

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЫХОДА ЭКСТРАКТА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ПИВНОГО СУСЛА

П.К. Гарькина, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов

Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза, Россия

Анализ воздействий экструзионной обработки на структуру зерна свидетельствует о модификации химического состава и технологических свойств, изменении структуры белка и крахмала и эффективной подготовки несоложенного сырья к дальнейшей переработке. В лабораторных условиях приготовлено пивное сусло с заменой части пивоваренного ячменного солода на гречиху, предварительно подвергнутую экструзионной обработке при температурах 90, 110 и 130 °С. Пивное сусло получали настойным методом с содержанием экстрадата гречихи в заторе от 15 до 45 %. Контрольным вариантом служило сусло, приготовленное из 100 % ячменного пивоваренного солода (без внесения экструдированной гречихи). На основе методологии оценки поверхности отклика и проведения серии опытов было изучено влияние экструдированной гречихи с различной температурой обработки на выход экстракта и продолжительность осахаривания крахмала зернопродуктов при приготовлении пивного суслу. Получены предсказанные регрессионные уравнения, достоверно и адекватно описывающие зависимость выхода экстракта пивного суслу и продолжительности осахаривания крахмала зернопродуктов от доли экструдированной гречихи, используемой вместо части пивоваренного солода. Аналогичное влияние внесение экструдированной гречихи оказало и на сокращение продолжительности осахаривания. Технологически обоснованной и возможной для оптимизации режима затириания является замена пивоваренного солода на 20–26 % экстрадата гречихи с температурой экструзионной обработки от 103 до 110 °С. При этих условиях эксперимента достигается выход экстракта 72,35–72,80 %, что способствует получению пивного суслу с физико-химическими показателями качества на уровне контрольного варианта.

Ключевые слова: экстрадат, зерно, растительное сырье, гречиха, затириание, пивное сусло, экстракт, продолжительность осахаривания, экструзия, математическая модель.

Введение

Актуальными задачами в пивоварении, как и в других отраслях пищевой промышленности Российской Федерации, является расширение ассортимента выпускаемой продукции и разработка перспективных сортов напитков с улучшенными показателями качества на основе изыскания новых нетрадиционных видов сырья, обладающих необходимыми технологическими свойствами и химическим составом, структурные компоненты которого позволят интенсифицировать биотехнологические процессы производства напитка и обогатить продукт комплексом биологически активных веществ.

Предпосылкой совершенствования технологии пива, расширения ассортимента продукции пивоваренного производства является установленная возможность модификации химического состава и функционально-технологических свойств несоложенного зернового сырья с помощью экструзионной обработки.

Известно, что показатели качества пива, его потребительские свойства формируются, в первую очередь, под влиянием вида и качест-

ва используемого сырья, а также технологических параметров процесса затириания зернопродуктов [1, 2]. В связи с этим, эффективное биохимическое воздействие ферментов солода на биополимеры несоложенных зернопродуктов, в первую очередь, на крахмальные зерна, окажется более результативным при условии предварительной клейстеризации крахмальных зерен. Следовательно, для эффективного использования несоложенных зернопродуктов при приготовлении пивного суслу и получения продукции высокого качества, перед затирианием необходимо предварительное воздействие на биополимеры несоложенного зерна с целью их биотрансформации.

Анализ литературных данных свидетельствует об актуальности и перспективности повышения функционально-технологических свойств пищевого сырья в различных отраслях пищевой и перерабатывающей промышленности с помощью термопластической экструзии [3–8].

Ранее авторами установлена значительная деструкция крахмала экструдированной гречихи, что способствовало повышению содержания в обработанном зерне редуцирующих

сахаров в 8,8 раз в сравнении с нативным зерном гречихи, и в 1,5 раза выше, чем в ячмене, традиционно применяемом в качестве несоложенного сырья при производстве пива [9]. Отмечена модификация белкового комплекса, способствующая повышению уровня растворимых фракций белка и понижению количества запасных белков [10–14]. Выявлено, что экструдированный ячмень характеризуется повышенной экстрактивностью, высоким содержанием аминного азота, что обуславливает интенсификацию процесса брожения [15, 16]. Значительная деструкция крахмальных зерен и белковых молекул экструдированного зерна подтверждена микроструктурными исследованиями [17].

Целью исследований является оптимизация режима затирания и регулирование выхода экстракта при производстве пива за счет замены части пивоваренного солода экструдированной гречихой.

