

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ В КРУПУ И МУКУ

Л. В. Анисимова, А. А. Выборнов

*Исследованы технологические свойства разных сортов зерна крупяного ячменя, выращенного в Алтайском крае. Изучены химический состав и потребительские свойства ячменной муки, полученной из исходного зерна и зерна, подвергнутого гидротермической обработке. Приведены сведения о качестве хлеба из пшеничной муки и из смеси пшеничной и ячменной муки.*

*Ключевые слова: ячмень, эффективность шелушения, ячменная мука, гидротермическая обработка, химический состав, потребительские свойства, качество хлеба.*

Ячмень – одна из важнейших, широко распространенных и высокоурожайных злаковых культур, имеющая большое значение во многих отраслях промышленности. Среди зерновых по посевным площадям и сбору зерна ячмень занимает четвертое место в мире (после пшеницы, риса и кукурузы). В настоящее время в России ежегодно данным злаком засевают более 10 млн. гектаров пашни. Основные площади заняты под яровым ячменем. Благодаря высоким адаптивным свойствам и пластичности, ячмень выращивают во многих географических зонах. Также он является одной из основных страховых культур для «ремонта» и пересева озимых зерновых, прежде всего, ячменя и пшеницы, при их неблагоприятной перезимовке. Яровой ячмень, в отличие от озимого, имеет короткий период вегетации, менее развитую корневую систему, в результате он более требователен к почвенному плодородию [1]. В Алтайском крае площади под посевами ячменя в 2012 г. составили порядка 340 тысяч гектаров при его средней урожайности от 9,5 до 11 центнеров с гектара.

Широкое распространение данной культуры связано с ее разнообразным применением в различных отраслях промышленности: для кормовых и пищевых целей, в производстве пива и напитков на его основе и т.д. При этом потребление ячменя в России в пищу не достаточно велико – в основном в виде перловой и ячневой крупы для приготовления супов и каш или в качестве муки для продуктов детского питания, хлопьев для зерновых завтраков и некоторых видов хлебобулочных изделий. Анализ литературных данных и экономическая реальность указывают на целесообразность расширения областей использования зерновых культур, в частности, зерна ячменя.

Ячмень имеет достаточно сбалансированный химический состав, богат минеральными веществами (по содержанию калия, кальция, кобальта, кремния превышает пшеницу) и витаминами А, D, E, PP, содержит практически все витамины группы В [2]. Кроме того, в составе ячменя обнаружено большое количество уникальных водорастворимых пищевых волокон, называемых бета-глюканами. Исследования последних лет показали, что бета-глюканы играют важную роль в оздоровлении организма, оказывая мощное воздействие на иммунную систему и повышая сопротивляемость различным заболеваниям. Это также эффективное средство для разрушения холестериновых бляшек в сосудах, что является профилактикой сердечно-сосудистых заболеваний [3].

Требования к качеству заготавливаемого и поставляемого зерна ячменя приведены в действующем ГОСТ 28672-90. Помимо ограничения в товарных партиях зерна этой культуры содержания сорной и зерновой примесей, зависящего от уровня агротехники, стандарт регламентирует натуру (не менее 630 г/л), долю мелкого (проход сита 2,2420 мм) зерна (не более 5 %) и другие показатели качества. При государственном испытании новых сортов ячменя узаконены требования по выравненности зерна (не менее 85 %), выходу перловой крупы (не менее 44 %) и оценке готовой каши (не менее 4,5 баллов) [4]. Все эти показатели важны при подборе товарных партий зерна соответствующих (ценных) сортов для эффективной переработки ячменя в крупу и муку.

Нами были исследованы технологические свойства зерна ячменя продовольственного назначения, выращенного в Алтайском крае, с целью дальнейшей его переработки в ячменную муку. При этом проводили сравнительную оценку зерна ячменя рядового урожая 2010 г. и двух перспективных сортов Зо-

лотник (урожай 2010 г.) и Задел (урожай 2011 г.), выращенных на опытном поле Алтайского научно-исследовательского института сельского хозяйства.

Физические, химические и органолептические показатели качества зерна определяли в соответствии с действующими стандартами. Пленчатость зерна находили по методике Люффа. В таблице 1 приведены физические, химические и органолептические показатели качества исследованных образцов зерна ячменя.

