0,002%, в течение 2 часов, с последующей задачей активированных дрожжей на главное брожение с получением напитков стабильно высокого качества.

1. Пивной рынок России 2020 // Пивное дело. – 2020. - № 11. <https://www.pivnoe-delo.info>
2. Меледина, Т.В. Выбор штамма дрожжей для безалкогольного пива / Т.В. Меледина, В.Г. Оганнисян, Н.А. Петрова // Пиво и напитки. - 2008. - №4. - с. 28-31.
3. Банницына, Т.Е. Применение дрожжей и продуктов их переработки в пищевой промышленности / Т.Е. Банницына, Ле Ань Туан, А.В. Канарский // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4 (47). С. 176-183.
4. Третьяк, Л.Н. Новый взгляд на процессы пивоварения / Л.Н. Третьяк, Е.М. Герасимов // Вестник ОГУ. - 2003. - №2. - с. 147-156.
5. Кунце В. Технология солода и пива / В. Кунце, Г. Мит. – СПб.: Профессия, 2001. – 912с.
6. Саришвили Н.Г. Микробиологические основы технологии шампанизации вина / Н.Г. Саришвили, Б.Б. Рейблат. – М.: Пищепромиздат, 2000. – 365с.
7. Жвирблянская, А.Ю. Микробиологический контроль производства пива и безалкогольных напитков / А.Ю. Жвирблянская. – М.: Пищевая промышленность, 1970. – 159с.
8. Слюсаренко, Т.П. Лабораторный практикум по микробиологии пищевых производств / Т.П. Слюсаренко. – М: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 208с.

Грибкова И.Н.

Технологические подходы переработки пивной дробины с целью экологизации производства

*Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/sr-10-12-2020-28

idsp: sciencerrussia-10-12-2020-28

Аннотация

В приведенной статье рассматриваются вопросы экологизации пивоваренного производства, а именно возможности переработки пивной дробины для нужд пивобезалкогольной отрасли. Показана перспективность переработки пивной дробины, обладающей труднорастворимыми полезными соединениями различной природы, в том числе полифенолами как в свободной, так и связанной формах. Авторами исследовалась возможность переработки пивной дробины с помощью комплексной обработки ЭХА-водой на первом этапе и ферментным препаратом – на втором. Показано положительное действие католита на высвобождение различных связанных полифенольных веществ в течение первых 4-10 ч. Дальнейшая обработка комплексным цитолитическим ферментным препаратом позволяет через 4 ч получить увеличение содержания полифенолов – на 33%, а антоцианогенов – в 6 раз. В результате комплексной переработки отхода пивоваренного производства удается достичь присутствия в экстракте различных групп связанных полифенолов пивной дробины.

Ключевые слова: пивоваренная дробина, полезные соединения, физико-химические способы обработки, экологизация производства

Abstract

This article discusses the issues of brewing industry ecologization, namely the processing brewer's spent grain possibility for the beverages industry needs. The prospects of processing brewer's spent grain, which have sparingly soluble useful various natures compounds, including polyphenols in both free and bound forms, have been shown. The authors investigated the possibility of processing brewer's spent grain using complex treatment with ECA-water at the first stage and with an enzyme preparation at the second.

The catholyte positive effect on the various bound polyphenolic substances release during the first 4-10 hours was shown. Further treatment with a complex cytolytic enzyme preparation allows, after 4 hours, to obtain an increase in the content of polyphenols - by 33%, and anthocyanogens - by 6 times. As a result of brewing waste complex processing, it is possible to achieve the various groups presence of bound brewer's spent grain polyphenols in the extract.

Key words: brewing grain, useful compounds, physicochemical methods of processing, greening of production

В последнее время вопросам экологизации производства посвящены многие работы ученых, что обусловлено напряженной ситуацией в области сбережения окружающей среды [1].

В этой связи изучение и внедрение технологий переработки отходов пивоваренного производства актуально и до сих пор является открытым вопросом, поскольку дополнительное технологическое оборудование, используемое для этих целей, требует наличия дополнительных площадей и затрат на переработку.

Основными отходами пивоваренного производства являются пивная дробина, кизельгур, отработанные пивные дрожжи и т.д. [2,3].

Интерес к переработке пивоваренной дробины связан с содержащимися в ее составе полезными соединениями: некрахмальными (гемицеллюлоза, целлюлоза, лигнин, остатки нерастворенного β -глюкана) и крахмальными высокомолекулярными углеводами, белковыми веществами, в том числе аминокислотами, витаминами, полифенольными веществами и т.д. [4, 5].

Цель нашего исследования состояла в разработке технологических подходов переработки пивной дробины, связанных с извлечением максимально возможного количества полифенольных соединений, в рамках программы экологизации производства.

Поскольку все интересующие полифенольные вещества находятся не только в свободном, но и в связанном состоянии – они этерифицированы с нерастворимыми макромолекулами лигнина – переработка пивной дробины требовала использования комбинированных физико-химических методов переработки.

Исследовалась возможность применения физических методов воздействия на растительную матрицу пивоваренной дробины - ультразвука и ЭХА-обработанной воды при температуре $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Применение ультразвуковой обработки с частотой ультразвука 2-20кГц и длительностью 10 – 30 мин не дало ощутимого результата, что отмечается другими исследователями [6].

Обработка католитом с рН 9,6, полученным на установке ЭХА воды, позволила получить данные о динамике накопления полифенольных веществ в зависимости от продолжительности извлечения, представленные в таблице 1.

Таблица 1.

