

УДК 633.16:631.527

**Тохетова Л.А., Шермагамбетов К., Таутенов И.А., Байжанова Б.К.,
Демесинова А.А., Бекова М.К.**

*ТОО «Казахский НИИ рисоводства им. И. Жахаева»,
Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата*

ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ЯЧМЕНЯ КОРМОВОГО НАПРАВЛЕНИЯ: ИСТОЧНИКИ И ДОНОРЫ ВЫСОКОГО СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА

Аннотация

В статье приведены результаты комплексного изучения по хозяйственно-ценным признакам коллекционного материала ячменя отечественной и зарубежной селекции на засоленных почвах рисовых систем Кызылординской области, выделены источники со стабильно повышенным содержанием белка, в сочетании с высокой продуктивностью. Включение исходного материала в систему топкроссных скрещиваний позволило определить их донорские свойства и выявить зависимость содержания белка в зерне от эколого-географического происхождения генотипов, продолжительности вегетационного периода и погодных условий.

Ключевые слова: кормовой ячмень, селекция, сорт, коллекция, комбинационная способность, источники, доноры, продуктивность, содержание белка.

Введение

В целях повышения качества фуража селекция зерна злаковых культур должна проводиться в направлении увеличения содержания белка и лизина. Повышение энергетической питательности достигается за счет снижения содержания в зерне клетчатки, что особенно важно для овса и ячменя, как основных фуражных культур. Основной причиной низкой продуктивности в животноводстве является неудовлетворительная кормовая база, которая характеризуется недостаточным производством объемистых кормов для крупного рогатого скота [1]. Проблеме повышения качества зерна и улучшения его биологической ценности по составу незаменимых аминокислот в зерне ячменя путем селекции посвящены многие исследования [2, 3]. Исследователи [4, 5] отмечают обратную зависимость между содержанием белка и урожайностью, что определяет сложность одновременного повышения белка и урожайности. Учитывая эту закономерность, авторы пришли к выводу, что чрезмерное повышение белковости не имеет большой перспективы. Однако, в работах ряда авторов [6-8] указывается на отсутствие абсолютной сопряженности генов, обуславливающих содержание белка, с генами, контролирующими продуктивность, что определяет известные перспективы для повышения белковости урожайных сортов ячменя.

В рамках программы диверсификации растениеводства Кызылординской области предполагается расширение площадей под маловодопотребляемыми сельскохозяйственными культурами, к числу которых относится зернофуражная культура - ячмень, являющейся одной из ведущих культур мира, благодаря своим приспособительным возможностям, высокой урожайности и разностороннему использованию. С активным развитием животноводства в Кызылординской области, строительства кормоперерабатывающих заводов резко повысился спрос на эту культуру. В связи с этим, создание исходного материала ячменя для селекции новых адаптивных сортов с высокой продуктивностью и качеством зерна фуражного направления является важной задачей в регионе [9].

Материалы и методы исследования

Объектом исследований являлись 55 лучших коллекционных образцов отечественной и зарубежной селекции, выделенных по комплексу хозяйственно-ценных признаков. Определение качественного состава зерна проводили в аналитической лаборатории КазНИИЗР: содержание белка по методу Кьельдаля, крахмала – поляриметрическим методом. Комбинационная способность оценивалась в системе топкроссных скрещиваний методом Савченко В.К. [10]. Изменчивость оценок комбинационной способности под влиянием средовых факторов оценивали по методике Тарутиной А.И. и Хотылевой Л.В. [11].

Место проведения исследований – научно-производственный участок ТОО «Казахский НИИ рисоводства им.И.Жахаева». Климат Кызылординской области резкоконтинентальный, жаркое сухое лето и холодная, с неустойчивым снежным покровом зима. Средняя годовая температура воздуха 9,8°C. Климат области очень засушливый. Средняя годовая сумма осадков – 129 мм. В отдельные сухие годы их может выпасть всего 40-70 мм. Почва опытного участка - лугово-болотная, типичная для рисовых севооборотов области. Отличается низким содержанием гумуса до 1% и высоким значением плотного остатка 0,6-0,8%. Тип засоления - сульфатный, средnezасоленный. Почвенные анализы проведены в аналитической лаборатории КазНИИ рисоводства им.И.Жахаева (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика почвы экспериментального участка

Горизонт	pH	mV	Плотный остаток	Анионы, % /мг-экв в 100г почвы				Катионы, % /мг.экв в 100г почвы			Сум-ма солей
См			%	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	%
0-20	7,64	-24	0,8	0	0,027	0,018	0,576	0,17	0,046	0,016	0,853
20-40	7,55	-19	0,6	0	0,021	0,018	0,600	0,17	0,046	0,025	0,880
				0	0,350	0,5	12,5	8,5	3,75	1,100	

Исследования были проведены в контрастные по условиям увлажнения годы (таблица 2). В целом, 2013 и 2015 годы были более благоприятными для роста и развития ячменя, и согласно градации по значению гидротермического коэффициента характеризовались как достаточно увлажненные, а 2014 год характеризовался как очень засушливый.

