

Заключение

Научная концепция селекции зерновых культур на комплексную (групповую) устойчивость к стрессовым факторам, позволила учёным Поволжского НИИСС получить высокозасухоустойчивые и урожайные сорта, способные противостоять самым экстремальным условиям абиотических и биотических факторов.

Использование межвидовых, географически отдаленных скрещиваний и многолетний индивидуальный отбор растений в контрастных условиях возделывания способствует повышению эффективности создания сортов с комплексным (групповым) иммунитетом.

В настоящее время в Государственном реестре селекционных достижений включено 6 сортов яровой пшеницы, созданных в Поволжском НИИСС: Кинельская 59, Кинельская 60, Кинельская 61, Кинельская нива, Кинельская отрада, Кинельская 2010. Все они обладают комплексным (групповым) иммунитетом к наиболее распространенным патогенам и другим стрессовым факторам, а также высокой пластичностью не только по урожаю, но и качеству зерна. В условиях рынка это одно из важных требований производства.

Получены экспериментальные данные по оценке влияния микроудобрений и стимуляторов роста на повышение урожайности новых сортов яровой пшеницы. Определена специфика отзывчивости яровой мягкой пшеницы различных по хозяйственно-ценным признакам сортов на современные препараты. Выявлено достоверное влияние различных стимуляторов на повышение урожайности зерна от 15 до 30 %.

Яровая пшеница – культура больших возможностей, которая способствует обеспечению в нашей стране производства стабильного, высококачественного зерна и коммерчески привлекательна и перспективна для зарубежного рынка.

SCIENTIFIC ADVANCES IN BREEDING VARIETIES OF SPRING WHEAT

A.V. Rumyancev, V.V. Gluhovcev, L.A. Kukushkina

FGBNU «VOLGA REGION RESEARCH INSTITUTE OF SELECTION AND SEED-GROWING NAMED AFTER P.N. KONSTANTINOV»

Abstract: *The article presents research and commercial results of selection of varieties of spring soft wheat in the complex resistance to stress factors (drought, pathogens and others), as well as high productivity and quality of grain. We describe the biological and commercial characteristics of varieties of spring soft wheat, corresponding to the production needs of Russian farmers. As an innovative approach in the selection of spring soft wheat we consider the experience on the effect of micronutrients and growth stimulants on productivity and quality of grain of spring wheat.*

Keywords: spring wheat, integrated sustainability, productivity, flexibility, micronutrient fertilizers, growth stimulants, grain quality.

УДК 633.11:631.527

СЕЛЕКЦИЯ ТРИТИКАЛЕ ДЛЯ БРОДИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА: ИТОГИ И ПРОБЛЕМЫ

А.И. ГРАБОВЕЦ¹, член-корр. РАН;
М.Б. ОВЕРЧЕНКО², кандидат технических наук;
Н.И. ИГНАТОВА², старший научный сотрудник,
Г.Н. ХРИЧИКОВА²

¹ФГБНУ «ДОНСКОЙ ЗОНАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА», E-MAIL: GRABOVETS_AI@MAIL.RU

²ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ» МОСКВА

В статье рассмотрены итоги и методология селекции озимого тритикале на высокое содержание крахмала в зерне. Приведена характеристика сортов озимого тритикале с раз-

ным содержанием крахмала в зерне. Выявлены наиболее приемлемые сорта для использования в бродильном производстве. Установлена важность состава крахмала, влияние амилазы на выход спирта из 100 г крахмала.

Ключевые слова: тритикале, селекция, крахмал, спирт, технология.

Исследования в начавшемся столетии еще раз подтвердили перспективность новой культуры тритикале [1, 2]. При сравнительной экономической оценке переработки на крахмал картофеля, ржи, пшеницы, кукурузы и тритикале выявлено преимущество по расходу сырья из кукурузы и тритикале [3]. Имеется ряд экспериментальных разработок по изучению особенностей использования тритикале в бродильном производстве: пива [4], спирта для продовольственных и технических целей – биэтанола [5].

Все исследователи подчеркивали важность высокого содержания в зерне крахмала. Его количество в тритикале может достигать уровня 70-74 % [1, 6]. Казалось бы, что задача ясна. Нужно при создании новых сортов для бродильной промышленности повышать их продуктивность с одновременной оптимизацией содержания крахмала. Однако здесь имеется ряд проблем. Довольно трудно в условиях степи при частом дефиците влаги выделять высокоурожайные генотипы с требуемым количеством крахмала. Общеизвестен антагонизм в обмене веществ между крахмалом и белком. На этих «весках» важно найти положение: много зерна и много крахмала. Естественно это требует уточнения методологии селекции на генетическую обусловленность высокого содержания крахмала в условиях аридной степи.

