

## **НОВЫЙ ВИД ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДОБАВКИ ИЗ СУХОГО ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ В ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ**

**Фаренкова И.В., Шуваев М.И.,  
научный руководитель канд.техн. наук Сафронова Т.Н.  
Сибирский федеральный университет**

Функциональная пища - это не только составная часть диеты здорового питания, но путь развития пищевой индустрии: создание новых продуктов питания и новых ингредиентов для них, новых технологий переработки сырья с целью сохранения в них питательных веществ.

Пристрастия российских потребителей за последнее время претерпели значительные изменения: из большого разнообразия продуктов покупатель все чаще стал делать выбор в пользу натуральных и гарантированно качественных. Мировой рынок функциональных продуктов интенсивно развивается, ежегодно увеличивается на 15-20%.

Достижение целевой функциональной направленности продуктов может быть обеспечено использованием растительного сырья. Пророщенное зерно пшеницы содержит большое количество полезных живому организму веществ: белки, углеводы, фосфор, калий, магний, марганец, кальций, цинк, железо, селен, медь, ванадий и др., витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, Е, F, биотин [1]. Использование пророщенных зерен пшеницы в системе общественного питания весьма ограничено из-за короткого срока их хранения. Хранение в сухом виде позволяет решить эту проблему, но ставит перед технологами проблему использования сухого пророщенного зерна пшеницы в качестве функциональной добавки в пищевые продукты. Таким образом, разработка технологии введения сухого пророщенного зерна в пищевые продукты в качестве функциональной добавки является актуальной задачей.

Целью работы явилась разработка оптимальной технологии гидротермической обработки сухого пророщенного зерна для использования его в качестве функциональной добавки в пищевые продукты.

В качестве объекта исследования определено сухое пророщенное зерно пшеницы, выработанное по ТУ 9290-002-50765127-03 ООО «СибТар» (г. Новосибирск).

В работе использовали общепринятые методы исследования физико-химических показателей: сухие вещества по ГОСТ Р 50189-92 (Анализатор влажности ЭЛВИЗ -2С), активная кислотность (Иономер Эксперт -001 (3.0.4) многоканальный). Степень и скорость набухания сухого пророщенного зерна пшеницы определяли по изменению содержания сухих веществ. Для этой цели брали 1 г навески сухого пророщенного зерна, помещали в центрифужную пробирку, приливали дистиллированную воду (соотношение 1:1-1:4). Задавали температурный параметр и выдерживали в пароконвекционном аппарате (Stlf Cooking Center 61) до 48 ч. Температурные параметры (25±1°C), (45±1°C), (65±1°C), (85±1°C). Затем пробирки центрифугировали 5 мин при 1000 об/мин. Центрифугат осторожно сливали. В остатке определяли содержание влаги.

Статистическая обработка результатов проводится с использованием пакета прикладных программ «Statistica 6.0», применяются непараметрические критерии. При сравнении средних значений для двух выборок и множественном сравнении средних, разница считается достоверной при 95%-м уровне значимости ( $p < 0,05$ ).

При гидротермической обработке зерна процесс распределения влаги происходит в соответствии с термодинамическими характеристиками влагопереноса основных анатомических частей зерна. Пористое строение плодовой оболочки зерна хорошо приспособлено для быстрого поглощения влаги. Однако удержать влагу оболочки не могут, этой цели служит семенная оболочка, особенно алейроновый слой эндосперма и сам зародыш.

Водопоглотительная способность зерна и скорость проникания в него воды обусловлены рядом факторов, важнейшими из которых являются: стекловидность, качество белков, исходная влажность, выполненность и крупность зерна, сорт и район произрастания [1]. Для всех пшениц характерно, что зерно вначале интенсивно поглощает воду, а затем по мере насыщения скорость проникания влаги постепенно уменьшается. Эндосперм твердой пшеницы плотнее, чем эндосперм мягкой. Чем ниже стекловидность, тем плотность эндосперма меньше, что обуславливает увеличение скорости поглощения воды. Оболочки твердой пшеницы поглощают воду значительно быстрее, чем оболочки мягкой пшеницы, причем вода распространяется по оболочкам быстрее, чем в эндосперме. Это объясняется структурой этих частей, в частности наличием в оболочках воздушных каналов, капилляров и пустот, которых значительно меньше в эндосперме.

