

УДК 663.4

UDC 663.4

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПШЕНИЧНОГО СОЛОДА, ВЫРАЩЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОАКТИВИРОВАННЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

EVALUATION OF THE QUALITY OF WHEAT MALT GROWN USING ELECTRO-ACTIVATED WATER SOLUTIONS

Федоренко Карина Петровна
аспирант
Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина, 13

Fedorenko Karina Petrovna
postgraduate student
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Плутахин Геннадий Андреевич
к.б.н., доцент, профессор
Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина, 13
ScopusID: 55102866400

Plutakhin Gennady Andreevich
Dr.Sci.Biol., professor
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia
ScopusID: 55102866400

Беседина Наталья Владимировна
студент
Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина, 13

Besedina Natalya Vladimirovna
student
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Яворская Елена Сергеевна
студент
Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина, 13

Yavorskaya Elena Sergeevna
student
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В настоящей статье освещена возможность получения пшеничного солода с использованием электроактивированных водных растворов, полученных путем электролиза

The present review highlights possibility of obtaining wheat malt by using electro-activated water solutions obtained by electrolysis

Ключевые слова: АНОЛИТ, КАТОЛИТ, ЭЛЕКТРОАКТИВИРОВАННЫЕ ВОДНЫЕ РАСТВОРЫ, ПШЕНИЦА, СОЛОД, ЭКСТРАКТИВНОСТЬ

Keywords: ANOLYTE, CATOLYTE, ELECTRO-ACTIVATED WATER SOLUTIONS, WHEAT, MALT, EXTRACT

Введение

Согласно классическому способу солодоращения для получения высококачественного солода ячмень или пшеницу замачивают водой в течение трех суток, затем проращивают при пониженной температуре, высокой влажности и доступе кислорода. В период проращивания наблюдается потеря экстрактивных веществ, что связано с дыханием и образованием проростков. У пшеничного солода солодоращение проводится быстрее, поскольку нежелательно высокое содержание в нем ферментов — это ухудшает вкус и отрицательно сказывается на процессе брожения.

В период проращивания наблюдается потеря экстрактивных веществ, что связано с дыханием и образованием проростков. Для сокращения потерь

необходимо укорачивать сроки проращивания, однако при этом уменьшается синтез участвующих в растворении эндосперма гидролитических ферментов.

Ускорение биохимических процессов требует при замачивании и проращивании использование различных приемов стимуляции: биотехнологических, химических и физических. Химическими стимуляторами служат растворы неорганических и органических кислот и солей, биологически активных веществ (хитозан, препарат, полученный из биомассы микромицета *Mortierella alpina*, целловередин Г20Х, дистицим П7, и др.). К физическим методам относятся вакуумная, ультразвуковая обработка, озонирование, ультрафиолетовое, красное и инфракрасное излучение [1].

Помимо выше перечисленных способов интенсификации процесса солодоращения используют электроактивированные водные растворы [7, 8]. Активация бывает двух типов — контактной и бесконтактной. В первом случае используют проточный электролитический модуль или непроточные камеры, разделенные полупроницаемой неселективной мембраной на два отсека, в каждом из которых находится электрод. При подключении к электродам источника постоянного тока на них происходят электрохимические реакции, в которых участвуют растворенные в воде электролиты. Так как вода сама является слабым электролитом, то наблюдается и ее электролиз — на аноде выделяется кислород, а на катоде водород. Восстанавливаемые в анодном отсеке модуля катионы приводят к повышению концентрации ионов водорода, в результате чего вода закисляется. Растворившийся молекулярный кислород и иные окислители приводят к тому, что окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) анолита принимает высокое положительное значение. Для повышения электропроводности в воду добавляют хлорид натрия, что приводит при электролизе к появлению в ней активного хлора. Такую воду называют анолитом и используют как стерилизующий раствор. В катодной части раствор при этом защелачивается, ОВП становится отрицательным. Получаемый католит обладает хорошими

моющими свойствами. При бесконтактной активации активируемый раствор отделяется от анолита или католита водонепроницаемой тонкой мембраной (стекло, тефлон, полиэтилен и др.). При этом активируемые водные растворы приобретают аномальные метастабильные свойства активированной жидкости без изменения их первоначального химического состава — у такого раствора изменяется только ОВП, он принимает отрицательные значения [6, 9, 10].

Электроактивация позволяет получать растворы, используемые в пищевой промышленности, биотехнологии, кормопроизводстве, медицине и ветеринарии [2, 3, 4].

