

УДК 633.14: 631.52

В.И. Полонский, А.В. Сумина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ СЕЛЕКЦИИ

С помощью неповреждающих экспрессных методов проведена оценка 162 образцов ярового ячменя, выращенных в течение трех лет по паровому предшественнику в Емельяновском районе Красноярского края. На основе полученных данных выделены контрастные группы, которые могут рассматриваться в качестве перспективных форм для селекции ячменя различного направления.

Ключевые слова: зерно, ячмень, генотип, плотность, пленчатость, белок, поглощение воды, селекция.

V.I. Polonskiy, A.V. Sumina

THE ALTERNATIVE METHOD USE FOR ASSESSING THE BARLEY GRAIN QUALITY WITH THE PURPOSE OF SELECTION

162 samples of spring barley grown for three years on the fallow predecessor in Yemelyanovskiy district of the Krasnoyarsk Territory are assessed using the non-damaging express methods. Based on the received data the contrasting groups that can be considered as promising forms for barley selection of different directions are singled out.

Key words: grain, barley, genotype, density, scarious characteristics, protein, water absorption, selection.

Введение. На сегодняшний день в Красноярском крае сложилась такая специализация зернового производства, при которой ячмень выращивается исключительно на фуражные цели. Конечно, отчасти это можно объяснить особенностями агроклиматических условий территории, при которых вложенные временные и материальные затраты для выращивания зерна с пищевой целью не оправдывают ожидания хлеборобов. Ячмень здесь вызревает, но не всегда в силу погодных условий качество его зерна может удовлетворять требованиям производителей. Основными причинами при этом выступают повышенное содержание белка и пленок, несоответствующая твердость эндосперма ячменя и другие требования к технологическим свойствам зерна, отраженные в ГОСТах [1–3].

Теоретически при обоснованном выборе территории, разработке необходимых технологий выращивания, а самое главное, наличии сортов местной селекции, характеризующихся высокой урожайностью и стабильным качеством зерна, не исключена возможность получения ячменя, соответствующего технологическим требованиям для различных целей производства.

В этой связи большую значимость приобретают исследования, направленные на поиск перспективных генотипов для создания сортов местной селекции с заданными показателями качества зерна. В данном процессе важным звеном является выбор методов оценки селекционного материала, так как зачастую для этого необходимо изучить и проанализировать большое количество образцов с целью выделения из них группы с необходимыми признаками. Желательно, чтобы используемые методы были неповреждающими, оперативными, простыми и осуществимыми как в лабораторных, так и полевых условиях. Всем перечисленным выше требованиям удовлетворяют разработанные на основе определения относительного поглощения воды зерном методы оценки качества образцов ячменя [4–9].

Цель исследований. Проведение неповреждающей оценки качества зерна коллекции образцов ячменя с последующим выделением контрастных образцов, перспективных для различных целей селекции.

Материалы и методы исследований. В качестве объекта исследований использовались сорта и селекционные линии ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) различного географического происхождения из коллекции Красноярского НИИ сельского хозяйства СО РАСХН, которые были предоставлены сотрудниками лаборатории селекции серых хлебов. Ячмень выращивали в 2010–2012 годах по паровому предшественнику в Емельяновском районе Красноярского края (ОПХ «Минино»). В работе использовались 162 образца ячменя сибирской селекции. Показатели влажности зерна всех образцов выравнивались в результате выдерживания их в помещении лаборатории при $20 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение нескольких месяцев в зимний период.

Лабораторные исследования проведены в ФГУ ГСАС «Хакасская» (г. Абакан) и лаборатории Хакаского государственного университета им. Н.Ф. Катанова. Содержание белка определяли согласно ГОСТ 10846-91 [10], влажность зерна по ГОСТ 13586.5-93 [11]. Измерение плотности зерна производили путем деления массы зерна (навеска около 10 г, точность измерения 0,01 г) на его объем, используя этот показатель как тождественный твердости зерновки [6]. Оценку пленчатости зерна ячменя проводили по методике, представленной в работе [7], в которой было доказано наличие тесной связи между относительным поглощением воды зерном в течение 1-й мин намачивания и массовой долей пленок.

