

УДК 664.726.5 : 633.16

ЭФФЕКТ ХОЛОДНОГО КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ПЛЕНЧАТОГО И ГОЛОЗЕРНОГО ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ

Л.В. Рукишан

Определены показатели физико-химических свойств зерна пленчатого и голозерного ячменя и проведен их сравнительный анализ. Исследована возможность применения холодного кондиционирования при подготовке пленчатого и голозерного ячменя к помолу. Изучены все стадии холодного кондиционирования зерна. Установлено, что зерно голозерного и пленчатого ячменя имеет разную сорбционную способность, что связано с различием в количественном соотношении химических веществ. Замечено, что различие по пленчатости зерна оказывает влияние на протяженность и длительность процесса его подготовки и размола. Отмечено, что скорость переноса влаги внутрь зерновки в большей степени зависит от исходной влажности ячменя. Разработаны оптимальные режимы увлажнения и отволаживания зерна для 87%-ного сортового помола пленчатого и голозерного ячменя.

Введение

Проблема повышения качества получаемых из зерна продуктов является актуальной задачей. Для решения этой проблемы необходимо получить качественное зерно и выявить его поведение в процессе подготовки к производству той или иной продукции. Одним из путей повышения качества зерна является создание новых сортов. Поэтому в последнее десятилетие в Республике Беларусь селекционировано много продуктивных сортов пленчатого и голозерного ячменя, обладающих ценными хозяйственными признаками, в том числе – повышенным содержанием белка. Анализ литературных данных показывает, что белок различных групп и сортов ячменя качественно неодинаков и его содержание колеблется от 10 до 25% [1]. Хотя белок голозерного ячменя имеет низкое качество, уступая пленчатому ячменю по содержанию большинства незаменимых аминокислот, особенно по лизину, он превосходит пленчатые сорта на 3,5-9% по содержанию белка. Считается, что главным источником (причиной) вариабельности количества и качества белка ячменя служат условия выращивания зерна. Хотя в литературе накоплен довольно обширный материал по изменению белковости зерна ячменя, до сих пор технологичность сортов ячменя, выращиваемого в разных странах ближнего и дальнего зарубежья, и предлагаемых селекционерами республики сортов пленчатого и голозерного ячменя изучена недостаточно. Поэтому изучение качества и возможности эффективного их использования представляет большой практический интерес.

Потребление ячменя в Республике Беларусь и странах СНГ в пищу невелико – в основном в виде перловой крупы для приготовления супов или в качестве муки для детских продуктов питания, зерновых завтраков и некоторых видов хлебобулочных изделий. Анализ литературных данных, свидетельствующих об оптимальном аминокислотном составе белков пленчатого и голозерного ячменя, и экономическая реальность показывают на целесообразность расширения областей использования этого зерна. Одним из направлений эффективного использования ячменя (независимо от пленчатости) является производство муки разных сортов и назначения. Предлагаемые в настоящее время технологии ячменной муки сводятся к производству ее из крупы перловой неполированной или ячневой крупы. Эти технологии не предусматривают проведения гидротермической обработки зерна.

Известно, что в мукомольной промышленности одним из основных этапов подготовки зерна к помолу является гидротермическая обработка (ГТО), целью которой является усиление различий качественных характеристик оболочек и эндосперма зерновки. Для придания оболочкам и эндосперму зерна различных прочностных свойств с целью их дальнейшего разделения на мельницах чаще всего производится один из вариантов гидротермической обработки – холодное кондиционирование. Имеется большое количество

работ, в которых, изучается изменение показателей качества зерна при этом [1, 2]. Однако отсутствуют данные по проведению холодного кондиционирования зерна пленчатого и голозерного ячменя. В связи с тем, что уже предложены схемы изготовления ячменной муки, питательная ценность которой не вызывает сомнения, вопросы по исследованию возможности применения и разработке оптимальных режимов проведения холодного кондиционирования являются актуальными.

Результаты исследований и их обсуждение

Объектами исследования явились 30 образцов сортового и рядового пленчатого ячменя и 10 образцов голозерного ячменя, выращенного в разные годы на сортоучастке БелНИИ земледелия и кормов (Жодино, Минская область) и в хозяйствах Могилевской области.

