

ЕҢБЕК ҚЫЗЫЛ ТУ ОРДЕНДІ
«Ә. Б. БЕКТҰРОВ АТЫНДАҒЫ
ХИМИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ ИНСТИТУТЫ»
АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ХИМИЯ ЖУРНАЛЫ

ХИМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА

CHEMICAL JOURNAL of KAZAKHSTAN

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
«ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКИХ НАУК
им. А. Б. БЕКТУРОВА»

3 (67)

ИЮЛЬ – СЕНТЯБРЬ 2019 г.
ИЗДАЕТСЯ С ОКТЯБРЯ 2003 ГОДА
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

АЛМАТЫ
2019

Ю. С. БЕШИМОВ, В. Э. РАДЖАБОВА, В. Н. АХМЕДОВ

Бухарский инженерно-технологический институт, Бухара, Узбекистан.

E-mail: yusuf.beshimov@rambler.ru

АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ПШЕНИЧНОГО КРАХМАЛА

Аннотация. Приведена общая характеристика пшеницы, сведения о крахмале, полученном из её зерна, и его химический состав. В экспериментальной части приведены результаты изучения выхода крахмала в зависимости от продолжительности набухания с различной концентрацией раствора гидроксида натрия. Показана принципиальная схема разделения клейковины и крахмала. Приводится режим технологического процесса и указывается основное оборудование, обеспечивающее параллельное получение сухой клейковины и крахмала.

Ключевые слова: пшеница, крахмал, витамины, технологический процесс, отмывание, набухание, сушка.

Введение. Пшеница относится к роду травянистых растений семейства злаковых и является одной из самых первых культур, освоенных человеком. Пшеница ещё в Библии упоминалась как важное и полезнейшее из всех хлебных растений. А Древняя Палестина в Ветхом Завете упоминалась как «земля пшеницы». Эта зерновая культура всегда высоко ценилась в Древней Греции и спортсмены во время Олимпиад питались только ячменным и пшеничным хлебом, названным Гомером «хлебом для мужчин». Для славян зёрна этих злаков всегда являлись символом богатства и благополучия. И это неспроста. Ведь в отличие от ржи и овса, пшеницу трудно сохранить в засуху и морозы. Довольствовались хорошими урожаями не каждый год, поэтому пшеничная мука приобрела большую ценность и появлялась на столах простых людей только по праздникам [1].

Пшеница содержит растительные жиры, минералы (кальций, калий, фосфор, магний и др.), витамины (В₆, В₂, В₁, РР, С и Е). Именно в момент прорастания зерен пшеницы концентрация антибиотиков и стимуляторов роста возрастает в несколько раз: например, в момент прорастания зерен содержание витамина В₂ увеличивается в 10 раз. Такое удивительное свойство пророщенных зерен объясняет целебные свойства этих зерен на организм человека.

Ученые всегда интересовались химическим составом важнейшего хлебного злака. В результате многочисленных исследований зерен пшеницы стало известно, что в его составе находится около 50-70 % крахмала и других углеводов в зависимости от сорта [2].

Крахмал (С₆Н₁₀О₅)_n – полисахариды амилозы и амилопектина, мономером которых является α-глюкоза. Крахмал, синтезируемый разными растениями в хлоропластах, под действием света при фотосинтезе, несколько

различается по структуре зёрен, степени полимеризации молекул, строению полимерных цепей и физико-химическим свойствам. Представляет собой безвкусный аморфный порошок белого цвета, нерастворимый в холодной воде. Под микроскопом видно, что это зернистый порошок, при сжатии порошка крахмала издает характерный скрип, вызванный трением частиц.

Крахмал – продукт двоякий. С одной стороны его состав – кладёшь энергии. Именно благодаря обилию крахмала в зернах и крупах хлеб, выпечка и различные каши столь питательны. Кроме того, крахмал, содержащий повышенное количество амилозы, играет роль своеобразного массажа для кишечника. Он расщепляется хуже, чем крахмал с большим содержанием амилопектина, и потому, образуя комок в кишечнике, обладает свойствами стимуляции его работы, улучшения пищеварения и уменьшения всасывания холестерина.

В структуре зернового сырья, перерабатываемого на крахмал в различных странах, второе по значимости место после кукурузы занимает пшеница. Наряду с крахмалом из пшеницы получают клейковину, включающую глютен и глиадин.

Технологические схемы производства пшеничного крахмала очень разнообразны, но все они включают следующие стадии: смешивание муки с водой с последующим разделением крахмала и клейковины, очистка крахмала от примесей; освобождение клейковины от крахмала.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В зависимости от используемой технологии приготавливаемая смесь муки с водой может быть различной консистенции – от крутого теста до легко текучей суспензии.

