

Продолжение таблицы 3

1	2
Масса 1000 зерен (более 45 г)	Орбита, WS-104, Лосинивське, Т-476, 8051 ITSN, Т-2551, Лотас, Клад, Русло, 8038 ITSN, Ульяна, Соловей харьковский, Аист харьковский
Содержание сырого протеина (более 14%)	Орбита, Лотас, Милькаро, Э-1577, 8038 ITSN, Виктория, Амиго
Содержание крахмала (более 70%)	Узор, Рубин, 8051 ITSN
Содержание клейковины (более 23%)	Ногано, Норманн, Рубин, Золотой гребешок, Соловей харьковский, Э-2144

Заключение

На основании комплексного изучения коллекции ярового тритикале в качестве генетических источников селекционно-ценных признаков выделены:

- 8038 ITSN, Дублет, 8051 ITSN, WS-104, Матейко (высокая урожайность);
- Узор, Норманн, Аист харьковский, Хлебодар харьковский (скороспелость);
- Т-476 (короткостебельность);
- Орбита, Милькаро, Виктория (высокое содержание сырого протеина);
- Узор, Рубин, 8051 ITSN (высокое содержание сырой клейковины).

Литература

1. Рекомендации по технологии возделывания и использования озимого тритикале в Краснодарском крае / А.А. Романенко [и др.]. – Краснодар, 2006. – 60 с.
2. *Гриб, С.И.* Генотип и эффективность его использования в селекции тритикале в Беларуси / С.И. Гриб, В.Н. Бушевич, Е.Л. Полякова, Ж.С. Пилипенко, Ю.А. Кацер // Роль тритикале в стабилизации производства зерна и кормов и технологии их использования: материалы междунар. науч.-практ. конф., Ростов-на-Дону, 4-5 июня 2014 г.; редкол.: А.И. Грабовец [и др.]. – Ростов н/Д, 2014. – Вып. 6: Тритикале: генетика, селекция, агротехника, использование зерна и кормов. – С. 44-51.
3. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур / В.В. Пыльнев [и др.]. – М., 2008. – 551 с.
4. *Еркинбаева, Р.К.* Технологии хлебобулочных изделий из тритикалевой муки / Р.К. Еркинбаева // Хлебопечение России. – 2004. – №4. – С. 14-15.
5. *Андреев, Н.Р.* Технологии использования зерна тритикале и его продуктов переработки / Н.Р. Андреев, Н.И. Филиппова, Л.П. Носовская, Н.Г. Пома, А.И. Грабовец // Роль тритикале в стабилизации и увеличении производства зерна и кормов: материалы междунар. науч.-практ. конф.; редкол.: А.И. Грабовец [и др.]. – Ростов н/Д, 2010. – Вып. 4: Тритикале: генетика, селекция, агротехника, использование зерна и кормов. – С. 211-215.

RESULTS OF THE STUDY OF INITIAL MATERIAL FOR SPRING TRITICALE BREEDING Zh.S. Pilipenko

As a result of the complex study of 43 spring triticale collection samples of different ecological and geographical origin by morphological and biological characters and grain quality, the sources with the high content of crude protein, crude gluten, starch, high yield, short-stalkness, early maturity, grain-unit, thousand-kernel weight were isolated for the purposeful use as initial material in breeding under the conditions of the Republic of Belarus.

УДК 633.12:633.171:631.527.631.531.1

СОЗДАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ WХ-ТИПА КРАХМАЛА В ЗЕРНЕ ПРОСА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ В ПРАКТИЧЕСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Е.В. Самборская

ННЦ «Институт земледелия НААН», Украина

(Поступила 2.03.2015 г.)

Аннотация. Изучены особенности наследования признака «тип крахмала в зерне проса» и его связь с другими признаками, созданы генетические источники амилопектинового проса, зарегистрированные в Банке генетических ресурсов Украины, создан и включен в Государственный реестр сортов растений Украины первый амилопектиновый сорт проса Чабанивское.