Помимо этого большое его количество в зерне – это половина условия для сырья при бродильном производстве. Важно иметь сорта с высокой эффективностью трансформации крахмала в спирт. Этот признак имеет четкую генетическую обусловленность [5]. Выше рассмотренные предпосылки и являются целью наших исследований, итоги которых изложены в этой статье.

Методика

Селекцию тритикале вели в ФГБНУ «ДЗНИИЭСХ» в 2000-2014 гг. по общепринятой методике (гибридизация, химический мутагенез, педигри, балк-метод). Новшеством является ускорение селекционного процесса путем закладки селекционного питомника (СП) необмолоченными колосьями (до 40 тыс.). Помимо существенного увеличения объема выборки перспективных генотипов, что положительно сказывается на результатах, количество выращенных семян гомозиготных линий позволяет сразу закладывать малое конкурсное испытание.

Анализ содержания крахмала начинали у гибридов F₁, гомозиготных линий СП и затем у генотипов конкурсных испытаний. Его проводили путем инфраскопии (Infratec 1241). Помимо этого количество крахмала определяли у сортов – кандидатов на передачу в ГСИ, у семенного материала разных сроков сева, доз минеральных удобрений.

Ряд исследований выполнен Всероссийским научно-исследовательским институтом пищевой биотехнологии. Крахмалистость тритикале здесь определяли по Эверсу по ГОСТ Р 52934-2008. Испытания по сбраживанию различных сортов тритикале проводили методом постановки бродильных проб. Объемную концентрацию спирта определяли на автоматическом приборе «ДЕНСИМАТ-АЛКОМАТ 2» (Италия). Для брожения использовали молотое зерно тритикале с различной крахмалистостью. Подготовку сырья осуществляли по «мягкой» механико-ферментативной схеме разваривания при следующих режимах: разжижение замеса тритикале с добавлением 100 % термостабильной α -амилазы (АС 1000 ед/см³) – 0,6 ед. АС/г и 50 % Брюзайма по КС, ступенчатое поднятие температуры (60°C – 30 мин., 80°C – 1 час, 85-88°C – 2 часа, кипячение 5-10 мин); осахаривание при температуре 58°C в течение 2 часов с добавлением оставшихся ферментных препаратов (ФП).

На стадии осахаривания задавали ФП из расчета на 1 г крахмала: юкоамилаза (Глюкомей 8000) – 12 ед. ГлС/г; Брюзайм (по КС) – 0,8 ед.КС/г; грибная альфа-амилаза (Фунгал) – 0,8 ед. АС/г; протеаза кислая (Пролайв 30Л) – 0,5 ед. ПС/г.

Замес сырья осуществляли при гидромодуле 1:2,3 – 60 г помола тритикале + 140 см³ воды. Для разжижения зернового сусла крахмала на стадии декстринизации использовали ферментный препарат – источник термостабильной α -амилазы. На стадии осахаривания использовали

ФП амилолитического, протеолитического и гемицеллюлазного действия. Концентрация растворимых сухих веществ осахаренного сусла составляла 22,0-25,0 % по рефрактометру. Для предотвращения возможного инфицирования в сбраживаемое сусло при засеве дрожжей на брожение добавляли антисептик в количестве 0,00015 %.

Для сбраживания подготовленного зернового сусла использовали чистую культуру дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, раса 1039, которые разбраживали на солодовом сусле (15 % СВ) при температуре 30°C в течение 20-ти часов. Засев осахаренного сусла осуществляли разброженными односуточными дрожжами в количестве 15 млн./см³ сусла. Продолжительность брожения 72 часа при температуре 30°C. В течение брожения и по его окончании определяли технологические показатели сброженного сусла: углекислый газ, остаточные редуцирующие растворимые и общие углеводы, концентрацию спирта в бражке и его выход.

Результаты и обсуждение

В Госреестре РФ 2015г. имеется 18 (из общего числа 57) сортов озимого тритикале, созданных в разное время в ДЗНИИСХ. Все они выделяются высокой экологической пластичностью, о чем свидетельствуют регионы их допуска в РФ (табл.1). Среди них выделены коммерческие тритикале с предполагаемым использованием в бродильном производстве. Они различались между собой по содержанию крахмала в условиях Дона.

