

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СОРТООБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ
ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА ЗЕРНАА.Ж. ТУРБАЕВ¹, Н.Х. СЕРГАЛИЕВ², А.А. СОЛОВЬЕВ^{3,4}¹РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;²Западно-Казахстанский государственный университет имени Махамбета Утемисова;³ФГБНУ ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии;⁴ФГБУН Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина)

Значение тритикале в сельском хозяйстве в последние годы становится сравнимым с традиционными злаковыми культурами. Расширяются направления использования тритикале, среди которых наряду с традиционными развиваются приготовление диетического хлеба, выпечка многокомпонентного хлеба из смеси муки тритикале, пшеницы, ржи и других злаков в разных соотношениях, кондитерское производство, бродительное производство и др. В связи с этим особое значение приобретает оценка качества зерна создаваемых сортов.

В работе представлены результаты изучения образцов яровой тритикале в условиях Центрального региона Нечерноземной зоны. Работу проводили на кафедре генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства и Селекционной станции имени П.И. Лисицына РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 2016–2017 гг. Объектами исследования был селекционный материал яровой тритикале, представленный сортами, линиями различного происхождения. Эксперимент и анализ результатов работы был проведен согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и статистически обработан. Дана оценка продуктивности и показателям качества зерна образцов яровой тритикале. Выделены селекционные линии яровой тритикале, обладающие комплексом хозяйственно-ценных признаков, которые рекомендованы для конкурсного сортоиспытания. В сложившихся условиях 2016–2017 гг. выделены следующие образцы яровой тритикале – сорта Diblet, Памяти Мережко, Legalo, а также селекционные линии С95, 131/1656, С245, характеризующиеся адаптивностью и способностью давать устойчивые урожаи свыше 50 ц/га с хорошими качественными показателями.

Установлена высокая статистически значимая взаимосвязь между содержанием белка и клейковины в зерне с одной стороны и урожайностью с другой. Отмечен высокий коэффициент корреляции $r = 0,92-0,95$ при 1%-ном уровне значимости между содержанием белка и клейковины в зерне. Для преодоления отрицательной взаимосвязи продуктивности с содержанием белка можно использовать образцы с высоким содержанием белка следующие селекционные линии: ПРАГ 551, V17–150, Л8666, 131/7, П2–16–20.

Изученные образцы характеризовались высокой активностью α -амилазы, что может служить критерием при выборе сорта для производства кондитерских изделий, спирта, пива и напитков в качестве несоложенного сырья; для выработки разных видов крупы. Лабораторная выпечка показала, что большинство изученных образцов имело хорошую общую хлебопекарную оценку.

Ключевые слова: яровая тритикале, урожайность, качество зерна, содержание белка, содержание клейковины, объемный выход хлеба, хлебопекарная оценка.

Введение

Сельскохозяйственное производство базируется на растениеводстве, основой которого является получение высоких урожаев качественной продукции сельскохозяйственных культур. Яровая тритикале является перспективной зерновой культурой для полевых севооборотов Нечернозёмной зоны России. Занимая определённую нишу в структуре посевных площадей, она расширяет биоразнообразие и обеспечивает не только увеличение сборов зерна, но и рост производства животноводческой продукции [1, 14].

Сегодня тритикале составляет конкуренцию традиционным злакам, а по многим признакам превосходит исходные родительские роды – пшеницу и рожь. Объединение в одном организме геномов этих культур обусловило поистине уникальные свойства нового злака. Высокая продуктивность, широкая адаптивность, устойчивость к наиболее вредоносным патогенам обеспечивают тритикале все более пристальное внимание сельскохозяйственных производителей [8, 10, 23]. Являясь аллополиплоидом, тритикале представляет большой интерес и для изучения фундаментальных вопросов взаимодействия геномов, получения хромосомных замещений и транслокаций. Ранее в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева был выполнен ряд работ, посвященных рассмотрению как теоретических, так и практических вопросов генетики и селекции яровой тритикале [2, 11, 12, 22, 23].

Тритикале выращивают для получения зерна, фуража, силоса, зеленого корма и сена. В последние годы тритикале обратила на себя внимание в качестве потенциальной культуры для производства биоэтанола. Основные направления использования тритикале, а также проводимых исследований – зерновое и фуражное [8, 9, 28, 29].

Изучение и оценка исходного материала являются важной частью селекционного процесса сельскохозяйственных культур. Целью исследований являлось проведение оценки сортов и селекционных линий яровой тритикале и выявление наиболее ценных по комплексу признаков.

Материал и методика

Работу проводили на кафедре генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства и Селекционной станции имени П.И. Лисицына РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 2016–2017 гг. Агротехника – общепринятая для зоны. Опыт был заложен в трехкратной повторности с полной рандомизацией. Площадь делянки – 5 м². Посев семян был проведен селекционной сеялкой СН-10Ц. Норма высева – 500 всхожих семян на 1 м². Уборку опытных делянок проводили селекционным комбайном «Сампо-130».

Объектами исследования был селекционный материал, представленный сортами, линиями различного происхождения (табл. 1) из коллекции кафедры генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева.

Метеорологические условия в годы проведения эксперимента были разнообразными. Вегетационный период в 2016 г. характеризовался повышенными среднесуточными температурами по сравнению со среднемноголетними данными и неравномерным выпадением осадков. В третьей декаде июня начало формирования зерна проходило в засушливых условиях, а во время налива и созревания зерна отмечалось избыточное количество осадков по сравнению со среднемноголетними данными.

В первой и во второй декаде мая 2017 г. среднесуточная температура воздуха была низкой – около +9°С, что ниже среднемноголетнего значения на +4°С. Во время формирования и налива зерна отмечалось малое количество осадков, а созревание зерна была затянута из-за высокой влажности воздуха. Данные метеорологических условий, сложившихся в 2016–2017 гг., были любезно предоставлены Метеорологической обсерваторией имени В.А. Михельсона.