Таблица 1 – Качество зерна ячменя

Показатель качества	Характеристика зерна		
	рядовое	сорт Золотник	сорт Задел
Цвет	желтый		
Запах	нормальный, свойственный здоровому зерну ячменя		
Влажность, %	13,0	12,0	12,5
Натура, г/л	744	759	769
Масса 1000 зерен, г	29,7	35,2	40,0
Мелкое зерно, %	2,5	0,2	0,1
Содержание сорной примеси, %	0,8	0,1	0,1
Содержание зерновой примеси, %	1,0	0,1	0,1
Зараженность	не обнаружена		
Пленчатость, %	11,5	10,5	9,8
Массовая доля золы, %	2,71	2,54	2,25

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что все образцы зерна ячменя представляют собой хорошо выполненное зерно, имеющее высокую натуру. Масса 1000 зерен соответствует среднестатистическому уровню для большинства сортов данной культуры [1]. Сорт Задел отличается наибольшими показателями натуры и массы 1000 зерен. Данные параметры характеризуют крупность зерна, которая зависит от сортовых особенностей и от почвенно-климатических условий выращивания и является важным показателем качества ячменя как сырья для производства крупяных продуктов. Крупные зерновки ячменя обеспечивают больший выход ячменной крупы, поскольку содержат больше эндосперма и меньше цветковых пленок. Такое зерно легче шелушится, что способствует снижению энергоза-

трат, при его переработке получают меньше дробленого ядра, наиболее полно используются ресурсы зерна. Оценка крупности зерна ячменя на первоначальном этапе позволяет скорректировать технологические режимы при переработке зерна в ячменную крупу и в итоге получить продукцию высокого качества. Низкая пленчатость сорта Задел также является благоприятным фактором при его переработке в крупу и муку, благодаря высокой эффективности шелушения зерна.

Правилами организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях рекомендуется гидротермическая обработка ГТО зерна ячменя при переработке его в крупу, включающая операции пропаривания и сушки, но широко данный технологический прием не используется. Однако в результате ГТО вследствие изменения структурно-механических свойств зерна снижается прочность связи цветковых пленок с ядром, что повышает эффективность шелушения зерна. На сегодняшний день предложено много способов ГТО ячменя помимо рекомендуемого Правилами, в том числе способы с увлажнением, отволаживанием и сушкой зерна [5]. Существенным недостатком этих способов ГТО является необходимость длительного отволаживания зерна после увлажнения.

Эффективным решением данной проблемы может стать новая технология получения крупы и муки из ячменя, разрабатываемая на кафедре технологии хранения и переработки зерна Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова. Она предполагает применение гидротермической обработки ячменя с интенсивным увлажнением зерна под вакуумом [6].

Технологические (крупяные) свойства исследуемых сортов ячменя оценивали коэффициентами шелушения зерна ( $K_{ш}$ ), цельности ядра ( $K_{ця}$ ), общей эффективностью процесса шелушения ( $E$ ), выходом шелушенного ядра (пенсака). При этом на шелушение направляли исходное зерно ячменя (без ГТО) и зерно, прошедшее ГТО с увлажнением, отволаживанием и сушкой. Увлажняли зерно двумя способами: в лабораторной шнековой установке при атмосферном давлении; в лабораторной шнековой установке под вакуумом. Зерно ячменя шелушили на лабораторном шелушителе типа ЗШН. Время шелушения подбирали опытным путем. Продукты шелушения разделяли путем сортирования на сите № 063. Проходом выделяли мучку, а сходовые продукты направляли на лабораторный аспиратор для отделения лузги.

В таблице 2 представлены результаты исследования крупяных свойств ячменя.

Выход шелушеного ядра в значительной степени характеризует потенциальные возможности зерна ячменя при его переработке в крупу и муку. Наибольший выход шелушеного ядра получили при переработке ячменя сорта Задел, наименьший выход – при переработке зерна ячменя рядового. Рядовой ячмень имеет самый высокий показатель пленчатости, что и сказалось на выходе шелушеного ядра (пенсака). При шелушении данного образца периферийные части ядра более интенсивно истирались в мучку, что привело к потере ценных частей зерна ячме-

ня, содержащих витамины, минеральные и биологически активные вещества.

Гидротермическая обработка зерна повышает эффективность его шелушения и выход шелушеного ядра (пенсака). При использовании ГТО наблюдается увеличение коэффициента шелушения и рост коэффициента цельности ядра. При этом ухудшения качества полученного шелушеного ядра не происходит.

Установлено, что увлажнение зерна ячменя под вакуумом позволило не только повысить эффективность его шелушения и увеличить выход пенсака, но и сократить время отволаживания при ГТО по сравнению с увлажнением при атмосферном давлении.