Так как кислород стимулирует прорастание семян, следует предположить, что возможна интенсификация процесса солодоращения активированными водными растворами. Поэтому целью работы было исследование влияния активированных водных растворов на скорость прорастания пшеницы и определение качества пшеничного солода, выращенного с использованием данных растворов.

Методики исследований

При исследовании водные растворы — кислый анолит и щелочной католит — получали путем контактной электроактивации на стенде «Изумруд СИ» (мод. 04 уч.) Общий вид стенда представлен на рисунке 1. При бесконтактной электроактивации на этом стенде активируемый водный раствор заливается в пластиковый стакан, который помещают в анодную камеру контактного электроактиватора. В нашем случае были использованы анолит и католит, получаемые на этом стенде в результате электролиза 0,05 % раствора NaCl электродной системой с ионообменной мембраной [7]. Процесс активации протекал в течение часа, что способствовало насыщению кислородом получаемых водных растворов. Электроактивацию проводили согласно прилагаемым изготовителями методикам.



Рисунок 1 — Стенд для получения активированных водных растворов путем бесконтактной электроактивации «Изумруд СИ» (мод. 04 уч.)

анодит

катодит

Для проведения исследований была использована озимая пшеница сорта Безостая 1 урожая 2013 года. Очищенную и отсортированную пшеницу взвешивали (по 0,5 кг в каждом варианте), промывали водопроводной водой и снимали слав. Далее пшеницу на 6 часов замачивали в первом варианте (контрольном) водопроводной водой, во втором — раствором анолита, в третьем — раствором католита. Зерно засыпали в подготовленные пластиковые ящики для выращивания цветов слоем в 5 см.

Замачивание пшеницы проводили при температуре 18 °С при соотношении зерно — замочный раствор 1:2. После 6-ти часов замачивания замочный раствор всех трех вариантов сливали, зерно промывали и проводили 14-часовую экспозицию сухого проращивания с достаточным поступлением кислорода, накрыв влажной тканью. Далее во всех вариантах пшеницу вновь подвергали 6-ти часовому влажному проращиванию в водопроводной воде. В течение следующих 5-ти суток зерно периодически увлажняли водой из пульверизатора и перемешивали с целью насыщения проращиваемых семян кислородом. Органолептическую оценку влажного солода проводили по цвету, запаху, вкусу, аромату и блеску.

Сушку пророщенного солода проводили в сушильном шкафу SNOL 58 — 350 с программируемым повышением температуры в течение 15-ти часов. Режим сушки представлен в таблице 1.

Таблица 1 — Режим сушки пророщенного пшеничного солода

Этапы сушки	Время, час	Температура, °С
1	1	45
2	1	50
3	1	55
4	3	60
5	2	65
6	2	77
7	3	80

После сушки сухие корешки и ростки отделяли от солода вручную. Дробление сухого солода осуществляли на лабораторной мельнице ЛМЦ – 1М.

Результаты и обсуждение

В процессе замачивания активируются жизненные процессы в зерне, и проводится оно с целью увеличения содержания конституционной воды, необходимой для сохранения жизненного потенциала зерна на уровне вегетационной воды, необходимой для проращивания и прохождения энзимных реакций. Нами замачивание осуществлялось в водопроводной воде и электроактивированной. Усредненные физико-химические параметры водных растворов, получаемых нами, приведены в таблице 2. Водопроводная вода имела положительный ОВП, нейтральное значение рН и самую низкую из трех растворов минерализацию. Наиболее высокий ОВП был у анолита, в нем концентрация кислорода увеличилась по сравнению с контролем на 44%. Он имел самую высокую минерализацию. Католит показал положительный ОВП на уровне 817 мВ, концентрация кислорода была повышена по сравнению с контролем на 10%, он, как и анолит, имел высо-

кую минерализацию. Повышение минерализации у анолита и католита по сравнению с водопроводной водой объясняется тем, что активировали раствор хлористого натрия.

Таблица 2 — Физико-химические характеристики водных растворов

Варианты	ОВП, мВ	pH	Концентрация O ₂ , мг/л	Минерализация, ppm
Вода	242,0	7,3	6,8	251
Анолит	1047,0	3,1	9,8	1200
Католит	– 817,0	10,4	7,5	1500

Зерна пшеницы хорошо впитывают воду, поэтому спустя сутки наклюнувшиеся зерна появились во всех вариантах (рисунок 2). Однако по истечении пяти суток проращивания активно проросла пшеница, замоченная в растворе анолита, на втором месте по прорастанию был контрольный образец, а на третьем — пшеница, замоченная в растворе католита. В контрольном варианте проявлялся слабый гнилостный запах, пшеница, замоченная раствором католита, обладала кисловатым запахом. В отличие от них влажный солод, выращенный на анолите, имел приятный сладковато-мучной запах.



