

**КАЧЕСТВО ЗЕРНА ПИВОВАРЕННЫХ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ,
ИССЛЕДУЕМЫХ ПО «ПЕКИНСКОЙ ПРОГРАММЕ»,
В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**GRAIN QUALITY OF BREWING BARLEY VARIETIES INVESTIGATED WITHIN
THE FRAME OF "BEIJING PROGRAM" IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF WEST SIBERIA**

Ключевые слова: ячмень пивоваренный, полевые качества, биохимические качества, экстрактивность, энергия прорастания, вегетационный период, межфазный период.

Селекция пивоваренного ячменя в России – перспективное направление растениеводства. Одним из главных факторов, влияющих на необходимость поиска новых сортов ячменя, являются климатические условия. Сорта пивоваренного ячменя, завозимые из стран Европы, зачастую не выдерживают специфических погодных условий Западной Сибири и других российских регионов. В целях развития сотрудничества в сфере агропромышленного комплекса между государствами-членами Шанхайской организации сотрудничества (ШОС) заключено соглашение, которое стало основой пилотного проекта под названием «Пекинская программа». Биохимический анализ зерна иностранных пивоваренных сортов, полученных по «Пекинской программе», показал, что исследуемые сорта формируют зерно, соответствующее ГОСТу по пивоваренным качествам, но с низкими посевными свойствами и урожайностью. Также они уступают стандартному сорту Омский 90 по крупности и экстрактивности зерна и имеют затяжной период вегетации в условиях южной лесостепи Западной Сибири. По совокупности признаков качества зерна, отвечающих требованиям пивоваренного, и по урожайности для дальнейшей работы селекционерам в условиях южной лесостепи Западной Сибири рекомендуется французский сорт Одиссей. Исследования сортов пивоваренного ячменя, полученных ГНУ СибНИИСХ по «Пекинской программе», будут продолжены.

Keywords: brewing barley, sowing qualities, biochemical qualities, extract content, germination power, growing season, inter-stage period.

The breeding of brewing barley in Russia is a promising direction in crop production. The climatic conditions are one of the main factors which determine the need for searching new barley varieties. The brewing barley varieties imported from Europe often do not withstand the specific weather conditions in West Siberia and other Russian regions. In order to develop cooperation in the sphere of agricultural industry between the Member States of the Shanghai Cooperation Organization (SCO), an agreement which became the basis of a pilot project called "Beijing Program" was signed. Biochemical tests of the grain of foreign brewing barley varieties obtained within the frame of the "Beijing Program" showed that the investigated varieties formed the grain which conformed to the GOST (National Standard) in terms of brewing qualities, but revealed low sowing qualities and low yielding capacity. They also came short of kernel size and extract content as compared to the standard variety Omskiy 90, and revealed longer growing season in the conditions of the southern forest-steppe of West Siberia. A French variety Odyssey is recommended to be used by plant breeders in the southern forest-steppe of West Siberia due to the set of characters of grain quality which meets the requirements of brewing barley and yield capacity. The study of brewing barley varieties within the frame of the "Beijing Program" will be continued.

Юсова Оксана Александровна, к.с.-х.н., зав. лаб. генетики, физиологии и биохимии растений, Сибирский НИИ сельского хозяйства, г. Омск. Тел.: (3812) 77-60-94. E-mail: ksanajusva@rambler.ru.

Николаев Петр Николаевич, зав. лаб. селекции ячменя и проса, Сибирский НИИ сельского хозяйства, г. Омск. Тел.: (3812) 77-60-53. E-mail: nikolaevpetr@mail.ru.

Поползухин Павел Вавилович, к.с.-х.н., зам. директора по производственной и инновационной работе, Сибирский НИИ сельского хозяйства, г. Омск. Тел.: (3812) 77-67-22. E-mail: ksanajusva@rambler.ru.

Yusova Oksana Aleksandrovna, Cand. Agr. Sci., Head, Plant Genetics, Physiology and Biochemistry Laboratory, Siberian Research Institute of Agriculture, Omsk. Ph.: (3812) 77-60-94. E-mail: ksanajusva@rambler.ru.

Nikolayev Petr Nikolayevich, Head, Barley and Millet Breeding Laboratory, Siberian Research Institute of Agriculture, Omsk. Ph.: (3812) 77-60-53. E-mail: nikolaevpetr@mail.ru.

Popolzukhin Pavel Vavilovich, Cand. Agr. Sci., Deputy Director for Production and Innovation, Siberian Research Institute of Agriculture, Omsk. Ph.: (3812) 77-67-22. E-mail: ksanajusva@rambler.ru.

