

Технологические показатели экструдированного ячменя

Гарькина П.К., Курочкин А.А., Сиркин В.П.

Аннотация. При производстве пива с заменой части солода на несоложеные зернопродукты необходима предварительная обработка зернопродуктов с целью подготовки основных биополимеров (крахмал, белки) к расщеплению с помощью ферментов солода. Для достижения цели применяют различные физические факторы воздействия. В настоящее время широко в пищевой промышленности применяется экструзионная обработка зернового сырья. При этом влияние оказывает продолжительность обработки, температура в экструдере, условия на выходе зернопродуктов из матрицы. В работе приведены результаты исследования продолжительности экструзионной обработки на качественные показатели ячменя, применяемого в пивоварении. Установлена модификация углеводного комплекса экструдированного ячменя. При этом снижается уровень содержания крахмала, повышается содержание декстринов, растворимых сахаров и уровень экстрактивности ячменя.

Ключевые слова: экструдированный ячмень, зернопродукты, солод, пиво.

Для цитирования: Гарькина П.К., Курочкин А.А., Сиркин В.П. Технологические показатели экструдированного ячменя // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 1. С. 54–58.

Technological indicators of extruded barley

Garkina P.K., Kurochkin A.A., Sirkin V.P.

Abstract. In the production of beer with the replacement of part of the malt with unsalted grain products, pretreatment of grain products is necessary in order to prepare the main biopolymers (starch, proteins) for cleavage using malt enzymes. Various physical factors of influence are used to achieve the goal. Currently, extrusion processing of grain raw materials is widely used in the food industry. At the same time, the duration of processing, the temperature in the extruder, the conditions at the exit of grain products from the matrix have an impact. The paper presents the results of a study of the duration of extrusion processing on the quality indicators of barley used in brewing. A modification of the carbohydrate complex of extruded barley has been established. At the same time, the level of starch content decreases, the content of dextrans, soluble sugars and the level of extractivity of barley increases.

Keywords: extruded barley, grain products, malt, beer.

For citation: Garkina P.K., Kurochkin A.A., Sirkin V.P. Technological indicators of extruded barley. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2023. Vol. 10. No. 1. pp. 54–58. (In Russ.).

Введение

В последние десятилетия появился отчетливый тренд в сторону здорового образа жизни и здорового питания. Роспотребнадзор в рамках проекта «Здоровое питание» представил результаты исследования питания россиян. Установлено, что 79% респондентов положительно относятся к здоровому питанию [1]. Снижается потребление крепких алкогольных напитков в России [2]. В приоритете слабоалкогольные напитки, пиво [3].

Разработка перспективных видов напитка с использованием нетрадиционных сырьевых ресурсов и расширение ассортимента продукции с улучшенными показателями качества является перспективным и актуальным направлением развития пивоваренной промышленности Российской Федерации. В технологии пива и пивных напитков применяют, наряду с ячменным, пшеничным пивоваренным солодом, несоложеное сырье. Для этого используют ячмень пивоваренный, пшеницу, крупку пшеничную

ную дробленую, крупу рисовую, крупу кукурузную и продукты переработки солода и зернопродуктов.

Среди способов физических воздействий на зерновое сырье достаточно эффективной является экструзионная обработка, обуславливающая изменение структуры белковых молекул и крахмальных зерен, что способствует совершенствованию технологического процесса, расширению ассортимента и повышению качества готовой продукции.

Применение продуктов экструдирования осуществляется, практически, во всех отраслях пищевой промышленности. Продукты экструдирования применяют в виде муки с целью обогащения продуктов питания хлебобулочных [4], мучные кондитерские изделия [5], мясные кулинарные изделия и мясопродукты [6], а также создание новых зерновых продуктов с различными добавками (сухие завтраки) [7,8].

Интенсивность модификации биополимеров зерна и разрыхление эндосперма зависит, наряду с технологическими и конструктивными параметрами экструдера, от продолжительности экструзионного воздействия [9].

Целью исследования является оценка влияния продолжительности термовакуумной обработки ячменя на технологические показатели.

