

## ОЦЕНКА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И РАСЧЕТ ЭНТРОПИИ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА ПРИ КОНВЕКТИВНОЙ СУШКЕ

Байлук Н.Д., старший научный сотрудник, Демидков С.В., канд.тех.наук, доцент,  
Занкевич В.А., канд.физ.-мат.наук, доцент, В.Ф.Клишцова, ассистент

*УО «Белорусский национальный технический университет»  
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
г. Минск, Республика Беларусь*

Анализ путей снижения энергозатрат при сушке зерна и оценка экономичности зерносушилок в основном производят по тепловому балансу и термическому КПД ( $\eta = Q_1 / Q_n$ , где  $Q_1$  – затраты теплоты на испарение влаги,  $Q_n$  – суммарные затраты теплоты при сушке зерна) [1, 2]. В данном подходе нельзя оценить, в каких стадиях происходят наиболее значительные потери теплоты, т.е. затрудняет изыскания оптимальных способов осуществления данных процессов. Вместе с тем процесс сушки является чисто необратимым, а сушильная установка представляет открытую термодинамическую систему. Многие исследователи предлагали различные методы оценки эффективности тепловых процессов при сушке зерна, основанные на термодинамике необратимых процессов с учетом второго закона, либо использовали эксергический метод [3, 4]. Анализ данных работ показывает, что они взаимодополняют друг друга и позволяют оценить потери потоков тепловой энергии и влаги на каждой стадии процесса сушки.

В работе анализируется термодинамическая эффективность прямоточной зерносушилки модульного типа и рециркуляционной на основе расчета энтропии [3]. За основу оценки эффективности совершенства процессов в данных зерносушилках взята оценка степени их необратимости. На каждой стадии вышеуказанных сушилок определяется увеличение энтропии и приводится анализ путей уменьшения энергетических потерь. В [4] в качестве показателя эффективности вводят отношение потерянной энергии и затраченной.

В заключении следует отметить, что приведенный подход по определению энергетических потерь на сушку зерна дополняет подход, основанный на анализе теплового баланса зерносушилок [1, 2].

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Лыков А.В. Тепло- и массоперенос в процессах сушки. – М.: ГЭИ, 1956.
2. Малин Н.И. Энергосберегающая сушка зерна. – М.: Колос, 2004.
3. Гохштейн Д.П. Энтропийный метод расчета энергетических потерь. – М.: ГЭИ, 1963.
4. Эксергический метод и его приложения. – М.: Мир, 1957.

УДК 664.7.087

## ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В МУКОМОЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ НА ПРОЦЕСС ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

Басюк Е.И. аспирант, Лисовский В.В., к.т.н., доц.

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
г. Минск, Республика Беларусь*

Одним из основных процессов подготовки зерна к помолу, качественно улучшающих его продовольственное использование, является гидротермическая обработка зерна. Под процессом ГТО понимается воздействие на зерно воды и температуры в течение определенного времени. При этом прежде всего стремятся усилить различие свойств оболочек и эндосперма (ядра), что облегчает отделение оболочек, увеличивает выход крупок в дражном процессе и зольность отрубей.[1]

Зерно увлажняют различными способами: добавляют воду в массу зерна, моют его в специальных моечных машинах или обрабатывают паром в особых аппаратах-пропаривателях. Увлажненное зерно прогревают или же проводят последующие этапы процесса при обычной температуре.

Согласно современным представлениям вода в нормальных условиях ( $T = 20^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 1$  атм.) и при отсутствии внешних воздействий представляет собой однородную изотропную смесь объемных кластеров, полярных молекул воды и ее амбиполярных радикалов. Объемные кластеры объединяют группы ассоциированных молекул воды, образуемые водородными связями между молекулами воды. Отдельная, свободная, не охваченная водородными связями молекула воды обладает собственным электрическим дипольным моментом и является полярной. Для молекул воды характерно проявление самопроизвольно происходящих в нормальных условиях процессов диссоциации их на амбиполярные радикалы (автопротолиз) и ассоциации этих радикалов с образованием молекулы воды (автогидролиз). Положительный радикал существует в воде в форме гидратированного протона  $\text{H}_3\text{O}^+$  (ион гидроксония), а отрицательный имеет форму  $\text{OH}^-$  (ион гидроксила).