Известно, что ни один из показателей в отдельности не может характеризовать качество зерна с достаточной полнотой. Для создания правильного представления о качестве зерна приходится определять ряд показателей и делать заключение по их совокупности. Между каждым из этих показателей и технологическими свойствами зерна существует взаимосвязь и степень ее в каждом случае различная. Выявление этой степени представляет практический интерес, так как в ряде случаев дает возможность оценить потенциальные возможности использования зерна. В первую очередь проводилась оценка качества зерна по физико-химическим показателям, для определения которых использовались стандартные методики.

Известно также, что естественная высокая изменчивость зерна по длине, ширине и толщине не позволяет однозначно избирать наиболее эффективные параметры процессов сепарирования, измельчения, гидротермической обработки и для обеспечения высоких технологических результатов важное значение приобретает выравненность по ряду показателей, в том числе и по линейным размерам зерновок. Отмечено, что несмотря на то, что голозерный ячмень по сравнению с пленчатым зерном в среднем имеет меньшие значения длины, натура его несколько больше. Интервал варьирования натуры голозерных сортов равен 732 ± 44 г/л, что в среднем в 1,14 раза выше, чем у пленчатого ячменя. Замечено, что голозерный ячмень имеет стабильные значения интегрального показателя крупности ($L = 4,01 \pm 0,14$ мм), в то время как для пленчатого ячменя предел изменения значений интегрального показателя крупности равен $L = 3,89 \pm 0,3$ мм. Замечено, что определяющее влияние на крупность зерна оказали климатические условия выращивания.

Несмотря на то, что объем зерновки ($31,9 \pm 5,0$ см³) и крупность голозерного ячменя (сход с сита 2,0x20 мм, равный $35,7 \pm 25,6\%$) несколько ниже пленчатого ($37,0 \pm 9,8\%$ и $36,3 \pm 5,5$ см³), голозерный ячмень был более выровненным по остатку на ситах 2,2x20 и 2,0x20 мм – $71 \pm 6\%$ против $56 \pm 10\%$ для пленчатого ячменя. Объем одной зерновки колебался от 26,3 до 36,6 мм³ в пределах одного сорта.

Масса 1000 зерен исследуемых сортов зерна голозерного ячменя изменяется от 27,3 г до 40,7 г. При этом большее влияние на величину массы 1000 зерен оказывают сортовые особенности данной культуры. Анализируя данный показатель по сортам, можно отметить, что наибольшую массу 1000 зерен, которая составляет 40,7 г, имеет сорт голозерного ячменя урожая 1998 г., а масса 1000 зерен, равная 27,3 г, – это наименьшее значение, которое имеет сорт R-9 урожая 2002 г. [3, 4, 5, 6]. Прямой зависимости между натурой и массой 1000 зерен не выявлено. Это очевидно связано с тем, что состояние поверхности зерна и оболочек, форма зерна, влажность, крупность, степень и характер засоренности зерна, вид примесей и т.п. влияют на величину натуры и не отражаются на массе 1000 зерен. Поэтому масса 1000 зерен и натура могут изменяться в разных соотношениях. У различных сортов голозерного ячменя этот показатель составляет в среднем 740 г/л, т.е. зерно является высоконатурным и хорошо развитым. По сравнению с пленчатым ячменем в нем содержится больше эндосперма и меньше оболочек.

Пленчатость – отношение массы цветочных пленок к массе зерна, выраженное в процентах. Замечено, что пленчатость голозерного ячменя, выращенного в 1998, 2001-2003 гг., практически равна нулю, тогда как у пленчатых форм этот показатель достигал 15%. В другие годы урожая в зерновой массе голозерного ячменя отмечалось наличие пленчатых зерновок, а пленчатость иногда была равна 1%.

Сравнительная характеристика голозерных и пленчатых форм ячменя по показателям, оценивающим физические свойства зерна, приведена на рис. 1.