Таблица 1

Характеристика ряда сортов озимого тритикале по урожаю зерна и содержания в нем крахмала

Сорта	Регионы допуска в РФ	Максимальный урожай в оптимальный год, тонн	Количество крахмала в зерне (%) в отдельные годы		
			2010, средний по увлажнению	2011, острая засуха	2013, не совсем благоприятный
Корнет	2,3,4,5,6,7,	10,6	66,9	62,3	64,6
Зимогор	4,5,6,11	12,3	67,2	63,5	64,8
Легион	3,5,6,9	9,8	66,3	61,1	63,9
Топаз	3,5,7,9,11	10,7	64,4	61,6	64,2
Консул	2,3,4,6,7	8,7	67,0	62,8	64,4
Вокализ	3,4,6	9,2	67,8	62,6	65,2
Бард	3,6,7	10,7	68,2	62,5	64,1
Алмаз	4,5,6,7,9	9,9	67,1	62,6	66,3

По этому признаку выделяются сорта Зимогор, Вокализ, Бард, Алмаз и др. У них и коэффициент варьирования (Cv) количества крахмала по годам был наименьший. В условиях оптимального увлажнения (Курская область) выраженность этого признака у них (2012-2014 гг.) составляла более 70 % при урожаях зерна 8,5-10,6 т/га.

Ранее (2010-2012 гг.) при анализе возможностей использования высококрахмалистых сортов тритикале для производства крахмалопродуктов [7] были выявлены особенности характера наследования количества крахмала у гибридов F1. Было установлено превалирование двух типов наследования – промежуточного (34 % комбинаций) и депрессии признака (40 %). Проявление гетерозиса выявили у 8-17 % комбинаций. Наследование по типу одного из родителей определено у единичных комбинаций.

Общая закономерность не изменилась и в последующие годы (2013-2014 гг.). Также этот признак в основном наследовался по промежуточному типу (39 % комбинаций) или имела место депрессия (37,7 %). Несколько увеличилось число комбинаций с наследованием по типу худшего родителя. Количество комбинаций с гетерозисом составило 12 %. И это, к сожалению, вполне закономерно, ибо коэффициент вариации значения количества крахмала по комбинациям был очень низким – всего лишь 1,7-2,8 %. То есть при взаимодействии генов явно мало трансформируется изменчивости, доступной отбору.

Исходя из этих данных, разработана методология создания высококрахмалистых сортов тритикале. Во-первых, у новых генотипов важно не ухудшить продуктивность и признаки адаптации к среде, вовлекать в гибридизацию высококрахмалистых доноров. Затем используя ре-

комбинацию, из популяций (у которых гибриды F1 были с гетерозисом или промежуточным наследованием) выделять при помощи инфраскопии генотипы с высоким содержанием крахмала, начиная с селекционного питомника, Результативность предполагается поднять за счет существенного увеличения объемов исследований (40 тыс. генотипов в селекционном питомнике из высеянных необмолоченных колосьев) и создания популяций с продолжительным перекомбинированием генов.

Из них, в разных поколениях, как оказалось, можно отобрать высокопродуктивные генотипы с большим содержанием крахмала, чем у родителей. Так при скрещивании АД Тарасовский (61,4 % крахмала) с польским сортообразцом Градо (63,5 %) в F5 были выделены сорта Консул (64,4 %) и Вокализ (65,2 %), в F8 – Алмаз (66,3 %) и Капрал (65,3 %). При вовлечении в гибридизацию местных линий Кентавр (♀, 63,8 % крахмала) и АД Тарасовский был выделен высоко интенсивный сорт Ацтек, допущенный к выращиванию по 4, 5, 6, 7 и 9 регионам РФ, с содержанием крахмала 65,6 %. (+1,8 % к лучшему родителю).

Наряду с генетической составляющей большое влияние на содержание крахмала в зерне тритикале оказывали погодные условия (табл.1), сроки посева и различные дозы минеральных удобрений. При проведении посева на северном Дону от оптимальных дат (начало 25 августа) до поздних (окончание 5 октября) количество крахмала по сортам уменьшалось в зависимости от сорта на 1,2-5,3 %. Можно предположить, что при этом заметно менялся и гранулометрический состав зерен крахмала в зерне.

При основном внесении фосфорсодержащих удобрений (P₁₀₀-P₂₀₀), при использовании корневых и некорневых подкормок карбамидом, КАСом, жидкими комплексными удобрениями прибавка урожая часто превышала 1т/га, однако содержание крахмала в зерне имело тенденцию к снижению на 0,5-1,1 %.

Во ВНИИ пищевой биотехнологии в течение 2012 – 2013 гг. было проведено изучение технологических свойств зерна ряда сортов тритикале, как сырья для производства спирта (табл. 2).