Объекты и методы исследований

Исследования проводили в лабораторных условиях. В качестве объектов исследований использовали солод пивоваренный ячменный светлый, соответствующий требованиям ГОСТ 29294–2014. Экструдированную гречиху (ЭГ) получали на экструдере КМЗ-2У, модернизированном и оснащеном вакуумной камерой. Температура экструзионной обработки гречихи составляла 90, 110 и 130 °С. На выходящий из фильеры экструдера продукт воздействовали пониженным давлением 0,05 МПа с целью более интенсивного «вскипания» (вспучивания) и достижения в экстракте влаги не более 9 %. Приготовление пивного суслу осуществляли настойным способом с одновременным внесением ячменного пивоваренного солода и ЭГ в количестве 15, 20, 25, 30, 35, 40 и 45 % к общей массе зернопродуктов. Массовая доля экстракта в сухом веществе зернового сырья и продолжительность осахаривания были определены согласно ГОСТ 29294–2014.

Первичная обработка экспериментальных данных была проведена в программе Microsoft Excel. Планирование и последующая обработка экспериментальных данных проводилась в программе Statistica.

Для исследования влияния ЭГ на выход экстракта и продолжительность осахаривания крахмала при приготовлении пивного суслу была использована методология оценки поверхности отклика. С целью определения оп-

тимальной дозировки ЭГ был применен план получения регрессии поверхности отклика для отсеивания максимального числа эффектов при возможно меньшем числе опытов. План получения регрессии поверхности отклика второго порядка является гибридом плана полиномиальной регрессии и плана дробной факторной регрессии. План квадратичной регрессии поверхности отклика содержит эффекты 2-го порядка полиномиальной регрессии и эффекты взаимодействия 2-го порядка предикторов. Использовалась конструкция плана регрессии поверхности отклика второго порядка с 2 факторами, 1 повторностью, 1 блоком и 15 опытами. Уровни двух независимых факторов были выбраны на основе результатов предварительных опытов. Несущественные факторы ($p > 0,05$) были исключены из исходной модели.

Чтобы проверить адекватность окончательных моделей, с помощью диагностических средств программы Statistica проводился контроль остаточных и предсказанных значений, для анализа адекватности модели предсказания, и при необходимости для внесения преобразований в переменные модели – коррекция выбросов в данных. Точное согласие и отсутствие существенных различий между экспериментальными и прогнозными значениями были необходимы для проверки окончательной модели.

Для нахождения уравнений искомой математической модели для каждого критерия оптимальности бралось общее полиномиальное уравнение вида:

$$Y = b_0 + b_1P + b_2P^2 + b_3Q + b_4Q^2 + b_5PQ$$

и подгонялось для наблюдаемых значений зависимых переменных.

Из литературных данных известно, что выход экстракта обусловлен химическим составом исходного сырья и параметрами технологического процесса, выбранными для переработки сырья. Особое значение имеет регулирование количества и качества экстракта путем изменения условий затирания зернопродуктов.

В связи с этим, на первом этапе исследований осуществляли затирание (смешивание дробленого пивоваренного солода и ЭГ с водой) с целью изучения влияния доли ЭГ, полученной при различной температуре экструзионной обработки (90, 110 и 130 °С) в количестве от 15 до 45 % к массе зернопродуктов

на выход экстракта и продолжительность осахаривания.

Использовали настойный способ затирания зернопродуктов с выдержкой затора при температурах: 45 °С – 30 минут; 50 °С – 45 минут; 63 °С – 60 минут; 72 °С – до полного осахаривания [18].

Для проведения серии опытов по выявлению влияния ЭГ на выход экстракта и продолжительность осахаривания был составлен план регрессии поверхности отклика (табл. 1).

В качестве зависимых переменных были выбраны: ВЭ – выход экстракта; ПО – продолжительность осахаривания. Независимые переменные: ЭГ – доля ЭГ к массе зернопродуктов; ТЭ – температура экструзионной обработки гречихи.

При составлении плана эксперимента независимые переменные были выбраны на трех уровнях варьирования: доля ЭГ к массе зернопродуктов – 10, 25 и 40 %; температура экструзионной обработки гречихи соответственно – 90, 110 и 130 °С.

Результаты и их обсуждение

Статистическая обработка экспериментальных данных позволила получить регрессионные уравнения зависимостей отклика влияния доли ЭГ с различной температурой экструзионной обработки на выход экстракта и продолжительность осахаривания крахмала при приготовлении пивного суслу.