Объекты и методы исследований

Солод пивоваренный ячменный светлый (ГОСТ 29294-2021), ячмень (ГОСТ 5060-2021), экструдированный ячмень, полученный по специальной технологии (патент РФ № 2460315), пивное сусло, сухие пивные дрожжи Saflager расы W-34/70 (Fermentis, Франция), молодое пиво, готовое пиво.

При выполнении работы были использованы общепринятые методы исследований.

Исследовано влияние продолжительности экструзионной обработки на показатели качества ячменя. В качестве контроля служило необработанное зерно – образец 1, образец 2 – зерно обработано в течение 10 с, образец 3 – в течение 12 с, образец 4 – в течение 15 с, 5 – в течение 20 с.

Результаты и их обсуждение

Выбор ячменя обусловлен специфическим химическим составом, технологическими и функциональными свойствами. Обработку ячменя осуществляли при следующих условиях. Зону пластификации обрабатываемое зерно проходило при температуре 110...115°C в течение 10...20 с. Диаметр выходного отверстия матрицы – 8 мм. На выходе на зерно воздействовали пониженным давлением, равным 0,05 МПа.

Значимым компонентом зернового сырья при производстве пивного сусла, оказывающим решающее воздействие на технологический процесс, и, следовательно, на качество готового продукта, является крахмал. Реализация мероприятий по получению продукции высокого качества заключается в эффективной предварительной подготовке перед затиранием зернопродуктов зерен крахмала и молекул белки к биотрансформации.

Наиболее важным процессом при этом является предварительная клейстеризация крахмала. В этом случае биохимическое воздействие ферментов солода на биополимеры несоложенных зернопродуктов, в первую очередь, на крахмальные зерна, окажется более эффективным. Предварительная подготовка несоложенных зернопродуктов возможна путем экструзионной обработки.

На рисунке 1 приведены результаты исследования влияния продолжительности экструзионной обработки на содержание крахмала в экструдированном зерне.

Установлено снижение уровня содержания крахмала при увеличении продолжительности экструзионной обработки ячменя. Обработка зерна в течение 10, 12 и 15 с способствовала снижению содержания крахмала в зерне на 1,6 %, 4,7 % и 6,3 %, соответственно, в сравнении с контрольным образцом. Обработка зерна в течение 20 с не привела к дальнейшему снижению содержания крахмала. Очевидно, снижение уровня содержания крахмала в зерне обусловлено деструкцией его гранул под влиянием термовакуумной экструзии. Механизм снижения количества крахмала может быть объ-

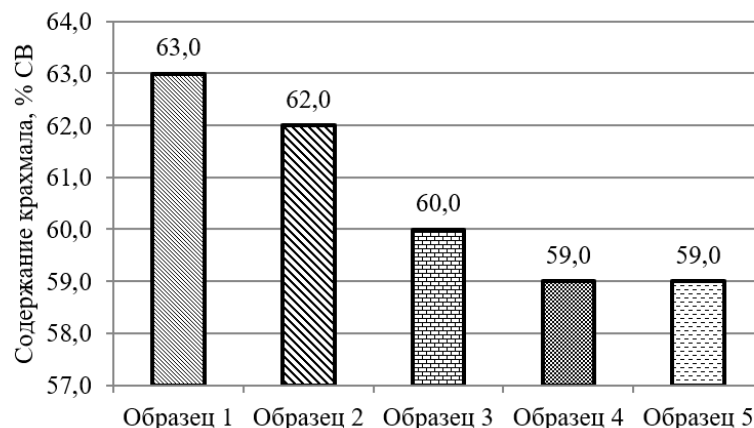


Рис. 1. Влияние продолжительности экструзионной обработки на содержание крахмала в зерне ячменя