Таблица 2

Результаты сбраживания различных сортов зерна тритикале

Тритикале			Кол-во дрожжей, млн/см ³ на 18-й час брожения	Характеристика брожения на 72 часа				
Сорт	Крахмалистость %	Влажность, %		CO ₂ г	PВ*, г/100 см ³	ОРВ**, г/100 см ³	Концентрация спирта в бражке, % об	Выход спирта, см ³ /100 г крахмала
Бард	59,2	9,5	252	17,9	0,64	0,72	12,55	63,3
Консул	58,9	10,0	248	17,0	1,22	1,39	12,03	61,4
Вокализ	53,7	10,7	272	17,0	0,40	0,60	12,10	67,1
Легион	60,7	9,6	262	18,5	0,44	0,70	12,78	63,9
Алмаз	58,4	9,1	258	18,2	0,43	0,68	12,87	64,6
Зимогор	54,0	9,8	265	17,1	0,30	0,70	11,85	66,3
Корнет	58,7	9,9	236	17,3	0,83	1,03	12,35	62,9
Капрал	56,8	9,1	230	16,5	0,97	1,07	11,83	63,1
Ацтек	57,2	9,5	262	16,8	0,90	1,06	12,26	64,3
Дон	59,7	9,6	256	17,8	1,17	1,32	12,65	63,0

Использовали зерно 10 сортов тритикале селекции ДЗНИИСХ. Как отмечали в ведении, количество крахмала в сырье ещё не является гарантом более высокого выхода спирта. Это подтвердили и исследования. Сорта Легион, Бард и Дон характеризовались самым высоким содержанием крахмала в зерне (59,2 – 60,7 %), однако по выходу спирта ($\text{см}^3/100$ г крахмала) они не были в числе лидеров.

Как ни странно ими оказались аутсайдеры по количеству крахмала в этой группе сортов – Вокализ (53,7 %) и Зимогор (54 %). У них был максимальный по этой группе сортов выход спирта – 66,3 – 67,1 $\text{см}^3/100$ г крахмала.

По данным М.М. Копуся [5] выход спирта напрямую связан с характеристикой составных ингредиентов крахмала – амилопектина и амилозы. Последняя и является негативным фактором в крахмале в отношении спирта. Её содержится в крахмале в среднем 23-25 %. Определенное значение также РВ* – растворимые вещества, ОРВ** – остаточные растворимые вещества имеет гранулометрическая структура его зерен (соотношение их по линейным размерам – А, В, С), что важно при размоле зерна. Таким образом, у сортов Вокализ и Зимогор содержание в крахмале амилозы было существенно меньшим.

Следовательно, высокий выход спирта при бродильном производстве можно гарантировать как за счет увеличения количества крахмала, так и его структуры в плане уменьшения или полного исключения амилозы. В этом отношении исходным материалом при скрещиваниях могут быть использованы пшеницы с генами «вакси», у которых в крахмале амилозы нет [5, 6]. Это один из путей переноса генов «вакси» в геном тритикале.

Заключение

При создании сортов тритикале для бродильного производства важно синтезировать высокопродуктивные, экологически пластичные сорта тритикале с повышенным содержанием крахмала в зерне. При больших объемах исследований реальны трансгрессии. Следует выделять новые генотипы с уменьшенным содержанием амилозы в крахмале (или полностью ее исключить), с высокими характеристиками разрушения зерен при размоле. Это обусловит более высокий выход спирта из тритикале на единицу крахмала.

При производстве следует создавать минеральный фон с некоторым азотным избытком на начальных этапах развития растений. Более оптимальный гранулометрический состав крахмала выявлен у зерна оптимальных сроков сева.