Анализ технологических свойств зерна яровой тритикале был произведен по общепринятым методикам в соответствии со следующими нормативными документами:

1. ГОСТ 54895–2012 Зерно. Методы определения натуры [6].
2. ГОСТ 10842–89 Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян [3].
3. ГОСТ Р 54478–2011 Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице [5].
4. ГОСТ 30498–97 Зерновые культуры. Определение числа падения [4].

Определение содержания белка и клейковины в зерне производили на спектрофотометре «Спектран ИТ». Определение стекловидности зерна производили на диафаноскопе марки ДСЗ–3.

Лабораторную выпечку проводили по ускоренной методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [19].

В качестве стандарта был использован сорт тритикале Укро. Сорт Укро является результатом сотрудничества ученых института растениеводства АН Украины им. В.Я. Юрьева, научно-исследовательского института сельского хозяйства Центрально–Черноземной полосы им. В.В. Докучаева и Воронежского аграрного университета им. К.Д. Глинки, с 2000 г. включен в Государственный реестр по Средне–Волжскому и Центрально–Черноземному регионам России.

Эксперимент и анализ результатов работы был проведен согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и статистически обработан. В работе приведен комбинированный анализ данных полученных за два года исследований, где «фактор А» – условия проведения эксперимента (2016, 2017 гг.), «фактор Б» – сортообразцы яровой тритикале [17, 18].

Результаты и их обсуждение

Селекция ведется на многие признаки и свойства, которые в свою очередь неравноценны. Среди них для яровой тритикале особо важное значение имеют урожайность, продолжительность вегетационного периода, технологичность, устойчивость к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам, а также качество продукции. Определяющим результатом селекционной работы по улучшению качества зерна яровой тритикале является использование соответствующего исходного материала. При выборе его необходимо учитывать не только уровень урожайности и качества зерна, обусловленные генотипом, но и степень сохранения их в неблагоприятных условиях среды [12, 13, 14, 15, 16].

В условиях 2016 г. в фазе налива зерна в связи с сильными ветрами и дождями с градусом представилась возможность оценить устойчивость к полеганию. Данная оценка определяет сохранность урожая в экстремальных условиях, а также возможность эффективного применения машин при уборке урожая.

Изученные образцы яровой тритикале 131/7, С95, О8844, С245, П2–16–20, Legalo, Л8666, ПРАГ 551, Памяти Мережко, V17–150 оказались устойчивыми к полеганию. У сортообразцов Дублет, Укро, 131/1656 было отмечено среднее полегание,

стебли наклонены примерно на 45°. У сортообразцов Ярило, 131/714 было отмечено слабое полегание. В целом, несмотря на тяжелые климатические условия, среди изученных образцов яровой тритикале полегания не выявлено. В 2017 г. полегания также не было выявлено [22].

Показатель урожайности зерна, характеризует генетический потенциал и адаптационные возможности сортообразцов. Урожайность зерна образцов яровой тритикале в среднем за два года изучения варьировала от 352,3 г/м² (линия П2–16–20) до 550,7 г/м² (сорт Dublet), при этом урожайность стандарта яровой тритикале Укро составила 436,7 г/м² (табл. 1). В 2016 г. статистически достоверное превышение по урожайности показали сорт Памяти Мережко (563,3 г/м²) и линия 131/1656 (528,7 г/м²). В 2017 г. шесть сортообразцов показали урожайность выше стандарта – Dublet (606,1 г/м²), С95 (581,4 г/м²), 131/1656 (545,7 г/м²), С245 (512,2 г/м²), Памяти Мережко (479,7 г/м²), Legalo (477,0 г/м²). Следует отметить сортообразцы Памяти Мережко и 131/1656, которые стабильно на протяжении обоих лет изучения имели урожайность достоверно выше стандарта. Следует отметить, что линии О8844, Л8666, П2–16–20, имевшие низкую урожайность, имели высокое содержание белка (табл. 2).

Значительную роль играет один из элементов структуры урожая – показатель массы 1000 семян. Тритикале в целом характеризуется крупным зерном, и зачастую превышает пшеницу по этому показателю. Однако повышение продуктивности лишь за счет увеличения массы 1000 зерен нежелательно, так как это связано с увеличением продолжительности физического созревания семян, влечет за собой увеличение объемов хранилищ для семенного зерна и увеличение весовой нормы при посеве [1, 8, 26, 30].

Показатель массы 1000 зерен существенно варьировал по годам изучения. В целом зерно у всех образцов в 2017 г. было более крупным, чем в 2016 г. Так в 2016 г. этот показатель варьировал от 38,0 г (ПРАГ 551, П2–16–20) до 45,3 (линия С95), в 2017 г. – соответственно от 42,4 г (ПРАГ 551) до 56,5 г (линия 131/714). Наиболее крупное зерно сформировали образцы: сорта Укро, Памяти Мережко, линии О8844, V17–150, 131/714. В то же время не установлено достоверной взаимосвязи между показателями урожайности и крупности зерна среди изучаемых образцов яровой тритикале в условиях 2016–17 гг. (табл. 3).