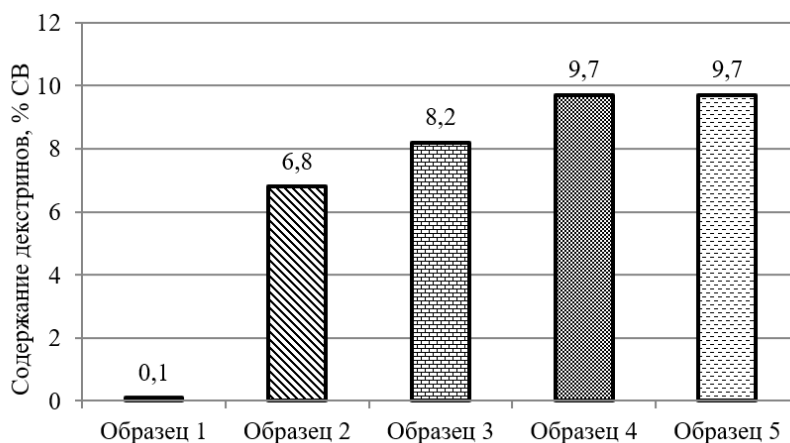


Рис. 2. Влияние продолжительности экструзионной обработки на содержание декстринов в зерне ячменя

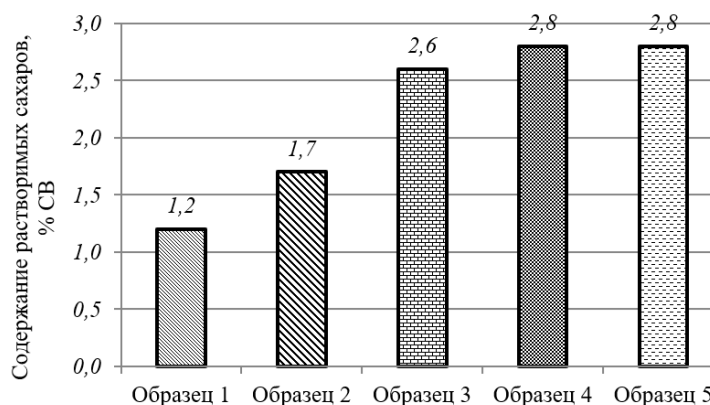


Рис. 3. Влияние продолжительности экструзионной обработки на содержание растворимых сахаров в экструдате ячменя

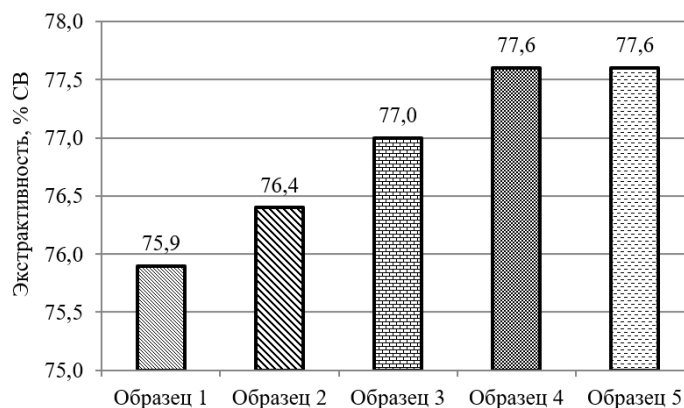


Рис. 4. Влияние продолжительности экструзионной обработки на уровень экстрактивности ячменя

яснен расщеплением амилозы и амилопектина в процессе декомпрессии. Деструкция крахмала подтверждается повышением содержания декстринов в опытных образцах. О повышении содержания декстринов свидетельствуют данные, приведенные на рисунке 2.

Установлено повышение уровня декстринов в экструдированном ячмене при продолжительности от 10 до 15 с. При воздействии экструзионной обработки в течение 20 сек уровень декстринов оставался на том же уровне.

Ранее авторами показано, что декстринизация крахмала обуславливает уменьшение плотности экструдированного материала и образование микропористой структуры [10].

На рисунке 3 приведены результаты влияния продолжительности экструзионной обработки на содержание растворимых сахаров.