Таблица 2 - Гидротермические условия периода «цветение-созревание» ярового ячменя в условиях Кызылординской области

Показатель		Цветение - созревание		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.
Σ осадков, мм		28,0	0	32,4
Температура, °C	средняя	20,1	23,6	19,8
	Σ активных температур	233,8	259,4	276,4
Гидротермический коэффициент, ГТК мм/град.		1,19	0,04	1,17

Результаты исследований

Результаты исследований показали, что содержание белка в зерне изменялось в значительных пределах и зависело от биологических особенностей сортообразцов и погодных условий. Так, содержание белка в зерне у сортообразцов колебалось от 11,2 (Скарлетт) до 16,8 % (3/12-01), у стандарта Сыр Аруы он составил 15,2 %. Самое его высокое содержание 15,2-15,9 % отмечено в засушливый 2014 год, когда в период налива зерна не было осадков. Тогда как, в благоприятные по увлажнению 2013 и 2015 годы наблюдалось снижение содержания белка зерне, в частности у образцов среднеспозней группы до 12,3 %. В целом, отмечена прямая тесная связь содержания белка в зерне с укороченным вегетационным периодом ($r = 0,72 \pm 0,14$) и незначительное его варьирование по годам у скороспелых и среднеспелых сортообразцов (таблица 3).

Таблица 3 – Варьирование основных признаков качества зерна ячменя в зависимости от длины вегетационного периода

Показатели	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Скороспелые сортообразцы			
Белок, %	$14,7 \pm 0,21$	$15,9 \pm 0,23$	$14,9 \pm 0,19$
Крахмал, %	$53,5 \pm 0,23$	$57,9 \pm 0,32$	$55,3 \pm 0,35$
Урожайность, г/м ²	$348 \pm 19,4$	$298 \pm 17,9$	$354 \pm 16,4$
Вегетационный период, дней	$71 \pm 0,42$	$69 \pm 0,34$	$74 \pm 0,32$
Среднеспелые сортообразцы			
Белок, %	$14,3 \pm 0,15$	$15,2 \pm 0,18$	$14,7 \pm 0,20$
Крахмал, %	$53,7 \pm 0,33$	$55,3 \pm 0,34$	$55,8 \pm 0,37$
Урожайность, г/м ²	$353 \pm 21,3$	$303 \pm 15,7$	$365 \pm 16,7$
Вегетационный период, дней	$78 \pm 0,48$	$76 \pm 0,39$	$80 \pm 0,35$
Среднепоздние сортообразцы			
Белок, %	$12,3 \pm 0,21$	$12,9 \pm 0,24$	$12,8 \pm 0,12$
Крахмал, %	$55,6 \pm 0,27$	$56,5 \pm 0,17$	$57,3 \pm 0,24$
Урожайность, г/м ²	$361 \pm 24,3$	$285 \pm 13,6$	$358 \pm 18,7$
Вегетационный период, дней	$85 \pm 0,45$	$82 \pm 0,37$	$84 \pm 0,23$

Выявлена зависимость уровня белковости от происхождения генотипов. Образцы из Казахстана и восточных стран (Сирия, Иран) обладали высоким содержанием белка, образцы из стран умеренного климата (Германия, Чехия, Турция, Украина) отличались качественными признаками, характерные для пивоваренных сортов. Следовательно, признак «содержание белка» является одним из наиболее важных параметров адаптивности к неблагоприятным факторам среды во время налива и созревания зерна.

Для селекционера представляют ценность те высокобелковые формы, которые в стрессовых условиях сохранили нормальный метаболизм, выражающийся в пропорциональном накоплении всех запасных ингредиентов. В связи с тем, что сам по себе показатель «% белка» не отражает степень белковости нормально сформированного зерна, выращенного в экстремальных условиях Приаралья, применили способ выявления высокобелковых форм, разработанный Перуанским Ю.В., Сариевым Б. С. [2].

