

УДК 544.723.212

## ОСОБЕННОСТИ ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ И ЖИРОПОГЛОЩЕНИЯ КАРТОФЕЛЬНОГО И ГРЕЧИШНОГО КРАХМАЛОВ ЗА СЧЕТ ОБРАБОТКИ ИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ВОЛНАМИ МИКРОВОЛНОВОГО ДИАПАЗОНА

Лобанова В.С.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»,  
Кемерово, e-mail: valentina\_lobanova@inbox.ru

Представлены результаты исследования по влиянию микроволн на сухие образцы картофельного и гречишного крахмалов. Определены параметры микроволн (время, мощность), которые дают оптимальный результат при поглощении растительного жира и воды. Поглощительную способность растительного жира и воды крахмалами определяли методом центрифугирования с частотой вращения 3200 оборотов в минуту. Установлено, что водопоглощение и жиропоглощение зависят от строения зерен крахмалов, времени и мощности обработки микроволнами. Такое явление объяснено возможностью вращения полимерной глюкопиранозной цепи амилозы и амилопектина вокруг валентных связей при поглощении энергии микроволн в момент резонанса. Если гидроксильные группы при этом концентрируются на поверхности зерен крахмала, то проявляется ее повышенная гидрофильность и, как следствие, увеличение поглощения воды. Если полярные группы при определенном виде конформации находятся внутри зерен крахмала, то их поверхность проявляет повышенную гидрофобность и следствием такого процесса является повышение адсорбции неполярного гидрофобного материала – жира.

**Ключевые слова:** крахмал, микроволны, водопоглощение, жиропоглощение, конформация

## WATER AND FAT ABSORPTION FEATURES OF POTATO AND BUCKWHEAT STARCHES BY MEANS OF ELECTROMAGNETIC WAVES IN THE MICROWAVE RANGE PROCESSING

Lobanova V.S.

Kemerovo Institute of Food Science and Technology, Kemerovo, e-mail: valentina\_lobanova@inbox.ru

Researches indicating water and fat absorption capacity of unmanufactured and processed potato buckwheat starches dry samples by electromagnetic waves in the microwave range are conducted. Microwave data (time period, power) to provide the optimal result when absorbed vegetable fat and water are determined. Absorbency of vegetable fat and water by the starches is defined by centrifuge method with rotational speed 3200 rpm (revolutions per minute). This method was developed by confectionary industry research institute. It is revealed that water and fat absorption depend on the structure of the starch granules, time period and processing power microwaves. This is due to the possibility of the polymer chain rotation around valence bonds. Conformational change in the position of the polar OH-groups is observed in the absorption at resonance of microwave energy. These groups are concentrated, and increased hydrophilism emerges on the grains surface due to rotatable isomery, as consequence, the water absorption increase occurs. The polar groups are within the grains starch, and their surface reveals increased hydrophoby and the result of a process is the increasing adsorption of nonpolar hydrophobic material – fat.

**Keywords:** starch, microwaves, water absorption, fat absorption, conformation

Крахмал – природный углевод, накапливаемый в клетках растений в виде крахмальных зерен (шарообразной, чечевицеобразной или яйцевидной формы) и выделяемый из крахмалосодержащего сырья при его переработке [1].

В клетках растений крахмал содержится в виде зерен различного размера от 15 до 100 мкм [2].

Экспериментально доказано, что химическую формулу элементарного звена крахмала можно представить как  $C_5O_2H_5(OH)_2(CH_2OH)$ .

Крахмал не является химически индивидуальным веществом, а состоит из смеси полимеров двух типов, построенных из остатков глюкопиранозы (амилозы в количестве 18–25% и амилопектина в количестве 72–82%). Амилоза состоит из остатков глюкозы, соединенных в неразвет-

вленную цепь. В составе амилозы – от 60 до 300 остатков глюкозы. Амилопектин состоит как из линейных, так и из разветвленных цепей, образованных примерно 1500 остатками глюкозы [1, 8].

В крахмале также содержится небольшое количество липидов, в основном полярных, выделяемых полярными растворами. Количество липидов в крахмале составляет 0,5–1,0%. Содержание минеральных веществ колеблется в пределах 0,2–0,7% и представлено в основном фосфатами, кремнеземом, азотистыми веществами и др. [8].

В современных технологических процессах для поглощения влаги и жира широко используются различные виды крахмалов.

При производстве мучных кондитерских изделий данные крахмалы позволяют регулировать пластичность теста и придавать

готовым изделиям хорошую водопоглощающую способность и рассыпчатость и др.

Известно их применение в химической технологии для разделения оптических изомеров, в тонкослойной хроматографии в качестве адсорбционного слоя, в газожидкостной хроматографии – в качестве твердого носителя [6].