Экструзионная обработка зернового сырья в течение 10, 12, 15 с обусловила повышение содержания растворимых сахаров в 1,4, 2,2 и в 2,3 раза, соответственно. Продолжительность экструзион-

ной обработки в течение 20 с оказало одинаковое влияние на повышение растворимых сахаров в зерне, как и при воздействии в течение 15 с.

К важнейшим технологическим показателям несоложенных зернопродуктов относится экстрактивность, характеризующая количество веществ, готовых к растворению и переходу в раствор при затирании. Уровень экстрактивности зависит от содержания крахмала, некрахмальных полисахаридов, белковых веществ, редуцирующих и других веществ.

На рисунке 4 приведены результаты влияния продолжительности экструзионной обработки зерна на ячменя на выход экстрактивных веществ.

Результаты исследования зависимости экстрактивности экструдированного зерна от продолжительности экструзионной обработки свидетельствуют о повышении выхода экстрактивных веществ в раствор. Так, продолжительность обработки зернового сырья в течение 10 с привела к незначительному росту экстрактивности на 0,7 %.

Обработка в течение 12 с способствовала повышению экстрактивности в сравнении с контрольным вариантом на 1,4 %. Продолжительность обработки зерна в течение 15 и 20 с оказала одинаковое влияние на уровень экстрактивности. Экстрактивность в этом случае повысилась в сравнении с контрольным образцом на 2,2 %.

Выводы

На основании полученных результатов исследования установлено влияние продолжительности экструзионной обработки на модификацию углеводного комплекса экструдированного ячменя. Продолжительность обработки от 10 до 20 с способствовала снижению содержания крахмала. Следует считать наиболее эффективной продолжительностью обработки ячменя 15 с. При этом повышалось содержание декстринов, растворимых сахаров и повышался уровень экстрактивности экструдированного зернового сырья.

Литература

- [1] Роспотребнадзор: 79% россиян выбирают здоровое питание/ https://www.rosпотребнадзор.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=23604
- [2] О проведении сессии «Вызовы и тренды здорового питания» на ПМЭФ-2022/ https://www.rosпотребнадзор.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=21909&sphrase_id=4692335
- [3] Шматова Ю. Е. Экономическая и статистическая оценка проблемы алкогольной зависимости в России (региональный аспект) // Society and Security Insights. 2019. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskaya-i-statisticheskaya-otsenka-problemy-alkogolnoy-zavisimosti-v-rossii-regionalnyu-aspekt> (дата обращения: 04.05.2023).
- [4] Влияние обогащенного экструдата кукурузы на реологические свойства мякиша хлеба / Х. А. Балуйян, В. В. Мартиросян, В. Д. Малкина, Е. В. Жиркова // Хлебопечение России. – 2017. – № 4. – С. 30-34.
- [5] Янова, М. А. Текстурированные зерновые продукты – перспективное сырье для хлебопекарной и кондитерской промышленности / М. А. Янова, Ю. Ф. Росляков // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2019. – № S9. – С. 164-172.
- [6] Патент № 2744867 С1 Российская Федерация, МПК А22С 11/00, А23L 13/60, А23L 13/40. Способ производства вареных колбасных изделий : № 2020119845: заявл. 08.06.2020 : опубл. 16.03.2021 / М. И. Сложенкина, И. Ф. Горлов, Ю. Д. Данилов [и др.]; Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции»,

