

НАУЧНАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ
ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ

Мулдабекова Б Д

профессор Алматинский технологический университет.

Каххаров Ф. Б

ассистент Джизакский политехнический институт

Abstract: *The work presents the use of innovative solutions related to the development and implementation of fundamentally new technologies based on modern physical methods used for processing agricultural raw materials. It has been proven that the use of electrophysical influence makes it possible to obtain environmentally friendly products due to the effective disinfection of barley grain, as well as at the same time reduce energy costs and material consumption while improving the quality of the final product - beer.*

Key words: *barley, raw materials, technology, electrophysical methods of influence, safety, quality*

Аннотация: *В работе представлено применение инновационных решений, связанных с разработкой и внедрением принципиально новых технологий, на основе современных физических способов, используемых для переработки сельскохозяйственного сырья. Доказано, что применение электрофизического воздействия позволяет получить экологически чистую продукцию за счет эффективного обеззараживания зерна ячменя, а также одновременно снизить энергозатраты и материалоемкость при улучшении качества конечного продукта – пива.*

Ключевые слова: *ячмен, сырья, технология, электрофизические методы воздействия, безопасность, качество*

В настоящее время пищевая и перерабатывающая промышленность сохраняет свое лидирующее положение в структуре промышленного производства России, занимая долю в 11,5 %. Однако, несмотря на увеличение объемов производства российских продуктов питания, сохраняется высокая импортная зависимость нашей страны по отдельным видам сельскохозяйственной продукции и продовольствия.

Так, например, в 2010 году на продовольственный рынок страны за счет импорта в стоимостном выражении было ввезено сельскохозяйственной продукции и продовольствия на 36,4 млрд долларов [1].

Применение инновационных решений, связанных с разработкой и внедрением принципиально новых технологий, обеспечивающих энерго- и ресурсосберегающую переработку сельскохозяйственного сырья на основе современных физических способов, позволяет решить задачи повышения

конкурентоспособности продукции российских организаций пищевой промышленности и создания условий для обеспечения импортозамещения.

На сегодняшний день развитие пивоваренной отрасли сдерживает слабо развитая сырьевая база. Наиболее «узким» местом этой отрасли является обеспечение отечественным высококачественным сырьем. Ежегодно в Узбекистан импортируется более 20 % солода. Приобретение импортного солода значительно удорожает стоимость готовой продукции – пива.

Сырьем для приготовления пива служит ячменный солод, который получают из пивоваренных сортов ячменя. Зерновые культуры, в том числе и ячмень, поражаются микроорганизмами еще в процессе созревания. На начальных этапах развития зерно ячменя поражается «полевыми грибами», бактериальной микрофлорой и в незначительном количестве дрожжами.

При хранении ячменя происходит перераспределение состава микрофлоры, обсеменяющей зерно, постепенно представители «полевых грибов» вытесняют «плесени хранения», которые отрицательно воздействуют на его качество. По этой причине партия ячменя может стать непригодной для производства солода. Поскольку поступающее на пивоваренные заводы количество партий зерна ячменя, зараженного инфекцией, увеличивается, поэтому становится актуальной задача его обеззараживания прежде, чем ячмень поступит на дальнейшую переработку или хранение.

Для обеззараживания зерна с целью снижения его обсемененности микроорганизмами, активации роста при солодоращении, снижения потерь ценных веществ, улучшения качества применяют традиционные методы.

К их числу относятся дезинфекция на стадии мойки зерна; хранение зерновой массы в охлажденном состоянии; многократная очистка, шелушение, шлифование; сушка; химическое консервирование; ИК-излучение; применение γ -лучей, ультразвука, электронно-ионные технологии. Однако ни один из перечисленных выше способов не обеспечивает полное обеззараживание от вирусов и грибов.

Предлагаемый нами новый способ производства солода устраняет этот недостаток, позволяет получить экологически чистую продукцию за счет эффективного обеззараживания зерна ячменя, а также одновременно снизить энергозатраты и материалоемкость при улучшении качества конечного продукта – пива. Новизна данного способа производства солода подтверждена патентом Российской Федерации [2].

Согласно нашему изобретению, пивоваренный ячмень влажностью 15,5–17,5 % обрабатывают в СВЧ-поле с частотой 2450 МГц со скоростью нагрева зерна 0,4–0,8 °С/с в течение 60–90 с до конечной температуры 58–60 °С. При этих условиях наблюдаются эффективный режим обеззараживания ячменя от грибов рода *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Mucor*, а также бактерий и других споровых возбудителей и наибольшая интенсивность прорастания.

Данные экспериментальных исследований, представленные в таблице, подтверждают данный факт. Необходимо отметить высокий процент зараженности грибной инфекцией зерна ячменя, отобранного для производства солода. В контрольных образцах этот показатель составлял от 50 до 78 %. В ходе анализа фитопатогенного комплекса пивоваренного ячменя был установлен его основной видовой состав. Наиболее часто встречались грибы родов: *Aspergillus*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Mucor* [3].