Коэффициенты регрессии и уровни значимости (p) для прогнозируемых моделей и переменных отклика показаны в табл. 2 и 3.

Как видно из табл. 2, коэффициенты регрессии для ТЭ и квадратичных эффектов ЭГ и ТЭ значимы ($p < 0,05$).

Анализ данных, представленных в табл. 3, свидетельствует о том, что значимыми являются коэффициенты регрессии ТЭ и квадратичный эффект ТЭ ($p < 0,05$).

В табл. 4 приведены качественные показатели полиномиальных моделей.

Как показано в табл. 4, регрессионные модели для ВЭ и ПО были значимыми ($p < 0,05$) с приемлемым коэффициентом де-

Таблица 1
План и полученные экспериментальные данные регрессии поверхности отклика влияния
экструдированной гречихи на выход экстракта и продолжительность осахаривания крахмала
при приготовлении пивного суслу

| Опыты | Независимые переменные | | Зависимые переменные | |
|-------|------------------------|--------|----------------------|---------|
| | ЭГ, % | ТЭ, °С | ВЭ, % | ПО, мин |
| 1 | 10,0 | 110,0 | 72,4 | 18,0 |
| 2 | 40,0 | 110,0 | 70,0 | 22,0 |
| 3 | 10,0 | 110,0 | 71,6 | 19,0 |
| 4 | 40,0 | 110,0 | 70,2 | 23,0 |
| 5 | 10,0 | 90,0 | 71,9 | 19,0 |
| 6 | 40,0 | 90,0 | 70,8 | 22,0 |
| 7 | 10,0 | 130,0 | 71,2 | 20,0 |
| 8 | 40,0 | 130,0 | 69,2 | 23,0 |
| 9 | 25,0 | 90,0 | 71,8 | 22,0 |
| 10 | 25,0 | 90,0 | 71,7 | 23,0 |
| 11 | 25,0 | 130,0 | 69,6 | 23,0 |
| 12 | 25,0 | 130,0 | 69,9 | 24,0 |
| 13 | 25,0 | 110,0 | 72,6 | 17,0 |
| 14 | 25,0 | 110,0 | 72,7 | 18,0 |
| 15 | 25,0 | 110,0 | 72,8 | 18,0 |

ЭГ – доля экструдированной гречихи к массе зернопродуктов; ТЭ – температура экструзионной обработки гречихи; ВЭ – выход экстракта; ПО – продолжительность осахаривания.

Пищевые ингредиенты, сырье и материалы

Таблица 2
Коэффициенты регрессии и уровень значимости для зависимой переменной ВЭ

| | ВЭ Парам. | ВЭ Стат. ошибка | ВЭ t | ВЭ p |
|-----------------|-----------|-----------------|---------|---------|
| Св. член | 42,1086 | 10,0738 | 4,18001 | 0,00238 |
| ЭГ | 0,19124 | 0,13434 | 1,42353 | 0,18831 |
| ЭГ ² | -0,00332 | 0,00142 | -2,338 | 0,04416 |
| ТЭ | 0,55582 | 0,17818 | 3,11942 | 0,01233 |
| ТЭ ² | -0,00262 | 0,0008 | -3,2756 | 0,0096 |
| ЭГ*ТЭ | -0,00075 | 0,00103 | -0,7298 | 0,4841 |

Таблица 3
Коэффициенты регрессии и уровень значимости для зависимой переменной ПО

| | ПО Парам. | ПО Стат. ошибка | ПО t | ПО p |
|-----------------|-----------|-----------------|---------|---------|
| Св. член | 78,1405 | 20,0577 | 3,89579 | 0,00364 |
| ЭГ | 0,04402 | 0,26748 | 0,16456 | 0,87293 |
| ЭГ ² | 0,00145 | 0,00283 | 0,51317 | 0,62019 |
| ТЭ | -1,1236 | 0,35477 | -3,167 | 0,01142 |
| ТЭ ² | 0,00519 | 0,00159 | 3,26011 | 0,00984 |
| ЭГ*ТЭ | 0 | 0,00205 | 0 | 1 |