Введение

Селекция пивоваренного ячменя в России – перспективное направление растениеводства. Она необходима, так как иначе россий-

ская отрасль пивоварения будет полностью зависеть от поставок дорогостоящего импортного сырья (данная ситуация наблюдается в настоящее время). Основные задачи

сейчас заключаются не только во внедрении сортов в производство, но и в создании новых пивоваренных сотов ячменя, адаптивных к контрастным условиям климата последних лет. Это позволит снизить затраты на производство пива в России и одновременно повысить его качество [1].

Западная Сибирь располагает обширной территорией, благоприятной для возделывания ячменя пивоваренного направления с пониженным содержанием белка и повышенным уровнем безазотистых экстрактивных веществ. Этим в целом и определяются направления селекционной работы с ячменем [2].

Помимо старых, зарекомендовавших себя сортов пивоваренного ячменя, с каждым годом селекционеры презентуют новые штаммы, обладающие принципиально новыми качествами, в зависимости от требований агрономов [3]. Одним из главных факторов, влияющих на необходимость поиска новых сортов ячменя, являются климатические условия. Сорты пивоваренного ячменя, завозимые из стран Европы, зачастую не выдерживают специфических погодных условий Западной Сибири и других российских регионов.

Цель исследований – выделение перспективных генотипов ячменя с высокими пивоваренными качествами в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Условия, объекты и методы

Объектом исследования служили сорта ячменя, предоставленные для исследований ФГБНУ «СибНИИСХ» согласно «Пекинской программы», в целях развития сотрудничества в сфере агропромышленного комплекса между государствами-членами Шанхайской организации сотрудничества (ШОС). Союз производителей ячменя, солода, хмеля и пивоваренной безалкогольной продукции (ВМВУ) и Китайский национальный исследовательский институт пищевой и ферментной промышленности (КНИИПиФП), имеющий поручение Китайской солодовенной и пивоваренной промышленности, заключили соглашение, которое стало основой пилотного проекта под названием «Пекинская програм-

ма». Программа направлена на производство товарного пивоваренного ячменя на российской территории и последующего экспорта в КНР и страны Шанхайской организации сотрудничества (ШОС).

Посев исследуемых сортов ячменя на опытных полях ФГБНУ «СибНИИСХ» проведен третьей культурой после чистого пара (пар-пшеница-пшеница-ячмень) 20 мая сеялкой ССФК-7. Площадь делянки – 14 м². Повторность четырехкратная. Норма высева – 4,5 млн всхожих зерен на 1 га.

Биохимический анализ зерна исследуемых сортов проводился в абсолютно сухой навеске с последующим перерасчетом достоверности признака, аналитическая повторность – двукратная. Размол зерна проводили на мельнице «Циклотек 1092». Содержание азота в зерне осуществляли на автоматическом анализаторе «KjeltelAuto 1030 Analyzer», коэффициент пересчета азота на белок для зерна ячменя пивоваренного направления – 6,25 [4], также определена экстрактивность зерна [5]. Математическая обработка данных проведена методами вариационного, корреляционного и двухфакторного дисперсионного анализов по пособию Б.А. Доспехова [6] в приложении Excel для ПК.

Вегетационный период 2013 г. можно охарактеризовать как достаточно увлажненный (ГТК = 0,99). Суммарные показатели были близки к среднемноголетним. В июне среднесуточная температура воздуха превышала среднемноголетнее значение на 1,7°С, а количество осадков составило 71% от нормы. Июль и третья декада августа отличались температурой воздуха ниже средних значений, с количеством осадков в этих месяцах на 20% выше нормы.

По данным Гидрометеорологического центра, вегетационный период 2014 г. в целом отличался недостаточным увлажнением: за май-сентябрь выпало 68% осадков при среднесуточной температуре воздуха на 0,1°С ниже нормы. Сухая и жаркая погода во 2-3-й декадах июня сменилась влажными и прохладными условиями в июле.

Таблица 1

Климатические особенности периодов вегетации 2013, 2014 гг. (Омская ГМОС)

Месяц	Ср. температура воздуха, С ⁰		Количество осадков, мм	
	2013 г.	± к норме	2013 г.	% от среднемноголетних
Май	11,9	+0,3	23,0	88,0
Июнь	19,3	+1,7	36,0	71,0
Июль	17,9	-1,4	80,0	119,0
Август	16,1	+0,2	64,0	121,0
	2014 г.		2014 г.	
		± к норме		% от среднемноголетних
Май	12,6	+1,3	21,1	61,7
Июнь	18,2	+0,5	15,0	27,7
Июль	16,4	-3,4	55,9	95,0
Август	19,1	+3,0	42,9	79,9

По обеспеченности растений основными питательными элементами в слое почвы 0-50 см, согласно градации А.Е. Кочергина [7], содержание нитратного азота изучаемых делянок низкое (5,1-5,4 мг/кг). Обеспеченность P_2O_5 и K_2O очень высокое и составляет, соответственно, 229-235 и 318-325 мг/кг почвы, по Чирикову [8].