Таблица 2 – Крупяные свойства зерна ячменя

Образец зерна	Способ подготовки зерна ячменя к шелушению	Эффективность шелушения зерна			Выход шелушеного ядра (пенсака), %
		$K_{ш}$ , %	$K_{ця}$	$E = K_{ш} \cdot K_{ця}$ , %	
Рядовое	без ГТО	95,8	0,77	73,7	65,2
	ГТО с увлажнением при атмосферном давлении	96,6	0,80	77,3	71,4
	ГТО с увлажнением под вакуумом	97,8	0,81	79,2	74,1
Сорт Золотник	без ГТО	96,2	0,80	77,0	66,7
	ГТО с увлажнением при атмосферном давлении	97,4	0,83	80,8	72,2
	ГТО с увлажнением под вакуумом	98,0	0,85	83,3	75,8
Сорт Задел	без ГТО	97,0	0,85	82,4	68,4
	ГТО с увлажнением при атмосферном давлении	98,0	0,87	85,3	73,1
	ГТО с увлажнением под вакуумом	98,8	0,89	87,9	76,9

На основе результатов изучения технологических свойств разных сортов ячменя для дальнейших исследований выбрали сорт Задел. При производстве ячменной муки шелушеное ядро ячменя сорта Задел подвергли измельчению в молотковой мельнице Perten Laboratory Mill 3100. Муку получали при просеивании продуктов размола проходом через металлотканое сито № 045.

В таблице 3 представлены результаты исследования прочностных свойств шелушеного ядра и качества ячменной муки, выработанных разными способами. Показатель степени измельчения (ПСИ) ядра, характеризующий его прочностные свойства, определяли в соответствии с предложенной нами модификацией известной методики ВНИИЗ (для зерна пшеницы) применительно к ядру ячменя.

Показатель степени измельчения ядра, полученного из зерна, прошедшего ГТО, выше, чем показатель степени измельчения ядра контрольного образца. Это говорит о том, что ядро, полученное с применением ГТО, легче поддается измельчению, что способствует меньшим затратам энергии на размол. Мука, выработанная из зерна ячменя с использованием ГТО, имеет практически такую же отражательную способность, как мука из зерна, не прошедшего ГТО, однако выход муки при использовании ГТО заметно выше.

Зольность муки из зерна, прошедшего ГТО, по сравнению с мукой, полученной из зерна ячменя без ГТО, ниже. Это объясняется повышением качества шелушения, в результате мука из зерна, прошедшего ГТО, содержит меньше высокозольных не усваиваемых организмом человека оболочек. Массовая доля крахмала и декстринов в муке из

исходного зерна ячменя ниже, чем в муке, полученной из зерна, прошедшего ГТО. Крахмал содержится преимущественно в центральных частях ядра и по мере увеличения коэффициента шелушения его массовая доля в муке возрастает. При увлажнении зер-

на под вакуумом содержание крахмала ниже, чем при увлажнении при атмосферном давлении, что можно объяснить воздействием перепада давления воздуха при данном способе обработки на ткани зерна и более интенсивным протеканием процессов гидролиза.

Таблица 3 – Прочностные свойства шелушеного ядра и качественная характеристика ячменной муки, выработанных разными способами

Показатель	Способ подготовки зерна ячменя к шелушению		
	Контрольный образец (без ГТО)	ГТО с увлажнением при атмосферном давлении	ГТО с увлажнением под вакуумом
Показатель степени измельчения ядра, %	68,0	78,6	81,0
Качество ячменной муки: - влажность, %	13,5	13,8	13,7
- цвет	светло-бежевый с вкраплениями оболочек	светло-бежевый	
- вкус	свойственный ядру ячменя	свойственный ядру ячменя, присутствует ореховый привкус	
- запах	свойственный ядру ячменя, без постороннего		
- коэффициент отражения, усл. ед. прибора РЗ-БЛИК	30	31	32
- массовая доля крахмала в муке, %	64,5	67,2	65,7
- массовая доля декстринов в муке, %	0,25	0,29	0,31
- массовая доля золы, %	1,21	1,00	0,99

Анализируя приведенные результаты, можно сделать вывод, что мука, выработанная с использованием ГТО зерна, включающей операции увлажнения, отволаживания и сушки, по ряду показателей (органолептические свойства, зольность, содержание крахмала, декстринов) имеет лучшее качество, чем мука, изготовленная без применения ГТО. Способ ГТО зерна с увлажнением под вакуумом в наибольшей степени снижает прочность ядра и воздействует на химический состав ядра и соответственно муки.