Наряду с урожайностью важную роль играет качество зерна. Содержание белка в зерне тритикале является одним из важных критериев качества, так как с ним связаны питательные и кормовые достоинства культуры. Белкам зерна принадлежит ведущая роль в определении хлебопекарного качества в силу того, что клейковинные белки этих культур способны поглощать и удерживать большое количество воды, формируя макромолекулярный каркас, отвечающий за такие свойства теста, как эластичность, упругость и растяжимость [8, 9, 16]. Содержание белка у образцов яровой тритикале в изучаемые годы было в целом невысокое и колебалось в пределах от 10,9% у образца С95 (2017 г.) до 15,2% у Л8666 (2016 г.) (табл. 2). Следует отметить по содержанию белка и клейковины линии Л8666 и 131/7 достоверно превышали стандарт в оба года исследований, тогда как следующие сортообразцы в отдельные годы показывали иные результаты: в 2016 г. линии V17–150, П2–16–20, а в 2017 г. ПРАГ 551. Ряд авторов считают [8, 10, 14], что с повышением урожайности зерна и снижением содержания белка соответственно снижается и содержание клейковины.

Результаты данных двухлетних исследований также подтверждают отрицательную связь содержания белка и урожайности ($r = -0,68-0,69$ на 1%-ном уровне значимости в 2016–17 гг. соответственно). В некоторой мере преодолеть эту взаимосвязь можно при изменении технологии выращивания [7, 8, 24, 25, 26]. Кроме того, в селекционных программах следует использовать линии с высоким содержанием

белка и клейковины. Наибольшее содержание белка в зерне свыше 14% в 2016 г. было отмечено у линий V17–150, Л8666, 131/7, П2–16–20. В 2017 г. на фоне избытка влаги и низких среднесуточных температур наблюдалось явление стекания зерна, склонность к энзимо-микозному истощению семян. Как результат – содержание белка в 2017 г. было ниже, чем в 2016 г. Превысили стандарт по данному показателю следующие образцы: Л8666 (13,9%), 131/7 (12,9%) и ПРАГ 551 (13,9%).

Таблица 1

Урожайность и масса 1000 семян изучаемых образцов яровой тритикале в 2016–2017 гг.

Сорт, линия	Происхождение	Масса 1000 семян, г			Урожайность, г / м ²		
		2016 г.	2017 г.	Среднее	2016 г.	2017 г.	Среднее
Укро (стандарт)	Украина, Россия	43,7	52,5	48,1	467,3	406,0	436,7
ПРАГ 551	Россия, Дагестан	38,0	42,4	40,2	448,0	409,9	429,0
Dublet	Польша	40,3	47,3	43,8	495,3	606,1	550,7
Legalo	Польша	39,0	47,8	43,4	497,3	477,0	487,2
Ярило	Россия	42,7	50,2	46,5	437,7	457,3	447,5
Памяти Мережко	Россия	45,0	48,8	46,9	563,3	479,7	521,5
O8844	Кафедра генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева	44,7	50,5	47,6	379,3	392,4	385,9
V17–150		42,7	52,4	47,5	470,7	428,0	449,3
Л8666		39,3	47,5	43,4	348,3	415,8	382,1
C95		45,3	48,4	46,9	489,7	581,4	535,5
C245		42,0	50,3	46,2	501,0	512,2	506,6
131/714		44,7	56,5	50,6	428,0	431,3	429,7
131/1656		42,3	47,2	44,8	528,7	545,7	537,2
131/7		44,0	49,6	46,8	421,3	403,0	412,2
П2–16–20		38,0	48,1	43,1	322,3	382,3	352,3
НСР ₀₅ для фактора А (год)		0,8			21,3		
НСР ₀₅ для фактора Б (генотип)		2,3			58,2		
НСР ₀₅ для взаимодействия АБ		3,2			82,3		

Клейковина – главная составная часть муки, определяющая технологические свойства выпекаемого хлеба [23, 24]. Содержание клейковины в зерне было низким в оба года исследований и в среднем варьировало от 12,5% у сорта Dublet до 21,05% у линии Л8666 (табл. 2). Отмечен отрицательный коэффициент корреляции

между содержанием клейковины и урожайностью в оба года исследований ($r = -0,68$). В то же время показана высокая положительная взаимосвязь с содержанием белка ($r = 0,92-0,95$ в 2016 и 2017 гг. соответственно). В 2016 г. отмечена взаимосвязь между содержанием клейковины и объемом выхода хлеба ($r = -0,48$). Образцы, формировавшие малое количество клейковины, отличались ее хорошей упругостью. В 2016 г. такими были сорта Укро, Ярило, линия С 245, в 2017 г. – сорт Памяти Мережко, линии С 95, 131/714. Остальные образцы характеризовались 2 и 3 группой качества клейковины.

Таблица 2

Характеристика сортов и линий яровой тритикале по показателям качества зерна

Сорт, линия	Белок, %		Клейковина, %		Качество клейковины, у.е.		Натура, г/л		Стекловидность, %		Число падения, с	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017
Укро стандарт	13,3	12,9	15,9	16,2	43,7	23,9	654,0	744,3	52,3	70,7	89,7	48,7
ПРАГ 551	13,5	13,9	18,6	19	35,9	37,7	694,3	741,5	91,3	91,0	79,3	66,7
Dublet	11,7	11,5	13,1	11,9	33,0	–*	662,3	741,3	19,0	33,3	60,0	45,3
Legalo	11,8	12,6	13,1	14,5	28,0	15,0	681,7	731,7	93,7	38,3	55,3	45,7
Ярило	13,3	12,9	16,2	14,4	53,7	40,9	709,0	757,5	93,0	55,0	53,3	46,3
Памяти Мережко	11,8	11,1	12,6	11,7	–*	55,5	655,7	721,7	85,3	50,3	53,7	47,7
О8844	12,5	12,8	15,5	16,5	33,0	33,0	634,5	677,0	71,7	36,7	55,7	46,0
V17–150	14,5	12,7	19,0	16,2	41,9	30,0	614,5	687,0	74,3	39,7	48,7	45,7
Л8666	15,2	13,9	23,0	19,1	30,0	30,0	652,3	688,5	94,3	57,3	54,3	46,0
С95	13,2	10,9	15,9	12,1	–*	50,1	675,0	715,7	95,3	76,3	53,3	48,0
С245	12,4	12,9	14,5	15,8	60,2	30,0	682,7	722,0	90,7	85,3	63,3	45,0
131/714	13,5	11,8	17,4	12,1	29,4	43,6	596,7	660,7	93,7	28,3	49,3	47,7
131/1656	12,3	11,2	17,6	11,9	18,0	35,1	626,3	680,0	63,0	32,7	63,3	47,0
131/7	14,2	13,3	18,9	18,3	27,7	–*	612,0	687,7	88,7	63,3	54,7	46,7
П2–16–20	14,1	12,3	19,1	14,8	34,3	22,0	634,3	681,3	84,0	44	50,0	46,3
НСР ₀₅ А (год)	0,1		0,2		–		3,4		1,2		0,8	
НСР ₀₅ Б (генотип)	0,4		0,5		–		9,2		3,1		2,1	
НСР ₀₅ АБ	0,6		0,7		–		13,0		4,4		2,9	