Результаты и их обсуждение

В рамках «Пекинской программы» ФГБНУ «СибНИИСХ» предоставлены сорта пивоваренного ячменя, которые проанализированы по качеству зерна еще до посева (табл. 2). Стандартом выступает сорт селекции ФГБНУ «СибНИИСХ» Омский 90. В настоящее время сорта пивоваренного направления оцениваются более чем по двадцати показателям, однако основных – несколько, на которые опираются селекционеры, отбирая селекционный материал и проводя отбор в популяциях. Согласно ГОСТ-5060-86 это следующие признаки:

- высокая экстрактивность (не менее 75-78%);
- масса 1000 зерен более 40 г;
- содержание белка не более 12%.

Из данных таблицы 2 следует, что по качеству зерна все исследуемые сорта соответствуют требованиям ГОСТа (содержание белка в зерне меньше 12%) и превышают стандарт по экстрактивности за счет высокой массы 1000 зерен. Исключение составляет сорт Кангу с высокой белковостью зерна (12,4%), минимальными массой 1000 зерен (47,5 г) и экстрактивностью (80,2%). По экстрактивности зерна можно предварительно прогнозировать экстрактивность солода [9]. Генетическую выравненность сортов по анализируемым признакам подтверждает низкая изменчивость признака ($CV = 5,5-9,9\%$).

Западная Сибирь традиционно считается зоной рискованного земледелия. Типично континентальный климат южной части Западной Сибири с коротким вегетационным периодом, поздним прекращением заморозков

весной и ранним наступлением их осенью, проявлением региональных типов засух и ливневых осадков обуславливают необходимость внедрения в производство сортов зерновых, выносливых к экстремальным условиям возделывания. Внесенные в Государственный Реестр сорта, как правило, приспособлены к местным условиям произрастания. Данные наших исследований по продолжительности периода вегетации и основных межфазных периодов в 2013, 2014 гг. исследуемых сортов пивоваренного ячменя представлены в таблице 3.

Погодные условия периода вегетации 2014 г. способствовали сокращению межфазного периода всходы-колошение на 3 сут. и увеличению периода колошение-полная спелость – на 6 сут., в среднем по питомнику. Соответственно, и продолжительность периода вегетации увеличилась в среднем на трое суток.

Продолжительность периода вегетации стандартного сорта Омский 90 составляет в среднем 92 сут., из них 52 сут. приходится на межфазный период всходы-колошение и 40 сут. – на межфазный период колошение-полная спелость. Соответствуют стандарту по данным показателям лишь два сорта – Кангу и Овертюр. Сорта Бр. 11037у5 и Одиссей имеют более продолжительный период вегетации за счет превышения в каждом межфазном периоде на 1-2 сут. Сорт Орфелия характеризуются укороченным межфазным периодом всходы-колошение (на 1 сут. короче, чем у стандарта) и затяжным межфазным периодом колошение-полная спелость (на 2-3 сут. продолжительней стандарта).

Климатические особенности южной лесостепи Западной Сибири периодов вегетации 2013, 2014 гг. оказали влияние на формирование показателей качества зерна в сравнении с данными биохимического анализа, проведенного до посева: содержание белка, в среднем по питомнику, увеличилось на 2,2%, масса 1000 зерен – на 0,9%, а экстрактивность зерна снизилась на 2,1% (табл. 3).

Таблица 2

Качество зерна сортов пивоваренного ячменя перед посевом

Сорт	Белок, %	Масса 1000 зерен, г	Экстрактивность, %
Омский 90, st.	10,3	48,0	82,0
Бр. 11037у5	9,2	49,7	83,2
Орфелия	8,8	52,9	84,0
Кангу	12,4	47,5	80,2
Одиссей	10,2	50,9	82,6
Овертюр	9,4	51,2	83,3
Ср. по питомнику	10,1	50,0	82,6
Max	12,4	52,9	84,0
Min	8,8	47,5	80,2
CV, %	9,8	5,5	4,3
НСР ₀₅	0,3	0,9	0,2

Таблица 3

Продолжительность периода вегетации и основных межфазных периодов у сортов пивоваренного ячменя, сут.