Литература

1. Klassen A.J., Hill R.D. Comparison of starch from triticale and its parental species // *Cereal Chem.* – 1971. – V48. – P. 64-73
2. Андреев Н.Р., Носовская Л.П., Соловьев Н.Н., Адикаева Л.В. Технологическая оценка сортов тритикале для переработки на крахмал // Сборник. Тритикале и его роль в условиях нарастания аридности климата. Генетика, селекция, агротехника, технологии использования зерна и кормов. – Ростов-на-Дону, – 2012. – С.183-186
3. Андреев Н.Р., Филипова Н.И., Пома Н.Г., Грабовец А.И. Зерно тритикале – перспективное сырье для производства крахмала // Сборник. межд. науч.-практ. конф. «Роль тритикале в стабилизации и увеличении производств зерна и кормов». – Ростов-на-Дону, – 2010. – С.211-216
4. Фараджеева Е.Д., Гончаров С.В., Горбунов В.Н. Перспективы использования зерна тритикале в бродильной промышленности // Сборник. «Тритикале России». Селекция, агротехника возделывания, переработка и использование сырья из тритикале. – РАСХН, ДЗНИИСХ.-Ростов-на-Дону, – 2000. – С.118-121.
5. Копусь М.М., Копусь Е.М., Парапонов А.А. Качество зерна тритикале как сырья для производства биоэтанола на юге России // Сборник. межд. науч.-практ. конф. «Роль тритикале в стабилизации и увеличении производств зерна и кормов». – Ростов-на-Дону, 2010. – С. 238-242.
6. Sharma R., Cooper K.V., Jenner C.F. Genetic variation for «waxy» proteins and starch characteristics of triticale / Proceed. of the 5th International triticale symposium.-Poland, Radziko. – 2002. – v. 1. – P. 245-253
7. Грабовец А.И., Андреев Н.Р., Крохмаль А.В. Проблемы селекции тритикале с высоким содержанием крахмала в зерне и его использование // Доклады РАСХН. – 2013. № 5. – С. 14-16

TRITICALE BREEDING FOR FERMENTATION PRODUCTION: RESULTS AND PROBLEMS

A.I. Grabovets¹, M.B. Overchenko², N.I. Ignatova², G.N. Hrichikova²
¹FGBNU «DON ZONAL AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE»

Abstract: *In the article the results and methodology of breeding of winter triticale in high content of starch in the grain. Description of varieties of winter triticale with different starch content in the grain. Identify the most appropriate cultivars for use in fermentation production. Set the importance of starch, the influence of amylase on alcohol yield of 100 g of starch.*

Keywords: triticale, breeding, starch, alcohol, technology.

УДК 631.6:633.88

МОБИЛИЗАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ И АРОМАТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ

И.В. САВЧЕНКО, академик РАН, руководитель центра растениеводства
ФГБНУ «ВИЛАР»

В России имеются все возможности для развития лекарственного растениеводства:

– большое генетическое разнообразие флоры высших растений России: 11911 видов, 197 семейств, 1464 родов, в Госреестре селекционных достижений, допущенных к использованию в России включено более 17 тысяч сортов и гибридов культурных растений, представленных по всем направлениям использования: пищевые, кормовые, аридные, прядильные, эфиромасличные, лекарственные, медоносные, овощные, плодовые, ягодные, цветочно-декоративные и другие.

– большое разнообразие агроклиматических условий на территории России (как нигде в мире): тундра, лесотундра, лесная зона, лесостепь, степь, полупустыня, субтропики, горы. Все это предполагает, что Россия богата флористически лекарственными и ароматическими растениями (ЛАР). Действительно, в России произрастает около 2000 видов ЛАР. В официальной медицине в России используется около 260 видов ЛАР.

Исследование по мобилизации генетических ресурсов ЛАР, как в СССР, так и в России сосредоточены в ВИЛАР, который был создан более 70 лет назад (1931 год) Постановлением Наркомзема СССР от 16 марта № 54.

ВИЛАР – уникальное научное учреждение в России, проводящее научные исследования по флоре и растительности лекарственных и ароматических растений, мобилизации генетических ресурсов и изучению метаболома ЛАР, их интродукции, агротехнологии возделывания, семеноводства и семеноведения, поиску биологически активных веществ, доклинических фармакологических и токсикологических исследований, разработке технологий получения субстанций и лекарственных препаратов.

Исследования в институте выполняются в рамках фундаментальных и прикладных научных исследований по реализации Программы фундаментальных и приоритетных прикладных исследований государственных академий наук на 2013-2020 гг., в соответствии с приоритетным направлением развития науки, технологии и техники в Российской Федерации «Живые системы» и критических технологий «Геномные, протеомные и постгеномные технологии», «Клеточные технологии», «Технологии биоинженерии» (Указ президента РФ № 899 от 7 июля 2011 г.). Исследования направлены на изучение: биоразнообразия с целью мобилизации, сохранения и изучения генофонда лекарственных и ароматических растений; создание устойчивой сырьевой базы для производства лекарственных фитопрепаратов и проводятся в четырех эколого-географических зонах России – таежной зоне на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых, кислых почвах (Москва, ВИЛАР, Ботанический сад, фитотронно-тепличный комплекс, агроучасток); лесостепной зоне на типичных тяжелосуглинистых черноземных почвах (Белгородский филиал ВИЛАР); степной зоне на черноземах выщелоченных (Краснодарский филиал); сухостепной зоне (Средневолжский филиал, Самарская область);