Примечание: * – клейковина данных образцов не отмывалась

Натура зерна в основном обусловлена погодными условиями и уровнем почвенного плодородия [16, 21]. По показателю натурной массы зерна в 2016 г. достоверно превысили стандарт сорт Укро следующие образцы: С95 (675 г/л), Legalo (681,7 г/л), С 245 (682,7 г/л), ПРАГ 551 (694,3 г/л), Ярило (709 г/л), а в 2017 г. – сорт Ярило (757,5 г/л). В среднем за годы изучения показатель натуры свыше 700 г/л показали образцы: сорта Ярило, Dublet, Legalo, Памяти Мережко, линии ПРАГ 551, С 245.

Стекловидное зерно обладает более высокими мукомольными достоинствами. Стекловидность зерна, являясь сортовым признаком, значительно изменялась под влиянием условий года [16]. В сравнении с 2017 г. в результате жарких условий 2016 г. изучаемые сортообразцы имели хорошие показатели стекловидности, а также превышали стандарт, за исключением сорта Dublet, который в течение двух лет характеризовался мучнистой консистенцией. Наиболее высокой стекловидностью (более 70%) за два года исследований характеризовались следующие образцы: С95, ПРАГ551, С245.

Таблица 3

Взаимосвязь между технологическими свойствами зерна яровой тритикале

Показатели	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, г/м ²	Стекловидность, %	Число падения, с	Натура, г/л	Белок, %	Клейковина, %	Выход муки, %
Урожайность, г/м ²	$\frac{0,33}{-0,20}$	–	–	–	–	–	–	–
Стекловидность, %	$\frac{0,02}{-0,36}$	$\frac{-0,22}{-0,06}$	–	–	–	–	–	–
Число падения, с	$\frac{-0,14}{-0,54^*}$	$\frac{0,20}{-0,22}$	$\frac{-0,34}{0,53^*}$	–	–	–	–	–
Натура, г/л	$\frac{-0,33}{-0,37}$	$\frac{0,23}{0,31}$	$\frac{0,13}{0,48}$	$\frac{0,32}{0,28}$	–	–	–	–
Белок, %	$\frac{-0,15}{-0,17}$	$\frac{-0,69^{**}}{-0,68^{**}}$	$\frac{0,37}{0,41}$	$\frac{-0,14}{0,34}$	$\frac{-0,32}{0,11}$	–	–	–
Клейковина, %	$\frac{-0,28}{-0,23}$	$\frac{-0,68^{**}}{-0,68^{**}}$	$\frac{0,31}{0,48}$	$\frac{-0,09}{0,36}$	$\frac{-0,35}{-0,01}$	$\frac{0,92^{**}}{0,95^{**}}$	–	–
Выход муки, %	$\frac{0,10}{-0,37}$	$\frac{-0,02}{0,21}$	$\frac{-0,29}{0,21}$	$\frac{0,29}{0,21}$	$\frac{0,08}{0,40}$	$\frac{0,03}{0,09}$	$\frac{0,08}{0,16}$	–
Объемный выход хлеба, см ³	$\frac{0,46^*}{0,07}$	$\frac{0,21}{-0,06}$	$\frac{-0,25}{0,45}$	$\frac{-0,11}{0,09}$	$\frac{-0,13}{0,53^*}$	$\frac{-0,24}{0,15}$	$\frac{-0,48^*}{0,11}$	$\frac{0,11}{0,49}$

Примечание: показатели взаимосвязи обозначены следующим образом: в числителе представлено значение коэффициента корреляции в 2016 г., а в знаменателе – соответственно в 2017 г.

* – достоверность на 5%-ном уровне значимости, ** – достоверность на 1%-ном уровне значимости

Число падения – объективный биохимический показатель, отражающий активность фермента α-амилазы в зерне тритикале. Чем выше его активность, тем быстрее расщепляется крахмал на сахар и меньше, по времени, будет число падения. Значение выше 150 секунд считается хорошим для тритикале [7, 8, 9, 23, 27]. Изученные

образцы имели низкие значения показателя числа падения в оба года исследования. Так у сорта Укро он составил 69 секунд, у остальных образцов находился в пределах 47–73 секунд. Изученные образцы характеризуются высокой активностью α -амилазы, что может служить критерием при выборе сорта для производства кондитерских изделий, спирта, пива и напитков в качестве несоложенного сырья, для выработки разных видов крупы [20, 21].

Основным наиболее объективным методом оценки хлебопекарных достоинств селекционного материала является пробная выпечка. Хлебопекарные свойства зерна – это способность муки из данного зерна давать определенные сорта хлеба высокого качества с наибольшим припеком при соответствующем режиме тестоведения и выпечки [8, 9, 14, 15, 25, 26]. Результаты пробных выпечек показали, что хлеб из данных образцов имеет низкий объемный выход – в среднем 389,8 см³/100 г муки при варьировании этого показателя от 317,5 до 470 см³/100 г муки (табл. 4).