Кратковременное воздействие СВЧ-поля (от 10 до 40 с) независимо от интенсивности нагрева стимулирует образование конидиального спороношения у грибов рода *Alternaria*, обильно развивается мицелий, количество пораженных зерен существенно увеличивается. Однако при дальнейшем росте нагрузок СВЧ-поля споры грибов теряют способность к прорастанию, количество пораженных зерен уменьшается в два раза уже при нагреве до 60 °С. В целом наблюдается устойчивый обеззараживающий эффект по данному виду полевой инфекции при максимальных значениях скорости нагрева и экспозиции обработки.

Фузариозная инфекция также сохраняется на зерне после прохождения им всех стадий очистки. В контрольном варианте зараженность грибами рода *Fusarium* составила 6 %. Такое зерно не допускается к переработке, поскольку его норма не должна превышать 1 %.

Количество зерновок, пораженных грибами рода *Fusarium*, снижается вдвое при скорости нагрева 0,4 °С/с и экспозиции обработки 60–90 с, а при скорости нагрева 0,6 °С/с и экспозиции обработки 90 с и скорости нагрева 0,8 °С/с и экспозиции обработки 60–90 с фузариозная инфекция практически сводится к нулю. Зараженность зерна снижается до 1 %, что также укладывается в санитарногигиенические нормы, при условии, что температура нагрева достигнет 60 °С [3].

Группа плесневых грибов представлена грибами родов *Aspergillus*, *Penicillium*. При экспозиции 30 с и скорости нагрева 0,6–0,8 °С/с зараженность грибами рода *Penicillium* снижается с 21 до 10%, а при экспозиции 60–90 с и скорости нагрева 0,6–0,8 °С/с наступает полное обеззараживание по этому виду.

Экспериментальные данные показывают, что грибы рода *Mucor* проявляют чрезвычайную устойчивость к температурному воздействию. Выбранные режимы воздействия лишь снижают зараженность зерна ячменя до 12 % и не позволяют полностью освободиться от данной инфекции.

Для того, чтобы полностью освободить зерно ячменя от зараженности и сохранить его жизнеспособность, необходимо увеличить экспозицию обработки, но при этом скорость нагрева оставить минимальной. Интенсивность прорастания пивоваренного ячменя имеет существенное значение при солодоращении.

На рис. 1 представлены результаты влияния СВЧ-энергии на интенсифицирует прорастание, однако при этих режимах зерно ячменя не избавляется от фузариозной инфекции. При скорости нагрева $0,6 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{c}$ и экспозиции обработки 60 с уменьшается интенсивность прорастания на 21 %, однако при этих параметрах наступает полное обеззараживание по данному виду грибов [3].

Исследования по изучению режимов обеззараживания зерна ячменя на показатели его биохимического состава привели к следующим результатам. В контрольном образце содержание белка в зерне ячменя (в пересчете на сухое вещество) составило 8,4 %, что несколько ниже значений, регламентированных ГОСТ 5060, сивность прорастания зерна ячменя. Разогрев зерна до $34 \text{ }^{\circ}\text{C}$ при скорости нагрева $0,4 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{c}$ стимулирует прорастание, однако при этих режимах зерно ячменя не избавляется от фузариозной инфекции.

При скорости нагрева $0,6 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{c}$ и экспозиции обработки 60 с уменьшается интенсивность прорастания на 21 %, однако при этих параметрах наступает полное обеззараживание по данному виду грибов [3].

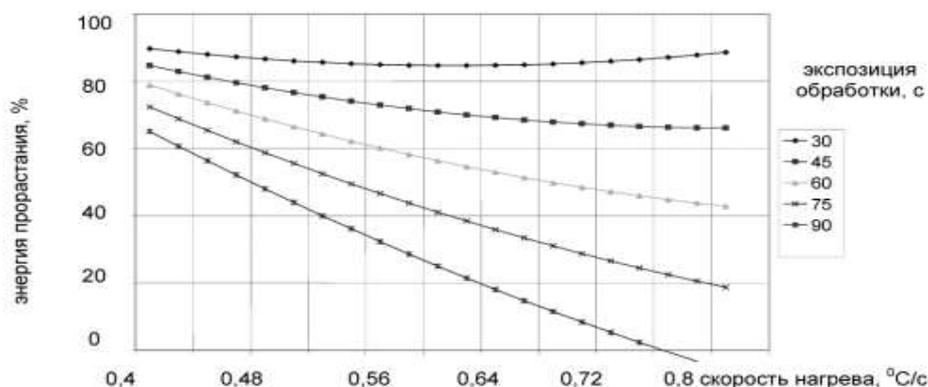


Рис. 1. Энергия прорастания зерна ячменя пивоваренного в зависимости от параметров СВЧ-поля