Статистическая обработка результатов была проведена с помощью программы Microsoft Excel 2003.

Климатические условия ОПХ «Минино» были контрастны по годам исследований и отличались по температурному режиму и влагообеспеченности (табл. 1). Май 2010 года характеризовался недостатком тепла при избыточном количестве осадков в виде дождя и снега, что привело к задержке посева ячменя. Температурные показатели летних месяцев этого года находились в пределах нормы, при этом отмечался дефицит дождей за исключением июля, когда среднемноголетние показатели осадков были превышены почти вдвое. Аналогичная ситуация складывалась в вегетационный период 2011 года. В противоположность этому 2012 год отличался превышением температурных значений в течение всего вегетационного периода, что в совокупности с недостатком влаги негативно сказалось на урожае и качестве зерна ячменя.

Согласно данным лабораторных исследований Красноярского НИИ сельского хозяйства СО РАСХН, почвенные условия в ОПХ «Минино» представлены обыкновенным маломощным и среднемощным черноземами с проявлением эрозийных процессов. Чернозем обыкновенный характеризуется благоприятными почвенными условиями: средним содержанием гумуса 4,2 %, повышенным содержанием фосфора и высоким содержанием калия, нейтральной реакцией почвенного раствора pH – 6,2.

Таблица 1

**Распределение среднемесячных температур и осадков в ОПХ «Минино» за период 2010–2012 гг.
(по данным ГСМ «Минино»)**

Месяц	Май		Июнь		Июль		Август		Сентябрь	
Год	Т*	О**	Т	О	Т	О	Т	О	Т	О
2010	6,7	37,6	17,7	27,1	18,6	114,3	14,9	44,2	9,4	6,7
2011	10,8	44,2	19,6	36,4	16,8	123,9	15,5	95,6	8,5	10,8
2012	10,4	19,6	20,2	17,7	20,6	61,4	14,8	58,2	11,2	10,4
СМГ***	10	29	15	43	19	66	16	61	8	10

* Т – температура, °С; ** О – осадки, %; *** СМГ – среднемноголетнее значение показателей.

Результаты исследований и их обсуждение. Как известно, требования производителей и потребителей к качеству зерна во многом определяются целями его дальнейшего использования и зачастую желательные параметры для одного заготовителя могут выступать недопустимыми для другого. Например, показатель твердости эндосперма зерновки регламентируется для крупяного и пивоваренного производства. Но при изготовлении крупы предпочтительным по качеству и экономически выгодным считается зерно с твердым эндоспермом, а для производства пива необходимо мягкое мучнистое зерно ячменя, что напрямую связано с процессом солодоращения. Поэтому на первом этапе исследований было проведено измерение плотности исследуемых 162 образцов ячменя с целью выделения из них двух контрастных групп с минимальными и максимальными значениями данного физического показателя. Количество образцов в каждой группе было равно 16, что составляло 10 % от общего количества. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Можно видеть, что эти две группы образцов достоверно различались между собой по плотности зерна независимо от года выращивания. Между тем средние величины плотности у всех изучаемых образцов по годам находились практически на уровне $1,2 \pm 0,2$ г/см³. Максимальные значения плотности зерна изменялись в зависимости от года вегетации, достигая наибольшего среднего значения в 2011 году. Группы с минимальной плотностью были стабильны по годам, что численно выражалось величиной этого показателя $1,0 \pm 0,01$ г/см³.

Таблица 2

**Средние значения показателя плотности зерна исследуемых групп образцов ячменя
за период 2010–2012 гг.**

Группа образцов	Плотность зерна по годам, г/см ³		
	2010	2011	2012
Все образцы, n=162	$1,2 \pm 0,2^*$	$1,2 \pm 0,2$	$1,2 \pm 0,1$
Образцы с минимальной плотностью, n=16	$1,0 \pm 0,01$ а**	$1,0 \pm 0,01$ а	$1,0 \pm 0,01$ а
Образцы с максимальной плотностью, n=16	$1,6 \pm 0,1$ б	$1,8 \pm 0,3$ б	$1,4 \pm 0,1$ б

* Стандартное отклонение; ** Значения с разными буквами различаются существенно между группами образцов в пределах одного года репродукции при $P \leq 0,05$.