Таблица 4

Хлебопекарные свойства зерна тритикале 2016–2017 гг.

Сорт, линия	Выход муки на 100 г зерна, %			Объемный выход хлеба, см ³		
	2016	2017	Среднее	2016	2017	Среднее
Укро	64,6	60,1	62,3	440	420	430
Праг 551	57,8	57,5	57,6	365	355	360
Dublet	59,7	59,9	59,8	485	330	408
Legalo	61,1	52,6	56,7	445	345	395
Ярило	61,4	57,3	61,4	385	425	385
Памяти Мережко	49,9	51,7	50,8	445	330	388
O8844	61,8	55,4	58,6	440	365	401
V17–150	58,7	54,5	56,6	425	315	370
Л8666	60,0	55,9	60,0	375	345	375
C95	61,8	57,8	59,8	445	405	425
C245	48,6	50,6	48,6	390	340	390
131/714	57,0	49,4	53,2	445	330	388
131/1656	61,6	57,8	59,7	310	325	318
131/7	55,4	57,5	55,4	470	355	470
П2–16–20	50,6	52,7	50,6	345	335	345
Среднее	58,0	55,6	56,7	414	352	390
НСР ₀₅	–	–	6,7	–	–	122,3

Отмечена положительная взаимосвязь в 2017 г. между выходом муки и объемным выходом хлеба $r = 0,49$. Объем хлеба свыше $400 \text{ см}^3/100 \text{ г}$ муки был у сортов Укро (420 см^3), Ярило (425 см^3), а также у линии С95 (405 см^3).

Общая хлебопекарная оценка в 2016 г. колебалась от 3,9 балла (сорт Ярило) до 4,7 (линия 131/7). В 2016 г. выделились следующие образцы: сорт Памяти Мережко (4,4 балла), линии О8844, V17–150, ПРАГ 551 (все 4,4 балла), а в 2017 г. – сорт Ярило (4,2 балла), линии V17–150, ПРАГ 551, Л8666, 131/7 (4,1–4,3 балла). Качество зерна изученных образцов в целом позволило получить хлеб с общей хорошей хлебопекарной оценкой при проведении пробной выпечки хлеба.

Заключение

В результате изучения образцов яровой тритикале в условиях 2016–17 гг. выделены образцы, статистически превышающие стандарт сорт Укро:

по урожайности: сорт Памяти Мережко и линия 131/1656;

по содержанию белка: Л8666, 131/7;

по содержанию клейковины: ПРАГ 551, Л8666, 131/7.

Показаны высокая статистически значимая отрицательная взаимосвязь между признаками содержание белка и клейковины в зерне с одной стороны и урожайностью – с другой. Между содержанием белка и клейковины в зерне отмечен коэффициент корреляции $r = 0,92–0,95$ на 1%-ном уровне значимости.

В качестве исходного материала, способного формировать урожайность зерна свыше 50 ц/га, можно рекомендовать следующие образцы: сорта Dublet, Памяти Мережко, Legalo, Ярило, линии С95, С245, 131/1656, V17–150.

В качестве исходного материала для формирования качественного зерна следует использовать образцы ПРАГ 551, Л8666, 131/7.

Следует отметить, что изученные образцы при хлебопекарной оценке дали хлеб с общей хорошей оценкой, что позволяет рекомендовать их для использования для хлебопечения.

Библиографический список

1. Бочарникова О.Г., Горбунов В.Н., Шевченко В.Е. Оценка сортов яровой тритикале по продуктивности и качеству зерна // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2017. № 2 (53). С. 23–30.

2. Голубев К.С., Кориунов А.В., Турбаев А.Ж. и др. Анализ распределения генов глютеинов у яровой тритикале // Вавиловские чтения – 2016: сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 129-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. 2016. С. 101–103.

3. ГОСТ 10842–89 Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян.

4. ГОСТ 30498–97 Зерновые культуры. Определение числа падения.

5. ГОСТ Р 54478–2011 Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице.

6. ГОСТ 54895–2012 Зерно. Методы определения натурности.

7. Грабовец А.И., Крохмаль А.В. Наследование некоторых качественных показателей зерна в первом поколении гибридов гексаплоидных тритикале // Тритикале и его роль в условиях нарастания аридности климата: материалы международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, 2012. С. 65–68.

8. *Грабовец А.И., Крохмаль А.В., Копусь М.М.* Некоторые аспекты селекции хлебопекарных тритикале // Роль тритикале в стабилизации и увеличении производства зерна и кормов: материалы международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, 2010. С. 57–65.

9. *Грабовец А.И., Крохмаль А.В., Дремучева Г.Ф., Карчевская О.Е.* Селекция тритикале для хлебопекарных целей // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 2. С. 3–8.

10. *Гриб С.И.* Генофонд, методы и результаты селекции тритикале в Беларуси // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сэрыя аграрных навук. 2014. № 3. С. 40–45.

11. *Дивашук М.Г., Карлов Г.И., Соловьев А.А.* Использование микросателлитных маркеров для идентификации пшенично-ржаной транслокации у гексаплоидной тритикале // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. № 1. 2007. С. 61–65.

12. *Дивашук М.Г., Крутин П.Ю., Соловьев А.А., Карлов Г.И.* Молекулярно-цитогенетическая характеристика линии яровой тритикале 131/7, несущей ржано-пшеничную транслокацию // Генетика. Том 46. № 2. 2010. С. 211–217.

13. *Дубовец Н.И., Гриб С.И., Бушневич В.Н. и др.* Идентификация селекционного материала тритикале по генам короткостебельности с использованием методов днк-маркирования // В книге: генофонд и селекция растений. Тезисы докладов III Международной конференции, посвященной 130-летию Н.И. Вавилова. 2017. С. 19–20.