Таблица 4
Качественные показатели полиномиальных моделей ВЭ и ПО второго порядка

| Зависим. Перемен. | SS модели и SS остатков | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|---------|---------|
| | Мно-жеств R | Мно-жеств R ² | SS Модель | сс Модель | MS Модель | SS Остаток | сс Остаток | MS Остаток | F | p |
| ВЭ | 0,91186 | 0,83149 | 16,887 | 5 | 3,37741 | 3,42231 | 9 | 0,38026 | 8,88192 | 0,00274 |
| ПО | 0,8688 | 0,75481 | 41,766 | 5 | 8,35321 | 13,5673 | 9 | 1,50748 | 5,54118 | 0,01325 |

R – коэффициент корреляции, R² – коэффициент детерминации, SS – сумма квадратов, MS – средний квадрат, сс – число степеней свободы, F – критерий Фишера, p – статистическая значимость

терминации (ВЭ: R² = 0,83; ПО: R² = 0,75).

Кроме того, модели не показали значительного отсутствия соответствия (p > 0,05), что указывает на то, что полиномиальные модели второго порядка были коррелированы с измеренными данными и были статистически значимыми (p < 0,05).

В ходе анализа моделей поверхностей отклика были получены их уравнения регрессии:

Предсказанное уравнение для ВЭ (R=0,91; R²=0,83; p=0,00274):

$$ВЭ = 42,10855 + 0,19124ЭГ - 0,00332ЭГ^2 + 0,55582ТЭ - 0,00262ТЭ^2 - 0,00075ЭГ \cdot ТЭ \quad (1)$$

Полученное уравнение регрессии поверх-

ности отклика для ВЭ (1) в полной мере характеризует влияние доли ЭГ и температуры экструзионной обработки зерна на выход экстракта вследствие более глубокого гидролиза биополимеров.

Предсказанное уравнение для ПО (R = 0,87; R² = 0,75; p = 0,01325):

$$ПО = 78,14049 + 0,04401ЭГ + 0,00145ЭГ^2 - 1,12356ТЭ + 0,00519ТЭ^2 \quad (2)$$

Предсказанное уравнение для ПО показывает наибольшее влияние коэффициента регрессии при факторе ТЭ на продолжительность осахаривания.

Процесс затирания образцов с заменой солода на ЭГ в количестве от 20 до 26 % при всех температурных режимах обработки характеризуется более глубоким гидролизом биополимеров в сравнении с опытным образцом, о чем свидетельствует повышение выхода экстракта (рис. 1). В то же время, наибольшее влияние на выход экстракта оказывала температура экструзионной обработки гречихи в диапазоне от 103 до 110 °С.

Применение ЭГ в количестве от 20 до 25 % взамен части пивоваренного солода способствует заметному сокращению продолжительности осахаривания крахмала (рис. 2).

Сокращение продолжительности осахаривания, очевидно, обусловлено эффективной подготовкой биополимеров гречихи с помощью экструзионной обработки к ферментативной модификации в составе затора.

Рациональное количество ЭГ взамен части пивоваренного солода составляет от 20 до 26 %, при этом достигается выход экстракта 72,35–72,80 % при температуре экструзионной обработки гречихи от 103 до 110 °С.

Рациональная зона значений продолжительности осахаривания менее 19 минут наблюдается при содержании ЭГ к массе зернопродуктов от 18 до 26 % при диапазоне температур экструзионной обработки гречихи от 106 до 112 °С.

Заключение

С помощью методологии оценки поверхности отклика и серии опытов было изучено влияние экструдированной гречихи при разной температуре обработки на выход экстракта и продолжительность осахаривания крахмала в

процессе приготовления пивного сусла.

Получены предсказанные регрессионные уравнения, достоверно и адекватно описывающие зависимость выхода экстракта пивного сусла и продолжительности осахаривания крахмала зернопродуктов от доли и температуры экструзионной обработки гречихи, используемой вместо части пивоваренного солода.

В ходе изучения и анализа полученных данных было установлено наибольшее влияние дозировки от 18 до 26 % гречихи, экструдированной при температуре от 103 до 110 °С, взамен солода на выход экстракта, который достигает 72,35–72,80 %. Внесение указанных дозровок экструдированной гречихи оказало влияние и на сокращение продолжительности осахаривания. В связи с этим замена части пивоваренного солода экструдированной гречихой при производстве пива актуальна и может быть использована с целью оптимизации режима затирания и регулирования выхода экстракта.