Ячмени, входящие в контрастные группы, могут рассматриваться в качестве потенциальных источников для создания сортов с определенными заданными параметрами. Например, образцы с минимальным значением плотности зерна могут выступать перспективным исходным материалом при создании сортов пивоваренного направления, а с максимальной плотностью – при выведении сортов для производства круп. Одним из важных условий при этом является стабильность значения плотности зерна по годам. Необходимо, чтобы плотность была связана именно с генотипом растения и мало изменялась под воздействием метеорологических условий. Поэтому из всех образцов были выделены те, которые ежегодно входили в ту или иную крайнюю группу. Следует отметить, что генотипов ячменя, удовлетворяющих данному условию полностью, т.е. входящих в течение трех лет в одну из контрастных групп, обнаружено не было. Вместе с тем были найдены образцы, имеющие в течение 2 лет либо минимальные, либо максимальные значения показателя плотности зерна (табл. 3).

Таблица 3

Образцы ячменя с минимальными и максимальными значениями показателя плотности, зафиксированными в течение 2 лет выращивания

Образец	Год	Плотность, г/см ³	Содержание белка, %	Учреждение-оригинатор	Происхождение
<i>Минимальное значение показателя плотности</i>					
Г 20397	2010/2012	1,0/1,0	9,6 /15,2	СибНИИРС	Nutans
Омский 88	2011/2012	1,0/1,0	14,3/15,2	Омский НИИСХ	Medicum
У-95-1041	2010/2012	1,0/1,0	10,2/14,1	Красноярский НИИСХ	Nutans
М 47	2010/2011	1,0/1,0	10,8/12,3	Якутский НИИСХ	Ricotense
Паллидум 4759	2010/2011	1,0/1,0	9,0/13,1	Омский НИИСХ	Pallidum
<i>Максимальное значение показателя плотности у голозерных форм</i>					
Нудум 4762	2011/2012	2,4/1,4	-	Омский НИИСХ	NUDUM
Омский голозерный 2	2011/2012	1,5/1,4	-	Омский НИИСХ	Celeste
Сутай	2010/2012	1,6/1,4	-	Монголия	Himal
<i>Максимальное значение показателя плотности у пленчатых форм</i>					
Саша	2010/2012	1,5/1,3	13,4/15,3	СибНИИРС	Medicum
Т 136-368	2010/2012	1,5/1,3	10,8/14,9	Красноярский НИИСХ	Nutans

Как видно из табл. 3, голозерные ячмени Нудум 4762, Омский голозерный 2, Сутай и пленчатые образцы Саша, Т 136-368 в течение 2 лет вегетации показывали максимальные значения плотности зерновки. Интересно отметить, что в эту группу вошел единственный из всех изученных образец из Монголии, остальные были получены в Омске, Новосибирске, Красноярске. Согласно нашим исследованиям [9], в которых была доказана тесная положительная связь между плотностью зерна и его стекловидностью, можно спрогнозировать у отмеченных образцов высокие значения показателя стекловидности. Учитывая данный факт, их можно рассматривать как перспективный генетический материал для селекции ячменя крупяного направления.

Минимальная плотность зерновки в течение 2 лет отмечалась у 5 образцов сибирской селекции. Не высокие значения рассматриваемого показателя предпочтительны для применения ячменя в производстве пива. Дело в том, что при получении солода зерно предварительно не размалывают, а раздавливают, что при использовании твердых зерен сделать значительно труднее. Кроме того, чем ниже плотность (твердость) ячменя, тем лучше качество солода, быстрее происходит действие ферментов при разрыхлении эндосперма в процессе пивоварения. Исходя из этого, все выделенные образцы с низким и относительно стабильным по годам показателем плотности зерна могут быть использованы в качестве потенциальных источников при создании ячменя пивоваренного направления.