Согласно данному способу, необходимо рассчитывать коэффициент «% крахмала / % белка», и считать полноценным то зерно, у которого он выше 3,5. Образцы с коэффициентами ниже 3,5 выбраковывались из дальнейшей проработки, несмотря на высокое содержание белка.

По результатам исследований, нами выделены сортообразцы с высоким содержанием белка в вполне сформированных зерновках, т.е. с коэффициентами выше 3,5, стабильно

сохраняющие этот признак независимо от погодных условий, в сочетании с высокой продуктивностью, составляющие основной фонд в селекции на этот признак. Заслуживают внимания устойчивые по высокому содержанию белка сортообразцы из коллекции ИКАРДА, характеризующиеся одновременно с высокой продуктивностью, устойчивостью к засолению и фузариозной корневой гнили.

Выделенные образцы являются ценным исходным материалом для селекции сортов ячменя кормового направления и широко применяются в программах гибридизации (рисунок).

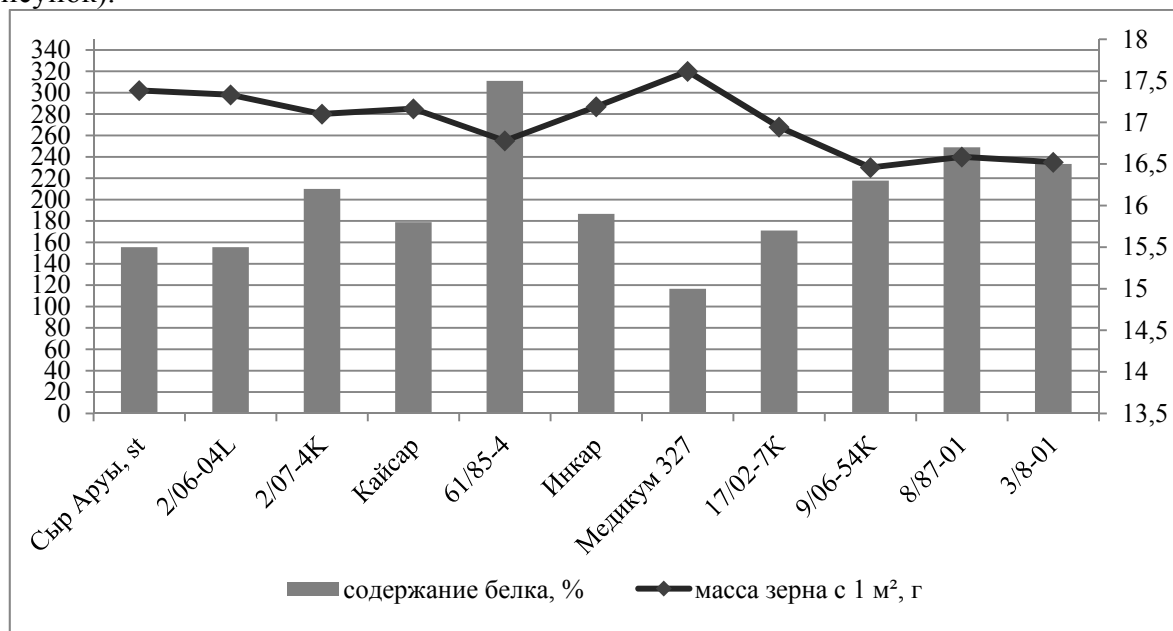


Рисунок – Продуктивные сортообразцы ярового ячменя со стабильным содержанием белка (не ниже 14 %) и коэффициентом выше 3,5 (2013-2015 гг.)

С целью выявления доноров высокого качества зерна были проведены скрещивания по методу топкросса, где в качестве материнских форм были использованы: 61/85-4 (КазНИИЗР); 2/06-04L, 2/07-4K, 9/06-54K (КазНИИР им.И.Жахаева); 3/8-01 (ИКАРДА); Медикум 327 (КарНИИРиС). В качестве отцовских форм районированные сорта местной селекции: Сыр Аруы, Инкар, Кайсар.

Для определения наличия взаимодействия генотипа и среды по признаку «содержание белка» исследования проводили в двух контрастных по увлажнению годы 2013 и 2014 годы. Дисперсионный анализ показал наличие высокодостоверных различий ($P < 0,01$) как между сортообразцами, так и по взаимодействию «линии $\times$ условия», то есть накопление белка у разных гибридных популяций зависит от внешних условий (таблица 4).

Таблица 4 – Анализ вариантов комбинационной способности по признаку «содержание белка» гибридов F_1 ярового ячменя в условиях Кызылординской области, 2013-2014 гг.