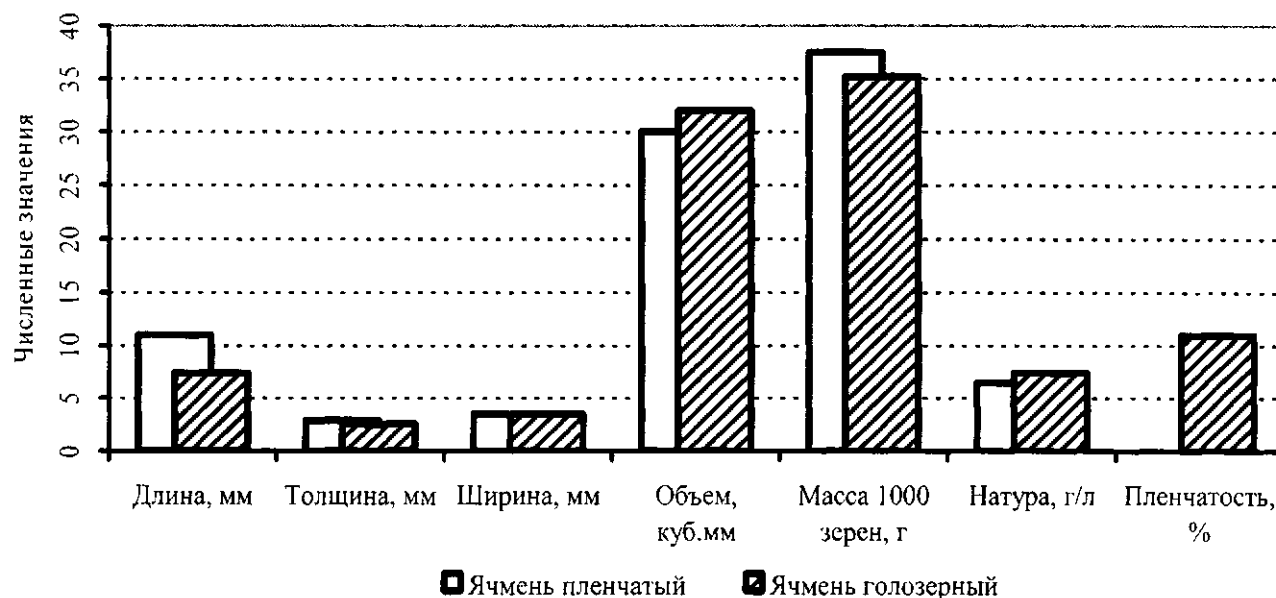


Рисунок 1 – Оценка физических свойств зерна голозерных и пленчатых форм ячменя

Для пленчатого ячменя независимо от года и места его выращивания выявлена тесная корреляционная связь пленчатости (Y) и крупности зерна (X). Уравнение связи пленчатости и крупности зерна ячменя при $R^2 = 0,9695$ имеет следующий вид:

$$Y = -0,006 X^2 + 0,628X - 3,7411 .$$

Отмеченное различие пленчатого и голозерного ячменя по пленчатости впоследствии должно сказаться на протяженности и длительности процесса подготовки и размола зерна.

Хотя стекловидность зерна ячменя не является обязательным показателем для определения качества зерна ячменя, наши предварительные исследования показали, что она влияет на его мукомольные свойства.

Замечено, что большинство исследуемых сортов голозерного ячменя имеют низкие значения стекловидности, а среди пленчатых сортов ячменя встречаются сорта, имеющие стекловидность около 35%. При этом отмечено, что в большей степени на значения стекловидности оказали сортовые особенности зерна, а не характеристики почв, на которых выращивался ячмень. Так, например, качественная характеристика почв, на которых выращивался голозерный ячмень на сортоучастке БелНИИ земледелия и кормов (город Жодино), была одинаковой, а предел вариации стекловидности равен $17 \pm 11\%$.

По плотности можно судить о потенциальных технологических достоинствах ячменя. Это связано с тем, что плотность обусловлена анатомическим строением и химическим составом зерновок. Теоретически хорошо развитые, нормально выполненные зерновки должны иметь большую плотность. Анализ экспериментальных данных показал, что не всегда такое утверждение справедливо, что связано, по-видимому, с различием в химическом составе зерна. Так, плотность голозерного и пленчатого ячменя урожая 2002 г. в среднем соответственно равна 1,35 и 1,30 кг/м³. Учитывая, что район произрастания зерна оказывает

влияние на его химический состав, предположим, что отмеченные различия по плотности в пределах одного сорта и года урожая каким-то образом связаны со стекловидностью ячменя.

