

DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11127

УДК 633.17:631.527:575.113

## СЕЛЕКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЁНЧАТОСТИ ЗЕРНА У ПРОСА ПОСЕВНОГО

**Н.П. ТИХОНОВ**, кандидат сельскохозяйственных наук  
**Т.В. ТИХОНОВА, А.А. МИЛКИН**

ФГБНУ «НИИСХ ЮГО-ВОСТОКА

E-mail: alex\_druzhin@mail.ru

*Приведены результаты изучения плёнчатости зерна у различных коллекционных форм и сортов проса посевного в условиях Саратова. Показано генетически обусловленная изменчивость данного признака и различия в величинах при разных способах их получения. Сделаны критические заключения о допустимых «рамках» снижения доли плёнок у новых сортов проса.*

**Ключевые слова:** просо посевное, наследование, окраска зерна, плёнчатость, выход пшена.

В урожае зерна большинства современных сортов проса посевного доля цветковых плёнок (ЦП) составляет 15...24%. При этом в видовом генофонде имеются многочисленные доноры тонкоплёнчатости, включая лептодермальные формы, зерно которых обрушивается руками. В этой связи актуальны исследования особенностей ЦП, их доли в урожае зерна проса, а также создание новых сортов с различными сочетаниями признаков (включая нетипичную окраску ЦП - помимо традиционных - красной или жёлтой), имеющими, прежде всего, практическое значение. Например, в ФНЦ ЗБК создан и рекомендован к возделыванию сорт проса Альба с низкой плёнчатостью и белой с красным основанием внутренней ЦП окраской зерна (табл. 1).

### Материал и методика

Для характеристики признака «плёнчатость» использовали зерно коллекционных сортообразцов проса с различной окраской зерна, а также сорта проса селекции НИИСХ Юго-Востока. Выход пшена, плёнчатость и долю мучели у сортов проса конкурсного испытания определяли в лаборатории качества зерна стандартным методом, аналогичным применяемому при производстве крупы (пшена) – удаление ЦП и шлифование ярда (сдирание наружного алейронового слоя) на вальцедековой установке. Кроме того, у коллекционных сортообразцов и сортов КСИ «микрометодом» (ранее апробированным и достаточно точным [3]) анализировали фактические пропорции «ядро – плёнки»: отсчитывали 3 пробы по 50 типичных зёрен, взвешивали их на торзионных весах (до 500 мг), удаляли пленки на лабораторном шелушителе в мягком режиме, тщательно просматривали (и пересчитывали) ядра на предмет их целостности, взвешивали пробы по 50 ядер. Далее определяли долю ядра и плёнок, массу 1000 зёрен и 1000 ядер, вес плёнок с одного зерна.

### Результаты и их обсуждение

Минуло 100 лет со времени опубликования работы С. Левицкого [1], посвященной исследованию различных аспектов окраски зерна (цветковых плёнок) у проса посевного, с которой связаны многие биологические, агрономические, технологические характеристики возделываемых сортов и коллекционного материала – засухоустойчивость, выход пшена, плёнчатость, возможности механизированной уборки посевов. Левицкий, в частности, впервые показал, что окраска ЦП и её интенсивность зависит от их толщины. Однако с той поры исследования анатомическо-технологических особенностей цветковых плёнок (ЦП) и обусловленных ими признаков и особенностей зерна проса не получили логического

продолжения и развития. Наиболее изучены в настоящее время генетические аспекты формирования окраски ЦП, в которых подтвердилось заключение С. Левицкого о присутствии оранжевых пигментов в ЦП всех изученных форм проса, Генетическим анализом установлено, что у константных по окраске зерна сортообразцов проса, (включая сорно-полевые формы) в обязательном порядке синтезируются «базовые» пигменты – либо красный, либо жёлтый [2, 3].

Фрагментарно представленные результаты наших исследований технологических свойств зерна проса в 2015 г. и 2018 г. являются типичными, поскольку они обусловлены стабильно проявляющимися генетическими механизмами формирования ЦП (табл. 1, 2).

