

ВЛИЯНИЕ МИКРОВОЛН НА ИЗБРАННЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА КРАХМАЛОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

Хабибулина Наталья Викторовна

канд. техн. наук, ведущий инженер, Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, РФ, г. Москва

Маслыгина Анастасия Максимовна

магистрант, Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, РФ, г. Москва

Красноштанова Алла Альбертовна

д-р хим. наук, профессор, Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, РФ, г. Москва

Influence of microwave radiation on some functional properties of starch-containing materials

Anastasia Maslighina

master student, D. Mendeleyev University of Chemical Technology of Russia, Russia, Moscow

Natalia Khabibulina

PhD in Biotechnology, D. Mendeleyev University of Chemical Technology of Russia, Russia, Moscow

Alla Krasnoshtanova

Doctor of Chemistry, D. Mendeleyev University of Chemical Technology of Russia, Russia, Moscow

Аннотация. В статье рассмотрено влияние микроволнового излучения на функциональные свойства (вязкость, эмульгирование) пшеничного и горохового крахмалосодержащего сырья в зависимости от продолжительности обработки. Показано, что воздействие микроволновым излучением положительно влияет на технологические свойства белково-крахмальных

продуктов. Причем, для горохового сырья возможно использование меньшей продолжительности обработки для получения максимальной жиросмульгирующей способности и вязкости, в то время как при обработке пшеничного крахмального сырья оптимальные результаты достигаются при более длительном воздействии микроволн.

Abstract. This article describes the effect of microwave radiation on the functional properties (viscosity, emulsification) of wheat and pea starch-containing raw materials depending on the duration of processing. It is shown that exposure to microwave radiation has a positive effect on the technological properties of protein-starch products. Moreover, for pea raw materials it is reasonable to use a shorter processing time to obtain maximum fat emulsifying ability and viscosity, while when processing wheat starch raw materials, optimal results are achieved with a longer exposure to microwaves.

Ключевые слова: микроволны; вязкость; жиросмульгирование; крахмал; модификация

Keywords: microwaves; viscosity; emulsification; starch; modification

Крахмал является основным запасным полисахаридом зеленых растений и главным углеводом в питании человека [2, с. 188; 5, с. 45]. Чаще всего для его получения используются горох, пшеница, рис, кукуруза, рожь, ячмень.

Благодаря своим свойствам крахмал широко используется в качестве наполнителя в косметологической промышленности (дезодоранты, кондиционеры, лосьоны, косметические средства), в фармацевтической (таблетированные формы лекарственных препаратов, лекарственные капсулы), целлюлозно-бумажной и в пищевой промышленности [8].

Наличие крахмала в пищевом продукте положительно сказывается на его текстуре и консистенции, что делает продукт более привлекательным для потребителя. Его использование позволяет также значительно уменьшить синерезис, что способствует возможности более длительного хранения, улучшает водосвязывающую способность, повышает сочность, заменяет сахар; применяется в качестве загустителя, эмульгатора, гелеобразователя.

Но в большинстве случаев крахмал в нативном виде обладает рядом недостатков – низкий уровень рН, склонность к синерезису, низкая стабильность при хранении, перемешивании и температурном воздействии, образование при нагревании слабых, когезионных, эластичных паст и нежелательных гелей, когда пасты охлаждаются [3, 4, с. 56]. Именно поэтому, производители продуктов питания предпочитают крахмалы с улучшенной поведенческой характеристикой и подвергают их модификации – целенаправленно изменяют свойства, что позволяет улучшить их функциональные, органолептические и технологические качества [2, с. 190].

Модифицировать свойства крахмала можно химическим (кислотный гидролиз, окисление, сшивка, замещение), физическим (механические, обработка излучением, теплом, давлением) или ферментативным методом.

