

УДК 663.42:663.12

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ТОВАРОВЕДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПИВА С ЭКСТРУДАТОМ ЯЧМЕНЯ

Воронина Полина Константиновна, аспирант кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет».
440061, г. Пенза, ул. Герцена, д. 44, кв. 105.
E-mail: bp62@list.ru

Ключевые слова: пиво, экстрадат, ячмень, технология.

Цель исследований – разработка технологии пива с использованием экстрадата ячменя взамен части ячменного пивоваренного солода. Изучали влияние продолжительности экструзионной обработки на содержание крахмала, декстринов, водорастворимых сахаров, а также экстрактивность ячменя общепринятыми в пивоваренной отрасли методами. Установлена зависимость исследуемых показателей от продолжительности обработки. Лучшие результаты были достигнуты при обработке ячменя в течение 15-20 с. Разработана рецептура и технология нового сорта пива с применением взамен части солода экструдированного ячменя в количестве от 10 до 20% к массе зернопродуктов. Способ получения пивного сусла – настойный. В результате сокращается процесс осахаривания, интенсифицируется процесс брожения пивного сусла. Опытные образцы пива с внесением 15 и 20% экстрадата ячменя в пивное сусло характеризовались более высокими показателями содержания спирта и меньшей кислотностью. Внесение экстрадата ячменя в количестве более 20% к массе зернопродуктов приводит к ухудшению органолептических и физико-химических показателей пива. Таким образом, применение при производстве пива ячменя, подвергнутого экструзионной обработке, в количествах 15-20% к массе зернопродуктов способствует интенсификации процесса осахаривания при затирании, обогащению сусла аминным азотом, повышению обрабатываемых углеводов, активизации процесса брожения пивного сусла.

Современной тенденцией в условиях жесткой конкуренции на рынке является инновационная технология пива с использованием нетрадиционного сырья растительного происхождения взамен части солода с целью формирования специфических органолептических и физико-химических свойств напитка.

Известно, что обычно качественный солод содержит достаточное количество амилолитических, протеолитических и цитолитических ферментов для эффективного гидролиза содержащихся в нем нерастворимых компонентов, а также для гидролиза крахмала несоложенного сырья. В отличие от солода, биополимеры несоложенного сырья, применяемого взамен части солода, менее подготовлены для ферментативного воздействия, поскольку не подвергались предварительному процессу растворения, изменяющему структуру зерна. В то же время известно, что ферменты солода значительно эффективнее воздействуют на биополимеры несоложенных зернопродуктов при условии их предварительной термической обработки.

Анализ современных способов повышения функционально-технологических свойств зерновых культур в ряде отраслей пищевой промышленности свидетельствует о возможности эффективного изменения углеводного и белкового комплекса зерна при его предварительной обработке в экструдере [1, 2, 3]. Экструзионная технология позволяет интенсифицировать технологические процессы, создать новые виды пищевых продуктов в связи с возможностью получения биологически ценных ингредиентов с заданными свойствами, при минимальных потерях термолабильных веществ и относительно низкой энергоемкости технологических процессов вследствие кратковременности термического воздействия на сырье [4, 5, 6]. В связи с этим, разработка технологии и формирование потребительских свойств пива с повышенной биологической ценностью и оригинальными органолептическими показателями на основе использования экструдированного зернового сырья является актуальной задачей для пищевой промышленности.

Основными компонентами несоложенного ячменя, имеющими значение при производстве пива, и оказывающими решающее влияние на ход процесса приготовления пивного сусла, и качество готового продукта, является крахмал и белок. По данным исследователей, экструзионная обработка зерна не только разрушает его структуру, но и приводит к деструкции биополимеров зерна, тем самым способствуя изменению физико-химических свойств крахмала и белка [7, 8].

Цель исследований – разработка технологии пива с использованием экструдата ячменя взамен части ячменного пивоваренного солода.

Задача исследований – изучить технологические, физико-химические свойства экструдатов ячменя, полученных при различной продолжительности экструзионной обработки, а также технологические показатели пивного сусла и пива при замене части солода экструдатом ячменя.