Определяя связь плотности (Y_1) и стекловидности (X_1), отмечено, что с увеличением стекловидности возрастает плотность ячменя. Уравнение связи при $R^2 = 0,9711$ имеет вид:

$$Y_1 = 0,0002X_1^3 - 0,0179X_1^2 + 0,5522X_1 - 4,3257.$$

Анализ экспериментальных данных определения физико-химических свойств голозерного и пленчатого ячменя показал, что также имеются некоторые различия, которые внесут свои коррективы в поведение зерна. Зерновки голозерного и пленчатого ячменя имеют разную сорбционную способность: зерновки голозерного ячменя поглощают влагу быстрее, чем пленчатые. Это связано с различием в количественном соотношении химических веществ. Отмечено, что количество крахмала в зерне голозерного ячменя находится в пределах 50-66%, сахаров – 1,25-3,30%, жира – 2,2-2,8%. В пленчатом ячмене значения этих показателей, кроме содержания жира, несколько ниже. Предел вариации содержания жира в исследуемых сортах пленчатого ячменя равен $3,14 \pm 0,24\%$. Несмотря на то, что в ячмене, произрастающем в Республике Беларусь, несколько повышенное содержание жира по сравнению с литературными данными, влияния сорта и района произрастания на количество жира отмечено не было.

Отмечено, что содержание белка в голозерном ячмене в 1,5 раза выше, чем в пленчатом зерне. Так, содержание белка в производственном (районированном) пленчатом ячмене (Визит, Сябра), произрастающем в разных районах Могилевской области, изменялось от 8,1% до 11,1%. В сортовом ячмене (Гонар, Гасцинец, Якуб, Люсеарт, Атлант) всегда было высокое содержание белка ($11,3 \pm 0,5\%$). При определении фракционного состава белка замечено, что с увеличением содержания белка (X_2) в ячмене увеличивается содержание гордеина (Y_2) ($Y_2 = 0,2185X_2 + 0,6992$ при $R^2 = 0,9687$).

Итак, данные предварительных исследований свидетельствуют о том, что впоследствии (при холодном кондиционировании и измельчении) голозерный ячмень будет вести себя иначе, чем пленчатый.

Для выявления оптимальных режимов холодного кондиционирования нами были проведены эксперименты, заключающиеся в увлажнении ячменя и его последующем отволаживании. Для оценки эффективности процесса определялись следующие показатели качества зерна: влажность, плотность, масса 1000 зерен, толщина, ширина и длина зерновки, интегральный показатель крупности по общепринятым методам и методикам. Определялись также сферичность, объем зерновки и контракция [3].

Для оценки эффекта данного способа ГТО определялся также ряд показателей, оценивающих мукомольные свойства зерна ячменя. Для этого затем ячмень измельчали последовательно на 3-х драных системах вальцовых станков QC-209. Полученные продукты измельчения просеивались на наборе сит. Результаты помолов оценивались посредством определения извлечения и зольности муки на I, II и III-й драных системах. Извлечение определялось по отношению к I драной системе.

Гидротермической обработке в мукомольном производстве подвергают в основном зерно пшеницы и ржи. Отмечается, что при этом на зерно воздействуют следующие факторы: количество используемой для увлажнения зерновой массы воды и время обработки зерна водой, время отволаживания в специальных бункерах; состояние воздушной среды, в которой происходит гидротермическая обработка. Влияние этих факторов на зерно усиливается при комплексном их воздействии. В связи с тем, что пленчатый и голозерный ячмень являются, как пшеница и рожь, зерновыми культурами, нами учитывались все приведенные выше факторы. При холодном кондиционировании зерно ячменя обрабатывалось водой с температурой 18-20°C.

Влажность пленчатого ячменя на I драной системе принималась равной 14,5%,

численное значение которой экспериментально обосновано результатами предыдущих исследований [2, 3]. Время отволаживания изменялось от 1 до 4 часов с шагом в 1 час.