Ферментативная обработка крахмалов зачастую является длительным, сложным и

дорогостоящим путем модификации [1, с.152]. Использование же химически модифицированных крахмалов в пищевых продуктах до сих пор вызывает сомнения в безопасном влиянии на здоровье человека. По мнению комитета экспертов, объединенных под эгидой таких организаций как ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация при ООН) и ВОЗ (Всемирная Организация Здравоохранения) крахмалы, модифицированные химическим путем, требуют дальнейших исследований, более полного изучения и не рекомендуются к использованию [6, с. 397].

Таким образом, изучение физических методов обработки крахмала особенно актуально и перспективно, так как эта технология получения модифицированного крахмала экологически безопасна [5, с. 45], исключает высокие временные затраты, не требует внесения в сырье дополнительных химических веществ, а также нет необходимости в стадии сушки конечных продуктов после обработки, что значительно удешевляет процесс получения ингредиентов из крахмального сырья.

В связи с этим, целью исследования явилось изучение изменения функциональных свойств крахмалосодержащего сырья в зависимости от параметров микроволновой обработки и характеристик исходного сырья. Можно предположить, что функциональные свойства крахмалов изменяются под влиянием изменения строения белковых тел и крахмальных гранул нативного сырья.

В качестве объектов исследования были выбраны крахмалосодержащие продукты, выработанные из пшеницы (содержит 85% крахмала и 9% белка на сухой вес) и гороха (65% крахмала и 15% белка). Данные продукты являются продуктами «зеленого» безотходного способа разделения исходного сырья, пшеничной или гороховой муки, без воздействия химических агентов. В качестве способа обработки было выбрано физическое воздействие в виде микроволновых излучений, продолжительность воздействия которого варьировали от 2 до 6 мин. Таким образом, модифицированные продукты получены полностью без применения химических агентов, что согласуется с трендом «зеленых технологий».

Для анализа изменения функциональных свойств крахмалосодержащего сырья была изучена его жироземигулирующая способность и вязкость до и после обработки излучением.

Для получения эмульсионной системы бралась навеска образца (эмульгатор), дистиллированная вода (дисперсионная среда) и подсолнечное масло (жир) в соотношении 1:5:5, соответственно. Для равномерного распределения частиц (перемешивания) использовали блендер. Затем оставляли пробы в холодильнике на 4 суток, после чего анализировали получившиеся эмульсии, включая количество стабильной эмульсии и отделившихся водной и масляной фаз. Критерием наибольшей эффективности эмульгирующей способности крахмалосодержащего сырья служила высота слоя эмульсии и отсутствие иных фаз в системе.

Из данных, представленных в таблице, видно, что у всех тестируемых образцов эмульгирующая способность выше, чем у нативного образца крахмалосодержащего сырья. Причем, при продолжительности обработки 3 минуты для горохового крахмала и 4 минуты в случае пшеничного крахмала высота эмульсии достигает своего максимума и составляет 84 и 100%, соответственно. Увеличение эмульгирующей способности крахмалосодержащего сырья может являться следствием частичной желатинизации крахмала в сырье под действием микроволнового излучения, что косвенно оказывает влияние на вязкость образцов.

Таблица 1.

Жироземигулирующая способность пшеничного и горохового крахмалосодержащего сырья в зависимости от продолжительности воздействия микроволн

Условия обработки	Высота слоя, %			
	h_{H_2O}	h_{oc}	$h_{\text{эмульсии}}$	$h_{\text{масла}}$
Пшеничное крахмалосодержащее сырье				
0 мин	15,4	-	84,6	-
2 мин	12,5	-	87,5	-

3 мин	13,0	-	87,0	-
4 мин	-	-	100,0	-
5 мин	6,7	-	93,3	-
6 мин	-	-	98,3	1,7
Гороховое крахмалсодержащее сырье				
0 мин	8,7	30,4	60,9	-
2 мин	13,5	28,8	57,7	-
3 мин	8,9	6,7	84,4	-
4 мин	23,1	13,7	63,2	-
5 мин	10,8	27,0	62,2	-
6 мин	Расслоение без образования эмульсии			

У образцов белково-крахмальных продуктов, обработанных микроволнами более 3-4 минут, высота слоя эмульсии снижается, способность к эмульгированию ухудшается, что, скорее всего, связано с избыточной деструкцией крахмала и превращением его в декстрины и молекулярной массой, не способствующей образованию устойчивых эмульсий.

