

УДК 633.16 «321»:631.527 (470.40)

СОЗДАНИЕ НОВОГО ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ГОЛОЗЁРНОГО ЯЧМЕНЯ

Д. О. Долженко, канд. с.-х. наук; И. И. Кривобочек, канд. с.-х. наук;
В. И. Бобаченко, аспирант

ГНУ Пензенский НИИСХ Россельхозакадемии,
т. (84161) 2-14-25, E-mail: ddolzhenko@rambler.ru

В Пензенском НИИСХ создан новый исходный материал для селекции голозёрных сортов ячменя, характеризующийся урожайностью до 3,88...4,26 т/га, высоким содержанием белка в зерне (14,6...15,8 %). Лучшие линии уступают плёнчатому стандарту по урожайности 7,1...11,2 %. Недостатками созданных линий являются неустойчивость урожая зерна, сравнительная мелкозёрность, тугая вымолячиваемость из цветковых чешуй. Селекционная работа с культурой продолжается.

Ключевые слова: ячмень яровой голозёрный, селекция, исходный материал, перспективные линии.

Голозёрный ячмень – новая для России культура. Первый российский голозёрный сорт ячменя включён в Государственный реестр селекционных достижений лишь в 2004 г., на 2009 год таких сортов в Реестре уже три. Из них два сорта селекции Сибирского НИИСХ – Омский голозёрный 1 (допущен к использованию с 2004 г. по 9 и 10 регионам), Омский голозёрный 2 (2008, по 10 региону) – и сорт Оскар селекции Красноярского НИИСХ (2008, по 11 региону) [1]. В последние годы селекция голозёрного ячменя получает теоретическое обоснова-

ние в работах учёных Сибирского НИИСХ [2-4], Кемеровского ГУ [5-7]. На европейской части России голозёрный ячмень не возделывается, селекция его велась лишь эпизодически.

За рубежом селекция голозёрного ячменя развивается активно с конца 1970-х гг., причём в нескольких, иногда противоположных, направлениях. Одно из них – создание сортов с высоким содержанием β-глюкана для функционального и диетического питания [8]. Это связано с доказанной в последние годы ролью β-глюкана и

других растворимых волокон зерна ячменя в связывании холестерина плазмы крови и уменьшении его всасывания, что приводит к снижению риска сердечно-сосудистых заболеваний [9]. Считается, что зерно голозёрного ячменя более богато β-глюканом, чем плёнчатое, хотя в обеих группах имеется разнообразие по данному признаку [10].

Для животных β-глюкан является антипитательным фактором, уменьшающим эффективность использования корма [11], поэтому в традиционном зернофуражном направлении селекции важно снижение его содержания в зерне [10]. В США, кроме того, создан ряд кормовых сортов с низким содержанием другого антипитательного соединения – фитата, который препятствует всасыванию двухвалентных ионов в пищеварительном тракте [12].

В Австралии, США, Канаде ведутся работы по созданию голозёрных пивоваренных сортов, внедрение которых может повысить как рентабельность пивоварения (за счёт более высокого уровня экстракции солода, отсутствия необходимости разделять зерно на фракции по крупности), так и качество конечного продукта благодаря снижению уровня полифенолов [13, 14].

Селекционные усилия учёных Канады, США, Италии, Польши, Чехии, Австралии и других стран по созданию сортов голозёрного ячменя завершились внедрением разнообразных коммерческих сортов, ряд из которых по урожайности не уступает, а по качеству зерна превосходит сорта традиционного плёнчатого типа. Мы считаем, что селекция голозёрных сортов ячменя зернофуражного и продовольственного направлений использования для условий европейской части России, и в частности для лесостепи Поволжья, является актуальной задачей.

Работа по выяснению возможности создания голозёрных сортов ярового ячменя ведётся в Пензенском НИИСХ с 1999 г., когда были проведены первые скрещивания. В качестве доноров аллеля голозёрности были использованы двурядные сорта *Phoenix* (Канада) и *Алаг-Эрдэнэ* (Монголия) разновидности *nudum*. В условиях лесостепи Поволжья они были низкопродуктивными, хотя обладали длинным колосом, а сорт *Алаг-Эрдэнэ* – ещё и крупным зерном (масса 1000 зёрен – 49 г). Сорт *Phoenix* был позднеспелым и сильно повреждался скрытостебельными вредителями.