References

- [1] Rospotrebnadzor: 79% of Russians choose a healthy diet/ https://www.rosпотребнадзор.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=23604
- [2] About the session «Challenges and trends of healthy nutrition» at SPIEF-2022/ https://www.rosпотребнадзор.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=21909&sphrase_id=4692335
- [3] Shmatova Yu. E. Economic and statistical assessment of the problem of alcohol dependence in Russia (regional aspect) // Society and Security Insights. 2019. No.3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskaya-i-statisticheskaya-otsenka-problemy-alkogolnoy-zavisimosti-v-rossii-regionalnyu-aspekt> (date of circulation: 04.05.2023).
- [4] The influence of enriched corn extrudate on the rheological properties of bread crumb / H. A. Baluyan, V. V. Martirosyan, V. D. Malkina, E. V. Zhirkova // Bakery of Russia. – 2017. – No. 4. – pp. 30-34.
- [5] Yanova, M. A. Textured grain products promising raw materials for the bakery and confectionery industry / M. A. Yanova, Yu. F. Roslyakov // Electronic network polythematic journal «Scientific works of KubSTU». – 2019. – No. S9. – pp. 164-172.
- [6] Patent No. 2744867 C1 Russian Federation, IPC A22C 11/00, A23L 13/60, A23L 13/40. Method of production of boiled sausage products : No. 2020119845: application 08.06.2020 : publ. 16.03.2021 / M. I. Slozhenkina, I. F. Gorlov, Yu. D. Danilov [et al.]; Federal State Budgetary Scientific Institution «Volga Scientific Research Institute for the Production and Processing of Meat and Dairy Products», Federal State Educational Institution of Higher Education «Volgograd State Technical University».

- Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет».
- [7] Шариков А.Ю. Разработка концепции производства снеков из пшеницы с элиминацией глютена биокаталитическим методом/ А. Ю. Шариков, Е. Н. Соколова, М. В. Амелякина, Т. В. Юраскина, В. В. Иванов, Е. М. Серба // Вестник ВГУИТ. 2020. №4 (86). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-kontseptsii-proizvodstva-snekov-iz-pshenitsy-s-eliminitsiy-glyutena-biokataliticheskim-metodom> (дата обращения: 04.05.2023).
- [8] Касьянов Г. И. Инновации в технологии производства сухих завтраков/ Г.И. Касьянов, Е. А. Ольховатов, К. Ш. Сакибаев // Научный журнал КубГАУ. – 2017. – № 130. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsii-v-tehnologii-proizvodstva-suhih-zavtrakov> (дата обращения: 04.05.2023).
- [9] Lunwen, L. Study on Saccharification Technology of Added Enzyme in Bear Brewing Using Extruded Auxiliary Materials/ L. Lunwen//International Conference on Biological and Biomedical Sciences «Advances in Biomedical Engineering», 2012. – Vol. 9. – P. 190-195
- [10] Курочкин, А.А. Научные основы термовакуумной экструзии растительного сырья: монография / А.А. Курочкин, П.К. Гарькина, Г.В. Шабурова и др. – Уральск: Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана. – 2019. – 205 с.
- [7] Sharikov A.Yu. Development of the concept of production of snacks from wheat with gluten elimination by the biocatalytic method/ A. Yu. Sharikov, E. N. Sokolova, M. V. Amelyakina, T. V. Yuraskina, V. V. Ivanov, E. M. Serba // Vestnik VGUIT. 2020. №4 (86). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-kontseptsii-proizvodstva-snekov-iz-pshenitsy-s-eliminitsiy-glyutena-biokataliticheskim-metodom> (date of application: 04.05.2023).
- [8] Kasyanov G. I. Innovations in the technology of production of breakfast cereals/ G.I. Kasyanov, E. A. Olkhovатов, K. S. Sakibaev // Scientific journal of KubGAU. – 2017. – No. 130. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsii-v-tehnologii-proizvodstva-suhih-zavtrakov> (accessed: 05/04/2023).
- [9] Lunwen, L. Study on Saccharification Technology of Added Enzyme in Bear Brewing Using Extracted Auxiliary Materials/ L. Lunwen//International Conference on Biological and Biomedical Sciences «Advances in Biomedical Engineering», 2012. – Vol. 9. – P. 190-195
- [10] Kurochkin, A.A. Scientific foundations of thermal vacuum extrusion of vegetable raw materials: monograph / A.A. Kurochkin, P.K. Garkina, G.V. Shaburova, etc. – Uralsk: West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan. – 2019. – 205 p.

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>Курочкин Анатолий Алексеевич доктор технических наук профессор кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru</p>	<p>Kurochkin Anatoly Alekseevich D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru</p>
<p>Сиркин Владислав Петрович студент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11</p>	<p>Sirkin Vladislav Petrovich student of the department «Food productions» Penza State Technological University</p>