticales and its parental species / A.J. Klassen, R.D. Hill // Cereal Chem. – 1971. – V. 48. - № 6. – P. 647 – 654.
14. Salminen S.O. Rate and duration of dry matter accumulation in relation to kernel shrivelling in triticales / S.O. Salminen, R.D. Hill // Can. J. Plant Sci. – 1978. – № 58. – P. 13.
15. Klassen A.J. Alpha-amylase activity and carbohydrate content as related to kernel development in triticales / A.J. Klassen, R. Hill, E. Larter // Grop. Sci. – 1971. - № 11. – P. 265 – 267.
16. Dedio W. Distribution of α – amylase in the triticales kernel during development / W. Dedio, H.E. Shealy, D.H. Simmonds, R.D. Hill // Тритикале – первая зерновая культура, созданная человеком. – М. «Колос», 1978. – С. 136.
17. Thomas, J. B. Development of kernel shriveling in triticales / J. B. Thomas, P.J. Kaltsikes, J. P. Gustafson, D. G. Roupakias // Z. Pflanzenzuchtg. – 1980. – № 85. – P. 1 – 27.
18. Kiss A. Hexaploid triticales breeding in Hungary / A. Kiss // Triticales. Studies and Breeding. Proc. Intern. Symp. – 1973. – P. 38 – 46.

19. Могилева В.И. Селекция продуктивных форм и содержание белка в зерна тритикале / В.И. Могилева, Р. Пецка // Актуальные вопросы проблематики тритикале. – Пьештяны – 1984. – С. 114 – 129.
20. Медведев А.М. Основные проблемы селекции тритикале и возможные пути их решения / А. М. Медведев, Н.М. Комаров, Н.ИП. Соколенко // Тритикале России. Селекция, агротехника возделывания, переработка и использование сырья из тритикале. – Ростов –на-Дону. – 2000. – С. 41 – 45.
21. Писарев В.Е. Работа по тритикале в Сибири / В.Е. Писарев // полиплоидия и селекция. – Минск, «Наука и техника», 1972. – С. 51 – 59.
22. Шульдин А.Ф. Внутривидовая гибридизация тритикале / А.Ф. Шульдин // Селекция и семеноводство. – 1979. - № 2. – С. 14 – 15.
23. Zillinsky F.J. The development of triticale / F.J. Zillinsky // Adv. Agron. – 1974. – V. 26. – P. 315 – 348.
24. Сова В. Программа и результаты селекции ржаных форм тритикале в Институте селекции и акклиматизации растений / В. Сова, В. Мацковяк, В. Говорко и др. // Актуальные вопросы проблематики тритикале. –Пьештяни. – 1984. – С. 76 – 93.
25. Грабовец А.И. Состояние и направления селекции тритикале / А.И. Грабовец // Тритикале России. Селекция, агротехника возделывания, переработка и использование сырья из тритикале. – Ростов-на-Дону. – 2000. – С. 45 – 48.
26. Грабовец А.И. Некоторые аспекты селекции хлебопекарных тритикале / А.И. Грабовец, А.В. Крохмаль, М.М. Копусь // Генетика, селекция, агротехника, использование зерна и кормов. – Ростов-на-Дону. – 2010. – С. 57 – 65.
27. Градсков С.М. Исследования по тритикале в ГБС РАН / С.М. Градсков // Селекция, агротехника возделывания, переработка и использование сырья из тритикале. – Ростов-на-Дону. – 2000. – С. 45 – 48.
28. Ковтуненко В.Я. Продуктивность яровой тритикале и элементы её структуры / В.Я. Ковтуненко, В.В. Панченко, Л.Ф. Дудка, А.П. Калмыш // Генетика, селекция, агротехника, использование зерна и кормов. – Ростов-на-Дону. – 2010.– С. 90 – 105.
29. Куркиев К.У. Новый исходный материал для селекции короткостебельных гексаплоидных тритикале / К.У. Куркиев, У.К. Куркиев // Генетика, селекция, агротехника, использование зерна и кормов. – Ростов-на-Дону. – 2010.– С. 118 – 121.
30. Степочкин П.И. Коллекция мутантные формы и гибриды тритикале в ГНУ СибНИИРС / П.И. Степочкин // Генетика, селекция, агротехника, использование зерна и кормов. – Ростов-на-Дону. – 2010.– С. 156 – 161.
31. Щипак Г.В. Селекція сортів озимої твердої пшениці і тритикале з підвищеними адаптивними і урожайними властивостями / Г.В. Щипак //Селекція польових культур: Зб. Наукових праць. – Харків. – 2008. – С. 42 – 88.
32. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б.А. Доспехов // 5-е изд. доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
33. Щипак Г.В. Тритикале Амфидиплоид 44 / Г.В. Щипак // Селекция и семеноводство. – 1995. – № 1. – С. 68.
34. Щипак Г.В. Результати селекції тритикале-дворучок / Г.В. Щипак // Селекція і насінництво. – Х – 199. – Вип. 81. – С. 38 – 45.
35. Лучной В.В. Селекційна цінність сучасного генофонду озимої м'якої пшениці як вихідного матеріалу в селекції на якість зерна в умовах Північно-східного Лісостепу України / В.В. Лучной // Автореф. дис.. канд. с.-г. наук. – Харків. – 2004. – 19 с.
36. Щипак Г.В. Хлебопекарные качества сортов озимого гексоплоидного тритикале / Г.В. Щипак, Ю.В. Цупко, В.Г. Щипак // Доклады РАСХН. – 2013. – №1. – С. 3 – 7.