Зерно, как капиллярно-пористое коллоидное тело, отличающееся клеточной структурой и сетью макро и микропор, обладает сорбцией (способностью поглощать воду и пары воды) и десорбцией (отдачей влаги), т. е. гигроскопичностью [2]. Процессе кондиционирования сорбция, как сложное явление, включает адсорбцию (уплотнение молекул воды на поверхности зерна), абсорбцию (проникание воды путем диффузии в зерно), капиллярную конденсацию (поглощение воды с образованием конденсата в капиллярах зерна) и хемосорбцию (поглощение воды зерном, сопровождающееся реакцией, которая ведет к химическим изменениям составных частей зерна). Таким образом, в результате адсорбции и абсорбции влага по указанным путям под влиянием диффузионно – осмотических сил проникает в глубь зерна и образует твердые растворы с коллоидами (белковые вещества, крахмал, клетчатка, пентозаны, слизи и другие высокомолекулярные углеводы.). Белковые вещества, набухая, могут поглотить воды до 250% и более, крахмал – 30 – 35%, слизи до 800%. Не набухают в воде и не растворяются в ней гидрофобные вещества - жиры и другие липиды, растворимые в жирах пигменты, каротиноиды, хлорофилл, жирорастворимые витамины и др. Часть веществ зерна растворяются в воде (сахара, свободные аминокислоты, фосфаты, большинство левулезанов и др.). Вещества, способные к набуханию в воде, составляют в зерне пшеницы 80 - 85%.

Тепло, воздействуя на зерно, способствует расширению капилляров оболочек и ускорению проникания воды, что служит как бы катализатором некоторых положительных явлений, обуславливающих структурные и биохимические изменения зерна и его составных частей.

Замачивание зернового сырья в воде является основным способом воздействия на его структуру, однако этот процесс ограничивается деструкцией только водорастворимых белков, поэтому для полного разрыва связей зерен крахмала с другими компонентами сырья применяются растворы сернистой кислоты и щелочи или их соли, выбор вида которых зависит от состава белков в зерне. В результате его происходит кислотная денатурация белка, коренным образом изменяется структура белковых веществ, что способствует высвобождению крахмальных зерен, делает клеточные структуры проницаемыми для диффузионного перехода растворимых веществ в замочную воду.

На рисунке №№1-8 представлены графики изменения содержания сухих веществ при разных способах гидротермической обработке сухого пророщенного зерна, а также при обработке с добавлением лимонной кислоты.

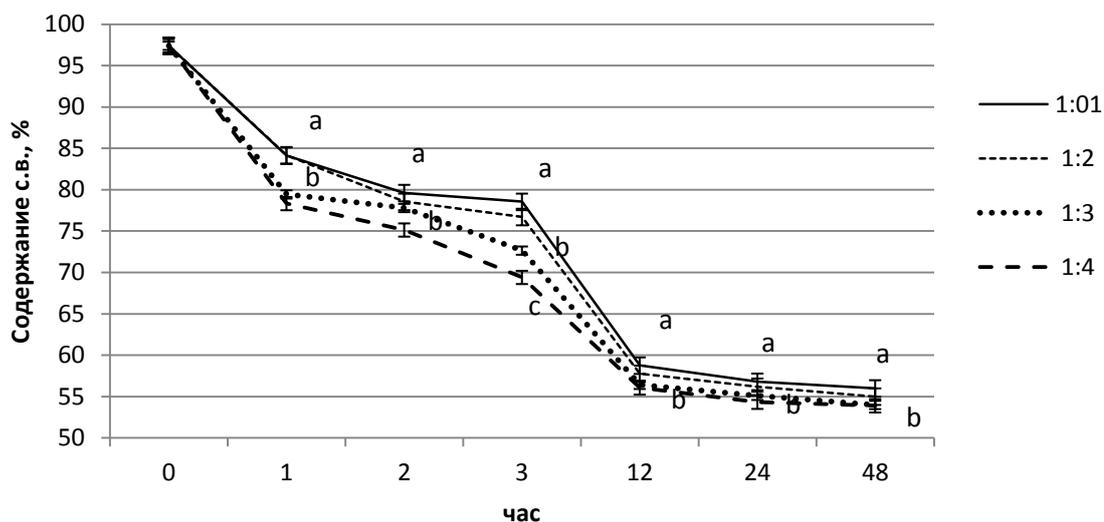


Рисунок 1 – Изменение содержания сухих веществ сухого пророщенного зерна пшеницы при T 25 °C (различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест,  $p < 0,05$ )