Введение. Основным источником энергии у человека и животных являются углеводы, в частности, крахмал. Содержание его в зерне проса изменяется в зависимости от сорта и условий выращивания. Крахмал большинства видов культурных растений на 25-30% от общей массы состоит из полимерных простых молекул амилозы и на 70-75% – из более сложных разветвленных молекул амилопектина [1, 5]. У каждого вида растений генетически обусловленный синтез молекул двух типов крахмала происходит по-разному, что влияет на формирование их химических и технологических свойств, которые в свою очередь могут иметь преимущества для определенных направлений целевого использования.

Промышленное производство химически чистого амилопектина стало возможным благодаря наличию в природе мутантных типов растений кукурузы, сорго, риса, проса и некоторых других видов растений, крахмал которых – только амилопектинового типа (восковидный).

Растительные крахмалы необходимы для пищевой, текстильной, бумажной, сталепрокатной, нефтедобывающей промышленности, а также для производства биотоплива [3, 6]. Экономика ощущает острый дефицит в высококачественном крахмале, который является потенциальным источником биотоплива, а также необходимым компонентом ряда пищевых, фармацевтических и технических производств. Амилопектиновые крахмалы отличаются высокой атакуемостью, низкой температурой начала и окончания клейстеризации и формируют высоковязкие прозрачные и стабильные клейстеры, стойкие к ретроградации. Крахмалы такого типа могут быть использованы при изготовлении хлеба и кондитерских изделий, супов, соусов, майонезов, пищевых и технических загустителей, эмульгаторов, клеящих материалов, продуктов детского питания, при производстве биотоплива.

Обеспечение необходимых технологических свойств крахмала, как правило, осуществляется путем химической модификации крахмалсодержащего сырья. Однако этот способ сопряжен с использованием специальных заводских

технологий и токсических реактивов, что значительно повышает затраты на получение промышленной продукции и риск экологического загрязнения окружающей среды. Генетическое улучшение культурных растений, в частности, проса и достижение на этой основе наследственного закрепления высокого качества крахмала может решить эту проблему.

Задачей исследований было использование ценного физиолого-генетического потенциала проса для дальнейшего усовершенствования его генома путем объединения признаков, рассредоточенных в двух ботанических подвидах (с обычным и *wx*-типом крахмала) и создания на этой основе первых высокоурожайных восковидных сортов проса с комплексной устойчивостью к полеганию, адаптивностью к стрессовым факторам выращивания в разных зонах Украины, что расширит границы использования этой культуры как сырья для промышленности и уменьшит объемы экспорта амилопектина в Украину.

Целью наших исследований было изучение особенностей наследования признака восковидности крахмала проса, возможностей использования таких форм как генетических источников для создания амилопектиновых сортов и разработка способов использования амилопектинового крахмала.

Материал и методика проведения исследований. В исследованиях генетических систем контроля признака амилопектинового типа крахмала изучали гибриды F₁, F₂ и F₃, полученные в результате скрещивания восковидного проса (К-9470 и К-1169 из Китая), разновидность *flavum* (кремовое и каштановое, мелкое зерно, раскидистый тип метелки, очень позднеспелые, тип *wx*) с перспективными селекционными линиями обычного проса сложного происхождения (372-00, 393-00, 380-00 и 325-00 селекции НИЦ «Институт земледелия НААН»). Результаты гибридологического анализа статистически обрабатывали по методике генетического анализа по критерию Пирсона – χ^2 (хи-квадрат). Идентификацию по типу крахмала осуществляли в лабораторных условиях по окраске мучнистой части зерновок раствором Люголя.

Исследования были проведены с целью изучения возможности использования проса для улучшения хлебопекарных качеств муки. Выпечку хлеба проводили с добавлением к пшеничной муке размолотого зерна с пленками ваксипроса сорта Чабанивское из расчета 2,5; 5,0; 7,5 и 10% от массы муки. Для определения лучшего соотношения компонентов теста использовали муку из смеси сортов озимой пшеницы, а также муку яровой пшеницы Струна мирновская. Выпечку хлеба, оценку качества теста и хлеба проводили по общепринятым методикам.

Результаты исследований и их обсуждение. Растения гибридов F₁ указанных комбинаций характеризовались позднеспелостью, кремовой окраской зерновок одной комбинации и каштановой окраской другой комбинации, гетерозиготным (обычным и восковидным на одном растении) типом крахмала, что объясняется функционально-триплоидным эндоспермом зерновок.