Данные сорта были скрещены с селекционной линией Медикум 36-2 (Донецкий

8/Irene), отличающейся высоким потенциалом продуктивности за счёт засухоустойчивости, хороших показателей продуктивной кустистости и выживаемости к уборке, длинного многозёрного колоса (17...23 зерна) и крупнозёрности (масса 1000 зёрен 45...51 г). К недостаткам линии относится высокорослость (до 100 см) и склонность к полеганию.

В 2002-2008 гг. в селекционных питомниках разного уровня проходили испытание линии, полученные индивидуальным отбором из гибридных популяций. Большинство линий было выбраковано из-за низкой урожайности, полегаемости, позднеспелости и формирования щуплого зерна. Однако пять линий были доведены до этапа конкурсного сортоиспытания: Нудум 45-05, Нудум 823-04 (*Phoenix* / Медикум 36-2), Нудум 822-04, Нудум 295-05 и Нудум 299-05 (Медикум 36-2 / Алаг-Эрдэнэ).

Линии испытывались в течение трёх лет (2006-2008 гг.) в посеве по чистому пару в трёх-шестикратной повторности на делянках площадью 11...40 м². Данные за 2006 г. были получены в питомнике предварительного сортоиспытания, за 2007 г. – в конкурсном сортоиспытании 1-го года, за 2008 г. – в конкурсном сортоиспытании. Стандартом служил плёнчатый сорт Нутанс 553 (Краснокутская селекционно-опытная станция).

Годы исследований были контрастными по агрометеорологическим условиям. 2006 г. отличался самым низким количеством осадков за вегетацию (103 мм, ГТК=0,70). Условия до наступления фазы колошения были благоприятны (70 мм осадков, ГТК=0,98), растения быстро набирали биомассу. Вторая часть вегетации протекала в засушливых условиях (ГТК 0,43), однако невысокие температуры во время формирования зерновок и накопленная ранее биомасса позволили сформировать высокий урожай зерна ячменя.

В 2007 г. условия были неблагоприятными для ячменя, несмотря на 150 мм осадков и ГТК=0,96. Среднесуточная температура в период «всходы – кущение» составляла 18,1...29,3°C при полном отсутствии осадков, дефицит осадков также был в период «кущение – выход в трубку» (ГТК = 0,18). Растения кустились слабо. Обильные осадки выпадали перед наступлением фазы колошения и в первую половину периода налива зерна (в сумме 140 мм), но затем вновь наступила засуха, из-за чего зерно оказалось щуплым.

Условия периода вегетации 2008 г. характеризовались умеренной температурой

(в среднем 17,2°C) и избыточным количеством осадков (264 мм), что выше среднемноголетних значений на 2°C и 75 мм соответственно. ГТК за вегетацию составил 1,73 (1,43...1,83 по межфазным периодам). Это привело к мощному развитию растений, раннему сильному полеганию, удлению периода вегетации в среднем на 10 дней и снижению урожайности.

Результаты испытания голозёрных линий в сравнении с плёнчатым стандартом приведены в таблице.

Голозёрные линии были позднеспелыми. Продолжительность периода «всходы – колошение» у среднераннего сорта Нутанс 553 составила в 2006 г. 41 сут., в 2007 – 43 сут., в 2008 – 45 сут., а у голозёрных линий она была больше на 3...5 сут., 4...6 сут. и 3...5 сут. соответственно. Дата восковой спелости отмечалась на 3...5 суток позже, чем у стандарта Нутанс 553.

Засуха 2006 г. наиболее сильно повлияла на поздно колосящиеся сорта ячменя, у которых рано прекратился рост верхнего междуузлия, так что колос не вышел из влагалища флагового листа (Нудум 822-04 и 823-04) или вышел на одну-две трети своей длины (Нудум 45-05, 295-05 и 299-05). Тем не менее, только линия Нудум 45-05 сформировала урожай зерна, достоверно более низкий по сравнению со стандартом. Эта высокорослая и крупнозёрная линия неустойчива к действию засухи во вторую половину вегетации.

Урожай остальных голозёрных линий составил 99,3...109,4 % урожайности плёнчатого стандарта, отклоняясь от неё на -0,18...+0,20 т/га.