Источники варьирования	df	Ss	Ms	Fф	F _{0,05}
ОКС _i $\times$ год выращивания	5	75,2	15,04	136,7	2,4
ОКС _j $\times$ год выращивания	2	154,1	77,05	700,5	3,18
СКС $\times$ год выращивания	10	89,3	8,93	81,2	2,01
Случайные отклонения	34	3,8	0,11	-	-
Примечание: i, j – линии и тестеры, соответственно					

Достоверные различия гибридов по ОКС и СКС указывают, что в проявлении признака участвуют как аддитивные, так и неаддитивные эффекты генов. В детерминации данного признака независимо от условий выращивания значительную роль играют гены с аддитивными эффектами – 87,3 и 72,9 %, но отмечено влияние средовых факторов на долю вклада ОКС линий и тестеров. Так, в засушливых условиях 2014 года основное влияние оказали аддитивные генные взаимодействия отцовских форм – 80,2 %. А достаточно увлажненные условия 2013 года одинаково стимулировали экспрессивность аллельных генных эффектов как материнских (37,3 %), так и отцовских форм (39,2 %), а также неаллельные эффекты генов (23,4 %), которая в числовом выражении варьанса была несколько выше, чем в засушливых условиях 2014 года (таблица 5).

Таблица 5 – Дисперсионный анализ комбинационной способности по содержанию белка у гибридов в зависимости от погодных условий

Годы исследований	Источники варьирования				
	ОКС _i	ОКС _j	СКС	Доля ОКС %	Доля СКС %
2013 год: ГТК _{цветение-созревание} – 1,17	43,5*	45,7*	27,3**	72,9	27,1
2014 год: ГТК _{цветение-созревание} – 0,04	10,5**	124,6**	20,2*	87,3	12,7
Примечание: ** достоверно при $P < 0,01$; * достоверно при $P < 0,05$; i, j – линии и тестеры, соответственно					

Согласно данным таблицы 6, достоверно высокими эффектами ОКС выделились сортообразцы 2/07-4К, 9/06-54К и сорта-тестеры Сыр Аруы и Инкар. Для данных сортообразцов характерно наличие положительных оценок ОКС по числу зерен в колосе и отрицательных по продолжительности вегетационного периода. Образцами, сочетающие относительно высокие эффекты ОКС и варианты СКС являются 2/06-04L и 3/8-01. Лучшей родительской формой в селекции на повышение уровня белковости является линия 2/07-4К, у которой отмечено благоприятное сочетание высокой ОКС и СКС, причем аддитивная варьанса в количественном выражении преобладала над неаддитивной. В специфических комбинациях лучшими оказались гибриды: 2/07-4К x Сыр Аруы; 9/06-54К x Инкар; 61/85-4 x Кайсар..

Таблица 6 - Оценка комбинационной способности родительских форм по признаку «содержание белка»

Родительские образцы	Параметры комбинационной способности	
	Эффекты ОКС	Вариансы СКС
Тестеры		
Сыр Аруы	+ 2,8	5,25
Инкар	+ 2,5	7,56
Кайсар	- 5,3	21,23
Линии		
2/07-4К	+ 2,4	17,23
2/06-04L	+0,9	21,35
61/85-4	- 3,7	0,83
Медикум 327	- 2,4	12,35

9/06-54K	+ 1,5	2,86
3/8-01	+ 1,3	8,51
HCP _{0,05} (ОКС тестеров) = 1,7		HCP _{0,05} (ОКС линий) = 0,23
HCP _{0,05} (СКС тестеров) = 5,1		HCP _{0,05} (СКС линий) = 6,91

Нами выявлено, что на засоленных почв Казахстанского Приаралья аддитивная изменчивость признака «содержание белка» отрицательно достоверно значимо коррелировала с ОКС родителей по длине вегетационного периода, также была обнаружена средняя отрицательная корреляция с ОКС и СКС массы 1000 зерен, высокая отрицательная связь с СКС массы зерна с колоса. Проведенный анализ показал, что подбор сортов по признакам с высокой генотипической детерминированностью: длина вегетационного периода и масса 1000 зерен, в какой-то степени может предсказывать фенотипический отбор в расщепляющихся гибридных популяциях, использование их в качестве прогнозируемых или же косвенных параметров для оценки донорских свойств сортов по содержанию белка. Величины других признаков не могут служить прогнозирующими критериями высокой комбинационной способности родителей. Следовательно, наиболее эффективным при создании сортов с высоким качеством зерна ячменя является обязательное определение комбинационной способности, так как величина фенотипического выражения признака не всегда отражает донорские свойства генотипов и соблюдение эколого-географического принципа подбора, используемых в гибридизации родительских форм.