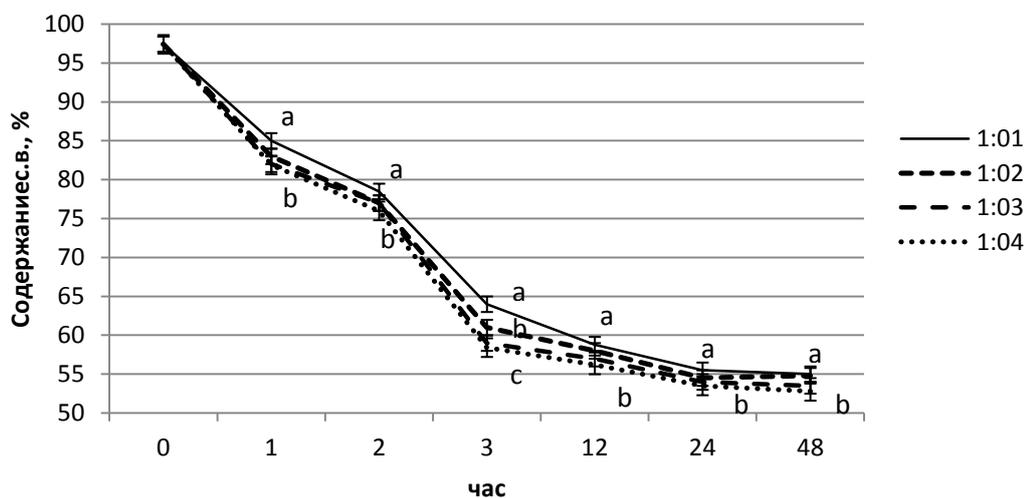


Рисунок 2 – Изменение содержания сухих веществ сухого пророщенного зерна пшеницы при T 25 °C, pH 4,5 (различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест,  $p < 0,05$ )

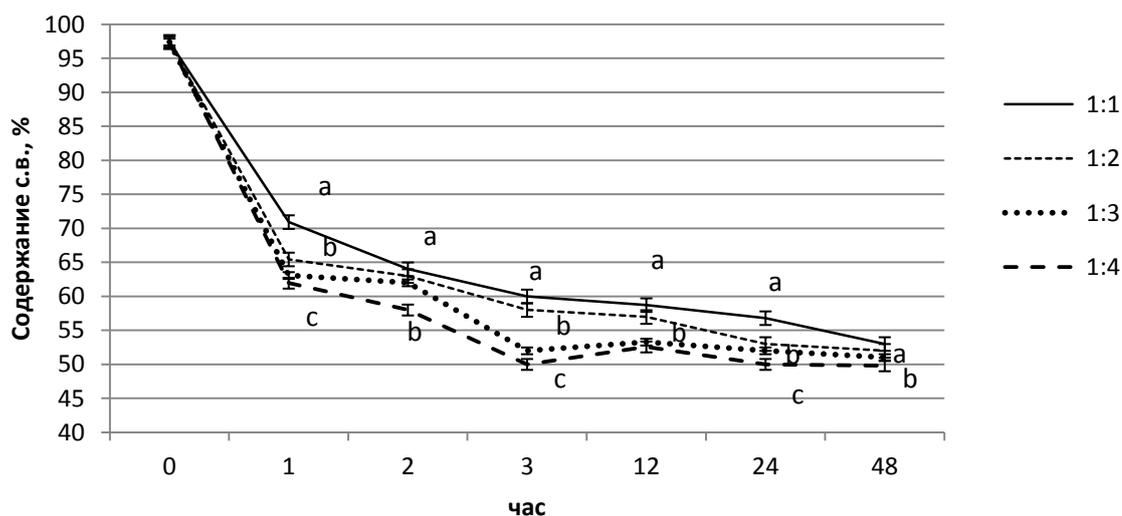


Рисунок 3 – Изменение содержания сухих веществ сухого пророщенного зерна пшеницы при  $T 45\text{ }^{\circ}\text{C}$  (различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест,  $p < 0,05$ )