14. *Зуев Д.В., Тысленко А.М., Скатова С.Е.* Селекционная ценность генофонда ярового тритикале СИММУТ (Мексика) // Системы интенсификации земледелия как основа инновационной модернизации аграрного производства: сборник статей. 2016. С. 286–290.

15. *Ковтуненко В.Я., Дудка Л.Ф., Панченко В.В.* Изучение сортов яровой тритикале в Краснодарском НИИСХ им. П.П. Лукьяненко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2008. № 14. С. 114–118.

16. *Крохмаль А.В., Грабовец А.И.* Формирование качества зерна тритикале // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2 (52). – С. 46–48.

17. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. I: Общая часть. М., 1985. 269 с.

18. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. II: Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые травы. М., 1989. 194 с.

19. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. М., 1988. 121 с.

20. *Поминов А.В., Дьячук Т.И., Кибкало И.А. и др.* Оценка влияния генотипа и среды на изменчивость селекционно-ценных признаков у озимого тритикале в условиях Нижнего Поволжья // Вавиловские чтения – 2015: Сборник статей междунауч.-практ. конф., посвященной 128-й годовщине со дня рождения Н.И. Вавилова. 2015. С. 146–147.

21. *Сокол Н.В., Донченко Л.В., Храмова Н.С. и др.* Хлебопекарные свойства муки из зерна тритикале и перспектива ее использования // Известия вузов. Пищевая технология. 2006. № 1. С. 38–39.

22. *Турбаев А.Ж.* Селекционная оценка зерна сортообразцов яровой тритикале // Сборник статей по итогам работы научных конференций и круглых столов

в рамках XIII Недели науки молодежи северо-восточного административного округа города Москвы, 23–29 апреля 2018 года – Москва: издательство «Стратегема – Т». 2018. С. 263–265.

23. Чернышова Э.А., Мякинков А.Г., Соловьев А.А. Сравнительная характеристика технологических качеств зерна сортов озимой тритикале // Известия ТСХА, выпуск 3, 2015. С. 16–24.

24. Шинкарецакая А.И., Щуклина О.А., Реброва Н.В. и др. Оценка технологических и хлебопекарных показателей качества зерна новых сортов яровой тритикале, выращенных в условиях повышенной влагообеспеченности // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Сборник статей по материалам IV научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 357–364.

25. Щуклина О.А., Абделаал Х.К., Энзекрей Е.С. и др. Продуктивность нового сорта яровой тритикале (Тимирязевская) в условиях ЦРНЗ // В сборнике: Вавиловские чтения – 2016 сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 129-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. 2016. С. 156–157.

26. Юрченко Т.А., Крохмаль А.В., Грабовец А.И. и др. Мировая коллекция ВИР – исходный материал для селекции яровых тритикале // Тритикале и его роль в условиях нарастания аридности климата: материалы международной научно-практической конференции. 2012. С. 136–140.

27. Daniel J. Collins Diseases of Barley, Rye, and Triticale in Alabama – ANR –903, New April, 1995.

28. Mergoum M., Singh P.K., Pen˜a R.J., Lozano-del Ri˜o A.J., Cooper K.V., Salmon D.F., Go˜mez H. Macpherson. Triticale: A “New” Crop with Old Challenges // Handbook of plant breeding Cereals. Edited by Marcelo J. Carena, USA. 2009. Vol. 3. P. 267–291.

29. Pen˜a, R.J. Food uses of triticale // Triticale improvement and production. FAO Plant Production and Protection. 2004. Paper No. 179. Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome. P. 37–48.

30. Zhang J, Wellings CR, McIntosh RA, Park RF (2010) Seedling resistances to rust diseases in international triticale germplasm. Crop & Pasture Science 61, 2010. P. 1036–1048.

COMPARATIVE STUDY OF SOME GENOTYPES OF SPRING TRITICALE FOR GRAIN QUALITIES

A.ZH. TURBAYEV¹, N.KH. SERGALIEV², A.A. SOLOVIEV^{3,4}

⁽¹⁾ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy;

⁽²⁾ Makhambet Utemisov West Kazakhstan State University;

⁽³⁾ All-Russian Research Institute of Agricultural Biotechnology;

⁽⁴⁾ N.V. Tsitsin Main Botanical Garden)

The importance of triticale in agriculture in recent years has become comparable to traditional cereals. Ways of using triticale have expanded to include, along with the traditional ones, making dietary bread, multicomponent bread of the flour mix of triticale, wheat, rye and other grains in different proportions, confectionery and beverage production, etc. In this regard, of particular importance is the evaluation of grain quality of the developed varieties. This paper presents the results of studying the genotypes of spring triticale in the central region of Moscow. The study

was carried out at the Department of Genetics, Biotechnology, Breeding and Seed Breeding of Field Crops, and on the experimental fields and selection station named after P.I. Lisitsyn at Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev in 2016–2017. Selection material of spring triticale represented by varieties and lines of different origin was used as a research object. The authors estimated the productivity and grain quality of spring triticale genotypes.

Under the conditions of 2016–2017 the genotypes Dublet, Pamyati Merezhko, Legalo, C95, 131/1656, and 245 showed that adaptability and ability to give yield more than 5 t/ha with good quality traits. Breeding lines of spring triticale with a set of economically valuable traits that can be recommended for competitive strain testing were identified. A highly negative significant relationship was evaluated between yield and the grain protein content, the gluten content and the yield. Correlation coefficient estimated between the protein content and the grain gluten content $r = 0.92-0.95$ was observed at $LSD_{0.01}$. To overcome the negative relationship of the yield with protein content, it is recommended to use genotypes with high protein content following selection lines: ППАТ 551, V17–150, П8666, 131/7 and П2–16–20. The studied genotypes were characterized by high activity of α -amylase, which can serve as a criterion for choosing a variety for the production of confectionery, alcohol, beer and beverages as uncontaminated raw materials; as well as to produce different types of cereals. Laboratory microbaking showed that most samples studied had a good overall baking rating.