Сорт	Межфазный период, сут.						Период вегетации, сут.		
	всходы-колошение			колошение-полная спелость			2013 г.	2014 г.	\bar{X}
	2013 г.	2014 г.	\bar{X}	2013 г.	2014 г.	\bar{X}			
Омский 90, st.	53	50	52	36	43	40	89	93	92
Бр. 11037у5	53	52	53	39	43	41	92	95	94
Орфелия	52	50	51	39	44	42	91	94	93
Кангу	53	50	52	37	43	40	90	93	92
Одиссей	55	51	53	38	43	41	93	94	94
Овертюр	53	49	51	36	44	40	89	93	91
Ср. по питомнику	53	50	52	37	43	40	90	93	92
Max	55	52	53	39	44	42	93	95	94
Min	52	49	51	36	43	40	89	93	91
CV, %	1,8	2,1	1,7	3,7	1,2	2,0	1,8	0,9	1,3
HCP ₀₅	1,0								

Таблица 4

Качество зерна сортов пивоваренного ячменя

Сорт	Содержание белка, %			Масса 1000зерен, г			Экстрактивность, %		
	2013 г.	2014 г.	\bar{X}	2013 г.	2014 г.	\bar{X}	2013 г.	2014 г.	\bar{X}
Омский 90, st.	11,2	12,9	12,1	52,9	53,3	53,1	81,1	80,6	80,9
Бр. 11037у5	10,5	14,2	12,4	46,9	52,3	49,6	80,8	79,7	80,3
Орфелия	10,6	15,4	13,0	47,5	55,6	51,6	80,9	78,9	79,9
Кангу	11,1	14,1	12,6	48,9	53,0	50,9	80,6	79,6	80,1
Одиссей	10,4	13,4	11,9	48,9	55,6	52,3	81,2	80,5	80,9
Овертюр	10,4	12,7	11,6	45,9	50,6	48,3	80,9	80,4	80,7
Ср. по питомнику	10,7	13,8	12,3	48,5	53,4	50,9	80,9	79,9	80,5
Max	11,2	15,4	13,0	52,9	55,6	53,1	81,2	80,6	80,9
Min	10,4	12,7	11,6	45,9	50,6	48,3	80,6	78,9	79,9
CV, %	4,9	5,8	-	5,2	4,6	-	5,6	1,0	-
HCP ₀₅	0,7	0,2	-	0,8	0,8	-	0,5	0,2	-

Таблица 5

Урожайность сортов пивоваренного ячменя, т/га

Сорт	2013 г.	2014 г.	\bar{X}
Омский 90, standart	2,9	4,2	3,6
Бр. 11037у5 (Германия, Джозеф Бройн)	2,9	2,9	2,9
Орфелия (Германия, КВС)	3,0	3,7	3,4
Кангу (Франция, Лимагрейн)	2,6	2,7	2,7
Одиссей (Франция, Лимагрейн)	2,5	3,6	3,1
Овертюр (Франция, Лимагрейн)	2,6	2,9	2,8
Ср. по питомнику	2,8	3,3	3,1
Max	3,0	4,2	3,6
Min	2,5	2,7	2,7
CV, %	7,8	17,7	-
HCP ₀₅	0,2	0,2	-

Имеются различия и по годам произрастания. Так, погодные условия 2014 г., способствовавшие увеличению продолжительности периода вегетации, сказались и на формировании качества зерна. Содержание белка в зерне урожая 2014 г. превышает аналогичный показатель 2013 г. на 3,1%, массы 1000 зерен – на 4,9%, в среднем по питомнику. Увеличение белковости зерна привело к снижению экстрактивности на 1%. Урожай-

ность 2014 г. также увеличилась, в среднем по питомнику на 0,5 т/га (табл. 5). По мнению зарубежных авторов, признаки масса 1000 зерен и урожайность положительно коррелируют с крахмалистостью зерна на одном растении [10].

В среднем за период сортоиспытания минимальную белковость зерна имеют сорта Одиссей и Овертюр (11,6 и 11,9% соответственно). По массе 1000 зерен и экстрактив-

ности зерна все исследуемые сорта соответствуют ГОСТу, но ни один из них не превышает стандарт Омский 90, максимальные показатели по массе 1000 зерен у сортов Орфелия и Одиссей (51,6 и 52,3%). По экстрактивности на уровне стандарта сорта Одиссей и Овертюр (80,9 и 80,7%). Ни один из исследуемых сортов не превышает стандарт по урожайности, наиболее урожайны сорта Орфелия и Одиссей (соответственно, 3,4 и 3,1 т/га).

По совокупности признаков качества зерна, отвечающих требованиям пивоваренного, и по урожайности заслуживает внимания лишь сорт Одиссей.