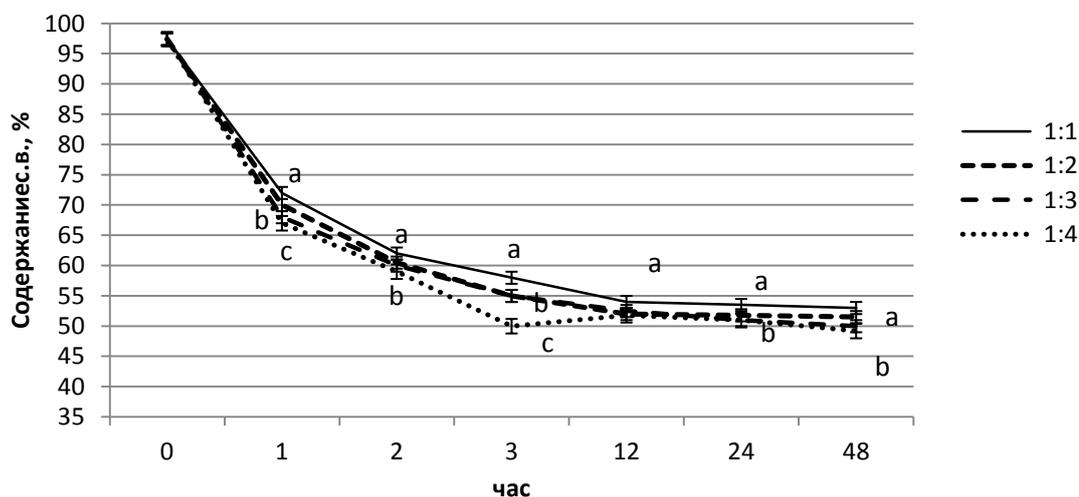


Рисунок 4 – Изменение содержания сухих веществ сухого пророщенного зерна пшеницы при  $T 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pH 4,5 (различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест,  $p < 0,05$ )

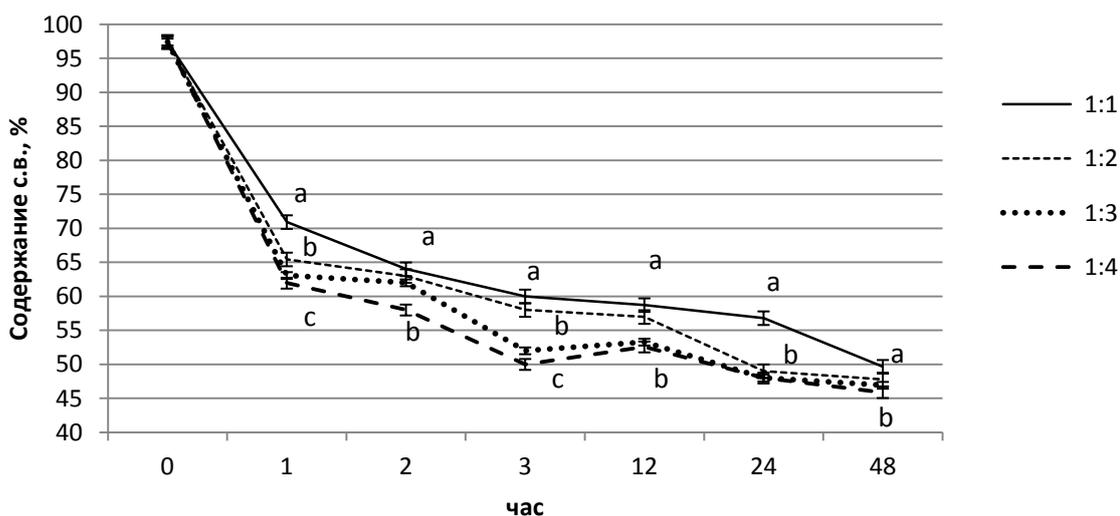


Рисунок 5 – Изменение содержания сухих веществ сухого пророщенного зерна пшеницы при  $T\ 65\ ^\circ\text{C}$  (различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест,  $p < 0,05$ )