У гибридов F₂ комбинации К-9470 x 325-00 наблюдалось расщепление по признаку «тип крахмала» в соотношении 15/16 части фенотипов с обычным типом крахмала и 1/16 – с восковидным, а у комбинации К-1169 x 325-00 произо-

шло расщепление в соотношениях 3/4 части фенотипов с обычным типом крахмала и 1/4 часть с чисто *wx*-крахмалом, которое свидетельствует о том, что этот признак контролируется активно действующими рецессивными аллелями одного или двух независимых генов с дубликатным характером взаимодействия (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты гибридологического анализа гибридов проса в F₂ по типу крахмала, окраске зерна и массе 1000 зерен

Признак зерновки и показатель	Всего	Количество растений, шт.			Соответствие χ^2	Достоверность, Р
		обычный	гетерозиготный	восковидный		
Потомство F ₂ К-9470 x 325-00						
Кремовое	41	14	26	1		
Желтое	12	4	5	3		
Всего	53	18	31	4		
Всего по фенотипу	53	49		4		
Ожидаемое теоретически	47,85		3,19		0,23	0,70
Соотношение	15:1					
Масса 1000 зерен		6,7-7,8	6,8-7,8	6,8-7,8		
Потомство F ₂ К-1169 x 325-00						
Каштановое	116	47	41	28		
Желтое	8	2	5	1		
Всего	124	49	46	29		
Всего по фенотипу	124	95		29		
Ожидаемое теоретически	93		31		0,13	0,70
Соотношение	3:1					
Масса 1000 зерен		6,4-8,4	6,8-8,3	6,8-7,8		

Для проверки достоверности характера наследования типа крахмала был проведен гибридологический анализ потомств F₂ и F₃ этих же комбинаций скрещивания: К-9470 x 325-00 (селекционный номер в F₃ – 2316-02) и К-1169 x 325-00 (селекционный номер в F₃ – 2309-02)

Расщепление потомств гибридов в F₃ комбинации К-9470 x 325-00 (селекционный номер 2316-02) подтвердил дигибридный контроль типа крахмала указанной популяции с достоверностью 0,70 при показателе $\chi^2=0,23$. Гибридологический анализ другой комбинации К-1169 x 325-02 (селекционный номер 2309-02) по признаку «тип крахмала» показал фактическое соотношение 95 гетерозиготных и обычных фенотипов и 29 восковидных, что статистически близко к теоретически ожидаемому расщеплению 3:1 с достоверностью 0,70 при $\chi^2=0,13$.

Лучшая амилопектиновая линия 542-04 *wx* в конкурсном сортоиспытании 2005-2009 гг. обеспечила наиболее высокую среднюю урожайность зерна в раннеспелой группе (на 0,95 т/га больше, чем стандарт), что послужило основа-

нием для передачи ее в Государственное сортоиспытание в 2010 г. под названием Чабанивское (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность восковидной линии проса 542-04 wx в конкурсном сортоиспытании, т/га

Сорт, линия	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Среднее	± к стандарту
Киевское 96 – стандарт	2,68	2,38	3,89	4,46	3,23	3,33	0,00
Киевское 87 – стандарт	3,07	2,96	3,04	5,56	3,61	3,65	0,32
линия 542-04 wx	3,75	3,45	4,74	5,33	4,15	4,28	0,95

В результате проведенных исследований были выделены линии с амилопектиновым типом крахмала и комплексом хозяйственно-ценных признаков, три из них зарегистрированы в Банке генетических ресурсов Украины как доноры wx-типа крахмала: линии 1838-08, 1842-08 и 1851-08 (а.с. №694, №695 и №696 от 22.10.2010 г.). Методом индивидуального отбора из гибридной комбинации, полученной путем скрещивания wx-образца проса из коллекции ВИР К-9213 с селекционной линией сложного гибридного происхождения собственной селекции 372-00, также был создан первый в Украине амилопектиновый сорт проса Чабанивское нового направления использования как в пищевой, так и в других отраслях промышленности. Разновидность – *aureum*, растения средней высоты (100-110 см), устойчивый к полеганию. Зерновка желтая средняя (масса 1000 зерен 7,8-8,0 г), пленчатость – 17,5-18,0%, содержание протеина в зерне – 14,5-15,0%. Этот сорт характеризуется сочетанием признаков амилопектинового типа крахмала зерновки с раннеспелостью, засухоустойчивостью, устойчивостью к полеганию, осыпанию, повышенным уровнем урожайности и стабильностью.