Крахмал из злаков, в том числе пшеничный крахмал, имеет меньшую влагоемкость, чем крахмал из корней или клубней. Поглощение влаги пшеничным крахмалом колеблется в пределах от 9,3 % (при относительной влажности, равной 18,3 %) до 21,2 % (при 77 % относительной влажности).

Путем экстраполяции к 100 %-ной относительной влажности установлено, что влагоемкость равна примерно 27 %. Это довольно хорошо согласуется с величиной 30 %, найденной Ньютоном и Куком для пшеничного крахмала, суспендированного в холодной воде. При поглощении влаги сухим крахмалом крахмальные зерна набухают в небольшой степени, и это набухание обратимо при высушивании. Тщательные измерения показывают, что крахмальные зерна злаков разбухают в диаметре на 10 %, а в объеме на 33 %.

Исследованы также изменения, происходящие в процессе нагревания крахмальной суспензии. После температуры нагревания 50 °С крупные крахмальные зерна слегка набухают и теряют способность к двойному лучепреломлению. По мере повышения температуры эти изменения наблюдались и у зёрен меньшего размера.

В 5 %-ной суспензии двойное лучепреломление полностью исчезло при 60 °С у крахмальных зерен из твердой пшеницы и при 65 °С у крахмальных зерен из мягкой. Как оказалось, пределы температур, при которых происходят эти изменения, зависят от концентрации крахмала. С увеличением концентрации эти изменения происходят при более высокой температуре. Так, при концентрации 50% двойное лучепреломление у крахмала из твердой пшеницы исчезало при 75 °С, а из мягкой - при 85 °С. В 50%-ном клейстере, нагретом до 95 °С, зерна крахмала разбухали почти до размеров крахмальных зерен в 5%-ном клейстере, нагретом до 65-70 °С. Следует отметить, что крахмал из пшеницы дурум и из озимых пшениц имеет более густую консистенцию, чем крахмал из яровых пшениц, и что эта консистенция связана с климатическими условиями произрастания пшеницы.

Выход крахмала из дроблённого зерна пшеницы с добавлением растворов гидроксида натрия приведён в таблице 1.

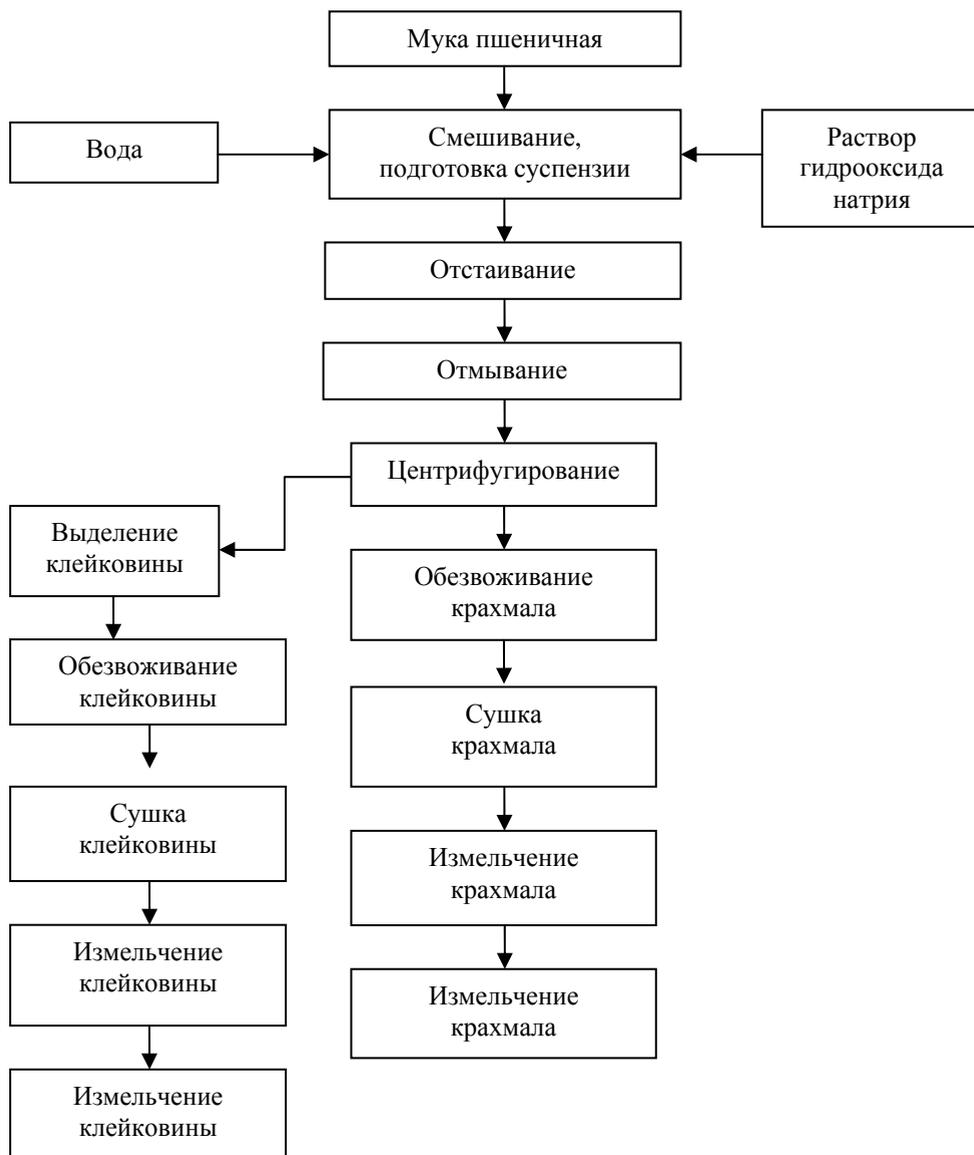
Таблица 1 – Выход крахмала из зерна пшеницы с добавлением растворов гидроксида натрия