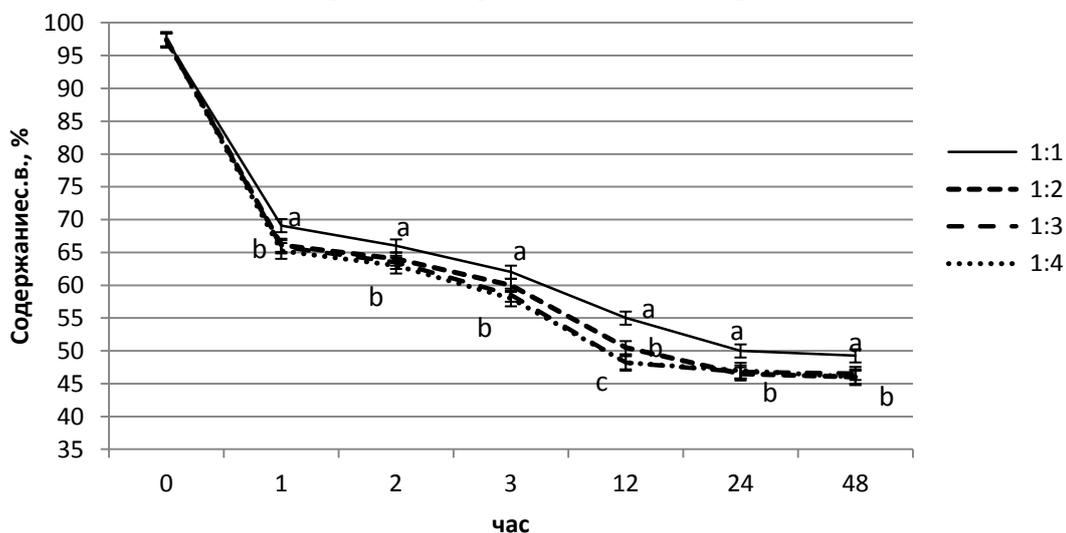


Рисунок 6 – Изменение содержания сухих веществ сухого пророщенного зерна пшеницы при  $T\ 65\ ^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}\ 4,5$  (различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест,  $p < 0,05$ )

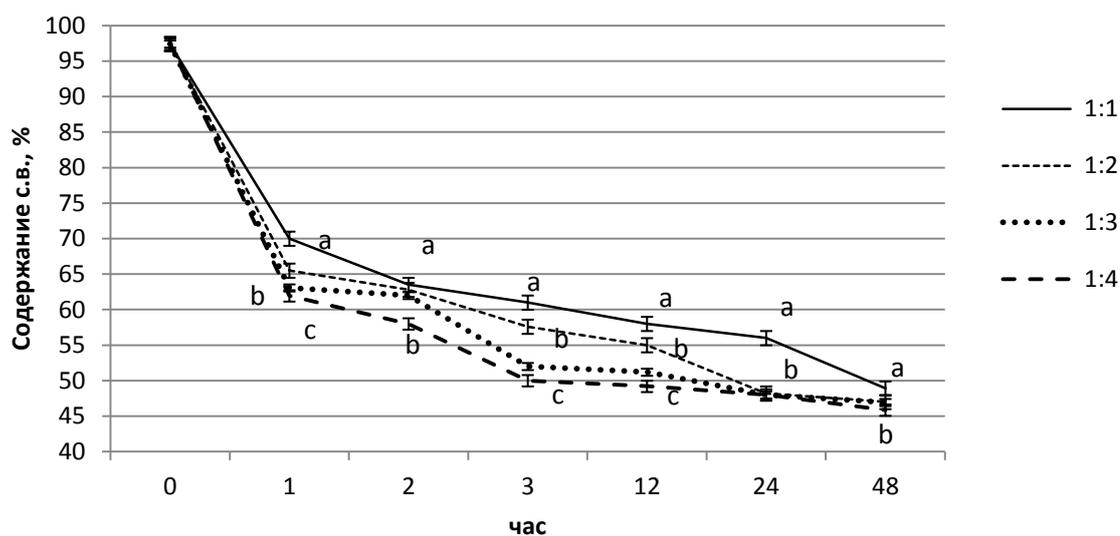


Рисунок 7 – Изменение содержания сухих веществ сухого пророщенного зерна пшеницы при  $T 85\text{ }^{\circ}\text{C}$  (различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест,  $p < 0,05$ )