References

1. Simmonds D.H. Structure of developing and ripe triticale grain. *Triticale - the first cereal created by man*. Moscow, «Kolos». 1978. 120-136.
2. Tsytsyn N.V. Theory and practice of distant hybridization. Moscow, Nauka. 1981. 159.
3. Zillinsky F.J. Progress and problems in developing Triticales. *CIMMYT news*. 1970. 5: 8.
4. Muntzing. *Triticale. Results and Problems*. Berlin and Hamburg. 1979. 103.
5. Gorban G.S. Winter triticale. *Winter cereals*. Kyiv: Urozhai. 1993. 254 – 286.
6. Kaltsikes P.J. Endosperm abnormalities in Triticum – Secale combinations. II. Addition and substitution lines. *Canad. J. Bot.* 1975. 53: 2068 – 2076.
7. Bennet M.D. Heterochromatin, aberrant endosperm nuclei and grain shriveling in wheat – rye genotypes. *Heredity*. 1977. 39: 411 – 419.
8. Kaltsikes P.J. Endosperm abnormalities in Triticum – Secale combinations. III. X – Tritico-secale and its parental species. *Can. J. Bot.* 1975. 53: 2050 – 2067.
9. Darvey N. Genetics of seed shrivelling in wheat and triticale. *Proc. 4. Int. Wheat Genet. Symp.*, Columbia, Missouri. 1973. 155 – 159.
10. Zillinsky F.J. The influence of hexaploid triticale. *Hodowla roslin aklimatyzacja in nasien-nictwo*. 1980. T. 24. Z. 4. 383.
11. Pilch J. Chromosome Constitutions and the Amount of Telomeric. Heterochromatin of the Widely and Narrowly Adapted CIMMYT Hehaploid Triticales. *Z. F. Pflanzenzuchtg.* 1981. 87(3): 58.
12. Zhyla E.D. Anatomy of thin caryopses of wheat-rye amphidiploids. *Tsitologiya i Genetika*. 1969. T. 3. 3: 261.
13. Klassen A.J. Comparison of starch from Triticale and its parental species. A.J. Klassen, R.D. Hill. *Cereal Chem.* 1971. 48 (6): 647 – 654.
14. Salminen S.O. Rate and duration of dry matter accumulation in relation to kernel shrivelling in triticale. S.O. Salminen, R.D. Hill. *Can. J. Plant Sci.* 1978. 58: 13.
15. Klassen A.J. Alpha-amylase activity and carbohydrate content as related to kernel development in triticale. A.J. Klassen, R. Hill, E. Larter. *Grop. Sci.* 1971. 11: 265 – 267.
16. Dedio W. Distribution of α – amylase in the triticale kernel during development. W. Dedio, H.E. Shealy, D.H. Simmonds, R.D. Hill. *Triticale - the first cereal created by man*. Moscow. Kolos. 1978. 136.
17. Thomas, J. B. Development of kernel shriveling in triticale. J. B. Thomas, , P.J. Kaltsikes, J. P. Gustafson, D. G. Roupakias. *Z. Pflanzenzuchtg.* 1980. 85: 1 – 27.
18. Kiss A. Hexaploid triticale breeding in Hungary. A. Kiss. *Triticale. Studies and Breeding. Proc. Intern. Symp.* 1973. 38 – 46.
19. Mogileva V.I. Breeding of productive forms and protein content in triticale grain. V.I. Mogileva, R. Petska. *Topical issues of triticale agenda. – Pyechityanyu*. 1984. 114 – 129.
20. Medvedev A.M. Major challenges of triticale breeding and possible ways of their solvation. A.M. Medvedev, N.M. Komarov, N. Sokolenko. *Triticale of Russia. Breeding, cultivation agrotechnology, processing and use of raw triticale materials. - Rostov-on-Don*. 2000. 41 – 45.
21. Pisarev V.E. Work on triticale in Siberia. V.E. Pisarev. *Polyploidy and breeding. - Minsk, "Nauka i Tekhnika"*. 1972. 51 – 59.
22. Shulyndin A.F. Intraspecific hybridization of triticale. A.Ф. Shulyndin. *Selektsiya i semenovodstvo. – 1979. 2: 14 – 15*.
23. Zillinsky F.J. The development of triticale. F.J. Zillinsky. *Adv. Agron.* 1974. 26: 315 – 348.
24. Sova V. Program and results of breeding of rye triticale forms at the Institute of Plant Breeding and Acclimatization. V. Sova, V. Matskovyay, V. Govorko et al. *Topical issues of triticale agenda. Pyeshtyany*. 1984. 76 – 93.
25. Grabovets A.I. Status and trends of triticale breeding. A.I. Grabovets. *Triticale of Russia. Breeding, cultivation agrotechnology, processing and use of raw triticale materials. - Rostov-on-Don*. 2000. 45 – 48.