Таблица 1

**Результаты технологической оценки различных сортообразцов проса  
(однорядковые делянки – 1,8 м, в двух повторностях, 2015 г.)**

Сорт, сортообразец проса	Окраска зерна (цветковых плёнок – ЦП)	Окраска ЦП по [2]	Масса 1000 зёрен, г	Доля ядра, %	Доля ЦП, %	Вес ЦП одного зерна, мг
<b>1. Технологические особенности зерна у генетически жёлтозёрных сортообразцов [2]</b>						
Весёлоподольское 828	белая	W-((Y))	7,3	90,3	9,7	0,71
Орловское 2635-13	кремовая	W-(Y)	9,9	88,8	11,2	1,1
Харьковское 25	кремовая	Y-W	7,4	86,6	13,4	1,0
Харьковское 22	светло-жёлтая	Y1	7,1	82,0	18,0	1,28
<b>Золотистое *</b>	жёлтая	Y0	8,7	82,1	17,9	1,55
<b>2. Технологические особенности зерна у генетически краснозёрных сортообразцов [2]</b>						
<b>Альба</b>	белая **	W-(((R)))	6,5	93,9	6,1	0,40
Виктория 276-81	красно-белесая	Ro-W	8,7	87,0	13,0	1,13
Розовое 1047/4-15	розово-белесая	Rp-W	9,3	84,3	15,7	1,45
<b>Благодатное*</b>	красная	Ro	7,0	83,4	16,6	1,16
<b>Саратовское 10*</b>	красная	Ro	8,5	82,1	17,9	1,53
Орловское КЗ-2664-13	красная	Ro	11,4	78,2	21,8	2,48
<b>3. Технологические особенности зерна у генетически «пёстрозёрных» сортообразцов [2]</b>						
Б-Б 1048/2-15	белая ***	W-((D))	7,2	89,2	10,8	0,78
Кор.-Б 1050/3-15	коричнево-белесая	B-W	7,9	89,1	10,9	0,87
С-К 1063/1-15	серо-красноватая	G-(R)	8,6	80,2	19,8	1,71

*Примечания: \* – выделены сорта, внесённые в Госреестр селекционных достижений РФ; \*\* – окраска белая с красноватым основанием внутренней ЦП; \*\*\* – окраска белая с «тёмным» основанием внутренней ЦП, ядро – «смуглое» (бронзовопигментированное).*

По плёнчатости и крупности зерна (равно как и по продуктивности и другим признакам) изученные коллекционные сортообразцы имеют существенные различия, что является источником формирования новых рекомбинаций, возникновения «плюс-трансгрессивных» генотипов при селекции на комплекс признаков. Самым тонкоплёнчатым и мелкозёрным в условиях 2015 г. оказался сорт Альба (селекции ФНЦ ЗБК). И, напротив, – сортообразец КЗ-2664-13 (также из ФНЦ ЗБК) проявил уникальную крупнозёрность (масса 1000 зёрен – 11,4 г) и высшую плёнчатость (21,8%). Бóльшая часть генотипов имела промежуточные характеристики зерна.

Современные красно или жёлтозёрные сорта проса обеспечивают производство высокоценной продукции – пшена ярко-жёлтой или жёлтой окраски. Причём у лучших сортов выход пшена, как правило, находится в «рамках» 75-78%, а доля плёнок составляет порядка 16-24% (табл. 1, 2). Разумеется, создание сортов проса с пониженной плёнчатостью и,

естественно, с более высоким выходом полезной части урожая зерна, является привлекательной целью.

Однако при этом следует учитывать и отрицательные нюансы в данной проблеме: 1 – ЦП, как известно, выполняют свою главную – защитную функцию (в фотосинтетическом потенциале растений в целом их роль невелика), и чем они тоньше, тем вероятнее потери качества урожая через снижение крупности зерна и содержание каротиноидов; 2 - при уборке комбайнами посевов проса с более тонкими, по сравнению с типичными грубоплёнчатыми сортами, цветковыми плёнками доля обрушенного зерна, по нашим данным, может достигать 10-25% и более, даже при минимально допустимых оборотах барабана. В этой связи при селекции новых сортов проса следует ориентироваться на долю плёнок не менее 10-15%. Дополнительным и вполне объективным показателем характеристики плёнчатости конкретного генотипа проса является «вес плёнок с одного зерна». При этом можно достаточно уверенно прогнозировать – сорта с данным показателем ниже 1 мг при уборке будут иметь большую долю обрушенного зерна.

При анализе показателя и признака «плёнчатость» следует иметь в виду, что тонкоплёнчатость у многих сортообразцов проса связана с наличием в генофоне сорта гена-ингибитора [2, 3], экспрессия которого и обуславливает целый спектр достаточно сильно различающихся окрасок ЦП за счёт варьирующего соотношения обесцвеченных (тонких) и пигментированных участков ЦП. При этом целые ряды неидентичных окрасок являются генетически идентичными по базовым генам (табл. 1).

В отличие от коллекционных форм сорта проса селекции НИИСХ Юго-Востока по плёнчатости и выходу пшена не имеют существенных (и тем более – резких) различий (табл. 2), что является результатом многолетней селекции на комплекс ценных признаков.