В бытовой химии – как адсорбент для сухого удаления масляных пятен. При производстве лекарственных препаратов (таблеток) для всасывания жидкостей в таблетлируемую массу в качестве влагоудерживающего агента при производстве таблеток [5].

При лечении наружных повреждений кожи крахмалы используют в качестве поглотителя жидкости, получившейся в результате воспаления, они оказывают подсушивающее действие. Крахмалы применяют в косметологии для лечения жирной кожи, так как сделанные из них маски позволяют снизить активность сальных желез, устраняют жирный блеск, способствуют сужению пор, очищают кожу от черных точек [3].

Таким образом, мы видим обширный спектр применения крахмалов в различных сферах в качестве поглотителей влаги и жира. Поэтому повышение поглощающих характеристик крахмалов является важной задачей.

**Цель исследования** – получение модифицированных крахмалов с повышенными свойствами водопоглощения и жиропоглощения.

### Материалы и метод исследования

В качестве объектов исследования использовали образцы необлученных и облученных микроволнами картофельного и гречишного крахмалов. Исследования проводили методом центрифугирования.

В работе использовали картофельный нативный крахмал (ГОСТ 7699-78) и гречишный нативный

крахмал (ГОСТ 19092-92). Обработывали при проведении эксперимента крахмалы в сухом виде массой по 100 г, в диапазоне от 0 до 30 секунд. Аппаратом для обработки крахмалов явилась бытовая микроволновая печь с мощностью 700 Вт. Навески крахмала в количестве 1 г помещали в центрифужные пробирки и добавляли по 6 мл растительного жира. Содержимое пробирок тщательно перемешивали стеклянной мешалкой в течение 1 мин, после этого оставляли в покое на 30 мин. Затем смесь центрифугировали в течение 25 мин с частотой вращения 3200 об/мин. Несвязанное масло после центрифугирования сливали в мерный цилиндр. Оставшуюся смесь центрифугировали в течение 25 мин с частотой вращения 3200 об/мин. Выделившееся масло сливали в тот же цилиндр.

Количество связанного растительного масла  $Y_k$ , мл, определяли по формуле:

$$Y_k = Y_n - (Y_1 + Y_2), \quad (1)$$

где  $Y_k$  – количество связанного растительного масла, мл;  $Y_n$  – количество добавленного растительного дезодорированного масла, мл;  $Y_1$  – количество несвязанного растительного масла, мл;  $Y_2$  – количество несвязанного масла после второго центрифугирования, мл.

Жиропоглощающую способность  $A$ , %, рассчитывали по формуле:

$$A = (Y_k \cdot d) / B \cdot 100, \quad (2)$$

где  $Y_k$  – количество связанного растительного масла, см<sup>3</sup>;  $d$  – плотность жидкого растительного масла (0,95 г/см<sup>3</sup>);  $B$  – масса навески продукта, г.

Определение адсорбции воды проводили по аналогии. Центрифугирование проводили при помощи лабораторной центрифуги ЦЛНМ-80-2S.

### Результаты исследования и их обсуждение

#### 1. Изменение жиропоглощения и водопоглощения гречишного крахмала

Результаты испытаний для гречишного крахмала, полученных методом центрифугирования, представлены на рис. 1, 2.