Для дальнейшей работы селекционерам можно рекомендовать сорт Овертюр (как источник низкого содержания белка и высокой экстрактивности зерна) и сорт Орфелия (источник повышенной крупности зерна и урожайности).

Исследования сортов пивоваренного ячменя в рамках «Пекинской программы» будут продолжены.

Выводы

Сорта пивоваренного ячменя, исследуемые ГНУ СибНИИСХ в рамках «Пекинской программы», в условиях южной лесостепи Западной Сибири имеют затяжной период вегетации. Данные сорта формируют зерно, соответствующее ГОСТу по пивоваренным качествам, но уступают стандартному сорту Омский 90 как по крупности и экстрактивности зерна, так и по урожайности.

Сорт Одиссей рекомендуется селекционерам по комплексу признаков качества зерна, отвечающего требованиям пивоваренного.

Библиографический список

1. Донцов Д.П., Филиппов Е.Г., Донцова А.А. Анализ зависимости пивоваренных показателей у сортов ярового ячменя, различных по эколого-географическому происхождению // Актуальные проблемы развития агропромышленного комплекса в Верхневолжье: сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф.; ГНУ Владимирский НИИСХ Россельхозакадемии. – Суздаль, 2011. – С. 289-294.
2. Сурин Н.А. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур сибирской селекции и пути его совершенствования (пшеница, ячмень, овес). – Новосибирск, 2011. – С. 3.
3. Братцева Л.И., Николаев П.Н., Поползухин П.В. Селекция ярового ячменя в Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 5. – С. 11-13.
4. Плешков Б.В. Практикум по биохимии растений. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 255 с.
5. Технология солода, пива и безалкогольных напитков / К.А. Калунянц, В.Л. Яровен-

ко, В.А. Домарецкий и др. – М.: Колос, 1992. – 446 с.

6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований – Изд. 6-е, доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

7. Кочергин А.Е. Итоги изучения удобрений в Западной Сибири // Действие удобрений на урожай и его качество: сб. науч. тр. – М., 1965. – С. 127-135.

8. Huang Zu-Liu. Yangzhoy daxue xuebae, zizan kexue ban / Zu-Liu Huang, Yu-Ping Pan // J. Yangzhou Univ. Natur. Sci. – 2000. – Vol. 3 (1). – P. 36-40.

9. Baker R.J., Bendelow V.M., Buchannon K.W. Early Generation Inheritance of Malting Quality Characters in a Barley Cross // Crop. Sci. – 1968. – Vol. 8. – P. 446-448.

References

1. Dontsov D.P., Filippov E.G., Dontsova A.A. Analiz zavisimosti pivovarennykh pokazatelei u sortov yarovogo yachmenya, razlichnykh po ekologo-geograficheskomu proiskhozhdeniyu // Aktual'nye problemy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa v Verkhnevolzh'e: sb. dokl. Vserossiiskoi nauch.-prakt. konf. GNU Vladimirsii NISKh Rossel'khozakademii. – Suzdal', 2011. – S. 289-294.

2. Surin N.A. Adaptivnyi potentsial sortov zernovykh kul'tur sibirskoi seleksii i puti ego sovershenstvovaniya (pshenitsa, yachmen', oves). – Novosibirsk, 2011. – S. 3.

3. Brattseva L.I., Nikolaev P.N., Popolzukhin P.V. Seleksiya yarovogo yachmenya v Zapadnoi Sibiri // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2013. – № 5. – S. 11-13.

4. Pleshkov B.V. Praktikum po biokhimii rastenii. – 3-e izd., dop. i pererab. – M.: Agropromizdat, 1985. – 255 s.

5. Tekhnologiya soloda, piva i bezalkogol'nykh napitkov / K.A. Kalunyants, V.L. Yarovenko, V.A. Domaretskii i dr. – M.: Kolos, 1992. – 446 s.

6. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy. – izd. 6-e, dop. i pererab. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

7. Kochergin A.E. Itogi izucheniya udobrenii v Zapadnoi Sibiri // Deistvie udobrenii na urozhai i ego kachestvo: Sb. nauch. tr. – M., 1965. – S. 127-135.

8. Huang Zu-Liu. Yangzhoy daxue xuebae, zizan kexue ban / Zu-Liu Huang, Yu-Ping Pan // J. Yangzhou Univ. Natur. Sci. – 2000. – Vol. 3 (1). – P. 36-40.

9. Baker R.J., Bendelow V.M., Buchannon K.W. Early Generation Inheritance of Malting Quality Characters in a Barley Cross // Crop. Sci. – 1968. – Vol. 8. – P. 446-448.