Таблица 2

**Технологическая характеристика некоторых сортов проса конкурсного испытания, 2018 г.**

Сорта, линии проса	Результаты стандартной технологической оценки зерна сортов проса: *			Оценка зерна микрометодом**			
	выход пшена, %	плёнчатость, %	доля мучели, %	доля ядра, %	доля плёнок, %	вес ЦП одного зерна, мг	масса 1000 зёрен, г
Сорта с красными цветковыми плёнками:							
Саратовское 6	73,5	23,8	2,8	80,9	19,1	1,6	8,7
Саратовское 10	72,7	24,3	3,0	81,0	19,0	1,6	8,7
Сарфил	73,6	23,4	3,0	81,6	18,4	1,7	9,2
У1,4С 4-18	74,0	23,3	2,8	80,1	19,9	1,8	9,2
У1,4С 5-18	72,5	23,9	3,7	80,8	19,2	1,9	9,7
Сорта с жёлтыми цветковыми плёнками:							
Золотистое	74,1	23,0	2,9	81,0	19,0	1,6	8,8
Саратовское жёлтое	74,4	22,7	2,9	81,3	18,7	1,6	8,6
Сарбин	72,9	24,2	2,9	79,4	20,6	1,8	8,8
У-1,4 А 13-18	73,9	23,6	2,5	80,6	19,4	1,7	9,0
У-1,4 А 14-18	75,4	22,0	2,6	81,9	18,1	1,6	8,9
НА 19-18	74,6	23,5	1,82	79,7	20,3	1,8	9,1
НСР 0,05***	2,4	1,7	0,4	1,3	1,1	0,1	0,2

Примечание: \* – результаты оценки в лаборатории качества зерна;

\*\* – данные лаборатории селекции и семеноводства проса – анализ «микрометодом»;

\*\*\* –  $F_{факт} > F_{табл}$ .

Фактически все саратовские сорта проса следует считать сортами продовольственного назначения, обеспечивающими, прежде всего, производство высокоценной крупы. Наряду с жаро- и засухоустойчивостью они выделяются высоким содержанием в зерне каротиноидных пигментов.

При анализе цифрового материала в таблице 2 очевидны существенные расхождения у одних и тех же сортов, прежде всего, по плёнчатости зерна. Показатель «доля плёнок», полученный микрометодом, представляет собой достаточно точную характеристику конкретного сортообразца (в конкретном году), поскольку обработке подвергаются типичные, хорошо выполненные зёрна. Показатель «плёнчатость» как составная часть получения пшена промышленным путём (обдирание плёнок, шлифование ядра и пшена на вальце-дековой установке и т.д.) представляет собой сравнительно грубый вариант, получаемый при сборе плёнок с зёрен разной выполненности, поскольку подсев осуществлялся с использованием решета с продольными ячейками – 1,9 мм. Показатель «выход пшена» - заведомо меньшая величина, чем «доля ядра», поскольку при получении пшена за счёт шлифования (и частичного дробления) образуется естественная потеря в виде мучели. Поскольку при производстве крупы осуществляется двуединая операция – удаление ЦП и шлифование ядра, важное значение имеют «субпризнаки» зерна – его форма (идеальная – округлая, толщина и прочность ЦП, плотность их прилегания к ядру и консистенция последнего), чем больше доля ядер с полумучнистым или мучнистым эндоспермом, тем ниже выход пшена и больше отходов в виде дроблёного ядра и мучели.

В заключение считаем уместным следующее дополнение. Для использования проса в качестве ценной кормовой культуры (в вариантах зелёная подкормка, сено) нужны иные генотипы, способные, в отличие от продовольственных сортов, при благоприятных условиях (прежде всего – по влагообеспеченности) обеспечивать высокий урожай биомассы. Сорта кормового назначения могут существенно отличаться от продовольственных и по окраске зерна. Например, в нашем коллекционном материале некоторые формы проса с серой окраской зерна (чисто серым, серо-жёлтым, серо-красным, красно-серым и др. сочетанием окрасок и оттенков) при благоприятных условиях нередко выделяются урожайностью и зерна, и биомассы в целом.

Однако в настоящее время на Государственное сортоиспытание традиционно поступают красно- и жёлтозёрные формы продовольственного направления. Тонкоплёнчатый сорт Альба в этом плане является очевидной новизной и, надо надеяться, найдёт свою нишу в производстве.

