

Трансформация технологических свойств и основных компонентов зерна ячменя в процессе экструзии

Гаранин В.С., Гарькина П.К.

Аннотация. Трансформация технологических свойств и основных компонентов зерна ячменя в процессе экструзии представляет собой сложный и многоступенчатый процесс, в ходе которого происходят изменения как физико-химических характеристик, так и питательной ценности продукта. Экструзия, как интенсивный метод обработки, способствует как активации биологических свойств зерна, так и улучшению его усвояемости. В статье изучено влияние экструзии на технологические свойства компонентов ячменя.

Ключевые слова: экструзионная обработка, несоложеный ячмень, декстрины.

Для цитирования: Гаранин В.С., Гарькина П.К. Трансформация технологических свойств и основных компонентов зерна ячменя в процессе экструзии // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 4. С. 11–14.

Transformation of technological properties and main components of barley grain in the extrusion process

Garanin V.S., Garkina P.K.

Abstract. The transformation of the technological properties and main components of barley grain during the extrusion process is a complex and multi-stage process, during which both the physico-chemical characteristics and the nutritional value of the product change. Extrusion, as an intensive processing method, contributes both to the activation of the biological properties of grain and to the improvement of its digestibility. The article examines the effect of extrusion on the technological properties of barley components.

Keywords: extrusion processing, unsalted barley, dextrins.

For citation: Garanin V.S., Garkina P.K. Transformation of technological properties and main components of barley grain in the extrusion process. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 4. pp. 11–14. (In Russ.).

Введение

В результате экструзии наблюдается денатурация белков, которая обуславливает формирование новых структур, что влияет на текстуру и вкус готового продукта. Также улучшаются растворимость углеводов, что приводит к повышению энергетической ценности продукта и облегчению его переваривания. Процесс экструзии способствует расщеплению клетчатки, который преобразует неусвояемые компоненты в более доступные формы.

С изменением температуры и вязкости в экструдере происходят структурные изменения, которые, в свою очередь, влияют на целостность зёрен. Исследование этих процессов важно для оптимизации технологий переработки ячменя и создания инновационных продуктов с высокой питательной ценностью

и лучшими органолептическими свойствами, что имеет значительное значение для пищевой индустрии.

При определении влияния режимов экструзионной обработки на углеводный состав ячменя обработку опытных образцов несоложенного ячменя проводили в течение 10-15 с. В качестве контроля служило необработанное зерно ячменя.

Целью исследований является изучение модификации основных компонентов ячменя в процессе экструзии.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования служил несоложеный ячмень подвергнутый различным по продолжительности режимам экструзионной обработке.

Результаты и их обсуждение

Как свидетельствуют полученные данные, при экструзионной обработке происходят заметные изменения в углеводном комплексе ячменя (табл. 1, рис. 1-4).

С увеличением длительности экструзионной обработки содержание крахмала в опытных образцах снижается, причем на начальных этапах процесс идет менее интенсивно.

Так, экструзионная обработка ячменя в течение 10 с привела к снижению содержания крахмала на 3,1 %.

Интенсификация процесса гидролиза крахмала заметна при экструзионной обработке более 10 секунд. При обработке в течение 12 и 15 с содержание крахмала на 19,2 % ниже, чем в контрольном образце. Потеря капиллярной и части связанной влаги способствует интенсификации расщепления полисахаридных молекул [1].

Расщепление крахмала в зерне ячменя подтверждается уровнем массовой концентрации водорастворимых веществ. В наших экспериментах было отмечено повышение моно- и дисахаридов в экструдированном ячмене в 2,3 раза по сравнению с исходным сырьем.

Предполагаемым механизмом влияния экструзии на углеводный комплекс зерна может быть разрушение кристаллической структуры зерен крахмала и образование структуры аморфного вещества.

Термическая и механическая обработка крахмала не только разрушает структуру его зерна, но и приводит к деструкции больших молекул полисахаридов крахмала, что существенно изменяет реологические свойства крахмальных клейстеров.

Разрушение клеточных стенок крахмала в результате экструзионной обработки значительно интенсифицируется. В результате увеличивается и облегчается выход экстрактивных веществ из экструдированного сырья, что подтверждается результатами, приведенными на рис. 1.