Материалы и методы исследований. В качестве объектов исследования использовали солод пивоваренный ячменный светлый (ГОСТ 29294–92); несоложенный ячмень (ГОСТ 5060–86), экструдированный ячмень, полученный по специальной технологии [4], пивное сусло. Физико-химические показатели пивного сусла и пива анализировали общепринятыми методами.

Контрольным образцом служило зерно ячменя без экструзионной обработки (образец 1); образец 2 – зерно ячменя, подвергнутое экструзионной обработке в течение 10 с; образец 3 – зерно ячменя, подвергнутое экструзионной обработке в течение 12 с; образец 4 – зерно ячменя, подвергнутое экструзионной обработке в течение 15 с; образец 5 – зерно ячменя, подвергнутое экструзионной обработке в течение 20 с; образец 6 – зерно ячменя, подвергнутое экструзионной обработке в течение 25 с. Обоснование режимов возможного регулирования функционально-технологических свойств ячменя в процессе экструзионной обработки ячменя были рассмотрены авторами ранее [9].

Результаты исследований. Установлено влияние продолжительности экструзионной обработки на интенсивность гидролитических процессов. Обработка ячменя в течение 10 с незначительно изменяла содержание крахмала. Содержание крахмала при экструзионной обработке ячменя в течение 12 с, 15 с и 20 с, соответственно, на 19,2%, 19,4 и 18,5% ниже, чем в контрольном образце (рис. 1).

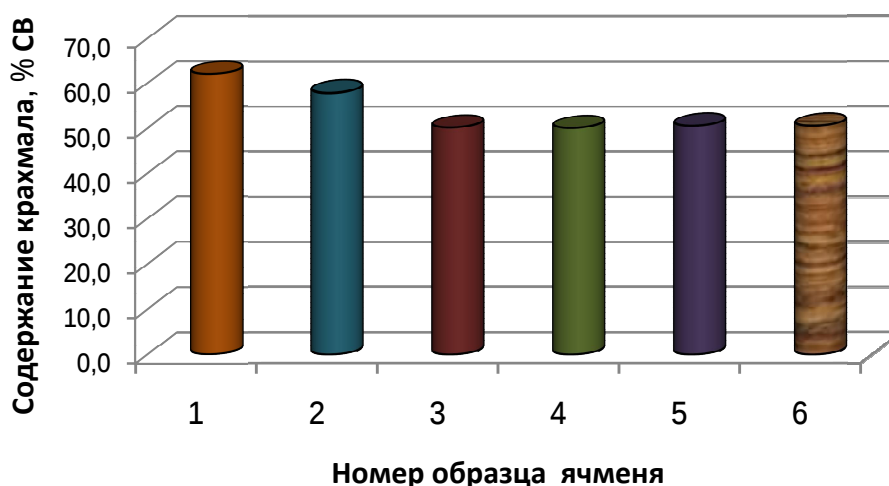


Рис. 1. Содержание крахмала в экструдате ячменя при различной продолжительности экструзионной обработки

При обработке более 20 с дальнейшего изменения содержания крахмала не наблюдали. Деструкция крахмала сопровождается повышением содержания декстринов – промежуточных продуктов термического расщепления крахмала (рис. 2). Содержание декстринов достаточно полно отражает глубину деструкции крахмала.

Декстринизация крахмала, по мнению многих исследователей, обуславливает уменьшение плотности экструдированного материала и образование микропористой структуры.

Расщепление крахмала в экструдате ячменя подтверждается и увеличением массовой доли водорастворимых сахаров (рис. 3). Содержание указанных веществ в экструдате в 1,4-2,2 раза выше по сравнению с исходным необработанным ячменем (образец 1).

Установлен наиболее высокий уровень экстрактивности ячменя при продолжительности экструзионной обработки 15 с (рис. 4).