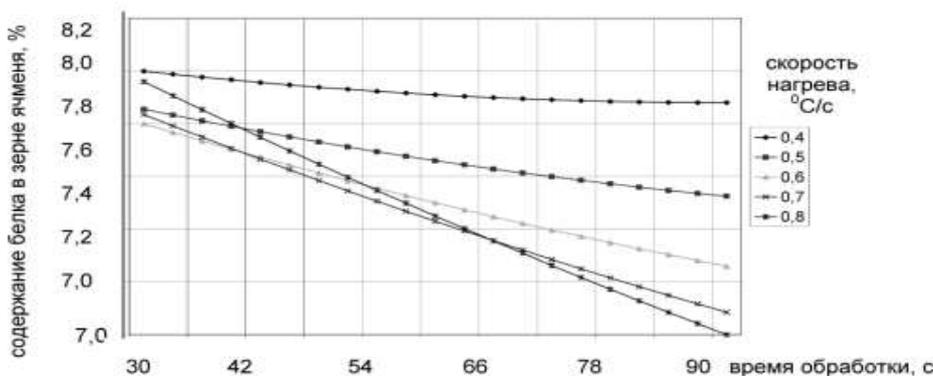


Рис. 2. Содержание белка в зерне ячменя пивоваренного (%) в зависимости от параметров СВЧ-поля

Нагрев зерна ячменя до $35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ вызывает незначительное снижение содержания белка (на $0,25\text{--}0,6 \%$), тогда как увеличение температуры до $60\text{--}78 \text{ }^{\circ}\text{C}$ уменьшает его содержание на $1,25 \%$ (рис. 2).

Незначительное снижение содержания белка дает возможность получить пиво, более стойкое к образованию помутнения. Таким образом, эффективными

будут режимы (скорость нагрева 0,4–0,8 °С/с экспозиция обработки 30–60 с), при которых наблюдается максимальное сохранение белка. Важнейшей составной частью экстракта является содержание крахмала в зерне ячменя. При воздействии невысоких температур наблюдается незначительное уменьшение содержания крахмала в результате частичного его гидролиза (рис. 3).

Снижение содержания крахмала является положительным моментом в процессе пивоварения, так как продукты его ферментативного гидролиза образуют большую часть экстрактивных веществ сула и пива; оптимальной для накопления сахаров является температура 55–63 °С. Данная температура достигается при следующих параметрах СВЧ-поля: скорость нагрева 0,6–0,8 °С/с и экспозиция обработки 60–90 с [3].

Главным технологическим показателем зерна ячменя является экстрактивность, так как характеризует количество сухих веществ (в %), способных при определенных условиях перейти в раствор под действием ферментов. Так как важнейшей составной частью фективными режимами воздействия СВЧ-поля на крахмал в зерне ячменя будут совпадать с режимами воздействия СВЧ-поля на экстрактивные вещества.

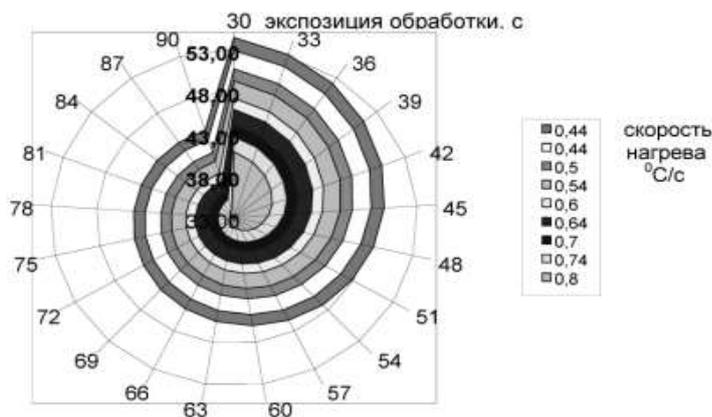


Рис. 3. Содержание крахмала в зерне ячменя пивоваренного (%) в зависимости от параметров СВЧ-поля

Так как важнейшей составной частью экстракта ячменя является крахмал, поэтому эффективными режимами воздействия СВЧ-поля на крахмал в зерне ячменя будут совпадать с режимами воздействия СВЧ-поля на экстрактивные вещества.

В целом можно отметить, что при воздействии СВЧ-поля на зерно ячменя наблюдается стойкий обеззараживающий эффект при сохранении, а по некоторым показателям – улучшение солодовенных качеств зерна ячменя при следующих значениях входных параметров: скорость нагрева 0,4 °С/с и экспозиция обработки 90 с; скорость нагрева 0,4–0,8 °С/с и экспозиция обработки 30–60 с; скорость нагрева 0,6–0,8 °С/с и экспозиция обработки 30–45 с; скорость нагрева 0,6–0,8 °С/с и экспозиция обработки 60–90 с [3].

Таким образом, предлагаемый нами новый способ обработки зерна ячменя пивоваренного обеспечивает энерго- и ресурсосберегающую переработку

сельскохозяйственного сырья, улучшает качество конечного продукта-пива, тем самым решая задачи повышения конкурентоспособности продукции и создания условий для обеспечения импортозамещения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности России на период до 2020 г. / Распоряжение Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. № 559-р.

2. Способ производства солода из пивоваренных сортов ячменя. Пат. 2283861 опубл. 20.09.2006, БИ 26 / Ю.И. Зданович, Г.И. Цугленок, Н.В. Цугленок и др.

3. Кретьова, Ю.И. Влияние термического обеззараживания на комплекс микроорганизмов и качественные показатели зерна ячменя пивоваренного: дис. ... канд. с.-х. наук / Ю.И. Кретьова. – Красноярск, 2006. – 146 с.