Таблица 1 - Углеводный состав ячменя

Показатели	Продолжительность экструзионной обработки, с			
	0 (образец 1)	10 (образец 2)	12 (образец 3)	15 (образец 4)
Массовая доля влаги, %	14	11,7	9,6	9,5
Моно-и дисахариды, % СВ	1,2	1,7	2,7	2,2
Крахмал, % СВ	62	60,1	50,1	50,1
Декстрины, % СВ	0,1	6,8	8,2	5,9



Рис. 1. Изменение экстрактивности ячменя при экструзионной обработке

Степень изменения крахмала зависит от свойств исходного сырья, скорости и предела повышения температуры нагрева, интенсивности механического воздействия, состояния крахмальных полисахаридов, количества воды [2]. На рис. 2 приведены результаты исследования содержания крахмала в экструдированном ячмене.

Одним из возможных механизмов гидролиза крахмала при экструзионной обработке предположительно является активация эндогенной амилазы (в первую очередь, α -амилазы) на начальном этапе экструзии. Декстринизация крахмала обуславливает уменьшение плотности экструдированного материала и образование микропористой структуры. Следует отметить, что степень пористости экструдата возможно регулировать путем изменения величины вакуума, создаваемого на выходе продукта из фильеры экструдера, о чем сообщалось автором ранее [3]. О повышении содержания декстринов свидетельствуют данные, приведенные на рис. 3.

При этом возрастает количество растворимых сахаров в экструдате (рис. 4).

Полученные данные свидетельствуют о возможности использования экструдированного ячменя в качестве замены части солода. При этом возможно применение более экономного настойного способа затирания, поскольку крахмал несоложеного зерна эффективно подготовлен для воздействия амилаз солода. Изменяя параметры режима обработки (исходную влажность, продолжительность обработки, температуру) можно прогнозировать количество декстринов и степень клейстеризации крахмала. Кроме того, применение экструдированного ячменя позволяет с минимальными потерями

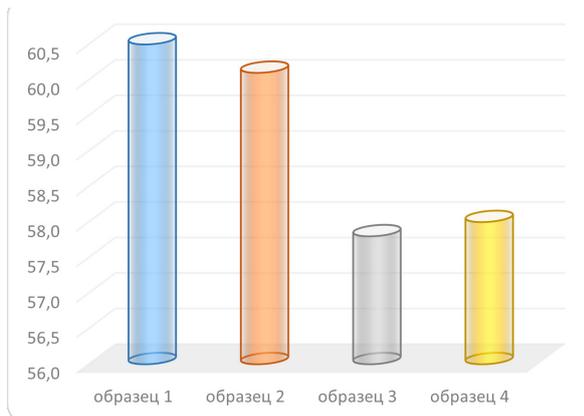


Рис. 2. Содержание крахмала в зерне ячменя

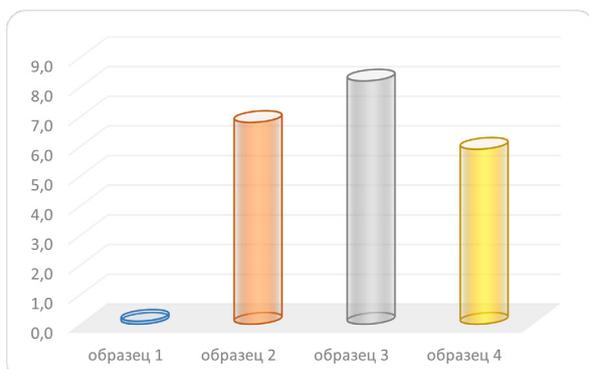


Рис. 3. Изменение содержания декстринов в зерне ячменя при экструзионной обработке

сохранить витаминный комплекс ячменя, а также улучшить санитарное состояние исходного сырья.

Предполагаемым механизмом физического воздействия экструзионной обработки ячменя может быть высвобождение крахмала из растительных клеток, его клейстеризация и растворение.

Содержание в зерновом сырье азотистых соединений, их изменения в процессе производства пива оказывают существенное влияние на интенсивность и направленность основных технологических процессов и качество готового пива. Азотистые вещества ячменя представлены в основном высокомолекулярными соединениями – белками, а также низкомолекулярными веществами органической и неорганической природы. Низко- и среднемолекулярные продукты гидролиза белков (аминокислоты и пептиды) обеспечивают азотистое питание дрожжей и участвуют в сложных процессах метаболизма дрожжевой клетки. Повышенное количество несоложенного сырья при производстве пива способствует снижению содержания аминокислот, что приводит к ухудшению процесса брожения пивного сусла. Применение в качестве несоложенного зерна экструдированного ячменя может способствовать изменению азотистого состава сусла. В процессе экструзионной обработки белки,

