

УДК 633.11:547

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОИСХОДЯЩИХ В ЗЕРНЕ ПШЕНИЦЫ ПРИ СМАЧИВАНИИ ЕГО ВОДОЙ И БИШОФИТОМ

¹Родионов С.Н., ¹Кулигин В.С., ²Гамага В.В., ²Грачев С.Е.

¹ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный аграрный университет Министерства сельского хозяйства РФ», Волгоград, e-mail: rodion_68@mail.ru;

²ФГБОУ ВПО «Московский государственный гуманитарный университет им. М.А. Шолохова», Москва

В данной работе рассматриваются возможные процессы, происходящие в зерне пшеницы при смачивании его водой и раствором бишофита при комнатной температуре, на примере смачивания биополимеров (желатина, крахмала, целлюлозы).

Ключевые слова: бишофит, смачивание, зерно пшеницы, биополимеры

MODELING OF PROCESSES OCCURRING IN THE WHEAT GRAIN AFTER WETTING WITH WATER AND BISCHOFITE

¹Rodionov S.N., ¹Kuligin V.S., ²Gamaga V.V., ²Grachev S.E.

¹Volgograd State Agricultural University, Volgograd, e-mail: rodion_68@mail.ru;

²Sholokhov Moscow State University for Humanities, Moscow

This work reviews probable processes in the wheat grain after wetting with water and bischofite solution at room temperature with wetting biopolymers (gelatin, starch, cellulose) as example.

Keywords: bischofite, wetting, wheat grain, biopolymers

В рецептах комбикормов, производимых по традиционной технологии, доля зерновых компонентов составляет 60 – 80 %.

Проблема повышения эффективности использования зерновых кормов состоит в том, что в необработанном зерне питательные вещества находятся в труднодоступном для пищеварительных ферментов виде. Так, переваримость сухого вещества зерна даже в оптимально измельченном состоянии не превышает 70 – 80% [2]. В нативной форме крахмал, которого в зерне до 70%, имеет кристаллическую структуру и для животных, особенно для молодняка, у которого невысокая секреция амилалитических ферментов, является труднопереваримым веществом. Кроме того, крахмал в зерне окружен жировыми и белковыми прослойками, клетчаткой [2].

Под влиянием действующих факторов желудочно-кишечного тракта зерно (коллоидное капиллярно-пористое тело) изменяет свое физическое состояние и химические свойства, в результате чего питательные вещества его разрушаются и становятся более доступными для ферментации в пищеварительном тракте животных.

Однако временной промежуток нахождения зерна в желудочно-кишечном тракте животных недостаточен для его переваривания. Необработанное зерно проходит транзитом через пищеварительный тракт животных, так как для изменения физико-химических свойств белка, крахмала, клетчатки помимо времени недостаточно высокая температура тела животных.

Цель работы: Моделирование процессов происходящих в зерне пшеницы при смачивании его водой и бишофитом.

Материалы и методы исследования

Воду в фуражном зерне подразделяют на внешнюю (поверхностную) и внутреннюю. Внутренняя вода делится на две формы – внутриклеточную и внеклеточную (межклеточную) [1].

Натуральная влажность зерна пшеницы на момент исследований составляла 10,3%, которую определяли с использованием БИК-анализатора ФТ10 (разработчик ООО ЛЮМЭКС).

Зерно пшеницы (15 порций массой по 100 г) смачивали дистиллированной водой (120 мл) от 1 до 15 часов, затем не поглощенную зерном воду сливали. С зерна пшеницы фильтровальной бумагой удаляли поверхностную воду. Далее смоченную порцию зерна взвешивали на лабораторных весах.

За первые два часа смачивания зерна пшеницы дистиллированной водой зерно впитывает 22,7 г воды (температура смеси вода – зерно 22 °С).

За последующие 13 часов смачивания, при тех же условиях, зерно пшеницы впитывает 22,02 г воды (температура смеси вода – зерно 22 °С). После смачивания зерна пшеницы дистиллированной водой течение 15 часов появляются первые проросшие корешки зародыша пшеницы.

Известно, что добавка электролитов NaCl, KCl, даже при малых концентрациях (1 миллимоль/литр) резко влияет на эффект набухания крахмала. Электролиты адсорбируются на поверхности зерен и тем самым разрушают их структуру, вследствие чего вода значительно быстрее проникает в толщу зерна [3].

Работами Ребиндера на разных объектах было показано положительное действие электролитов, способствующих ослаблению структуры вещества [4-7].

Поэтому следующий этап работы состоял в смачивании зерна пшеницы раствором бишофита. В би-

шофите массовая доля растворенного вещества хлорида магния составляет 96% . Волгоградская область богата залежами этого минерала, добываемого в виде рассола. Поэтому естественен интерес ученых Волгоградского ГАУ к всестороннему исследованию свойств бишофита.