В России ячмень, поставляемый на пивоваренные цели, в зависимости от качества и в соответствии с требованиями ГОСТа подразделяется на 2 класса [10]. При этом содержание белка в зерне не должно превышать 12 %. Более высокие значения, по мнению производителей, приводят к ухудшению качества и вкуса пива. Полученные результаты (табл. 3) выявили значительную изменчивость содержания белка в зерне от погодных условий года выращивания ячменя. Так, в засушливые 2011–2012 годы у всех исследуемых образцов отмеча-

лось повышенное содержание белка, превышающее определенные стандарты показатели для пивоваренного ячменя. Последнее не является критическим, так как на качество пива в большей степени влияет не количество белка в зерне, а качество продуктов, образующихся при его распаде в процессе соложения зерна.

При оценке технологических качеств зерна важное значение имеет пленчатость – отношение сухой массы пленок к массе всего зерна, выраженное в процентах. Чем выше указанный показатель, тем ниже содержание ядра в зерне и соответственно ниже выход продукта. Зерно с высоким содержанием пленок представляет собой меньшую ценность не только как пищевой, но и как кормовой продукт. Для пивоваренной промышленности необходим ячмень с содержанием пленок не выше 11,5 %, более высокая доля пленок в зерне приводит к замедлению процесса соложения и придает пиву горький привкус.

Используя разработанную нами экспресс-методику [7], основанную на положительной зависимости относительного поглощения воды зерном в 1-ю мин намачивания от величины пленчатости, у всех исследуемых образцов косвенным образом был определен данный показатель. Принимая во внимание тот факт, что повышенная доля пленок нежелательна при использовании ячменя на любые цели, были выделены образцы (10 % от общего числа) с минимальным значением пленчатости, оцененной в единицах относительного поглощения воды зерном в течение 1-й мин. Полученные данные приведены в табл. 4.

Можно видеть, что среднее значение относительного поглощения воды зерном за 1 мин изменяется по годам в зависимости от погодных условий. Так, в наиболее засушливый 2012 год отмечалось максимальное среднее значение относительного поглощения воды (ОПВ), что указывало на повышенное содержание пленок у исследуемых ячменей в данный период. Образцов со стабильно низким показателем пленчатости в течение 3 лет выращивания нами выявлено не было, но ряд ячменей входил в эту группу в течение 2 лет. К таковым относятся образцы Омский 96, Задел, Вулкан, Ача, Г 19589.

Таблица 4

Образцы ячменя с минимальными значениями относительного поглощения воды зерном

Год исследования					
2010		2011		2012	
Образец	ОПВ* за 1 мин, %	Образец	ОПВ за 1 мин, %	Образец	ОПВ за 1 мин, %
Г 20059	3,3	СП-210	3,1	Медикум 4774	4,6
Сп 544	4,0	Кедр	3,1	Ача	4,8
Л 11.41	4,3	Л 11-42	4,0	Л-1-К	4,9
Буян	4,4	К 6-2	4,0	Г 19672	5,4
Г 19921	4,8	Л 25 КО	4,3	Г 19596	5,7
Челябинский 99	4,9	Партнер	4,3	Ср 26 h	6,1
Медикум 4772	5,5	2893 h 63	4,4	СП 544	6,2
Г 18619	5,6	Задел	4,4	2861h 40	6,3
Омский 96	5,6	Вулкан	4,5	Омский 96	6,4
Г 19589	5,6	СП 516	4,6	Челябинский 96	6,5
Р 73 1 (4)	5,7	Г 19589	4,8	Л-24-К	6,6
2893 h 63	5,8	1951	4,8	Медикум 4771	6,6
Вулкан	5,9	КР 3.9 /10	4,9	С 10- 420- 704	6,6
А 5554	6,0	ВС 1	4,9	Г 20059	6,7
Ача	6,1	1962	5,1	Задел	6,8
Среднее по году, n=150	7,7± 2,7		7,3±1,8		10,3±3,2

*ОПВ – относительное поглощение воды.

Примечание. Полужирным шрифтом выделены образцы, имеющие минимальные значения ОПВ за 1 мин в течение 2 лет выращивания.

Необходимо подчеркнуть, что не было обнаружено образцов, одновременно входящих в группу с минимальными величинами плотности и группу с минимальными значениями пленчатости зерна.