По результатам квалификационной экспертизы Госкомиссии по сортоиспытанию сорт Чабанивское в 2010-2011 гг. обеспечил урожайность зерна на Полесье (в среднем по 5-ти сортоучасткам) 3,24 т/га, в Лесостепи – 3,30 т/га (в среднем по 7-ми сортоучасткам) и в Степи – 3,26 т/га, что соответственно на 0,40; 0,31 и 0,26 т/га выше, чем стандарт. С 2015 г. сорт проса Чабанивское включен в Государственный реестр сортов растений Украины.

Результаты оценки теста и хлеба из муки смеси сортов озимой пшеницы и сорта яровой пшеницы Струна мироновская показали, что вакци-просо улучшает их в разной степени. Хлеб, испеченный с добавлением 2,5% амилопектинового проса, имел больший объем, был лучше по вкусу и внешнему виду в сравнении со стандартом и другими вариантами опыта. При этом улучшение хлебопекарных качеств пшеничной муки практически не требует дополнительных затрат (урожайность сорта проса Чабанивское составляет 4,5-5,0 т/га, в муку добавляется 2,5-5,0% от общей массы).

Выводы

1. Изучение генетических систем контроля типа крахмала в зерне проса показало, что растения F₁ гибридов, полученных в результате скрещивания восковидных образцов и линий обычного проса, имели гетерозиготный тип крахмала зерновки. В популяциях F₂ этих гибридов происходило расщепление в соотношениях 1:15 или 1:3 части растений с амилопектиновым и обычным типом крахмала. Это свидетельствует о том, что этот признак контролируется активно действующими рецессивными аллелями одного или двух независимых генов с дупликатным характером взаимодействия. В F₃ подтверждены данные, полученные в F₂.

2. Добавление вакци-проса сорта Чабанивское к пшеничной муке улучшает ее хлебопекарные качества и вкус хлеба.

Литература

1. Плешков, Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений / Б.П. Плешков. – Москва: Колос, 1975. – 496 с.
2. Технология крахмала и крахмалопродуктов / Н.Н. Трегубов [и др.]. – Москва: Пищевая промышленность, 1970. – С. 18-30.
3. Уварова, И.И. Использование просяной муки в производстве печенья / И.И. Уварова, А.С. Прокопец // Вести вузов. Пищевая технология. – 1994. – №4. – С. 35-40.
4. Рыбак, А.И. Новые генетические аспекты улучшения качества пшеницы / А.И. Рыбак, Н.А. Литвиненко // Вестник аграрной науки. – 2009. – №4. – С. 35-40.
5. Яшовский, И.В. Селекция и семеноводство проса / И.В. Яшовский. – Москва: Агропромиздат, 1987. – 256 с.
7. Капрелянц, Л.В. Биотехнологические основы переработки сырья в пищевых и кормовых продуктах: автореф. дис. ... доктора тех. наук / Л.В. Капрелянц. – Одесса, 1993. – 32 с.

DEVELOPMENT OF GENETIC SOURCES OF WX-TYPE STARCH IN MILLET GRAIN AND THEIR USE IN PRACTICAL BREEDING E.V. Samborskaya

The inheritance details of the character of “starch type in millet grain” and its correlation with other characters were studied. The genetic sources of amylopectin millet registered in the Bank of Genetic Resources of Ukraine was developed. The first amylopectin variety Shabanevske was registered in the State Register of Plant Varieties of Ukraine.

УДК 633.11«324»:631.527

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

С.Н. Куликович¹, кандидат с.-х. наук, **О.А. Барановская²**, аспирант

¹Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

²Гомельская ОСХОС НАН Беларуси

(Поступила 3.12.2014 г.)

Аннотация. В статье изложены результаты изучения технологических качеств зерна у коллекционных сортов озимой пшеницы в условиях Гомельской