В жёстких условиях вегетации 2007 г. все голозёрные линии показали неудовле-

творительные результаты. При урожайности зерна 2,52 т/га у стандарта Нутанс 553 голозёрные линии дали на 0,42...0,95 т/га зерна (10,5...37,7 %) меньше. Вследствие совместного действия жары и засухи в первую половину вегетации растения ячменя были сравнительно низкорослыми по сравнению с наиболее влагообеспеченным 2008 г. Наибольшая депрессия высоты растений была у линий Нудум 45-05 и 295-05 (10,5 и 12,5 % соответственно), что косвенно свидетельствует об их меньшей засухоустойчивости. Стабильное проявление по годам имела высота растений линий Нудум 823-04 (83,4-85,0 см) и Нудум 299-05 (83,7...87,7 см).

В условиях отсутствия засухи в 2008 г. голозёрные линии вновь сформировали урожай зерна на уровне стандарта Нутанс 553 (2,27...2,55 т/га, или 98...110 %). Сравнительно низкая урожайность всех сортов объясняется развитием корневых гнилей на посевах ячменя и сильным полеганием. Все сорта показали средний уровень устойчивости к полеганию – от 4 до 6 баллов по девятибалльной шкале (стандарт – 4,5 балла).

В среднем за три года лучшие показатели по урожайности зерна имели линии Нудум 822-04, 823-04 и 299-05: 2,75...2,93 т/га, или 92,8...98,8 % урожая стандарта.

Масса 1000 зёрен голозёрных линий была несколько ниже, чем у плёнчатого стандарта, в среднем на 2,1...6,7 г, или 5,0...15,8 %. Самая низкая масса 1000 зёрен была получена во влажный 2008 г. с сильным полеганием. Стабильно крупное зерно имела линия Нудум 45-05 (36,4...42,4 г), мелкозёрность характерна для линии Нудум 822-04 (33,7...37,0 г).

Результаты испытания голозёрных линий (2006-2008 гг.)

Показатель		Нутанс 553 St	Нудум 45-05	Нудум 823-04	Нудум 822-04	Нудум 295-05	Нудум 299-05
Урожайность, т/га	2006 г. ($HCP_{0,05}=0,69$ т/га)	4,06	2,67	3,88	4,26	4,03	4,20
	2007 г. ($HCP_{0,05}=0,22$ т/га)	2,52	2,25	2,10	1,97	1,58	1,57
	2008 г. ($HCP_{0,05}=0,26$ т/га)	2,31	2,27	2,27	2,55	2,27	2,49
	средняя	2,96	2,40	2,75	2,93	2,63	2,75
	отклонение от St, т/га	–	-0,56	-0,21	-0,03	-0,33	-0,21
	отклонение от St, %	–	-19,1	-7,2	-1,2	-11,4	-7,1
Масса 1000 зёрен, г		42,4	40,3	39,1	35,7	37,3	37,5
Натура зерна, г/л		622	704	631	663	607	627
Вымолячиваемость из цветк. чешуй, %		–	96,4	88,3	88,7	76,3	74,1
Содержание белка в зерне, %		14,0	14,9	14,6	15,4	15,8	15,1
Период «всходы – колошение», сут.		43,0	48,0	47,7	48,3	46,7	46,3
Высота растений, см		72,0	100,0	84,2	84,3	86,9	85,7
Устойчивость к полеганию, балл		7,5	6,8	7,7	7,3	7,8	7,5
Поражение болезнями	сетчатой пятнистостью, %	13,3	16,7	11,7	7,7	15,0	20,0
	пыльной головнёй, кол./м ²	0,38	0,44	0,21	0,24	0,12	0,34
	твёрдой головнёй, кол./м ²	0,00	0,09	0,71	0,40	0,87	0,81

Показатель натуры зерна варьировал в широких пределах (607...704 г/л), межсортовые различия до определённой степени объясняются качеством обмолота. Вымоловаемость зёрен из цветковых чешуй была неодинаковой: у линии Нудум 45-05 процент невымолоченных зёрен составил 4,6 %, у линий Нудум 295-05 (натура зерна 704 г/л) и Нудум 299-05 – 23,5 и 25,9 % (602 и 627 г/л соответственно).

Линия Нудум 822-04, показавшая самую большую прибавку урожая к стандарту в 2008 г. (0,24 т/га), имела хорошую вымоловаемость зерна из цветковых чешуй (88,7 %).