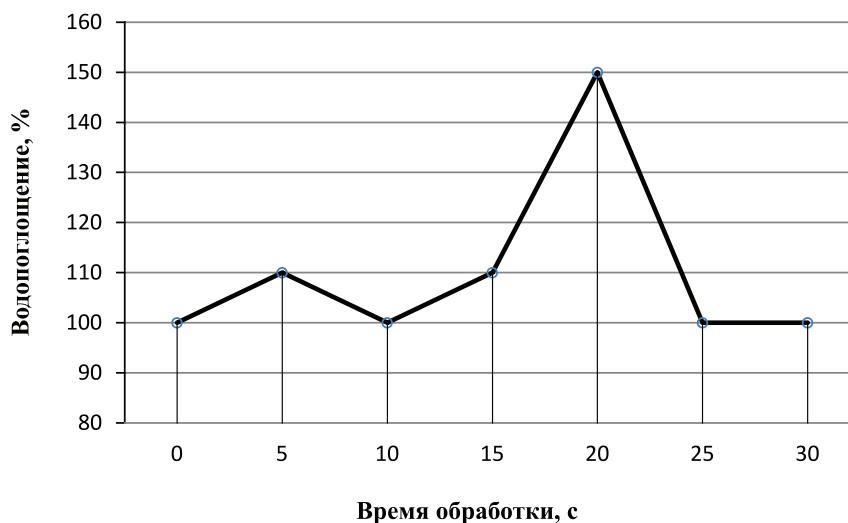


Рис. 1. Водопоглощение гречишного крахмала

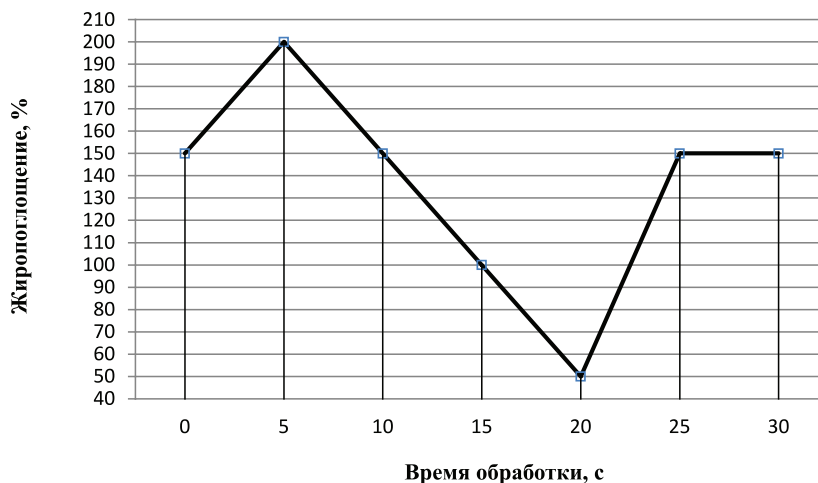


Рис. 2. Жиросопоглощение гречишного крахмала

Из представленных данных следует, что для гречишного крахмала после обработки в течение 20 секунд наблюдается наибольшее увеличение (в 1,5 раза) адсорбции воды по сравнению с контролем (рис. 1). Для этого же вида крахмала наибольшая адсорбционная способность жира

наступает после обработки сухих образцов 5 секунд (рис. 2).

**2. Изменение жиросопоглощения и водопоглощения картофельного крахмала**

Результаты испытаний для картофельного крахмала, полученных методом центрифугирования, представлены на рис. 3, 4.

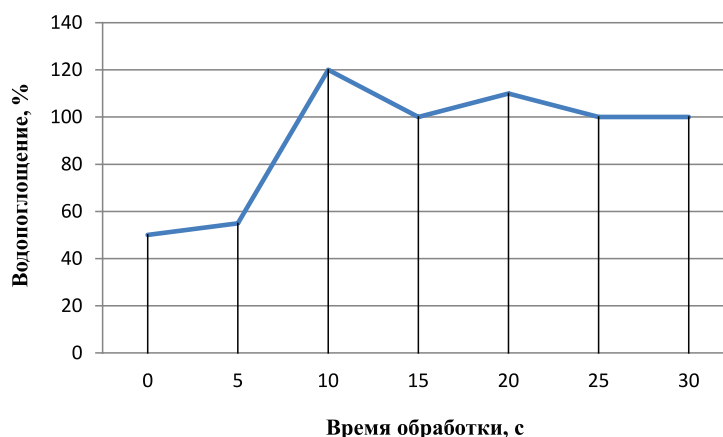


Рис. 3. Водопоглощение картофельного крахмала

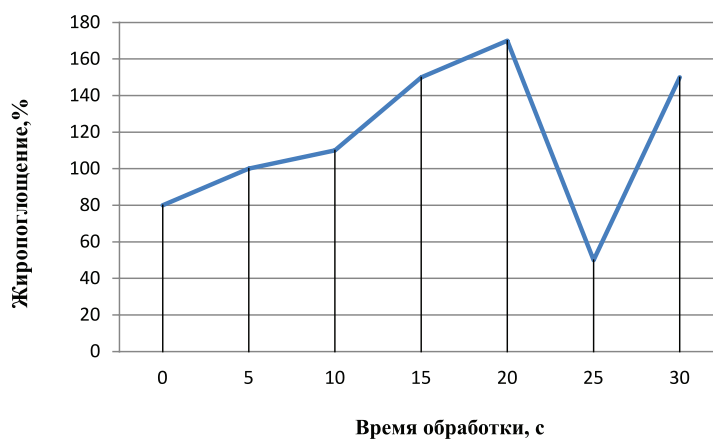


Рис. 4. Жиросопоглощение картофельного крахмала

Для картофельного крахмала по сравнению с контрольным образцом наибольшая адсорбция воды наступает после обработки 10 секунд (рис. 3), а наибольшая адсорбция жира после обработки 20 секунд (рис. 4).