Зерно пшеницы (15 порций массой по 100 г) смачивали раствором бишофита (2%) от 1 до 15 часов (температура смеси бишофит – зерно 22°C), затем не поглощенный зерном раствор бишофита сливали. С поверхности зерна пшеницы фильтровальной бумагой удаляли раствор бишофита. Далее смоченную порцию зерна взвешивали на лабораторных весах.

За первые 2 часа смачивания раствором бишофита зерно пшеницы впитало 21,4 г раствора бишофита. За последующие 13 часов зерно пшеницы впитало 18,01 г раствора.

После смачивания зерна пшеницы в течение 15 часов раствором бишофита корешки зародыша пшеницы не появляются (не прорастают).

Картина процессов почти такая же, как и при смачивании зерна пшеницы, водой, только количество поглощенной воды за первые 2 часа, и последующие 13 часов немного меньше. Наглядно это видно на рис. 1.

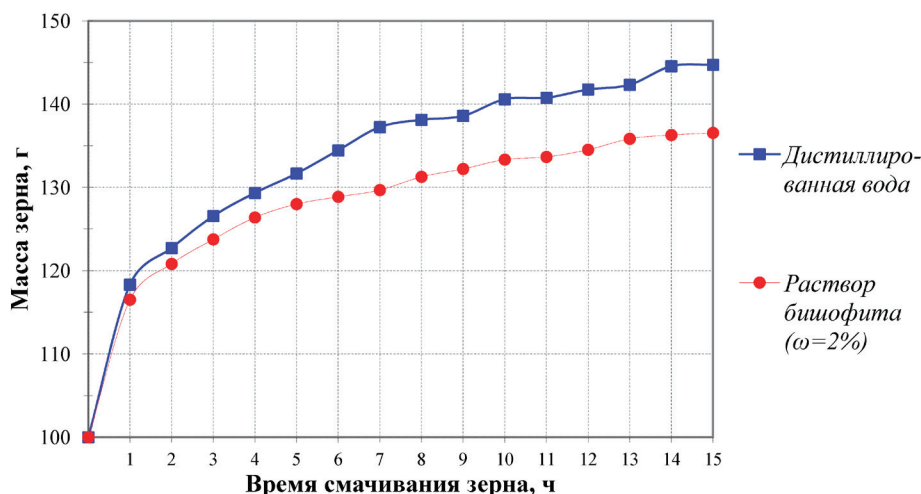


Рис. 1. Изменение массы зерна пшеницы при его смачивании дистиллированной водой и раствором бишофита ($\omega=2\%$)

Зерно пшеницы содержит до 70% крахмала, 15% белка, 3% клетчатки. Как распределяется вода в структурных биополимерах зерна пшеницы (крахмала, белка, клетчатки) при его смачивании?

Наиболее интенсивный процесс впитывания жидкости (воды и раствора бишофита) зерном происходит за первые два часа смачивания (рисунок 1), поэтому для моделирования и описания процессов, происходящих в зерне пшеницы за первые 2 часа смачивания, были смочены в течение 2 часов целлюлоза порошковая, крахмал картофельный и желатин пищевой (объемом по 20 см³).

При смачивании дистиллированной водой (80 мл) в течение 2 часов объем желатина составил 90 см³ (температура смеси вода – желатин 22°C). При этом каждая гранула желатина не смешивалась с другими гранулами при набухании, образовывалась мягкая зернистая масса.

Крахмал при смачивании его дистиллированной водой (20 мл) за 2 часа (температура смеси крахмал – вода 22°C) уменьшился в объеме на 20%, при этом после смачивания вещество крахмала стало плотным.

За 2 часа смачивания целлюлозы дистиллированной водой (20 мл) объем целлюлозы увеличился на 20%. (температура смеси вода – целлюлоза 22°C), при этом плотность целлюлозы увеличилась незначительно. Плотность (желатина, крахмала, целлюлозы) оценивалась органолептически.

Далее, целлюлозу, желатин, крахмал, объемом по 20 см³, смачивали раствором бишофита (2%) в течение 2 часов.

Объем желатина через 2 часа смачивания раствором бишофита (80 мл) увеличился до 70 см³, при этом

10 см³ раствора бишофита желатин не впитал. Каждая гранула желатина не смешивалась с другими гранулами при набухании, образовывалась мягкая зернистая масса.

Крахмал при смачивании его раствором бишофита (температура смеси крахмал – бишофит 22°C) уменьшился в объеме на 20%, при этом после смачивания вещество крахмала стало плотным.

За 2 часа смачивания целлюлозы раствором бишофита объем ее не изменился (температура смеси бишофит – целлюлоза 22°C), при этом плотность целлюлозы увеличилась незначительно. Плотность (желатина, крахмала, целлюлозы) оценивалась органолептически.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследований наглядно отображены в виде диаграммы на рис. 2.

Выводы

Предположительно за первые два часа смачивания зерна пшеницы (водой, бишофитом) увеличивается количество внутренней межклеточной воды. Ее называют свободной, капиллярной, водой способной заполнять всевозможные пространства, канальца, капилляры в зерне. Предположительно происходит, простое поглощение воды пористым веществом зерна пшеницы.