Для пшеничного крахмалсодержащего сырья наблюдается увеличение стабильности эмульсии на 15%, в то время как для горохового – на 23%, что свидетельствует о более выраженном положительном влиянии микроволнового излучения на молекулярную структуру горохового образца.

Для проверки предположения об изменении вязкости обработанных микроволновым излучением образцов была проведена оценка данного параметра с использованием вискозиметра ВПЖ-2, для чего предварительно готовили крахмальный клейстер изучаемого образца, а затем отмечали время истечения через капилляр объема жидкости из измерительного резервуара. Кинематическую вязкость определяли по формуле:

$$V = (g/9.807) T \cdot K,$$

где **K** - постоянная вискозиметра, мм²/с²;

V - кинематическая вязкость жидкости, мм²/с;

T - время истечения жидкости, с;

g - ускорение свободного падения в месте измерений в м/с² [7].

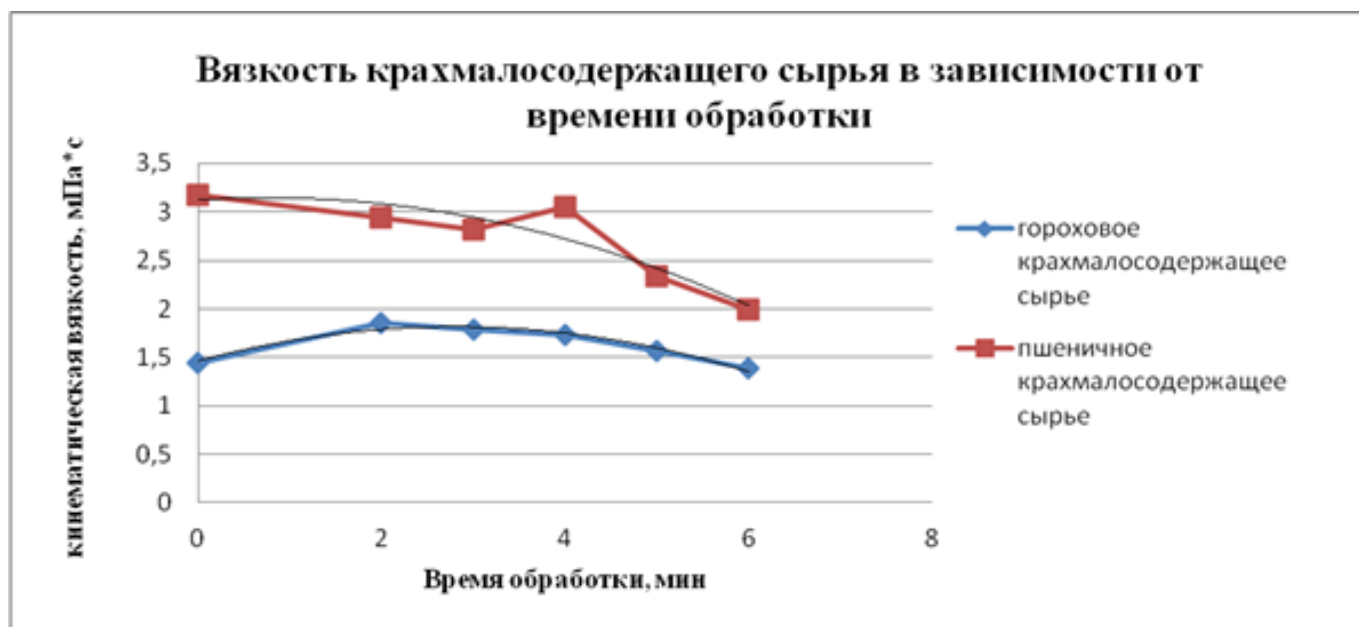


Рисунок 1. Вязкость крахмалосодержащего сырья в зависимости от времени обработки микроволновым излучением

Как можно видеть из графиков на рисунке 1, значение вязкости сначала увеличивается, доходя до своего максимума при 2 минутах обработки в случае горохового крахмала и 4 минутах обработки в случае пшеничного, после чего при увеличении продолжительности обработки происходит ее снижение.