Степень диссоциации молекул воды весьма мала. Существование амбиполярных радикалов воды обусловлено разностью в скоростях диссоциации ее молекул на ионы и рекомбинации их в равновесной динамической реакции  $2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ . [2]

В общем случае рекомбинация радикалов воды может происходить не только прямым актом взаимодействия амбиполярных ионов  $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}^-$ , но и по схеме замещения.

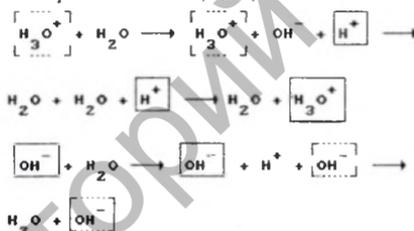


Рисунок 1 - Схема замещения радикалов в молекуле воды.

Возможность такого механизма рекомбинации, сопровождающейся "эстафетным" перемещением заряда, обусловлена полярным характером молекулы воды, имеющей тругольное строение.

Наличие постоянного дипольного электрического момента у молекул воды, водородных связей между ними и существование амбиполярных ее радикалов предопределяют поведение воды в электромагнитном поле. При наложении поля полярные молекулы воды ориентируются так, чтобы их дипольные моменты были параллельны ему. Это обуславливает высокое значение диэлектрической проницаемости воды  $\epsilon = 80$  (при обработке НЧ ЭМИ). [2] Водородные связи между молекулами воды, гибкие, непрочные в нормальных условиях, пространственные в масштабах отдельного тетраэдра, направлены упрочняются в направлении поля и ослабляются или рвутся в противоположном направлении. В результате амбиполярные радикалы воды при наложении внешнего электрического поля начинают мигрировать в противоположных направлениях, параллельных вектору напряженности этого поля.

Воздействие электромагнитного поля на воду меняет ее структуру, делая ее более доступной для поглощения зерном при кондиционировании. При наложении электромагнитного поля, энергия волны преобразуется в кинетическую энергию молекул воды, тем самым ускоряя кондиционирование зерна. Поляризация способствует структурированию воды, формированию ассоциатов ион-дипольного типа с упорядочением водородных связей. Активированная вода находится в неравновесном.

метастабильном состоянии. Соотношение стабильных и метастабильных молекул воды предопределяет изменение ее физико-химических свойств. Метастабильная фаза характеризуется развитой сеткой водородных связей, структурным упорядочением молекул. Именно водородные связи позволяют молекулам воды проникать в капиллярно-пористые тела, в частности в зерно[3].

При электромагнитной обработке изменяются электропроводность, величина поверхностного натяжения, плотность, pH, диэлектрическая проницаемость и другие свойства, т.е. происходит временное отклонение потенциальной энергии веществ от термодинамически равновесного значения.

В [4] было изучено влияние обработанной воды низкочастотным электромагнитным излучением на гидратацию семян. Оказалось, что «состояние» воды возникшее от частоты обработки - коррелирует количество поглощенной воды в семенах.

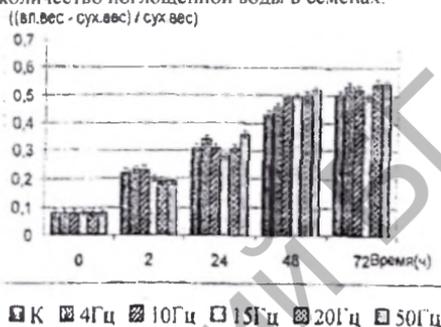


Рисунок 2- Частотно-зависимое изменение гидратации семян инкубированных в НЧ ЭМП обработанной дистиллированной воде при температуре +4°С.