Следует отметить, что по содержанию белка в зерне все голозёрные линии превышали стандарт на 0,7...1,8 %. Наибольшая стабильность высокого содержания белка по годам отмечалась у линии Нудум 295-04 (15,2...16,9 %). Наибольшее содержание белка получено в 2008 г. у линии Нудум 45-04 (17,6 %), но в остальные годы оно было более низким (13,5...13,7 %).

По поражаемости пыльной головнёй изучаемые линии не отличались от плёнчатого стандарта, но, в отличие от него, поражались твёрдой головнёй (максимум 0,9...1,5 поражённых колосьев на 1 м²). Поражение тёмно-буровой пятнистостью листьев отмечалось на среднем уровне, ежегодно более слабое поражение было характерно для линии Нудум 822-04 (5...10 %).

По результатам анализа структуры урожая, проведённого в 2008 г., выживаемость растений голозёрных линий к уборке составляла 40...63 %, на уровне стандарта (44 %). Голозёрные формы формировали 288...387 продуктивных стеблей на 1 м² (стандарт – 364 шт./м²).

По числу зёрен в колосе (15...20 шт.) и на растении (32...47 шт.) голозёрные линии были на уровне стандарта (15,4 и 33,8 шт. соответственно), и только сорт Нудум 823-04 достоверно превзошёл по числу зёрен с растения стандарта. Анализируя массу зерна с колоса (0,63...0,74 г) и растения (1,24...1,51 г), необходимо иметь в виду, что более низкие показатели могут быть связаны с отсутствием у голозёрного ячменя цветковых чешуй. Но даже без учёта этого различия голозёрные линии по данным показателям достоверно не отличаются от плёнчатого стандарта (0,64 и 1,28 г соответственно).

По коэффициенту хозяйственной эффективности фотосинтеза (Кхоз), рассчитанного для главного побега, различия между голозёрными линиями (0,36...0,45) и плёнчатым стандартом (0,46) были несущими.

Кхоз растения голозёрных линий составил 0,26...0,40, а стандарта – 0,42; линии Нудум 295-05 и 45-05 по данному показателю были достоверно ниже стандарта.

Проведённые испытания показывают, что созданные в ПензНИИСХ голозёрные линии не являются перспективными для передачи на государственное сортоиспытание. Существенными недостатками линий, нуждающимися в селекционном улучшении, являются: неустойчивость урожаев зерна, сравнительная мелкозёрность, тугая вымоловаемость из цветковых чешуй.

Тем не менее данные линии селектированы в лесостепи Среднего Поволжья в разнообразных условиях нескольких вегетационных сезонов, и потому их можно использовать в качестве ценного исходного материала.

В настоящее время в ПензНИИСХ представлены все этапы селекционного процесса с голозёрным ячменём от подбора исходного материала и гибридизации до питомника конкурсного сортоиспытания.

Недостатками большинства изученных голозёрных сортообразцов мировой коллекции ячменя являются низкая продуктивность, позднеспелость, ригидный колос с грубыми остьями, тугорослость, мелкозёрность. Тем не менее, нами выделены следующие источники комплекса хозяйственно ценных признаков и свойств:

- к-21694 Голозёрный 1 (var. nudum, Свердловская обл.) – продуктивность, крупнозёрность, число зёрен в колосе;
- к-28017 S-257 (var. nudum, Мексика) – продуктивность, Кхоз главного побега, колоса и растения, число зёрен в колосе, устойчивость к полеганию, повышенный уровень адаптивности (высокие показатели полевой всхожести и сохранности к уборке), скороспелость;
- к-28965 Scout (var. nudum, Канада) – продуктивность, число зёрен в колосе;
- к-29189 Tupper (var. coeleste, Канада) – высокая потенциальная продуктивность, число зёрен в колосе, масса зерна с колоса и растения;
- к-30036 Condor (var. nudum, Канада) – продуктивность, число зёрен в колосе, оптимальная высота растений;
- к-30173 Buck CDC (var. coeleste, Канада) – продуктивность, оптимальная высота растений в сочетании с длинным подколосовым междоузлием, число и масса зёрен с колоса и растения, высокая устойчивость к гельминтоспориозной листовой пятнистости, устойчивость к полеганию, хорошая сохранность к уборке;

– к-30286 Morell (var. nudum, Австралия) – продуктивность, оптимальная высота растений, устойчивость к полеганию, высокие показатели полевой всхожести и сохранности к уборке;

– к-30919 Омский голозёрный 1 (var. nudum, Омская обл.) – высокий потенциал продуктивности, длинный многозёрный колос, высокая продуктивная кустистость, масса зерна и число зёрен с растения, высокие индексы Кхоз.