Литература

1. Хорунжина С.И. Биохимические и физико-химические основы технологии солода и пива. – М.: Колос, 1999. – 312 с.
2. Sendra J.M., Tobov, Pinaga F., Izquierdo L., Carbonell S.V. Evaluation of the effects of yeast strain and fermentation conditions on the volatile concentration profiles of pilot plant lager beers // *Monatsschr. Brauwiss.* – 1994. no. 10. pp. 316–321.
3. Малкина В.Д. Повышение эффективности хлебопекарного производства на основе

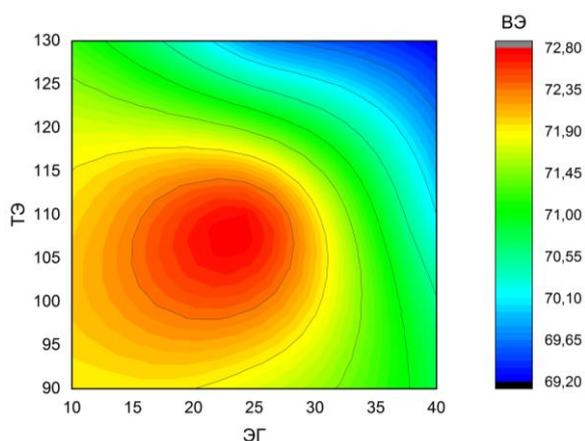


Рис. 1. График поверхности отклика ВЭ, % от ЭГ, % и ТЭ, °С

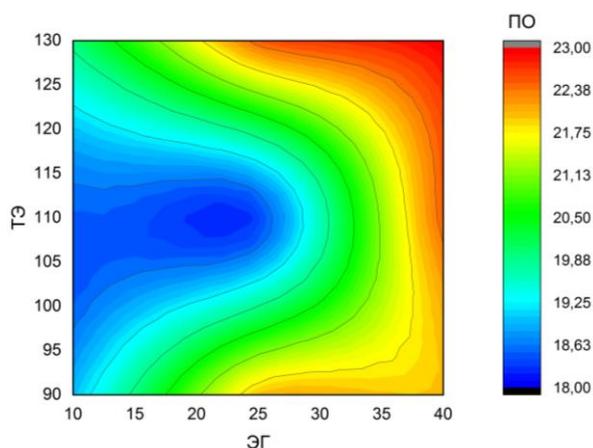


Рис. 2. График поверхности отклика ПО, мин от ЭГ, % и ТЭ, °С

Пищевые ингредиенты, сырье и материалы

модификации свойств сырья: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01 / Малкина Валентина Даниловна. – М., 1996. – 50 с.

4. Мартиросян В.В. Научные и практические аспекты применения экструдатов зернового сырья в технологии профилактических пищевых продуктов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01 / Мартиросян Владимир Викторович. – М., 2013. – 52 с.

5. Технология экструзионных продуктов / А.Н. Остриков, Г.О. Магомедов, Н.М. Дерканосова и др. – СПб.: Проспект науки, 2007. – 202 с.

6. Экструзионная технология пищевых текстуратов / А.Н. Остриков, М.А. Глухов, А.С. Рудометкин, Е.Г. Окулич-Казарин // Пищевая промышленность. – 2007. – № 9. – С. 18–20.

7. Платова Е.Ю. Разработка технологии экструзионных продуктов на основе комбинированного крупяного сырья: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.02 / Платова Елена Юрьевна. – М., 1993. – 23 с.

8. Grujić O. Application of Hydrothermically Treated Barley in Beer Production / O. Grujić, S. Gaceusca // J. Inst. Brew. – 1999. – V. 105. – No. 1. – P. 45–48.

9. Перспективы использования экструдированной гречихи в пивоварении и хлебопечении / Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4. – С. 79–83.

10. Воронина П.К. Разработка технологии и товароведная характеристика пива с экструдатом ячменя // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 4. – С. 108–113.

11. Литвяк В.В. Развитие теории и практики модификации крахмалосодержащего сырья для создания новых продуктов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.05 / Литвяк Владимир Владимирович. – Краснодар, 2013. – 48 с.

12. Бахитов Т.А. Технология переработки некондиционного зерна ржи на пищевые и кормовые цели: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Бахитов Тарген Амандыкович. – М., 2011. – 24 с.

13. Жушман А.И. Актуальные вопросы развития производства экструдированных продуктов питания / А.И. Жушман, В.Г. Карпов, Н.Д. Лукин // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 1997. – В. 2. – С. 14.