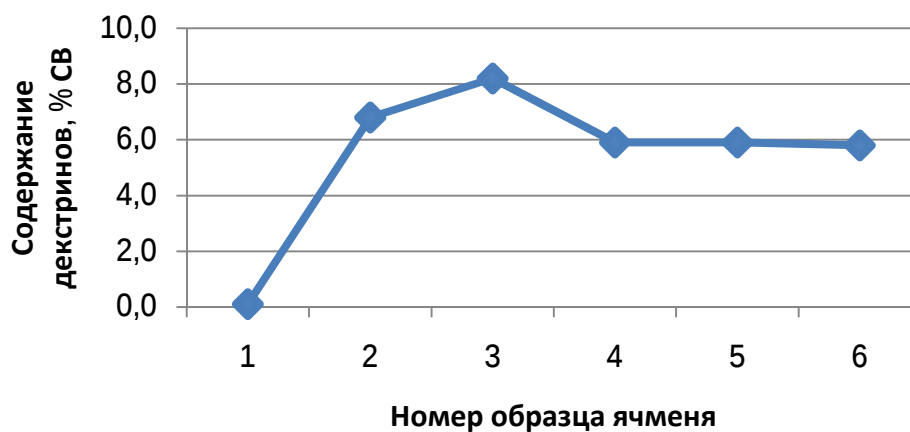


Рис. 2. Изменение содержания декстринов в зерне ячменя при экструзионной обработке



Рис. 3. Содержание водорастворимых сахаров в экструдате ячменя в зависимости от продолжительности экструзионной обработки



Рис. 4. Изменение экстрактивности ячменя при экструзионной обработке

В экструдированном ячмене было отмечено повышение количества водорастворимых белков на 10,5-31,0%, солерастворимых белков – на 8,3-27,5%. Отмечена существенная взаимосвязь содержания белков водо- и солерастворимых фракций с содержанием общего азота. Содержание альбуминов и глобулинов в ячмене возрастает, как следует из полученных данных, за счет снижения доли запасных белков.

На основании полученных результатов исследования углеводного и белкового состава экструдированного ячменя, в дальнейших исследованиях использовали экструдированный ячмень, обработанный в течение 15-20 с. Его характеристика приведена в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика нативного и экструдированного ячменя

Продукт	Содержание влаги, %	Массовая доля веществ, % СВ				
		Протеин	Клетчатка	Зола	Липиды	Безазотистые экстрактивные вещества
Нативный ячмень	14,5	12,5	4,6	2,8	2,8	77,3
Экструдированный ячмень	8,0	11,5	3,9	2,6	2,3	79,7

Основным компонентом безазотистых экстрактивных веществ является крахмал. Массовая доля крахмала на абсолютно сухое вещество в нативном ячмене составила 62,0 %, в экструдированном – 50,1%. Экструдат ячменя характеризуется низкой влажностью, хорошей сыпучестью, с размером частиц 125-150 мкм, имеет вкус и запах, характерный для зерновой культуры. Цвет – светло-серый. Экструзионная обработка способствовала модификации отдельных компонентов ячменя: содержание протеина в экструдате ячменя снизилось в сравнении с исходным ячменем на 8,7%, клетчатки на 18 %, крахмала – на 23,7% в сравнении с нативным зерном ячменя. Содержание липидов и минеральных компонентов изменилось незначительно.

На следующем этапе исследований разрабатывали рецептуру и технологию приготовления пивного сусла с различным содержанием экструдата ячменя в заторе. В качестве контроля использовали сусло с экстрактивностью начального пивного сусла 11 %, приготовленное из 85 % солода и 15 % необработанного ячменя. Опытные образцы пивного сусла были приготовлены с экструдатом ячменя к массе общей засыпи зернопродуктов в количестве 15 (опыт 1), 20 (опыт 2) и 25 % (опыт 3). Образцы пивного сусла получали настоем способом затирания по режиму с выдержкой затора при 45; 52; 63; 72°C. Результаты показателей качества лабораторного сусла представлены в таблице 2.