26. Grabovets A.I. Some aspects of bread-making triticale breeding. A.I. Grabovets, A.V. Krokmal, M.M. Kopus. Genetics, breeding, agrotechnology, use of grain and fodder. Rostov-on-Don. 2010. 57 – 65.
27. Gradskov S.M. Studies on triticale in the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences. S.M. Gradskov. Breeding, cultivation agrotechnology, processing and use of raw triticale materials. - Rostov-on-Don. 2000. 45 – 48.
28. Kovtunenکو V.Ya. Productivity of spring triticale and elements of its structure. V.Ya. Kovtunenکو, V.V. Panchenko, L.F. Dudkaq, A.P. Kalmysh. Genetics, breeding, agrotechnology, use of grain and fodder. Rostov-on-Don. 2010. 90 – 105.
29. Kurkiev K.U. New source material for breeding of short-stature hexaploid triticale. K.U. V, У.К. Куркиев. Genetics, breeding, agrotechnology, use of grain and fodder. Rostov-on-Don. 2010. 118 – 121.
30. Styepochkin P.I. Collection of triticale mutant forms and hybrids at the State Scientific Institution Siberian Research Institute of Plant Breeding and Selection. P.I. Styepochkin. Genetics, breeding, agrotechnology, use of grain and fodder. Rostov-on-Don. 2010. 156 – 161.
31. Shypak G.V. Breeding of hard winter wheat and triticale varieties with increased adaptive and yield properties. G.V. Shypak. Breeding of field crops: Collection of scientific papers. Kharkiv. 2008. 42 – 88.
32. Dospekhov B.A. Techniques of field experience with basics of statistical processing of study results. B.A. Dospekhov. 5th enlarged and revised edition. Moscow: Agropromizdat. 1985. 351.
33. Shypak G.V. Triticale amphidiploid 44. G.V. Shypak. Seleksiya i semenovodstvo. 1995. 1: 68.
34. Shypak G.V. Breeding results of facultative triticale / G.V. Shypak // Seleksiya i nasinnystvo. Kharkiv 199. 81: 38 – 45.
35. Luchnoj V.V. Breeding value of modern gene pool of soft winter wheat as source material in breeding for grain quality in the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine. V.V. Luchnoj. Synopsis of thesis of Candidate of Agricultural Sciences. Kharkiv. 2004. 19.
36. Shypak G.V. Bread-making characteristics of winter hexaploid triticale varieties. G.V. Shypak, Yu.V.Tsupko, V.G. Shypak. Proceedings of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 2013. 1: 3 – 7.