Оптимизация режимов холодного кондиционирования голозерного ячменя проводилась по центральному плану 2^2 плюс звезда. В результате этого было сгенерировано 10 опытов (режимов ГТО), включающих определенное сочетание основных параметров (факторов) режима – влажность и время отволаживания.

Анализ результатов экспериментов показал, что интенсивность проникновения влаги внутрь зерна пленчатого ячменя при увеличении длительности процесса холодного кондиционирования возрастает до определенного момента.

Отмечено, что в первые минуты зерно поглощает 3-5% вводимой влаги. Затем каждый час, в течение 3-х часов, идет поглощение около 30% вводимой влаги. После отволаживания в течение 3-х часов и 20-ти минут в последующий час влажность ячменя, достигая оптимального значения (14,5%), остается постоянной. Подобная тенденция характерна для всех исследуемых образцов пленчатого ячменя.

Установлено, что скорость переноса влаги внутрь зерновки в большей степени зависит от исходной влажности ячменя.

Отмечено, что под влиянием холодного кондиционирования изменяются все показатели физико-химических свойств зерна: увеличиваются линейные размеры, объем зерновки, контракция, интегральный показатель крупности, площадь внешней поверхности и сферичность. При этом сначала происходит резкое увеличение значения этих показателей, а затем наблюдается стабилизация значения показателей. При холодном кондиционировании набухание происходит так, что объем мелкого зерна возрастает сильнее, чем объем крупного. В связи с этим повышается выравненность партии, что положительно сказывается на эффективности последующих этапов переработки зерна.

Замечено, что уже через незначительное время после увлажнения начинает увеличиваться длина зерновки, а прирост ширины и толщины происходит с некоторым запаздыванием (табл. 1). После 2-часового отволаживания длина зерновки достигает максимальной величины, а затем на протяжении последующих двух часов остается постоянной. Для ширины и толщины такое явление также наблюдается, но несколько позже. Суммарный прирост длины составляет 2-3% от первоначального размера, в то время как ширина возрастает в среднем на 0,24%, а толщина – на 0,35%.

Таблица 1 – Коэффициенты уравнения $Y_3 = a_i X_3 + b$, описывающего изменение линейных размеров зерновки в зависимости от времени отволаживания (X_3)

Время отволаживания	Коэффициенты уравнения					
	ширина		толщина		длина	
	a_1	b_1	a_2	b_2	a_3	b_3
1 час	1,0122	0,0240	1,0109	0,0098	0,9950	0,0998
2 часа	1,0132	0,0733	1,0137	0,0461	0,9940	0,1374
3 часа	1,0064	0,1348	1,0116	0,0735	0,9926	0,1523
3 часа 20 мин	1,0016	0,2532	1,0309	0,1059	0,9860	0,2249
4 часа	1,0042	0,2638	1,0299	0,1186	0,9858	0,2289

В данном исследовании для оценки изменения крупности зерна использовался интегральный показатель крупности, который, по нашему мнению, более объективно отражает процесс изменения линейных размеров в процессе холодного кондиционирования, упрощая процесс анализа полученных данных (табл. 2).

Выявлено, что на скорость изменения геометрических размеров зерновки оказывают влияние почвенно-климатические условия. Так, например, после 4-х часов отволаживания пределы вариации интегрального показателя крупности для зерна, выращенного в Могилевском районе и в целом по области, равны $2,96 \pm 0,19$ мм; $2,99 \pm 0,28$ мм

соответственно. Средняя величина крупности и интервал ее имеет свои значения для каждой зоны выращивания зерна. Отмечено, что сужение границ каждой из зон выращивания зерна приводит к уменьшению интервала варьирования.