Выводы

Проведенные исследования по поиску высокобелковых форм ячменя позволили создать ценный исходный материал с набором образцов со стабильным содержанием белка выше 14 % в сочетании с высокой продуктивностью и адаптивностью к местным условиям. Включение исходного материала в систему топкроссных скрещиваний определило их донорские свойства и выявило ряд закономерностей зависимости уровня протеина от эколого-географического происхождения генотипов, продолжительности вегетационного периода и погодных условий. Так, генетическая система, контролирующая признак «содержание белка», включает аддитивные, доминантные и эпистатические генные взаимодействия. Выделены гибридные популяции с «аддитивный х аддитивный» типом эпистаза, что указывает на интеграцию в одном генотипе доминантных генов аддитивного действия, а значит на возможность проведения эффективного отбора высокобелковых форм в ранних поколениях гибридов.

Литература

1. Косолапов В.М. Основные направления улучшения качества зернофуража // Зерновое хозяйство России № 5(11). – 2010. – С.51-54
2. Kudla M. Оценка исходного материала в селекции ячменя на повышение содержания белка в зерне // Hoddow rosl aklimat inasein. – 1990. - № 3-4. – С. 71-79
3. Перуанский Ю.В., Савич И.М., Сариев Б.С. Способ выявления высокобелковых форм ячменя в условиях жесткой богары // Селекция и семеноводство, 1987. - № 3. – С. 24-25
4. Лукьянова М.В., Оруддов Г.Г. Исходный материал по содержанию белка в зерне // Материалы 1-ой Республиканской конференции по биохимии, Баку. – 1990. – С. 86-92
5. Родина Н.А., Пигозина З.М. Исходный материал и селекция скороспелых сортов ячменя // Матер. Совещ. по проблемам селекции зерновых культур в Нечерн. зоне России. – 1995.- С. 25-32

6. Сурин Н.А. Совершенствование адаптивных свойств ячменя в процессе селекции // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2007. - № 6. – С. 18-24
7. Гамзикова О.И., Федулова Н.М. Биохимические особенности зерна сортов ячменя и взаимосвязь их с урожаем // Селекция и семеноводство зерновых культур, ВАСХНИЛ. – 1980. – С. 59-63
8. Гончарова Л.П. Продуктивность и качество зерна гибридов ячменя от скрещивания с Хайпроли Riso 1508 // Селекция и семеноводство с.-х. культур в Западной Сибири // 1985. – С. 55-61
9. Тохетова Л.А. Генетический контроль и прогнозирование отбора по основным хозяйственно-ценным признакам ярового ячменя // Вестник Прикаспия. – 2014. – №1 (4). – С. 45-49
10. Савченко В.К. Генетико-статистические параметры и их использование в селекции растений на продуктивность. – Таллин, 1981. – С. 86-101
11. Тарутина Л.А., Хотылева Л.В. Оценка изменчивости комбинационной способности в различных условиях среды // Генетический анализ количественных и качественных признаков с помощью математико-статистических методов – М.ВНИИТЭИ сельхоз – 1973 –С.74-82

Tokhetova L., Shermagambetov K., Tautenov I., Baizhanova B., Demesinova A., Bekova M.

INITIAL MATERIAL FOR BREEDING OF BARLEY FEED DIRECTION: SOURCES AND DONORS OF THE HIGH PROTEIN

Annotation

The article presents the results of complex study on the economic-valuable traits of the barley collection material of domestic and foreign selection under the saline soils of rice systems Kyzylorda region, were selected sources with stable high protein content, in combination with high productivity. The inclusion of the initial material in top cross crosses it possible to determine their donor properties and to reveal the dependence of protein content in the grain from the ecological and geographical origin of genotypes, length of growing period and weather conditions.

Keywords: feed barley, breeding, variety, collection, combining ability, sources, donors, productivity, protein content.

УДК 633.32

Тыныкулов М.К., Бегалина А.А., Данабекулы А.

Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина

ЧЕРЕЗРЯДНЫЙ ПОСЕВ СИЛОСНЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

В статье отражены результаты технологических приемов по уплотненным посевам кукурузы и сахарного сорго. Показаны оптимальные способы посева и нормы высева данных культур в смешанных посевах. Дается информация по общей продуктивности сахарного сорго, по выходу кормовых единиц и переваримого протеина с 1 га уборочной площади.

Ключевые слова: сорго, кукуруза, кормовая единица, способ посева, норма высева.