### Выводы

Обобщая результаты экспериментов, можно дать несколько объяснений о причинах изменения свойств крахмалов под действием микроволн.

Одной из причин повышения адсорбции крахмалов является то, что под действием электромагнитных волн с частотой 2,45 ГГц и мощностью 700 Вт происходит частичное разрушение крахмальных зерен, что способствует повышению площади контакта адсорбента со средой [8].

Второй причиной являются сложные перестроения внутри самих молекул крахмалов. То есть в ходе обработки мы смогли поменять изначальную конфигурацию молекул крахмалов. Максимальный водопоглощающий эффект наблюдается при повышении активности гидрофильных групп крахмалов, гидроксильные группы при этом концентрируются на поверхности зерен крахмала. А максимальный жиропоглощающий эффект при повышении гидрофобных групп (углеводородных радикалов) [5, 7].

Таким образом, в ходе исследования мы разработали простой, доступный и универсальный способ, позволяющий управлять водопоглощающей и жиропоглощающей способностями картофельного и гречишного крахмалов.

### Список литературы

1. Лобанова В.С. Изменение жиропоглощающей способности крахмального продукта // Пищевые продукты и здоровье человека: тезисы докл. Междунар. конф. (Кемерово, 2012 г.). – Кемерово, 2012. – С. 499–500.
2. Лукин Н.Д., Филиппова Н.И. Особенности физико-химических свойств ржаного, ячменного и пшеничного крахмалов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1997. – № 4. – С. 12–14.
3. Патент РФ № 2185815, 15.08.2000
4. Средства для таблетирования [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://e-pitanie.ru/pishchevie\\_dobavki/sredstva\\_dlya\\_tabletirovaniya%20niya/](http://e-pitanie.ru/pishchevie_dobavki/sredstva_dlya_tabletirovaniya%20niya/) (дата обращения 15.02.14).

5. Стрелихеева А.А. Основы химии высокомолекулярных соединений / А.А. Стрелихеева, В.А. Деревикская. – М.: Химия, 1976. – 440 с.

6. Тонкослойная хроматография и ее роль в контроле качества пищевых продуктов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://bestreferat.ru/referat-184985.html> (дата обращения 20.02.14).

7. Чичибабин А.Е. Основные начала органической химии. – 5-изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1963. – 910 с.

8. Шевченко Т.В. К вопросу об изменении физико-химических свойств образцов крахмала, обработанных микроволновым излучением // Журнал прикладной химии. – 2013. – Т. 86. – Вып. 1. – С. 138–142.

### References

1. Lobanova V.S., Tokmakova I.O. *Doklad Mezhdunarodnoy konferentsii «Izmenenie zhiropogloschayuchey sposobnosti krakhmalnogo produkta.* (Foodstuffs and human health thesis report on the international conference in Kemerovo. «The changing of fat absorbing property of starch products»). Kemerovo, 2012, pp. 499–500.
2. Lukin N.D., Filippova N.I. Storing & recycling of agricultural stuff, 1997, no 4, pp. 12–14.
3. Patent RU no 2185815.
4. *Sredstva dly tabletirovaniy* (Means for tableting) Available at: [http://e-pitanie.ru/pishchevie\\_dobavki/sredstva\\_dlya\\_tabletirovaniya%20niya/](http://e-pitanie.ru/pishchevie_dobavki/sredstva_dlya_tabletirovaniya%20niya/) (accessed 15 February 2014).
5. Strilicheeva A.A., Derevitskaya V.A. *Osnovy khimii vysokomolekulyarnykh soedineniy* [The basics of chemistry of high-molecular compounds]. Moscow, Chemistry, 1976. 440 p.
6. *Tonkosloynaya khromotografiya i ee rol v kontrole kachestva pichyvykh produktov* (Thin-layer chromatography and its role in the monitoring of foodstuffs quality). Available at: <http://bestreferat.ru/referat-184985.html> (accessed 20 February 2014).
7. Chichibabin A.E. *Osnovnye nachala organicheskoi khimii* [The basics of organic chemistry]. Moscow, Chemistry, 1963. 910 p.
8. Shevchenko T.V., Kondratov E.A., Ulrikh E.V., Popov A.M, Lobanova V.S., Tokmakova I.O. The magazine for applied chemistry, 2013, no 86., Edition1, pp. 138–142.

### Рецензенты:

Шевченко Т.В., д.т.н., профессор, преподаватель кафедры «Общая и неорганическая химия», ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», г. Кемерово;

Ульрих Е.В., д.т.н., профессор, преподаватель кафедры «Обогащение полезных ископаемых», ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева», г. Кемерово.

Работа поступила в редакцию 18.04.2014.