Таблица 2 – Уравнения изменения интегрального показателя крупности (Y_4) при изменении времени отволаживания (X_3)

Значение линейных размеров	Уравнения связи	Коэффициент детерминации, R^2
Минимальное	$Y_4 = -0,0028X_3^4 + 0,0395X_3^3 - 0,1885X_3^2 + 0,3977X_3 + 3,5648$	0,9899
Среднее	$Y_4 = -0,0029X_3^4 + 0,0391X_3^3 - 0,182X_3^2 + 0,3846X_3 + 4,2571$	0,9906
Максимальное	$Y_4 = -0,0035X_3^4 + 0,0479X_3^3 - 0,2243X_3^2 + 0,4514X_3 + 4,854$	0,9859

Процесс разрыхления эндосперма пленчатого ячменя наиболее наглядно может быть рассмотрен на примере изменения плотности, стекловидности и удельного объема зерна в процессе холодного кондиционирования. Сравнительная оценка характера изменения этих показателей качества при отволаживании зерна других культур (пшеницы, ржи) позволяет утверждать, что он одинаков независимо от культуры. Так, резкое изменение плотности ячменя замечено в интервале времени отволаживания 3-4-х часов при приближении влажности зерна к 14,5%. Отмечено, что плотность зерна уравнивается примерно при влажности ячменя 14,5%.

Замечено, что сортовые особенности зерна и качественная неоднородность почв также оказали влияние на величину плотности ячменя. Наши исследования подтверждают данные ряда авторов [1], что объем зерна увеличивается в большей степени, чем его влажность.

Отмечено, что изменение объема и внешней поверхности у мучнистого пленчатого ячменя выражены меньше, чем у стекловидного зерна.

При анализе изменения величины контракции ячменя, выращенного в разных районах Могилевской области, в процессе холодного кондиционирования выявлено, что теоретически через 20 минут отволаживания должно наблюдаться понижение кривых от нулевой отметки в отрицательную область, что обусловлено набуханием оболочек и алейронового слоя. Этот момент нами не замечен из-за относительно шага по времени (один час). Менее чем через один час контракция становится положительной и остается такой на всем изучаемом промежутке времени. Развитие кривых контракции для каждого образца имеет одинаковый характер. Индивидуальные особенности каждого образца оказали влияние на величину контракции.

Влажность зерна при холодном кондиционировании является одним из решающих факторов оптимизации технологических свойств зерна. Опыты показывают, что при помеле пленчатого ячменя лучшие результаты получены при доведении влажности зерна до 14,5%. Известно, что изменение влажности пшеницы при холодном кондиционировании влечет за собой изменение ее мукомольных свойств. Эти преобразования связаны с изменением структурно-механических, физико-химических и биохимических свойств зерна пшеницы. Наши исследования показали, что для зерна ячменя существенных различий в характере изменения различных характеристик перечисленных выше процессов нет.

В связи с тем, что в настоящее время мука продовольственная ячменная не выпускается промышленностью, то отсутствуют данные по изменению извлечения, зольности и влажности муки в процессе холодного кондиционирования зерна ячменя.

В таблице 3 представлены аналитические выражения изменения извлечения на I-ой драной системе в процессе холодного кондиционирования для разных сортов ячменя и выращенных в разных районах Могилевской области. Коэффициент питательности (K_n), предложенный нами для прогнозирования выхода муки, был также различен (табл. 3).

Установлено, что резкое изменение извлечения наблюдается после 2-х часов

отволаживания независимо от сорта ячменя, района произрастания и системы помола. Затем в промежутке времени 3-4 часа этот процесс резко замедляется. При этом при увеличении влажности и длительности отволаживания повышается значение извлечения, предопределяющее выход муки. На численное значение извлечения на каждом исследуемом этапе отволаживания большее влияние оказывает сорт и стекловидность ячменя.

Видно, что зольность обдирной муки при 87%-м помоле при увеличении времени отволаживания снижается. Влияние сорта и района произрастания оказало незначительное влияние на зольность муки (разность между минимальным и максимальным значением равна 0,06-0,09%).