Для оценки возможности использования предлагаемого продукта в хлебопечении исследовали свойства смеси пшеничной и ячменной муки, выработанной разными способами. При этом проводилась различная подсортировка ячменной муки взамен пшеничной муки высшего сорта. Тесто для выпечки хлеба готовили безопасным способом. В каждой серии опытов были выпечены формовые и подовые образцы хлеба. Определяли следующие показатели качества: объем, массу, состояние и цвет корки, вкус, запах, пористость и цвет мякиша, формоустойчивость по-

догового хлеба, влажность, кислотность, удельный объем формового хлеба.

По результатам предварительно проведенных исследований установили, что наилучшее качество хлеба получается при замене от 5 до 10 % пшеничной муки на муку ячменную. Соответственно сравнительную выпечку хлеба провели с заменой 10 % муки пшеничной на ячменную. За контроль приняли хлеб, испеченный из пшеничной муки. Анализ образцов хлеба из смеси пшеничной и ячменной муки показал, что разные способы получения ячменной муки практически не повлияли на его органолептические свойства. Предлагаемая замена пшеничной муки на муку ячменную позволила не только получить хлеб хорошего качества, но и улучшить некоторые показатели физико-химических свойств (удельный объем хлеба при добавлении от 5 до 10 % ячменной муки возрастает по сравнению с контрольным образцом). Улучшению качества хлеба при указанной подсортировке ячменной муки способствует некоторое укрепление клейковины (качество клейковины пшеничной муки, использованной для приго-

товления смеси, составило 80 ед. прибора ИДК), а также присутствие в ячменной муке полисахаридов бета-глюканов, характеризующихся высокой технологической функциональностью, в частности водоудерживающей способностью.

На основе результатов проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- все изученные образцы зерна ячменя имеют хорошие технологические свойства и могут использоваться при переработке в крупу и муку; при этом лучшими технологическими свойствами обладает ячмень сорта Задел;
- использование гидротермической обработки ячменя, включающей операции увлажнения зерна под вакуумом, отволаживание и сушку, значительно повышает эффективность шелушения зерна и выход конечной продукции, что способствует сокращению длительности производственного цикла и экономии зерновых ресурсов;
- мука, выработанная с использованием ГТО зерна, включающей операции увлажнения, отволаживания и сушки, по ряду показателей (органолептические свойства, зольность, содержание крахмала, декстринов) имеет лучшее качество, чем мука, изготовленная без применения ГТО;
- замена при выпечке хлеба пшеничной муки на муку ячменную в размере от 5 до 10 % позволяет не только получить хлеб хорошего качества, но и улучшить некоторые показатели его физико-химических свойств.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казаков, Е.Д. Зерноведение с основами растениеводства / Е.Д. Казаков. – М.: Колос, 1983. – 352 с.
2. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е.Д. Казаков, Г.П. Карпиленко. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 512с.
3. Newman, Rosemary K. Barley for food and health : science, technology, and products / Rosemary K. Newman and C. Walter Newman. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2008. – 245 p.
4. Колмаков, Ю.В. Оценка и требования к качеству зерна голозерного крупяного ячменя / Ю.В. Колмаков, Н.И. Анисков // Аграрный вестник Юго-Востока. 2009. № 3. С. 21-23.
5. Сновицкая, Л.В. Совершенствование технологии переработки зерна ячменя: дис. к-та техн. наук: 05.20.01 / Л.В. Сновицкая. – Улан-Удэ.: Изд-во ВСГТУ, 2004. – 180 с.
6. Анисимова, Л.В. Влияние гидротермической обработки зерна ячменя на эффективность его шелушения и качество получаемой ячменной муки / Л.В. Анисимова, А.А. Выборнов // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: Сб. статей и докладов пятой всероссийской научно-практической конференции "Исследования и достижения в области теоретической и прикладной химии. Экология. Продукты питания". (15 декабря 2011 г.): в 2 частях, ч. 1./ Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2011. – С. 15-21.

**Анисимова Л.В.**, к.т.н., доцент, профессор кафедры ТХПЗ ФГБОУ ВПО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел.: 8 (3852) 29-07-55. E-mail: anislv@mail.ru;

**Выборнов А.А.**, аспирант кафедры ТХПЗ ФГБОУ ВПО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел.: 8 (3852) 29-07-55. E-mail: meritocrat@yandex.ru.