СЕЛЕКЦІЯ ГЕКСАПЛОЇДНИХ ТРИТИКАЛЕ НА ПОЛПШЕННЯ ВИПОВНЕНОСТІ ЗЕРНА

Щипак Г. В., Щипак В. Г.

Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН

Матвієць В. Г.

Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН

Плакса В. М.

Волинська державна сільськогосподарська дослідна станція ІСГЗП НААН

*тритикале, гібридні популяції, зморшкуватість насіння, безперервний добір,
урожайність, якість*

Мета. Провести аналіз генетичних і фізіолого-біохімічних причин зморшкуватості насіння пшенично-житніх амфідиплоїдів та дослідити особливості мінливості гібридів F_2 – F_{20} гексаплоїдних тритикале за виповненістю, масою 1000 зерен, натурною вагою.

Методи. Польові, лабораторні, математично–статистичні.

Результати. Проаналізовано генетичні і фізіолого-біохімічні причини зморшкуватості насіння пшенично-житніх амфідиплоїдів. Досліджено особливості мінливості гібридів F_2 – F_{20} гексаплоїдних тритикале за виповненістю, масою 1000 зерен, натурною вагою. Нада-но оцінку стабільності врожайності і якості зерна кращих сортів та сортоутворюючих популяцій кормового і хлібопекарського призначення за 1973 – 2013 роки.

Висновки. Зморшкуватість зернівок тритикале обумовлена функціональними аномаліями у генетичній і, як наслідок, у фізіолого-біохімічній системах еволюційно молодих організмів, що проявляються в результаті взаємодії батьківських геномів. Тривалий пошук оптимальних варіантів сполучення хромосом пшениці та жита при міжвидовій і внутрішньовидовій гібридизації із застосуванням безперервного добору в контрастних умовах привів до створення високопродуктивних багатолінійних сортів озимого типу і дворучок з виповненим зерном, легким обмолотом, хорошими і відмінними хлібопекарськими властивостями.

HEXAPLOID TRITICALE BREEDING FOR IMPROVING OF THE GRAIN FILLNESS

Schipak G.V., Schipak V.G.

Plant Production Institute nd. a. V. Ya. Yuryev of NAAS

Matviets V.G.

Prikarpatkaya State Agricultural Experimental Station of NAAS

Plaksa V.N.

Volynskaya State Agricultural Experimental Station of IPPWP of NAAS

triticale, hybrid populations, grain wrinkling, continuous selection, yield capacity, quality

The purpose. To analyze a genetical, physiological and biochemical reasons of grain wrinkling of wheat-rye amphidiploids and to explore peculiarities of variability of F_2 - F_{20} hexaploid triticale hybrids for filling, 1000 grain weight, test weight.

The methods. Field, laboratory, mathematical-statistical.

The results. The genetical, physiological and biochemical reasons of wheat-rye amphidiploids grain wrinkling are analyzed. The variability peculiarities of the hexaploid triticale F_2 - F_{20} hybrids for filling, 1000 grain weight, test weight were researched. Stability of grain yield and quality of the best varieties and cultivar–building populations of feed and bakery destination for 1973 - 2013 years are assessed.

Conclusions. Triticale grain wrinkling is caused by functional abnormalities in the genetic and, as a consequence, in the physiological and biochemical systems of evolutionarily young organisms, which are manifested as a result of the parental genomes interaction. Long search for the best possible chromosome combinations of wheat and rye at interspecific and intraspecific hybridization using a continuous selection in contrasting conditions led to creation of highly productive multiline varieties of winter and intermedial types having filled grain, easy threshing, good and excellent baking properties.