Таблица 2

Физико-химические показатели контрольного сусла и пивного сусла с внесением экструдата ячменя

Показатель	Контроль	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
Кислотность, к. ед.	1,58	1,65	1,71	1,78
Цветность, ц. ед.	0,48	0,52	0,52	0,53
Аминный азот, мг/100 см ³	28,5	33,1	33,0	31,0
Содержание редуцирующих сахаров, г/100 см ³	8,7	8,8	8,7	8,65
Время осахаривания, мин	18	18	20	25

Анализ полученных данных показывает, что замена части пивоваренного солода на экструдат ячменя приводит к повышению кислотности пивного сусла. Осахаривание с наибольшей скоростью протекало в опытных образцах, вероятно, за счет более эффективного гидролиза крахмала. Основные показатели сусла опытных образцов незначительно отличались от контрольного.

Наблюдала заметное повышение содержания аминного азота в сусле опытных образцов при внесении 15-20 % экструдата ячменя, что способствовало более интенсивному обмену веществ дрожжей при брожении сусла [10]. Длительность осахаривания в этих образцах была практически на уровне контроля (18-20 мин).

Сбраживание пивного сусла проводили при температуре 6-7°C с использованием сухих дрожжей расы W 34/70 в течение 7 сут. Во всех вариантах дрожжевую разводку вводили в сусло из расчета 20 млн. кл/см³ с учетом количества мертвых клеток.

Использование экструдата ячменя во всех опытных вариантах способствует значительной интенсификации сбраживания пивного сусла в сравнении с контрольным вариантом.

Дображивание и выдержку пива проводили при 0-2°C в течение 15 суток.

Результаты органолептической оценки и физико-химических показателей полученных образцов пива приведены в таблице 3.

Таблица 3

Органолептические и физико-химические показатели готового пива с использованием экструдата ячменя

Показатели	ГОСТ Р 51174–2009	Контроль	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
Экстрактивность начального сусла, %	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
Объемная доля этилового спирта, %	Не менее 4,0	4,0	4,3	4,3	4,0
Кислотность, к.ед.	Не более 2,6	2,4	2,5	2,6	2,6
Цвет, ц.ед.	0,2-2,5	0,8	1,0	1,1	1,2
Высота пены, мм	Не менее 40	40	60	55	45
Пеностойкость, мин	Не менее 3	4	4	4	4

Образцы пива с экстрактом ячменя представляют собой прозрачный напиток без осадка и посторонних включений. Цвет светло-янтарный с кристаллическим блеском. При дегустации как лучшие отмечены органолептические характеристики образцов пива с добавлением 20% экстракта ячменя.

Пиво, полученное с использованием 15% экстракта ячменя, характеризовалось недостаточно гармоничным вкусом и ароматом. В пиве, полученном с использованием 25% экстракта ячменя, отмечался неслаженный вкус и посторонние тона в аромате.

Опытные образцы пива, приготовленные с заменой пивоваренного солода на 15 и 20% экстракта ячменя к массе зернопродуктов, характеризовались содержанием объемной долей этилового спирта 4,3%, что на 7,5% выше аналогичного показателя пива, приготовленного с использованием необработанного ячменя.

Пиво, полученное с использованием 20% экстракта ячменя, отличалось полным, чистым, гармоничным, приятным, нежным, хорошо выраженным, с хмелевой горечью вкусом. Аромат в этом образце пива – приятный, свойственный пиву.

Различное процентное соотношение солода и экстрадированного ячменя позволяет расширить вкусовой диапазон готового продукта, что является хорошей базой для создания новых сортов пива. Разработанная технология производства пива защищена патентом.

В готовом пиве были оценены органолептические показатели.

На рисунке 5 приведена балловая оценка органолептических показателей контрольного и опытного образцов с внесением 20% экстракта ячменя.