Начиная с третьего часа смачивания зерна пшеницы (водой, бишофитом), уве-

личение количества влаги в нем происходит намного медленнее, чем за первые 2 часа смачивания. Предположительно, начиная с третьего часа смачивания зерна пшеницы,

происходит увеличение внутриклеточной воды в зерне пшеницы, набухание биополимеров (протеина, крахмала, целлюлозы).

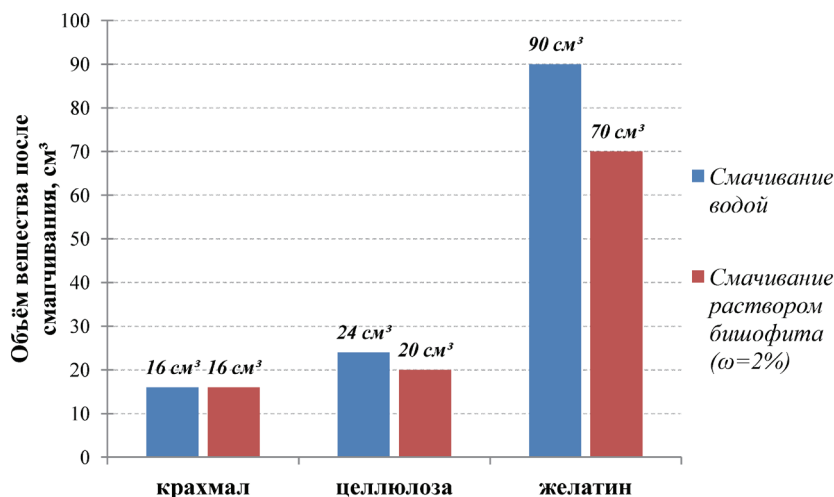


Рис. 2. Изменение объёма биополимеров при их смачивании дистиллированной водой и раствором биофита ($\omega=2\%$)

Внутриклеточная вода состоит из двух форм. К первой форме относится свободная вода, находящаяся в межмолекулярных пространствах. Ко второй форме относится связанная вода.[1]

Увеличение внутриклеточной воды в зерне процесс более сложный, поэтому более длительный. Предположительно за следующие 13 часов смачивания зерна пшеницы (водой, биофитом) увеличивается количество внутриклеточной воды. Увеличение количества внутриклеточной воды в зерне ведет к изменению физико-химических свойств биополимеров (протеина, крахмала, целлюлозы), прорастанию зерна.

При наличии водорастворимых веществ в растворе уменьшается осмотическое всасывание воды в пористые структуры зерна [6], поэтому количество впитавшейся влаги при использовании раствора биофита несколько меньше, чем при использовании воды.

При смачивании зерна пшеницы в течение 15 часов раствором биофита корешки зародыша пшеницы не появляются (не прорастают).

Набуханием, как известно, называется процесс увеличения первоначального объема твердого высокополимерного соединения.

Отличие набухания от простого поглощения воды пористым веществом заключается в том, что набухание сопровождается выделением определенного количества тепла, т.е. процесс протекает большей частью экзотермический.

При смачивании зерна пшеницы (водой, биофитом) температура смеси (зерно –

вода, зерно – биофит) на протяжении всего опыта не изменялась. При смачивании целлюлозы, крахмала, желатина (водой, биофитом) в течение 2 часов температура смеси также не изменялась.

Предположительно увеличение количества внутренней межклеточной воды за первые 2 часа смачивания зерна пшеницы (водой, биофитом) приводит к незначительному увеличению объема целлюлозы (в основном аморфной ее части), уплотнению (уменьшению объема) крахмала зерна и значительному увеличению, по сравнению с целлюлозой и крахмалом, в объеме белковой части зерна пшеницы.

Дальнейшее смачивание зерна пшеницы с 3 до 15 часов (водой, биофитом) приводит к набуханию биополимеров зерна, значительному изменению их физико-химических свойств.

Список литературы

1. Аскоченская, Н.А. Изучение структуры воды в семенах пшеницы методом ЯМР / Н.А. Аскоченская, Е.А. Головина // Всесоюзный симпозиум «Магнитный резонанс в биологии и медицине». Черногоровка, 1981. – С. 76 -77.
2. Коноплев, Е.Г. Повышение качества зерновых кормов / Е.Г. Коноплев // Сельское хозяйство за рубежом. – 1980. – №10. – С.37-42.
3. Назаров В.И., Лукьянов А.В. О взаимодействии ионов с крахмалом. Труды Московского технологического института пищевой промышленности, вып. 3, 1954.
4. Ребиндер П.А., ДАН СССР,49,354, 1945.
5. Ребиндер П.А., Исследования в области поверхностных явлений М., 1936.
6. Ребиндер П.А., Поверхностные явления и дисперсные системы в приложении к технике, Сорена, вып.1, 1934.
7. Ребиндер П.А., Разрушение и обработка твердых тел, Сорена, №2, 1940.