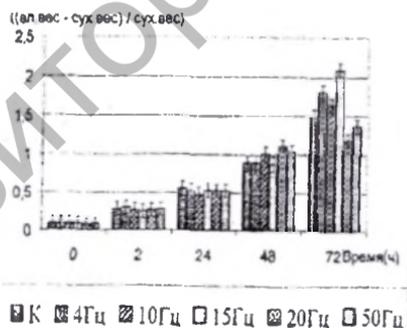


Рисунок 3- Частотно-зависимое изменение гидратации семян инкубированных: в НЧ ЭМП обработанной дистиллированной воде при температуре +20°С.

Также следует обратить внимание на тот факт, что вне зависимости от температуры среды, частотно-зависимое проявление влияния обработанной ДВ, начинается именно после 24-х часового увлажнения зерна.[4]

Очевидно, здесь имеет место воздействие структурных изменений воды на поглощательную способность семян. Как показал анализ полученных данных, эта «доступность» имеет частотно-зависимый характер.

Отсюда можно сделать вывод, что применение обработанной воды в электромагнитном поле способствует интенсификации гидротермической обработки, что позволит сократить

длительность отволаживания продукта с одновременным увеличением выхода муки и улучшением его свойств.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Казаков, Е.Д., Карпиленко, Г.П. Биохимия зерна и зернопродуктов К4-СПб.:ГИОРД,2005-512с. ISBN 5-901065-82-4;
2. Патент 2129530Российская федерация, А01F25/00; А23L3/30; В01J19/10; В02В1/04; В02В1/08; В06В1/02; С02F1/36.Способ гидратации биополимеров/Шестаков С.Д., заявитель и патентодатель ООО 'ASTOR-S' S. Заявл. 03.27.2006; опубл. 10/04/2007;
3. Маренкова, Т.М. Влияние активирования воды электромагнитным полем на ранние стадии развития растений.: автореферат на соискание степени канд. биолог.наук.:03.00.16/Т.М.Маренкова; Воронеж,1998-17с.;
- 4.Амян, А.М. влияние дистиллированной воды обработанной электромагнитным полем на семена ячменя.: автореферат на соискание степени канд.болог.наук.: 03.00.02/А.М. Амян.-Ереван,2007-23с.

УДК 631.62

### ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ДРЕНАЖА ТЕПЛИЧНЫХ КОМБИНАТОВ ПРОДУКТАМИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ

Боровская В.В., Крутов А.В. к.т.н., доцент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
г. Минск, Республика Беларусь*

Актуальной проблемой на сегодняшний день является вопрос повторного использования дренажа тепличных комбинатов. Сейчас на рынке представлены установки с различными способами дезинфекции дренажных вод с целью их повторного использования: термическим, ультрафиолетовым, инфракрасным, химическим, методом озонирования и др. Наибольшее распространение получили первые два типа дезинфекции.

Существуют определенные споры, какой способ - ультрафиолетовый или термический - оптимален по соотношению «эффективность – экономичность». У ультрафиолетового способа дезинфекции одним из существенных недостатков является то, что качество дезинфекции снижается при использовании непрозрачного раствора, а дренаж в свою очередь практически всегда бывает недостаточно прозрачным, особенно если в качестве субстрата для выращивания применяется торф. Этих ограничений не существует для термического способа дезинфекции. Термический же способ считается более энергоемким. Но все же, на сегодняшний день, чаша весов склоняется в сторону термического обеззараживания, как наиболее эффективного способа в борьбе с возбудителями болезней. Принцип его основан на том, что дренажная вода нагревается до температуры 85-95°С, затем выдерживается при этой температуре 3 минуты, после чего охлаждается в теплообменнике, предварительно нагревая следующую порцию воды, которая только поступает на дезинфекцию.

Нами проводились исследования по обеззараживанию последражного питающего раствора растений, при их выращивании в теплицах по технологии с малообъемной культурой субстрата, таким продуктом электрохимической активации, как анолит.

Цель этих исследований – снизить себестоимость выращиваемых в теплицах овощей, экологическую нагрузку на окружающую среду, расход энергетических, водных и минеральных ресурсов путем использования для приготвления питательных растворов, обеззараженных электрохимическим способом дренажных вод.