На основании этих данных можно заключить, что воздействие микроволнами на белково-крахмальные продукты оказывает влияние на вязкость их растворов, так как нарушается внутренняя структура крахмального зерна. Также на повышение вязкости системы может влиять денатурация белковой части крахмалосодержащего сырья.

Видно, что максимальное значение вязкости для обоих образцов соответствует диапазону проявления наибольшей эмульгирующей способности.

С дальнейшим увеличением времени обработки значение вязкости падает, что связано с уменьшением размеров молекул крахмальных полисахаридами вследствие деструкции (частичного или полного разрушения крахмального зерна с одновременной деполимеризацией крахмальных полисахаридов).

Необходимо указать, что уменьшение вязкости при увеличении продолжительности обработки более выражено для пшеничного сырья в сравнении с гороховым. Вероятно, пшеничный крахмал является менее резистентным к физическому (микроволны) воздействию, поэтому при продолжительной обработке происходит заметная декстринизация крахмала с сопутствующим уменьшением вязкости. Гороховое крахмальное сырье даже при проведении длительной обработки не декстринизируется заметным образом, о чем свидетельствует менее значительное уменьшение вязкостных свойств.

На основании проведенных исследований можно сделать выводы:

1. Воздействие микроволнами на белково-крахмальные продукты способно изменять внутреннюю структуру биополимеров;
2. Модификация крахмалосодержащего сырья при помощи микроволн в определенных условиях оказывает положительное влияние на его функциональные свойства, такие как жироземмульгирование и вязкость;
3. Эмульгирующая способность крахмалов находится в прямой зависимости от вязкости: с увеличением вязкости жироземмульгирующая способность возрастает, а с понижением

уменьшается;

4. Согласно полученным результатам, наилучшей эмульгирующей способностью и наивысшей вязкостью из исследованных объектов обладает пшеничное крахмалосодержащее сырье при микроволновой обработке в течение 4 минут.

Список литературы:

1. Литвяк В.В., Ловкис З.В. Фундаментальные и прикладные исследования крахмала и крахмалопродуктов [Текст] / Труды БГУ. – 2014. –Т.9(№2). – С. 152-163.
2. Никитина Е.В., Губайдуллин Р.А., Зелди М.И. Влияние мультиферментной обработки на микроструктурные и технологические свойства картофельного крахмала // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – С. 188-191.
3. Пищевые технологии: исследования, инновация, маркетинг: сб.ст. Первой национальной научно-практической конференции. – Симферополь, 2018. – 180 с.
4. Маслыгина А.М., Хабибулина Н. В, Красноштанова А.А. Модификация свойств крахмалосодержащего сырья микроволнами // тезисы докл. Всероссийск. конф. – Керчь, 2018. – С. 56-58.
5. Rajeev Bhat, Karim A.A. Impact of Radiation Processing on Starch / Comprehensive reviews in food science and food safety. – 2009. – Vol.8. – P. 44-58.
6. Sokhey A.S., Hanna M.A. Properties of irradiated starches // Food structure. – 1993. – Vol.12. – P. 397-410.
7. Сайт «СпецТехноРесурс» [Электронный ресурс]. – Раздел «ВПЖ и ВНЖ вискозиметры капиллярные стеклянные», 2000-2019. – Режим доступа. – <http://www.laborant.ru/measurem/sostav/viskozimetri/vpj-vnj.html> (Дата обращения: 20.03.2019)
8. Site STERIS Applied Sterilization Technologies [Electronic source]. – Section “Technical tip #21” Starch Irradiation. – Access mode – <http://www.steris-ast.com> (date of access: 21.03.2019)