Динамика накопления полифенольных веществ в зависимости от длительности обработки католитом

Длительность обработки католитом, ч	Содержание в образцах (на в.с.в.)	
	полифенолов, %	антоцианогенов, мг/дм ³
4 - 6	0,281	0,002
8	0,313	0,002
10	0,317	0,002
26	0,406	0,004
28 - 30	0,438	0,004

Как следует из данных таблицы 1, католит способствует высвобождению различных связанных полифенольных веществ дробины и заметное увеличение содержания общих полифенолов наблюдается через 8-10 ч восстанавливающего действия католита и достигает максимума через 30 ч выдержки с активированной водой от начала эксперимента. Необходимо отметить, что содержание антоцианогенов не изменяется в течение первых 4-10 часов выдержки с активированной водой. Заметное увеличение концентрации антоцианогенов – в 2 раза – наблюдается через 26-30 ч от начала выдержки дробины в католите.

Рост содержания полифенолов при воздействии католита на лигнин в составе растительной матрицы дробины объясняется его природой - католит обладает отрицательным зарядом ОВП за счет накопления ионов H^+ [7]. Активные ионы H^+ присоединяются по месту разрыва карбонильных и эфирных связей комплекса лигнин – полифенол с образованием свободных форм последних [8].

Таким образом, предварительную подготовку пивной дробины к дальнейшей обработке целесообразно проводить обработанной ЭХА водой.

На втором этапе исследований применялись биотехнологические подходы глубокой переработки растительного вторичного сырья. Основываясь на преимущественном присутствии некрахмальных полисахаридов, применялись цитолитические ферментные препараты. На рисунках 1-2 представлена динамика накопления различных групп полифенолов в зависимости от продолжительности обработки.

Таблица 2.

Динамика накопления полифенолов в течение различной продолжительности проведения биокатализа с различными ферментными препаратами

Продолжительность экспозиции при обработке, ч		Содержание в образцах	
католитом	ферментным препаратом	полифенолов, % (в.с.в.) контроль/опыт	антоцианогенов, мг/дм ³ , контроль/опыт
Комплексный цитолитический ферментный препарат			
2	2	0,281/0,331	0,002/0,003
	4	0,281/0,375	0,002/0,012
	6	0,313/0,331	0,002/0,008
Цитолитический ферментный препарат 1			
4	2	0,281/0,313	0,002/0,006
	4	0,313/0,331	0,002/0,008
	6	0,317/0,331	0,002/0,008
Цитолитический ферментный препарат 2			
24	2	0,406/0,450	0,004/0,005
	4	0,438/0,425	0,004/0,004
	6	0,438/0,425	0,004/0,004

Как показывают данные табл. 2, наибольшее количество полифенольных соединений удалось извлечь из пивной дробины благодаря обработке католитом в течение 2 ч и комплексным цитолитическим ферментным препаратом в течение 4 ч вследствие наличия в нем ксиланазной, β -глюканазной, целлюлазной и др. активностей, способствующих гидролизу лигнина и других некрахмальных полисахаридов, связанных с полифенолами.

На следующем этапе исследований были исследованы различные полярные экстрагенты и выбран оптимальный - этанол. Таким образом, в результате подобранных условий удалось добиться экстрагирования полифенолов из пивной дробины различных классов, данные представлены на рисунке 1.

Рисунок 1 – Состав полифенольных соединений экстракта из пивной дробины, полученного при комплексной обработке

Как видно из рисунка 1, в экстракте присутствуют флаванолы (рутин) и различные фенольные кислоты и альдегиды, что обуславливает нутрицевтические свойства полученного экстракта.

Таким образом, с помощью принципов глубокой переработки удалось разработать технологические подходы к использованию пивной дробины как отхода пивоварения с целью экологизации производства, а также получить нутрицевтический продукт, позволяющий при проведении дальнейших исследований применять его в технологии напитков с целью обогащения полифенольными нутриентами.

1. Савон, Д.Ю. Принципы экологизации технологического развития производства / Д.Ю. Савон // Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Общественные науки. – 2006. - №1. – с. 30-38.
2. Бешимов, Ю.С. Эффективность использования отходов пивоваренного производства для кормовых целей/ Бешимов Ю.С., Бахриддинова Н.М., Хайдар-Заде Л.Н. // Вестник алматинского технологического университета. – 2018. - №2. – с. 22-24.
3. Руденко, Е.Ю. Современные тенденции переработки основных побочных продуктов пивоварения / Е.Ю. Руденко // Пиво и напитки. – 2007. - № 2. – с. 66-68.
4. Назаров, В.И. Разработка процессов утилизации отходов пивоварения с получением гранулированного продукта / В.И. Назаров, М.А. Бичев // Пиво и напитки. – 2011. - № 2. – с. 32-35.
5. Kieran, M. Brewers' spent grain: a review with an emphasis on food and health / M. Kieran, E. Lynch, J. Steffen, E. K. Arendt // J. Inst. Brew. – 2016. – V. 122. – pp. 553–568.
6. Macheiner, D. Pretreatment and hydrolysis of brewer's spent grains / D. Macheiner, B.F. Adamitsch, F. Karner, W.A. Hampel // Eng. Life Sci. – 2003. - № 3. – pp. 401–405.
7. Аристова, Н.А. Физико-химические методы получения экологически чистой активированной питьевой воды / Н.А. Аристова, И.М. Пискарев // Министерство образования и науки РФ; ФГАОУ ВПО «УрФУ им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина», Нижний Тагил, 2011. – 76с.
8. Евстигнеев, Е.И. Электрохимические реакции лигнина / Е.И. Евстигнеев // Химия растительного сырья. – 2014. - №3. – с.5-42.

Захаров М.А., Захарова В.А.

Пути решения проблем фальсификации продукции винодельческой отрасли

*Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/sr-10-12-2020-29

idsp: sciencerrussia-10-12-2020-29

Аннотация

В статье рассматривается актуальный вопрос борьбы с фальсифицированной пищевой продукцией, в частности винодельческой. Приводятся основные