14. Byung-Kee Baik. Extrusion of Regular and Waxy Barley Flours for Production of Expanded Cereals / Byung-Kee Baik, Joseph Powers, Linhda T Nguyen // Cereal Chemistry. – 2004. – Vol. 81. – No 1. – P. 94.

15. Воронина П.К. Практические перспективы термопластической экструзии в технологии напитков / П.К. Воронина // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 6 (22). – С. 85–88.

16. Шматкова Н.Н. Перспективы применения композитной смеси в технологии хлебобулочных изделий функционального назначения / Н.Н. Шматкова, П.К. Воронина // Инновационная техника и технология. – 2015. – №3(4). – С. 33–39.

17. Воронина П.К. Микроструктурные исследования экструдата ячменя / П.К. Воронина // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 6 (22). – С. 100–102.

18. Технологическая инструкция по производству солода и пива. ТИ-18-6-47-85. – М., 1985. – 164 с.

Гарькина Полина Константиновна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Пищевые производства», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» (г. Пенза), worolina89@mail.ru

Курочкин Анатолий Алексеевич, докт. техн. наук, профессор кафедры «Пищевые производства», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» (г. Пенза), anatolii_kuro@mail.ru

Шабурова Галина Васильевна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Пищевые производства», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» (г. Пенза), shaburovs@mail.ru

Фролов Дмитрий Иванович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Пищевые производства», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» (г. Пенза), surr@bk.ru

Поступила в редакцию 15 марта 2020 г.

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF EXTRACT EXIT CONTROL WHEN RECEIVING A BEER MASH

P.K. Garkina, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov

Penza State Technological University, Penza, Russian Federation

Analysis of the effects of extrusion processing on the grain structure indicates a modification of the chemical composition and technological properties, a change in the structure of protein and starch, and effective preparation of unmalted materials for processing. In laboratory conditions, the preparation of beer wort was carried out with the replacement of part of the brewing barley malt with buckwheat, previously subjected to extrusion processing at temperatures of 90, 110, 130 °C. Beer wort was obtained by the infusion method with buckwheat extrudate content in the mash from 15 to 45 %. The control option was a wort made from 100 % barley brewing malt (without making extruded buckwheat). Using the response surface methodology and a series of experiments, the effect of extruded buckwheat with various processing temperatures on the yield of the extract and the duration of saccharification of starch of grain products in the preparation of beer wort was studied. The predicted regression equations are obtained that reliably and adequately describe the dependence of the yield of beer wort extract and the duration of saccharification of starch of grain products on the proportion of extruded buckwheat used instead of part of brewing malt. The introduction of extruded buckwheat had a similar effect on the reduction in the duration of saccharification. Technologically justified and possible to optimize the mashing mode is the replacement of brewing malt with 20–26% buckwheat extrudate with an extrusion temperature from 103 °C to 110 °C, while the extract yield is 72.35–72.80 %, which contributes to obtaining beer wort with physico-chemical quality indicators at the level of the control option.

Keywords: extrudate, grain, vegetable raw materials, buckwheat, mashing, beer wort, extract, saccharification time, extrusion, mathematical model.

References

1. Khorunzhina S.I. *Biokhimicheskie i fiziko-khimicheskie osnovy tekhnologii soloda i piva* [Biochemical and physico-chemical bases of technology of malt and beer]. Moscow, 1999. 312 p.
2. Sendra J.M., Tobov, Pinaga F., Izquierdo L., Carbonell S.V. Evaluation of the effects of yeast strain and fermentation conditions on the volatile concentration profiles of pilot plant lager beers. *Monatsschr. Brauwiss.*, 1994, no. 10, pp. 316–321.
3. Malkina V.D. *Povyshenie effektivnosti khlebopekarnogo proizvodstva na osnove modifikatsii svoystv syr'ya* [Improving the efficiency of bakery production on the basis of the modification of the properties of raw materials: author. dis. Dr. Technical Sciences]. Moscow, 1996. 50 p.
4. Martirosyan V.V. *Nauchnye i prakticheskie aspekty primeneniya ekstrudatov zernovogo syr'ya v tekhnologii profilakticheskikh pishchevykh produktov* [Scientific and practical aspects of the use of extrudates of grain raw materials in the technology of preventive food: author. dis. Dr. Technical Sciences]. Moscow, 2013. 52 p.
5. Ostrikov A.N., Magomedov G.O., Derkanosova N.M. et al. *Tekhnologiya ekstruzionnykh produktov* [Technology extrusion products]. St. Petersburg, 2007. 202 p.
6. Ostrikov A.N., Glukhov M.A., Rudometkin A.S., Okulich-Kazarin E.G. [Extrusion technology of food textures]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 2007, no. 9, pp. 18–20. (in Russ.)
7. Platova E.Yu. *Razrabotka tekhnologii ekstruzionnykh produktov na osnove kombinirovannogo krupyanogo syr'ya* [Development of technology extrusion products based on a combination of cereal raw materials]. Moscow, 1993. 23 p.
8. Grujić O., Gaceusca S. Application of Hydrothermally Treated Barley in Beer Production. *J. Inst. Brew.*, 1999, vol. 105, no. 1, pp. 45–48.
9. Shaburova G.V., Voronina P.K., Kurochkin A.A., Frolov D.I. [Prospects for the use of extruded buckwheat in brewing and baking]. *Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Samara State Agricultural Academy], 2014, no. 4, pp. 79–83. (in Russ.)