Рисунок 2 — Внешний вид пшеницы, замоченной в анолите, после 24 часов проращивания

На шестые сутки у свежепроросших солодов всех вариантов длина корешков составляла не менее 1,5 длины зерна. Зерна легко растирались большим и указательным пальцами, оставляя белый мучнистый след. Солод, пророщенный на водопроводной воде и католите легко рассыпался, в то время как солод, полученный на анолите, сцеплялся корешками и сохранял форму после того, как его вынимали из посуды, в которой осуществляли проращивание. Внешний вид влажного солода всех трех типов представлен на рисунке 3.

Мучнистость, стекловидность и цвет эндосперма являются показателями приготовления и качества сушки солода. Приблизительно 94 % зерен солода характеризовались хорошей мучнистостью и хрупкостью, что важно для качественного пивоварения. Цвет оболочки у солода всех вариантов был светло-желтый и распределен равномерно без дополнительных оттенков.

Солод, полученный с помощью анолита, отличался приятным вкусом. Другие варианты солода, особенно, полученный с помощью католита, имели дополнительный резковатый привкус. По итогам органолептической экспертизы пшеничного солода трех вариантов был отмечен солод, полученный с помощью раствора анолита — он обладал приятным ароматным запахом, сладковатым вкусом, светлым цветом, цвет эндосперма на срезе — белый. На втором месте солод контрольного варианта: наблюдался легкий привкус горечи, темный цвет оболочки, цвет эндосперма — светлый. Органолептические показатели солода, полученного с помощью раствора католита, не оценивали, т.к. он имел специфический запах, неприятный кисловатый вкус, темный цвет оболочки, цвет эндосперма на срезе — темно-серый.



Рисунок 3 — Внешний вид влажного пшеничного солода: а, б — солод, замоченный водопроводной водой; в, г — солод, замоченный в католите; д, е — солод, замоченный анолите

Варианты дробленного после высушивания солода представлены на рисунке 4. Масса 1000 зерен пшеницы для всех вариантов составила 44, 33 грамма. Биохимические показатели солода — влажность, содержание белка, минеральных веществ, жирных кислот, углеводов (клетчатки), являющиеся критерием потребительских свойств, представлены в таблице 2.



Рисунок 4 — Дробленный солод: а — контрольный вариант; б — солод, выращенный с помощью раствора католита; в — солод, выращенный с помощью раствора анолита.

Таблица 2 — Биохимические показатели качества пшеничного солода

Варианты солода	Влага, %	Клетчатка, %	Белок, %	Минеральные вещества, %	Жирные кислоты, %	Экстрактивность, %
Контроль	40,9	1,65	10,76 3	16,73	21,72	65,57
Анолитный солод	40,9	2,38	11,87 5	19,38	21,38	70,91
Католитный солод	40,9	1,83	11,72 6	18,25	21,34	61,78

На основе полученных биохимических данных, а также результатов органолептической экспертизы, можно сделать вывод о качестве полученных вариантов солодов. Самым пригодным для дальнейшего промышлен-

ного использования является пшеничный солод, полученный с помощью раствора анолита, т.к. его важные биохимические показатели — белок, экстрактивность, минеральные вещества, влага и т.д. — являются наиболее близкими к нормативным, а также по итогам органолептической экспертизы данный вариант признан лучшим. Это связано, прежде всего, с достаточно высокой концентрацией в анолите кислорода, активного хлора, с высоким содержанием минеральных соединений и уникальной дезинфицирующей способности раствора анолита, а также его кислой средой. Эти признаки способствует эффективному подавлению неблагоприятной патогенной микрофлоры на поверхности зерна, следовательно, препятствует плесневению и забраживанию замочных растворов в процессе замачивания солодовенного сырья.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы. Использование активированных водных растворов позволяет несколько ускорить процесс солодоращения и получить качественное сырье, пригодное для дальнейшего промышленного использования, благодаря высокой концентрации в растворах кислорода и активного хлора.

Заключение

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы. Использование активированных водных растворов позволяет несколько ускорить процесс солодоращения и получить качественное сырье, пригодное для дальнейшего промышленного использования, благодаря высокой концентрации в растворах ионов кислорода и активного хлора.

Использованная литература

1. Гайда В. К. Применение способов интенсификации солодоращения для повышения качества солода / В. К. Гайда, В. В. Верхотуров // Известия Иркутского государственного университета. – 2008. № 2. – С. 78-80.