Key words: spring triticale, samples, plant productivity, grain quality, baking volume yield, baking rating

References

1. Bocharnikova O.G., Gorbunov V.N., Shevchenko V.E. Otsenka sortov yarovoy tritikale po produktivnosti i kachestvu zerna [Varieties of spring triticale rating by productivity factor and grain quality] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. No. 2 (53). Pp. 23–30.
2. Golubev K.S., Korshunov A.V., Turbaev A.Zh. et al. Analiz raspredeleniya genov glyuteninov u yarovoy tritikale [Analysis of gene glutenin distribution in spring triticale] // Vavilovskiye chteniya – 2016: sbornik statey mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashhennoy 129–y godovshchine so dnya rozhdeniya akademika N.I. Vavilova. 2016. Pp. 101–103.
3. GOST 10842–89 Zerno zernovykh i bobovykh kul'tur i semena maslichnykh kul'tur. Metod opredeleniya massy 1000 zeren ili 1000 semyan [Grain cereals and legumes and oilseeds. Method for determining the mass of 1000 grains or 1000 seeds].
4. GOST 30498–97 Zernovye kul'tury. Opredelenie chisla padeniya [Grain crops. Determining the number of fallings].
5. GOST R54478–2011 Zerno. Metody opredeleniya kolichestva i kachestva klejkoviny v pshenitse [Grain. Methods for determining the quantity and quality of gluten in wheat].
6. GOST 54895–2012 Zerno. Metody opredeleniya natury [Grain. Methods for determining its nature].
7. Grabovets A.I., Krokhmal' A.V. Nasledovaniye nekotorykh kachestvennykh pokazateley zerna v pervom pokolenii gibridov geksaploidnykh tritikale [Inheritance of some qualitative indicators of grain in the first generation of hexaploid triticale hybrids] // Tritikale i ego rol' v usloviyakh narastaniya aridnosti klimata: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Rostov-na-Donu, 2012. Pp. 65–68.
8. Grabovets A.I., Krokhmal' A.V., Kopus' M.M. Nekotorye aspekty selektsii khlebopekarnykh tritikale [Some aspects of baking triticale selection] // Rol' tritikale v stabilizatsii

i uvelichenii proizvodstva zerna i kormov: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Rostov-na-Donu, 2010. Pp. 57–65.

9. *Grabovets A.I., Krokmal' A.V., Dremucheva G.F., Karchevskaya O.E.* Seleksiya tritikale dlya khlebopekarnykh tseley [Selecting triticale for the baking purposes – results and prospects] // *Doklady Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk.* 2013. No. 2. Pp. 3–8.

10. *Grib S.I.* Genofond, metody i rezul'taty seleksii tritikale v Belarusi [Gene pool, methods and results of triticale selection in Belarus] // *Vesti natsyyanal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk.* 2014. No. 3. Pp. 40–45.

11. *Divashuk M.G., Karlov G.I., Soloviev A.A.* Ispol'zovaniye mikrosatellitnykh markerov dlya identifikatsii pshenichno-rzhanoy translokatsii u geksaploidnoy tritikale [Micro-satellite markers' usage to identify wheat-rye translocation with hexaploid triticale hybrid] // *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii.* No. 1. 2007. Pp. 61–65.

12. *Divashuk M.G., Krupin P.Yu., Soloviev A.A., Karlov G.I.* Molekulyarno-tsitogeneticheskaya kharakteristika linii yarovoy tritikale 131/7, nesushhey rzhanopshenichnuyu translokatsiyu [Molecular cytogenetic characterization of spring triticale line 131/7 carrying rye-wheat translocation] // *Genetika.* Vol. 46. No. 2. 2010. Pp. 211–217.

13. *Dubovets N.I., Grib S.I., Bushtevich V.N. et al.* Identifikatsiya selektsionnogo materiala tritikale po genam korotkostebel'nosti s ispol'zovaniem metodov dnm-markirovaniya [Identification of triticale selection material by short-stemming genes using DNA-labeling methods] // In: *Genofond i seleksiya rasteniy. Tezisy dokladov III Mezhdunarodnoy konferentsii, posvyashhennoy 130-letiyu N.I. Vavilova.* 2017. Pp. 19–20.

14. *Zuev D.V., Tyslenko A.M., Skatova S.E.* Selektsionnaya tsennost' genofonda yarovogo tritikale CIMMYT (Meksika) [Selection value of the gene pool of spring triticale CIMMYT (Mexico)] // *Sistemy intensivatsii zemledeliya kak osnova innovatsionnoy modernizatsii agrarnogo proizvodstva: sbornik statey.* 2016. Pp. 286–290.

15. *Kovtunen V.Ya., Dudka L.F., Panchenko V.V.* Izucheniye sortov yarovoy tritikale v Krasnodarskom NIISKH im. P.P. Luk'yanenko [Study of triticale in KNIISH named after P.P. Lukyanenko] // *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2008. No. 14. Pp. 114–118.

16. *Krokmal' A.V., Grabovets A.I.* Formirovaniye kachestva zerna tritikale [Triticale grain quality formation] // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* – 2015. – No. 2 (52). – Pp. 46–48.

17. *Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Methodology of the official testing of agricultural crop varieties]. Issue 1. General part. M.: Kolos, 1985. 269 p.

18. *Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Methodology of the official testing of agricultural crop varieties. Grain, legumes, cereals, corn and forage grasses]. Issue II. Zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye travy. M.: Kolos, 1989. 194 p.