Закключение. Несмотря на то что Красноярский край относится к зоне рискованного земледелия и ежегодный урожай зависит от «капризов» погоды, все-таки на этой территории не исключена возможность выращивания ячменя с заданными показателями качества зерна. Проведенный скрининг большой коллекции образцов сибир-

ской селекции по некоторым показателям качества зерна выявил наличие ценных для целей селекции и последующего хозяйственного использования форм ячменя.

Литература

1. ГОСТ 29294-92. Солод пивоваренный ячменный. Технические условия. – М., 1992.
2. ГОСТ 28672-90. Ячмень для переработки в крупу. – М., 1990.
3. ГОСТ 5060-86. Ячмень пивоваренный. Технические условия. – М., 1986.
4. Полонский В.И., Герасимов С.А. Способ оценки ячменя на содержание белка в зерне: пат. РФ. № 2394223. – Оpubл. 10.07.2010.
5. Полонский В.И., Сумина А.В. Зависимость поглощения воды зерном ячменя от его физических и химических параметров // Вестн. КрасГАУ. – 2011. – № 6. – С. 52–56.
6. Полонский В.И., Сумина А.В. Поглощение воды зерном ячменя связано с его плотностью // Вестн. КрасГАУ. – 2011. – № 9. – С. 67–72.
7. Полонский В.И., Сумина А.В. Начальное поглощение воды зерном ячменя связано с показателем его пленчатости // Вестн. КрасГАУ. – 2011. – № 12. – С. 96–101.
8. Полонский В.И., Сумина А.В. Способ оценки качества зерна генотипов ячменя пивоваренного направления: пат. РФ. № 2468568. – Оpubл. 10.12.2012.
9. Полонский В.И., Сумина А.В. Метод оценки стекловидности зерна ячменя // Вестн. КрасГАУ. – 2013. – № 3. – С. 33–37.
10. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. – М., 1991.
11. ГОСТ 13586.5-93. Зерно. Метод определения влажности. – М., 1993.



УДК 633.111.1:631.526.3:631.524.7

А.В. Сидоров, Л.В. Плеханова

РОЛЬ ОСТЕЙ В ФОРМИРОВАНИИ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

В статье представлены результаты исследований по влиянию остистости на урожай и качество зерна яровой пшеницы на основе созданных аналогов раннеспелого сорта Красноярская и среднеспелого Ветлужанка. Показано, что вклад признака в формирование продуктивности и качества зерна зависит от условий года и генетических особенностей сорта. Отмечено достоверное преимущество по продуктивности остистых аналогов сорта Ветлужанка в условиях недостатка влаги в период закладки колоса. Наличие остей оказывает положительное влияние на показатели, характеризующие полноту налива зерна (натура зерна, масса 1000 зерен, выход муки).

Ключевые слова: пшеница, сорт, урожай, качество зерна, разновидность, аналоги.

A.V. Sidorov, L.V. Plekhanova

THE AWN ROLE IN YIELD FORMATION AND SPRING WHEAT GRAIN QUALITY

The research results of beardedness influence on yield formation and spring wheat grain quality on the basis of the developed analogues of the early ripe sort "Krasnoyarskaya" and mid-season sort "Vetluzhanka" are given in the article. It is shown that the feature contribution into formation of grain productivity and quality depends on the year conditions and sort genetic peculiarities. The reliable advantage on productivity of "Vetluzhanka" sort awned analogues in the moisture lack conditions in the ear formation period is noted. The existence of awns exerts positive influence on indices that characterize grain filling completeness (grain nature, the mass of 1000 grains, flour yield).

Key words: wheat, sort, yield, grain quality, variety, analogues.

Введение. В работах многих ученых большое значение уделяется выявлению роли отдельных морфологических признаков. Интерес к данной проблеме объясняется тем, что морфологические признаки поддаются простой визуальной оценке, что облегчает проведение отборов.

Определенное экологическое, хозяйственное и физиологическое значение имеют признаки, используемые для классификации разновидностей. Отдельные признаки разновидности сорта в конкретных экологических условиях могут давать положительный хозяйственный эффект. Кроме того, на величину урожая или его качество могут влиять гены, сцепленные с генами, определяющими тот или иной признак [1].