За 10 лет было выполнено 53 комбинации скрещиваний, в которых использовались сорта Канады – Phoenix, CDC Richard, Condor (var. nudum), Falcon (var. coeleste), Монголии (Алаг-Эрдэнэ, var. nudum), России (Омский голозёрный 1, var. nudum). С 2006 г. в скрещивания стал привлекаться и собственный линейный материал.

В 2008 г. на различных этапах селекционного процесса находились уже 893 голозёрные линии, пять из них – в питомнике конкурсного сортоиспытания, девять – в предварительном сортоиспытании, 10 – в контролльном питомнике, 24 – в селекционном питомнике 2 года и 845 – в селекционном питомнике 1 года. Получены линии, отличающиеся крупнозёрностью, среднеспелостью, устойчивостью к полеганию, формирующие урожай зерна на уровне 94...115 % от урожая Нутанс 553.

Литература

1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию [Электронный ресурс]: Официальное издание. Том 1. Сорта растений. – Электрон. данные (15 файлов). – М.: Минсельхоз России, 2009. – Режим доступа: http://gossort.com/ree_cont.html.

2. Аниськов, Н. И. Голозёрный ячмень в Сибирском Прииртышье / Н. И. Аниськов // Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 6. – С. 88-93.

3. Кроловец, С. С. Селекционная оценка сортообразцов голозерного и плёнчатого ячменя мировой коллекции ВИР в условиях южной лесостепи Омской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / С. С. Кроловец. – Омск, 2007. – 18 с.

4. Гарис, Д. В. Селекционно-генетическая оценка сортов и гибридов голозёрного

и плёнчатого ячменя в условиях Среднего Прииртышья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Д. В. Гарис. – Омск, 2008. – 17 с.

5. Цандекова, О. Л. Физиолого-биохимическая оценка голозерных и плёнчатых ячменей в селекции на продуктивность и качество зерна: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / О. Л. Цандекова. – Кемерово, 2005. – 144 с.

6. Малашкина, М. С. Морфологические параметры, биохимические и технологические свойства голозёрного ячменя для селекции в условиях Кемеровской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / М. С. Малашкина. – СПб., 2008. – 17 с.

7. Заушинцена, А. В. Формирование продуктивности у голозёрных сортов ячменя в Сибири / А. В. Заушинцена, Е. В. Чернова // АгроХХI. – 2008. – № 10-12. – С.15-16.

8. Rey, J. I. Breeding food barley: from agronomic assessment to marker assisted selection: A thesis ... for the degree of Master of Science [Текст] / Juan Ignacio Rey. – 2008. – 64 р.

9. Behall, K. M. Effects of barley consumption on CDV risk factors / K. M. Behall and J. G. Hallfrisch // Cereal Food World. – 2006. – Vol. 51. – № 1. – P. 12-15.

10. Hang, A. Barley amylose and β -glucan: their relationships to protein, agronomic traits, and environmental factors / An Hang, Don Obert, Ann Inez N. Gironella and Charlotte S. Burton // Crop Sci. – Vol. 47. – 2007. – P. 1754-1760.

11. MacGregor, A. W. Carbohydrates of the barley grain / A. W. MacGregor and G. B. Fincher // Barley: Chemistry and technology. – St. Paul, MN, 1993. – P. 74-130.

12. Bregitzer, P. Registration of 'Clearwater' low-phytate hulless spring barley / P. Bregitzer, V. Raboy, D. E. Obert et al. // J. of Plant Reg. – 2008. – Vol. 2. – № 1. – P. 1-4.

13. Edney, M. J. Evaluating the malting quality of Hulless CDC Dawn, acid-dehusked Harrington, and Harrington barley / M. J. Edney and D. E. Langrell // J. Am. Soc. Brew. Chem. – 2004. – Vol. 62. – № 1. – P. 18-22.

14. Box, A. Progress of the SA hulless barley improvement program / Amanda Box // Barley Newsletter. – V. 43. – 1999.