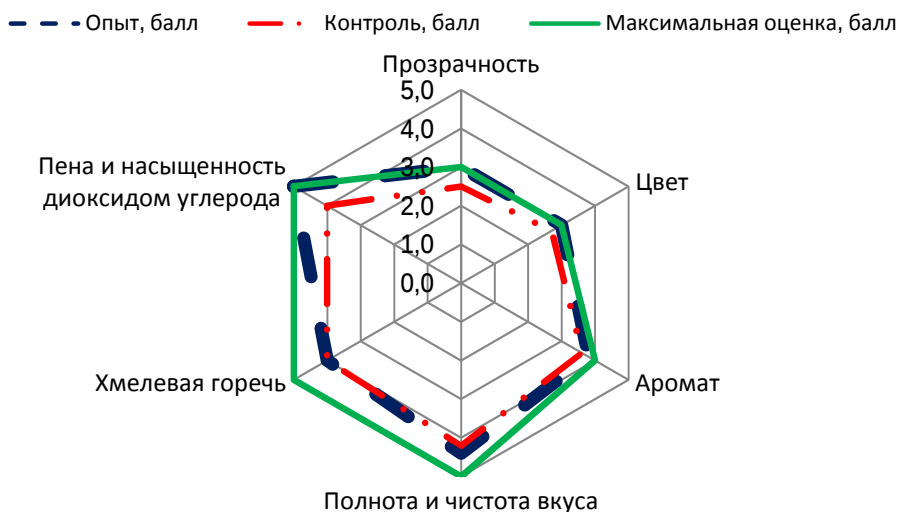


Рис. 5. Органолептическая оценка образцов пива

Заключение. Применение при производстве пива ячменя, подвергнутого экструзионной обработке, в количествах 15-20% к массе зернопродуктов способствует интенсификации процесса осахаривания при затировании, обогащению сусла аминным азотом, повышению содержания сбраживаемых углеводов, активизации процесса брожения пивного сусла. Экструзионная обработка ячменя позволяет использовать солод с пониженной экстрактивностью, при этом качество готового пива по органолептическим показателям не уступает качеству контрольного образца, а по отдельным показателям и превосходит его.

Библиографический список

1. Остриков, А. Н. Экструзионная технология пищевых текстуратов / А. Н. Остриков, М. А. Глухов, А. С. Рудометкин, Е. Г. Окулич-Казарин // Пищевая промышленность. – 2007. – №9. – С. 18-20.
2. Курочкин, А. А. Теоретические и практические аспекты экструзионной технологии в пивоварении / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, В. В. Новиков // Нива Поволжья. – 2007. – №1. – С. 20-24.
3. Курочкин, А. А. Использование экстрадированного ячменя в пивоварении / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, В. В. Новиков // Пиво и напитки. – 2006. – №5. – С. 16-17.
4. Пат. 2460315 Российская Федерация, МПК A23L1/00. Способ производства экстрактов / Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, П. К. Воронина [и др.]. – №20011107960; заявл. 01.03.2011; опубл. 10.09.2011, Бюл. №25. – 6 с.
5. Курочкин, А. А. Обоснование рациональных параметров шнека пресс-экструдера в зоне загрузки / А. А. Курочкин, В. В. Новиков // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – №6 (10). – С. 123-127.

6. Курочкин, А. А. Методологические аспекты теоретических исследований пресс-экструдеров для обработки растительного крахмалсодержащего сырья / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, В. В. Новиков // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – №6. – С. 46-55.
7. Шабурова, Г. В. Белковый комплекс экструдированного ячменя / Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, В. В. Новиков, В. П. Чистяков // Пиво и напитки. – 2007. – №3. – С. 12-13.
8. Курочкин, А. А. Аминокислотный состав экструдированного ячменя / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова // Пиво и напитки. – 2008. – №4. – С. 12.
9. Курочкин, А. А. Регулирование функционально-технологических свойств экструдатов растительного сырья / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, П. К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – №4. – С. 86-91.
10. Воронина, П. К. Формирование качества пива в процессе сбраживания пивного сусла с использованием экструдата ячменя / П. К. Воронина, А. А. Курочкин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – №4. – С. 100-103.