2. Жолобова И. С. Мясная продуктивность и качество мяса перепелов после применения натрия гипохлорита / И. С. Жолобова, А. В. Лунева, Ю. А. Лысенко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 41 (1). – С. 146–150.
3. Козарь Е. Г. Биологическая активность вторичных метаболитов растений семейства brassicaceae / Е. Г. Козарь // – Овощи России. 2011. № 1. – С. 46–53
4. Лунёва А.В. Натрия гипохлорит: влияние на организм перепелов / Птицеводство / А. В. Лунёва– 2013. № 04. – С. 35-39.
5. Набок М. Выпечка пшеничного хлеба с использованием в тестозамешивании электроактивированных водных растворов / М. Набок, Г. Плутахин // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2009. – С. 30–32.
6. Плутахин Г. А. Биофизика, 2-е изд., перераб. и доп.: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Г. А. Плутахин, А. Г. Кощаев. – СПб: Издательство «Лань», 2012. – 240 с.
7. Плутахин Г. А. Влияние способа активации водных растворов и концентрации в них кислорода на скорость прорастания ячменя / Г. А. Плутахин, К. П. Федоренко, Я. Д. Молчанов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. –2014. – №06 (100).
8. Плутахин Г. А. Практика использования электроактивированных водных растворов в агропромышленном комплексе / Г. А. Плутахин, А. Г. Кощаев, М. Аидер // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. № 09. – С. 497.
9. Плутахин Г. А. Практическое применение электрохимически активированных водных растворов / Г. А. Плутахин, М. Аидер, А. Г. Кощаев, Е. Н. Гнатко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. № 92. – С. 254 – 264.
10. Aider M. Electro-activated aqueous solutions: theory and application in the food industry and biotechnology / M. Aider, A. Kastyuchik, E. Gnatko, M. Benali, G. Plutakhin // Innovative Food Science & Emerging Technologies. – 2012. – V. 15. – P. 38–49.

References

1. Gajda V. K. Primenenie sposobov intensifikacii solodorashhenija dlja povy-shenija kachestva soloda / V. K. Gajda, V. V. Verhoturov // Izvestija Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2008. № 2. – S. 78-80.
2. Zholobova I. S. Mjasnaja produktivnost' i kachestvo mjasa perepelov posle primeneniya natrija gipohlorita / I. S. Zholobova, A. V. Luneva, Ju. A. Lysenko // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – Т. 41 (1). – S. 146 – 150.
3. Kozar' E. G. Biologicheskaja aktivnost' vtorichnyh metabolitov rastenij semejstva brassicaceae / E. G. Kozar' // – Ovoshhi Rossii. 2011. № 1. – S. 46–53
4. Lunjova A.V. Natrija gipohlorit: vlijanie na organizm perepelov / Pticvodstvo / A. V. Lunjova– 2013. № 04. – S. 35-39.
5. Nabok M. Vypechka pshenichnogo hleba s ispol'zovaniem v testozameshivanii jel'ektroaktivirovannyh vodnyh rastvorov / M. Nabok, G. Plutahin // Hlibopekars'ka i konditers'ka promislovist' Ukraïni. – 2009. – S. 30–32.
6. Plutahin G. A. Biofizika, 2-e izd., pererab. i dop.: uchebnoe posobie dlja studentov vysshih uchebnyh zavedenij / G. A. Plutahin, A. G. Koshhaev. – SPb: Izda-tel'stvo «Lan'», 2012. – 240 s.

7. Plutahin G. A. Vlijanie sposoba aktivacii vodnyh rastvorov i koncentracii v nih kisloroda na skorost' prorastanija jachmenja / G. A. Plutahin , K. P. Fedorenko, Ja. D. Molchanov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. –2014. – №06 (100).
8. Plutahin G. A. Praktika ispol'zovanija jelektoaktivirovannyh vodnyh rastvorov v agropromyshlennom komplekse / G. A. Plutahin, A. G. Koshhaev, M. Aider // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. № 09. – S. 497.
9. Plutahin G. A. Prakticheskoe primenenie jelektohimicheski aktivirovannyh vodnyh rastvorov / G. A. Plutahin, M. Aider, A. G. Koshhaev, E. N. Gnatko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. № 92. – S. 254 – 264.
10. Aider M. Electro-activated aqueous solutions: theory and application in the food industry and biotechnology / M. Aider, A. Kastyuchik, E. Gnatko, M. Benali, G. Plutakhin // Innovative Food Science & Emerging Technologies. – 2012. – V. 15. – P. 38–49.