№	Образцы	Продолжительность набухания, ч				
		6	12	18	24	48
1	С водой	21,4	24,6	26,2	25,1	22,7
2	0,1 % NaOH	22,3	26,4	28,1	26,9	24,5
3	0,2 % NaOH	22,4	27,0	30,8	27,2	25,3
4	0,3 % NaOH	23,1	28,8	35,9	31,3	26,2
5	0,5 % NaOH	20,2	24,2	23,6	22,8	22,1

Очистка высокосортного крахмала задерживается из-за присутствия адсорбированных пентозанов, которые, по-видимому, находятся в связанном состоянии с фракцией мелкозернистого крахмала или с поверхностью крахмальных зерен. Явления «глазурования» крахмала пентозанами может объяснить некоторые из его свойств, в том числе отношение к ферментам. С помощью фаринографа установлено определенное соотношение между нерастворимыми пентозанами и реологическими свойствами теста. Количество нерастворимого пентозана, по-видимому, находится в обратной связи с качеством пшеницы. Чем ниже товарное качество, тем выше содержание пентозанов. Таким образом, можно предполагать, что незрелость зерна и повреждение его морозом приводят к повышению содержания в эндосперме нерастворимого пентозана.

Разделение крахмала и клейковины осуществляется или вымыванием крахмала из теста, или разделением суспензии способами, основанными на разности плотностей крахмала (1,470-1,495 г/см³) и клейковины (1,329-1,341 г/см³). При этом гравитационные методы разделения могут сочетаться с флотацией.

При вымывании крахмала из теста расходуется большой объем воды, поэтому более рационально разделение крахмала и клейковины производить с предварительным приготовлением водно-мучной суспензии (рисунок).



Технологическая схема получения крахмала из зерна пшеницы

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Приготовленная смешением муки и воды при 30-40 °С в гомогенизаторах суспензия подвергается разделению в центрифугах или гидроциклонных установках на сгущённые крахмалистую и белковую фракции, а также жидкую фазу суспензии.

Необходимой стадией процесса является отделение от крахмала примесей – белка, мезги и растворимых веществ, – которое осуществляется с использованием ситовых аппаратов, центробежных сепараторов, фильтрования, отстаивания. После центрифугирования сгущённая крахмальная суспензия высушивается с получением крахмала. Из жидкой фазы, полученной после отделения крахмала и клейковины, с использованием центрифугирования выделяется дополнительно часть крахмала, а раствор подвергается концентрированию с получением жидкого корма [3].

Тестовый способ производства позволяет выделять клейковину с содержанием 15-17% крахмала, дальнейшее отделение которого нецелесообразно. При использовании суспензионного метода в выделяемом белковом концентрате содержится 60-65 % крахмала от массы сухого вещества. Обычно белковый концентрат выходит из разделительных аппаратов (центрифуг, гидроциклонов) в смеси с жидкой фазой. После выделения клейковина выдерживается 25-40 мин для дозревания, и далее образовавшаяся масса разбивается на измельчителях. Диспергированная клейковина затем пропускается через сита с одновременным промыванием. Отделенную суспензию крахмала используют для получения остаточного крахмала, а сырую клейковину либо направляют потребителям, либо высушивают. Состав потребительского продукта крахмала приведён в таблице 2.