Литература

- [1] Патент № 2460315 С1 Российская Федерация, МПК А23L 1/00. Способ производства экструдатов : № 2011107960/13 : заявл. 01.03.2011 : опубл. 10.09.2012 / Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, П. К. Воронина [и др.] ; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пензенская государственная технологическая академия». – EDN YRTSID.
- [2] Воронина, П. К. Экструдат ячменя в производстве пива / П. К. Воронина // Пищевые продукты и здоровье человека : материалы Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Кемерово, 01 января – 31 2012 года / Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой

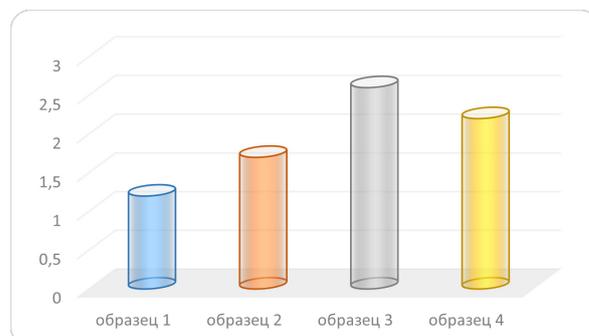


Рис. 4. Содержание растворимых сахаров в экструдате ячменя

наряду с крахмалом, являются наименее устойчивыми компонентами растительного сырья.

Полученные данные о трансформации ячменного белка в результате экструзионной обработки подтверждают возможность эффективного использования несоложенного зернового сырья при производстве пивного сусла.

Выводы

Таким образом, как показали наши исследования, показатели экструдированного зерна ячменя свидетельствуют о биохимических изменениях крахмала, способствующих снижению содержания нативного крахмала и повышению, по всей вероятности, водорастворимых углеводов. При этом высокое содержание воды (пара) и кратковременный прогрев (не более 15...20 с) в условиях экструзионной обработки практически предотвращают деструкцию витаминов. Наличие витаминов и повышенной доли растворимого азота в зерне позволяет предположить возможность более эффективного обмена веществ дрожжей при сбраживании пивного сусла, так как витамины и азотистые вещества являются жизненно необходимыми для роста и размножения дрожжевых клеток.

References

- [1] Patent No. 2460315 C1 Russian Federation, IPC A23L 1/00. Method of production of extrudates : No. 2011107960/13 : application 03/01/2011 : publ. 09/10/2012 / G. V. Shaburova, A. A. Kurochkin, P. K. Voronina [et al.] ; applicant State Educational Institution of Higher Professional Education «Penza State Technological Academy». – EDN YRTSID.
- [2] Voronina, P. K. Barley extrudate in beer production / P. K. Voronina // Food products and human health : materials of the International Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists, Kemerovo, January 01 – 31, 2012 / Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Kemerovo Technological Institute of Food Industry (University)». Kemerovo: Kemerovo Technological Institute of Food Industry (University), 2012. – pp. 116-117

промышленности (университет)». – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), 2012. – С. 116-117

- [3] Трансформация углеводного комплекса экструдированного ячменя / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, П. К. Воронина, Е. В. Тюрина // Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания : сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 3 томах, Челябинск, 11 декабря 2010 года / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Южно-Уральский государственный университет, Факультет «Пищевые технологии»; председатель редколлегии А. Л. Шестаков. Том 1. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – С. 46-48.

- [3] Transformation of the carbohydrate complex of extruded barley / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, P. K. Voronina, E. V. Tyurina // The current state and prospects for the development of the food industry and public catering : a collection of materials of the III All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation: in 3 volumes, Chelyabinsk, December 11, 2010 / Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Federal Agency for Education, South Ural State University, Faculty of Food Technologies; Chairman of the Editorial Board A. L. Shestakov. Volume 1. – Chelyabinsk: SUSU Publishing Center, 2010. – pp. 46-48.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Гарькина Полина Константиновна кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 094-79-49 E-mail: worolina89@mail.ru</p>	<p>Garkina Polina Konstantinovna PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 094-79-49 E-mail: worolina89@mail.ru</p>
<p>Гаранин Владислав Сергеевич студент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 E-mail:</p>	<p>Garanin Vladislav Sergeevich student of the department «Food productions» Penza State Technological University E-mail:</p>