Препятствием для селекции и распространения генотипов проса с не типичной окраской зерна (и другими не популярными, но достаточно ценными признаками) является проблема засорения полей и тем самым – осложнения семеноводства (прежде всего) типичных продовольственных (красно- и жёлтозёрных) сортов за счёт самосева.

Кроме того, определённые оригинальные генотипы проса представляют собой ценный декоративный материал.

### **Выводы**

1. Коллекционные сортообразцы проса посевного и рекомендованные к возделыванию сорта имеют существенные, генетически обусловленные различия по всем хозяйственно ценным признакам, включая крупность зерна и его плёнчатость.

2. Внутривидовой генетический размах изменчивости проса посевного является базой для создания сортов с новыми комбинациями селективируемых признаков, включая пониженную (или низкую) плёнчатость, не типичную окраску зерна.

3. Проблема создания новых сортов проса с не типичными признаками, включая низкоплёнчатые генотипы, генотипы с не обычной окраской зерна (отличающейся от традиционных: жёлтой и красной), должна быть дополнена обоснованием различных групп их использования – например, продовольственного, кормового, универсального направления и даже – декоративного.

### Литература

1. Левицкий С. К вопросу об окраске цветочных плёнок у проса в связи с их анатомическими особенностями // Сельское хозяйство и лесоводство. – 1917. – Т 253. – № 1-2. – С. 43-58.
2. Тихонов Н.П. Генетические аспекты исследования окраски зерна (цветковых плёнок) у проса посевного // Регуляция продукционного процесса с.-х. растений. Часть 2. / Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.П. Лаханова, октябрь 2005. Орёл, ВНИИЗБК. – Орёл, 2006. – С. 66-72.
3. Тихонов Н.П. Генетико-технологические аспекты исследования окраски зерна (цветковых плёнок) у проса посевного // Сборник научных трудов / ГНУ НИИСХ Юго-Востока РАСХН. Саратов: ООО «Ракурс», 2009. – С. 191-198.

### BREEDING AND TECHNOLOGICAL STUDY OF GRAIN FILMINESS OF COMMON MILLET

**N.P. Tihonov, T.V. Tihonova, A.A. Milkin**

FGBNU «AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE OF SOUTH-EAST»

**Abstract:** *The results of the study of grain filminess in various collection forms and varieties of common millet in the conditions of Saratov are given. The genetically determined variability of this trait and differences in the values for different methods of their obtaining are shown. Critical conclusions have been made about the allowable «framework» of reducing the share of films in new varieties of millet.*

**Keywords:** *common millet, inheritance, grain coloring, filminess, millet yield.*

**DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11128**

**УДК 633.853:631.524.84(470.40.43)**

### ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЛИНИЙ ГОРОХА ПО ПИЩЕВЫМ КАЧЕСТВАМ И УРОЖАЙНОСТИ СЕМЯН

**О.А. МАЙСТРЕНКО**, научный сотрудник

САМАРСКИЙ НИИСХ ИМЕНИ Н.М.ТУЛАЙКОВА – ФИЛИАЛ ФГБУН САМАРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА РАН

*Исследования проводили в 2016-2018 гг. на опытном поле Самарского НИИСХ. В питомнике конкурсного сортоиспытания были изучены 9 линий гороха усатого, короткостебельного морфотипа селекции Самарского и Татарского НИИСХ. В качестве стандартов были взяты сорта Самариус и Таловец 70. Биохимические и пищевые анализы проводились в лаборатории технологии зерна и массовых анализов Самарского НИИСХ. Метеорологические условия в годы исследований были контрастными, что позволило объективно оценить линии гороха в сложившихся погодно климатических условиях. В результате оценки перспективных линий гороха выделены по урожайности зерна следующие линии: Б 3729/12– 35,3 ц/га, Кт 6358 – 33,0 ц/га и Б 3737/2-2– 32,1 ц/г. Все эти линии усатого морфотипа с укороченным стеблем. В среднем за годы исследований высокую массу 1000 семян показали линии Б 3583/11 – 256 г и Б 3646/34 – 260 г. Наименьшая масса 100 семян была у линий Б 3737/2-2 – 172 г и Кт 6358 - 204 г. По сбору белка с гектара выделились линии Б 3729/12 – 8,5 ц/га и Б 3737/2-2 – 8,3ц/га. Массовая доля белка лучшей была у линий Б 3737/2-2 и Б 3583/11 – 26,0%. Наименьшее время варки семян было у линий Б3737/2-2 – 115 мин, Б3646/34-7 – 134 мин, Кт 6358 – 135 мин, Б3646/34-5 – 137мин. Между урожайностью зерна и сбором белка с гектара посева выявлена достоверная, положительная корреляционная*