Таблица 2 – Состав крахмала

№	Компоненты	На 100 г крахмала
1	Белки	0,2
2	Углеводы	78,6
3	Вода	16
4	Пищевые волокна	1,8
5	Моно- и дисахариды	2,8
6	Зола	0,6

Установлено, что пшеничный крахмал, хранившийся в течение 5 лет, претерпевает все более возрастающее уменьшение вязкости при его клейстеризации с едким натром при комнатной температуре. Другие исследователи показали подобное уменьшение вязкости для крахмального клейстера. Если пшеницу хранили от 3 до 15 лет в холодном сухом, хорошо вентилируемом помещении, свежесвыделенный из нее крахмал не обнаруживал

никаких изменений физических свойств. Свойства же аналогичным образом выделенного крахмала из образцов поврежденной пшеницы значительно изменялись.

Ранее проведенные исследования показали, что зерно в течение значительного времени хранившееся при 40 °С, даёт крахмал ухудшающий хлебопекарные качества муки. Причина этого явления объясняется не изменением самого крахмала, а появлением на его поверхности адсорбированного слоя жирных кислот.

Заключение. Крахмал является достаточно калорийным полисахаридом: в ста граммах продукта содержится около 300 Ккал. Поэтому следует учитывать, что крахмал будет очень полезным только тем людям, которые ведут активный образ жизни и нуждаются в постоянном пополнении организма калориями.

Дополнительное полезное свойство крахмала – в пищеварительном тракте он способствует восстановлению организма после скачка уровня сахара в крови у страдающих диабетом. С другой стороны, вред крахмала известен всем следящим за своей фигурой. Во многих случаях именно он является причиной набора веса, поставляя организму избыточное количество калорий. Поэтому, как и большинство калорийных продуктов, крахмал ценен для крепкого и подвижного организма, тратящего большое количество калорий и нуждающегося в стабильном получении энергии и хорошей работе пищеварительной системы.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Лоскутов И.Г., Кобылянский В.Д., Ковалева О.Н. Итоги и перспективы исследования мировой коллекции овса, ржи и ячменя // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. СПб., 2007. Т. 164. ISBN 0202-3628.

[2] Crawford, Gary W. Gyoung-Ah Lee (2003). «Agricultural Origins in the Korean Peninsula». *Antiquity* 77 (295): 87-95. ISSN 0003-598X.

[3] Бешимов Ю.С., Бахриддинова Н.М., Хайдар-Заде Л.Н. Эффективность использования отходов пивоваренного производства для кормовых целей // Вестник алматинского технологического университета 2018. Вып. 2(119). С. 22-26.

REFERENCES

[1] Loskutov I.G., Kobyljanskij V.D., Kovaleva O.N. Itogi i perspektivy issledovanija mirovoj kollekcii ovsa, rzhi i jachmenja // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. SPb., 2007. Vol. 164. ISBN 0202-3628.

[2] Crawford, Gary W. Gyoung-Ah Lee (2003). «Agricultural Origins in the Korean Peninsula». *Antiquity* 77 (295): 87-95. ISSN 0003-598X.

[3] Beshimov Ju.S., Bahriddinova N.M., Hajdar-Zade L.N. Jefferktivnost' ispol'zovanija othodov pivovarenного производства dlja kormovyh celej // Vestnik almatinskogo tehnologicheskogo universiteta 2018. Vyp. 2(119). P. 22-26.

Резюме

Ю. С. Бешимов, В. Э. Раджабова, В. Н. Ахмедов

БИДАЙ КРАХМАЛЫ ӨНДІРІСІНІҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Бидай дәндерінен алынған крахмалдың жалпы сипаттамасы мен химиялық құрамы келтірілген. Тәжірибе бөлімінде натрий гидроксиді ерітіндісінің әртүрлі концентрациясында бидай дәндері ісінуінің крахмал шығымына байланысы қарастырылған. Крахмал және клейковинаны бөлудіңжелісі көрсетілген. Технологиялық үдерістің негізгі құралдары мен жүру жағдайлары анықталынып, құрғақ клейковина мен крахмалды қатар алу жолы қарастырылған.

Түйін сөздер: бидай, крахмал, дәрумен, технологиялық үдеріс, жуу, ісіндіру, құрғату.

Summary

Yu. S. Beshimov, V. E. Radjabova, V. N. Akhmedov

CURRENT ASPECTS OF WHEAT STARCH PRODUCTION

The article presents a general description of wheat, information about starch obtained from its grain and its chemical composition. The experimental part presents the results of studying the yield of starch depending on the duration of swelling with different concentrations of sodium hydroxide solution. A schematic diagram of the separation of gluten and starch is shown. The mode of the technological process is given and the main equipment is indicated that ensures parallel production of dry gluten and starch.

Key words: wheat, starch, vitamins, technological process, laundering, swelling, drying.