19. *Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Methodology of the official testing of agricultural crop varieties. Technological evaluation of grain, cereals, and legumes]. Tekhnologicheskaya otsenka zernovykh, krupyanykh i zernobobovykh kul'tur. M., 1988. 121 p.

20. *Pominov A.V., D'yachuk T.I., Kibkalo I.A. et al.* Otsenka vliyaniya genotipa i sredy na izmenchivost' selektsionno-tsennyykh priznakov u ozimogo tritikale v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya [Evaluation of the influence of genotype and environment on the variability of selection-valuable traits in winter triticale in the conditions of the Lower Volga region] // *Vavilovskiye chteniya – 2015: Sbornik statey mezhd. nauch.-prakt.*

konf., posvyashchennoy 128-y godovshchine so dnya rozhdeniya N.I. Vavilova. 2015. Pp. 146–147.

21. Sokol N.V., Donchenko L.V., Khranova N.S. et al. Khlebopekarnye svoystva muki iz zerna tritikale i perspektiva yeye ispol'zovaniya [Baking properties of triticale grain flour and the prospects of its use] // Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. 2006. No. 1. Pp. 38–39.

22. Turbayev A.Zh. Seleksionnaya otsenka zerna sortoobraztsov yarovoy tritikale [Selection grain assessment of spring triticale varieties] // Sbornik statey po itogam raboty nauchnykh konferentsiy i kruglykh stolov v ramkakh XIII Nedeli nauki molodezhi severovostochnogo administrativnogo okruga goroda Moskvy, 23–29 aprelya 2018 goda – Moskva: izdatel'stvo “Stratagema – T”. – 2018. Pp. 263–265.

23. Chernyshova E.A., Myakin'kov A.G., Soloviev A.A. Sravnitel'naya kharakteristika tekhnologicheskikh kachestv zerna sortov ozimoy tritikale [Comparative analysis of grain technological qualities of winter triticale varieties] // Izvestiya TSKHA, issue 3, 2015. Pp. 16–24.

24. Shinkaretskaya A.I., Shchuklina O.A., Rebrova N.V. et al. Otsenka tekhnologicheskikh i khlebopekarnykh pokazateley kachestva zerna novykh sortov yarovoy tritikale, vyrashhennykh v usloviyakh povyshennoy vlogoobespechennosti [Evaluation of technological and baking indicators of the grain quality of new spring triticale varieties grown in conditions of high moisture content] // Sovremennye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skokhozyaystvennoy produktsii. Sbornik statey po materialam IV nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh. 2018. Pp. 357–364.

25. Shuklina O.A., Abdelaal Kh.K., Enzekrey Ye.S. et al. Produktivnost' novogo sorta yarovoy tritikale (Timiryazevskaya) v usloviyakh TSRNZ [Productivity of the new spring triticale variety (Timiryazevskaya) under the conditions of the Central Non-Chernozem region] // In: Vavilovskiye chteniya – 2016 sbornik statey mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashhennoy 129-y godovshchine so dnya rozhdeniya akademika N.I. Vavilova. 2016. Pp. 156–157.

26. Yurchenko T.A., Krokhmal'A.V., Grabovets A.I. et al. Mirovaya kolleksiya VIR – iskhodniy material dlya seleksii yarovykh tritikale [World collection of VIR as a source material for selecting spring triticale] // Tritikale i ego rol' v usloviyakh narastaniya aridnosti klimata: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2012. Pp. 136–140.

27. Daniel J. Collins. Diseases of Barley, Rye, and Triticale in Alabama – ANR –903, New April, 1995.

28. Mergoum M., Singh P.K., Pen˜a R.J., Lozano-del Rio A.J., Cooper K.V., Salmon D.F., Gomez H. Macpherson. Triticale: A “New” Crop with Old Challenges // Handbook of plant breeding Cereals. Edited by Marcelo J. Carena, USA. 2009. Vol. 3. Pp. 267–291.

29. Pen˜a, R.J. Food uses of triticale // Triticale improvement and production. FAO Plant Production and Protection. 2004. Paper No. 179. Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome. Pp. 37–48.

30. Zhang J, Wellings CR, McIntosh RA, Park RF (2010) Seedling resistances to rust diseases in international triticale germplasm. Crop & Pasture Science 61, 2010. Pp.1036–1048.

Турбаев Акылбек Жыксынғалиевич – асп. кафедры генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: +7 (968) 569-02-56; e-mail: a.zh.turbayev@mail.ru).

Сергалиев Нурлан Хабибуллович – к.б.н., проф., ректор Западно–Казахстанского государственного университета имени Махамбета Утемисова (e-mail: nurlan-sergaliev@yandex.kz).

Соловьев Александр Александрович – д.б.н., проф. РАН, зам. директора по научной и образовательной деятельности ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии» (тел.: (499) 977-92-89; e-mail: a.soloviev70@gmail.com). гл. науч. сотр. отдела отдаленной гибридизации Главного ботанического сада имени Н.В. Цицина.

Akylbek Turbayev – Assistant Professor, the Department of Genetics, Biotechnology, Plant Breeding and Seed Production, Russian Timiryazev State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49; phone: +7 (968) 569-02-56; e-mail: a.zh.turbayev@mail.ru).

Nurlan Kh. Sergaliyev – PhD (Bio), Professor, Rector, Makhambet Utemisov West Kazakhstan State University (e-mail: nurlan-sergaliev@yandex.kz).

Aleksandr A. Soloviev – DSc (Bio), Professor, Deputy Director for Scientific and Educational Activities, All-Russian Research Institute Of Agricultural Biotechnology (phone: +7 (499) 976-65-44; e-mail: a.soloviev70@gmail.com).