Таблица 3 – Уравнение связи извлечения (Y_5) на I драной системе с временем отволаживания в процессе ГТО (X_3)

Район произрастания	Сорт	K_n	Уравнение связи типа $Y = aX + b$	Коэффициент детерминации, R^2
Славгородский	Гасцинец	7,6	$Y_5 = -0,09X_3^2 + 1,5786X_3 + 8,89$	0,9615
Круглянский	Гонар	6,3	$Y_5 = -0,1923X_3^2 + 1,9425X_3 + 9,273$	0,9733
Могилевский	Визит	5,9	$Y_5 = -0,1946X_3^2 + 2,1831X_3 + 8,488$	0,9932
Бельничский	Визит	5,6	$Y_5 = -0,2043X_3^2 + 2,302X_3 + 8,168$	0,9943
Быховский	Прима	4,9	$Y_5 = -0,0957X_3^2 + 1,2531X_3 + 10,34$	0,9823
Костюковичский	Прима	4,1	$Y_5 = -0,0812X_3^2 + 1,0393X_3 + 8,253$	0,9902
Круглянский	Зазерский	2,1	$Y_5 = -0,0973X_3^2 + 1,2932X_3 + 8,623$	0,9853
Могилевский	Зазерский	1,4	$Y_5 = -0,1125X_3^2 + 1,1846X_3 + 7,13$	0,9953
Бельничский	Тутейшы	1,1	$Y_5 = -0,0507X_3^2 + 0,7587X_3 + 6,382$	0,9630

Установлено, что вследствие разрыхления эндосперма происходит рост измельчения продуктов первого качества в драном процессе. Одновременно снижается зольность получаемых продуктов. При этом наблюдается не только повышенное извлечение крупок, но и перераспределение их фракционного состава.

Замечено, что характер изменения значений извлечения и зольности муки при ГТО такой же, как и для зерна других культур.

Отмечено, что характер изменения степени извлечения и зольности одинаков для всех исследуемых образцов пленчатого ячменя. Замечено, что на их величины определяющее влияние оказывают сортовые особенности и условия выращивания зерна. Кроме того, отмечено, что характер изменения всех исследуемых нами характеристик на I, II и III-й драных системах также одинаков.

Установлены следующие оптимальные режимы извлечения на драных системах помола: I др.с. – 10–14%; II др.с. – 32–40% и III др.с. – 13–15%.

Характер изменения показателей физико-химических свойств голозерного ячменя был идентичен описанному выше. Различия состояли в численных значениях режимов холодного кондиционирования, что связано с практическим отсутствием цветковых пленок у голозерного ячменя. Поэтому скорость проникновения влаги в зерновку была несколько выше. Оптимальные параметры режима холодного кондиционирования определяли с помощью поверхности отклика. Так, при проведении холодного кондиционирования голозерного ячменя, например, сорта R можно отметить, что при влажности зерна на I драной системе равной 13% и времени отволаживания – 3 ч, обеспечивается больший выход готовой продукции (рис. 2). Зольность продуктов размола при этом изменяется не существенно.

Известно, что от стекловидного зерна пшеницы в значительной степени зависят режим и последовательность этапов помола (построение технологической схемы), извлечение крупок и их качество, легкость просеивания, степень увлажнения и время отволаживания после замачивания при холодном кондиционировании. Это применимо и для

зерна голозерного ячменя. Так, стекловидное зерно лучше вымалывается, т.е. из его отрубьянистых частиц легче и полнее отделяются остатки эндосперма. Из стекловидного зерна получают отруби с небольшим содержанием эндосперма. При помолу стекловидного зерна эндосперм извлекается легче, а мука имеет более высокие хлебопекарные достоинства. Однако на момент проведения исследований не было сортов голозерного ячменя, резко отличающихся по стекловидности. Поэтому исследования в этом направлении будут продолжаться.

Обобщение экспериментальных результатов исследования по всем сортам голозерного ячменя позволило определить оптимальные режимы гидротермической обработки: влажность зерна на I драной системе – 13%, время отволаживания – 2,5-3,0 ч. При таком сочетании влажности зерна на I драной системе и времени отволаживания обеспечивается получение наибольшего выхода муки с лучшим ее качеством.