10. Voronina P.K. [Development of technology and merchandising characteristics of beer with barley extrudate]. *Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Samara State Agricultural Academy], 2013, no. 4, pp. 108–113. (in Russ.)
11. Litvyak V.V. *Razvitie teorii i praktiki modifikatsii krakmalosoderzhashchego syr'ya dlya sozdaniya novykh produktov* [Development of the theory and practice of modification of starch-containing raw materials to create new products: abstract. dis. Dr. tech. Sciences]. 2013. 48 p.
12. Bakhitov T.A. *Tekhnologiya pererabotki nekonditsionnogo zerna rzhi na pishchevye i kormovye tseli* [Technology of processing substandard rye grain for food and feed purposes: abstract. dis. cand. tech. Sciences]. Moscow, 2011. 24 p.
13. Zhushman A.I., Karpov V.G., Lukin N.D. [Actual problems of the development of the production of ex-labored food]. *Khranenie i pererabotka sel'skokhozyaystvennogo syr'ya* [Storage and processing of agricultural raw materials], 1997, vol. 2, pp. 14. (in Russ.)
14. Byung-Kee Baik, Joseph Powers, Linhda T. Nguyen. Extrusion of Regular and Waxy Barley Flours for Production of Expanded Cereals. *Cereal Chemistry*, 2004, vol. 81, no. 1, p. 94.
15. Voronina P.K. [Practical perspectives of thermoplastic extrusion in beverage technology]. *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus* [XXI century: the results of the past and the problems of the present plus], 2014, no. 6 (22), pp. 85–88. (in Russ.)
16. Shmatkova N.N., Voronina P.K. [Prospects for the use of a composite mixture in the technology of bakery products for functional purposes]. *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya* [Innovative technology and technology], 2015, no. 3 (4), pp. 33–39. (in Russ.)
17. Voronina P.K. [Microstructural studies of barley extrudate]. *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus* [XXI century: the results of the past and the problems of the present plus], 2014, no. 6 (22), pp. 100–102. (in Russ.)
18. *Tekhnologicheskaya instruktsiya po proizvodstvu soloda i piva. TI-18-6-47-85* [Technological instruction for the production of malt and beer. TI-18-6-47-85]. Moscow, 1985. 164 p.

Polina K. Garkina, Department of Food Production, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, Penza State Technological University, Penza, worolina89@mail.ru

Anatoliy A. Kurochkin, Department of Food Production, Dr. of Tech. Sci., Professor – Penza State Technological University, Penza, anatolii_kuro@mail.ru

Galina V. Shaburova, Department of Food Production, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, Penza State Technological University, Penza, shaburovs@mail.ru

Dmitriy I. Frolov, Department of Food Production, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, Penza State Technological University, Penza, surr@bk.ru

Received March 15, 2020

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Технологические аспекты регулирования выхода экстракта при получении пивного сула / П.К. Гарькина, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2020. – Т. 8, № 2. – С. 13–20. DOI: 10.14529/food200202

FOR CITATION

Garkina P.K., Kurochkin A.A., Shaburova G.V., Frolov D.I. Technological Aspects of Extract Exit Control when Receiving a Beer Mask. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2020, vol. 8, no. 2, pp. 13–20. (in Russ.) DOI: 10.14529/food200202