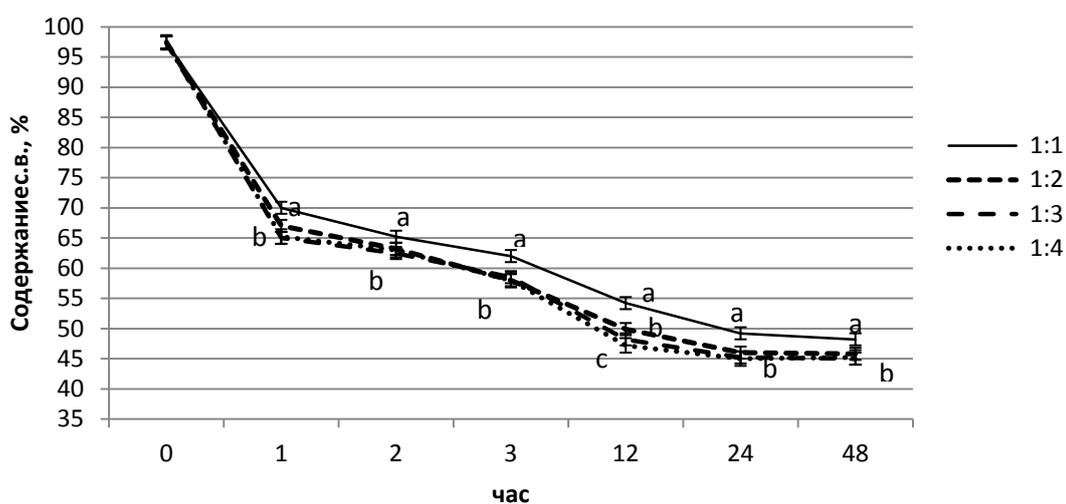


Рисунок 8 – Изменение содержания сухих веществ сухого пророщенного зерна пшеницы при  $T 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{pH } 4,5$  (различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест,  $p < 0,05$ )

Первый этап увлажнения протекает вне зависимости от температуры. Несмотря на различные температуры количество удержанной зерном влаги почти полностью совпадает.

Второй этап проникновения удержанной силами поверхностного натяжения влаги характеризуется интенсивным поглощением воды оболочками и внутренними частями зерна. На этом этапе влияние температуры становится уже заметным и скорость водопоглощения при  $45\text{--}65\text{ }^{\circ}\text{C}$  выше чем при температуре  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Имеет большое технологическое значение, то что в пределах гигроскопического влагосодержания вся вода в зерне связана физико-химически. Невысокая энергия связи обеспечивает быстрое смещение динамического равновесия вслед за изменением внешних условий. Особое значение имеет повышение температуры: при этом происходит «плавление связей» адсорбированных молекул воды, а часть их десорбируется образуя

свободную воду. Однако вследствие структурных особенностей зерна извлечь эту воду в окружающую атмосферу трудно; оставаясь в его объеме, слабосвязанная вода влияет на физико-химические свойства биополимеров, вызывает повышение гибкости и подвижности боковых цепей их макромолекул. Наряду с расширением межмолекулярных промежутков происходит снижение плотности и твердости зерна, влияющее на характер его деформации.

Фактор времени при гидротермической обработке оказывает большое влияние на все процессы, происходящие в зерне. С течением времени изменяется интенсивность поступления воды из оболочек в эндосперм (снижается коэффициент диффузии влаги), что имеет большое практическое значение для эффективности процесса гидратации.

Анализируя полученные данные изменения содержания сухих веществ сухого пророщенного зерна можно сделать вывод, о том, что оптимальным гидромодулем для набухания зерна является 1:3; оптимальной температурой набухания - 65°C, продолжительность гидротермической обработки – 24 час. при рН 4,5.

#### Литература

1. Егоров Г.А. Влияние тепла и влаги на процессы переработки и хранения зерна / Г.А. Егоров. - М. : Колос, 1973. - 264 с.
2. Козубаева Л.А. Ускорение процесса увлажнения зерна при производстве зернового хлеба / Л.А. Козубаева, С.С. Кузьмина // Хранение и переработка сельхозсырья–2005. – №5. – С. 49-50.
3. Сафронова Т.Н., Ермош Л.Г., Евтухова О.М. Ресурсосберегающие технологии мясных рубленых полуфабрикатов для питания школьников / Т.Н. Сафронова, Л.Г. Ермош, О.М. Евтухова // Вестник КрасГАУ-2012.-№12.-С170-174.