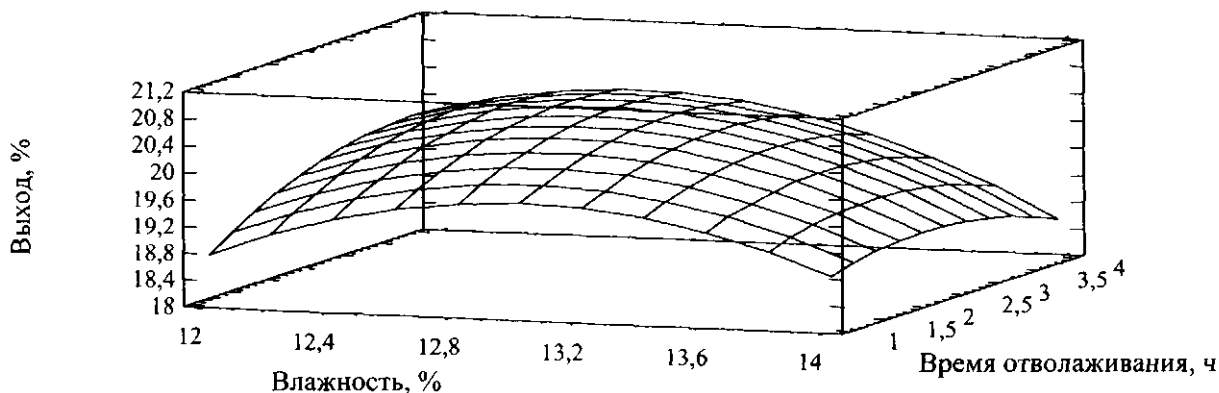


Рисунок 2 – Поверхности отклика для сортов R

Итак, анализ полученных данных позволяет рекомендовать проведение холодного кондиционирования пленчатого ячменя при подготовке его к помолу в два этапа, а голозерного ячменя в один этап. Влажность на I драной системе для голозерного ячменя должно быть меньше в 1,2, а время отволаживания – в 1,7 раза, чем для пленчатого.

Заключение

Установлено, что зерно голозерного и пленчатого ячменя имеет разную сорбционную способность, что связано с различием в количественном соотношении химических веществ. Различия по пленчатости оказывают влияние на протяженность и длительность процесса подготовки и размола зерна, а скорость переноса влаги внутрь зерновки в большей степени зависит от исходной влажности ячменя. Разработаны оптимальные режимы увлажнения и отволаживания для 87%-ного сортового помола ячменя.

Литература

1. Швецова, И.А. Производство муки из зерна и семян крупяных и нетрадиционных культур. – М.: Агропромиздат, 1994. – 45 с.
2. Рукшан, Л.В. Совершенствование технологии переработки ячменя / Л.В. Рукшан, Л.Н. Данилова // Агропанорама. – 1999. – № 4. – С. 22-25.
3. Рукшан, Л.В. Технологические свойства ячменя, выращиваемого в Республике Беларусь / Л.В. Рукшан, Л.Н. Данилова, А.А. Малиновский // Весні Акадэміі Аграр. навук. – 1999. – №1. – С. 81-84.
4. Rukshan, L. The technological quality of barley / L. Rukshan // Cereal Science: Summaries ICC International Symposium 1997, 12-13 June 1997. Detmold (Germany), 1997. – P. 15.
5. Рукшан, Л.В. Химический состав районированных и перспективных сортов пленчатого ячменя / Л.В. Рукшан, И.В. Юхимчук, Л.Н. Данилова // Проблемы переработки крупяных культур и развитие крупяной промышленности: материалы науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. проф. М.Е. Гинзбурга, Москва, 22 окт. 2003 г. / Москов. гос. ун-т пищ. пром-ти; редкол.: В.Т. Линниченко [и др.]. – Москва, 2003. – С. 66-72.
6. Рукшан, Л.В. Физико-химические свойства новых сортов голозерного ячменя Беларуси / Л.В. Рукшан, А.А. Ветошкина, И.В. Юхимчук, Л.Н. Данилова, М.П. Шишлов // Проблемы переработки крупяных культур и развитие крупяной промышленности: материалы науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. проф. М.Е. Гинзбурга, Москва, 22 окт. 2003 г. / Москов. гос. ун-т пищ. пром-ти; редкол.: В.Т. Линниченко [и др.]. – Москва, 2003. – С. 60-66.

Поступила в редакцию 18.04.2006