

Научная статья/Research Article

УДК 664.6

DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-202-207

Юлия Александровна Снурникова^{1✉}, Абдували Джабарович Тошев²

^{1,2}Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), Челябинск, Россия

¹ulia.sh@mail.ru

²toshevad@susu.ru

ВЛИЯНИЕ СВЧ-ОБРАБОТКИ НА ДЕСТРУКЦИЮ КРАХМАЛА И ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ В КРУПЕ

Цель исследования – изучить влияние СВЧ-обработки на деструкцию крахмала и активность амилазы в крупах. Задачи – рассмотреть, какие изменения крахмала протекают в зерне и крупах при хранении и обработке СВЧ; выявить положительные и отрицательные изменения; определить причину этих изменений; изучить влияние СВЧ на деструкцию крахмала; исследовать влияние СВЧ на активность амилазы в крупе и выявить закономерности. Исследование проводили на гречневой (ядрица 1 сорт) и перловой (1-й сорт) крупах, обработку проводили СВЧ мощностью 450 Вт, длительность обработки – от 0 до 10 мин. Результаты эксперимента показали следующее: активность амилазы уменьшается в перловой крупе в 9 раз, а гречневой крупы – в 10,1 раз. Изменение углеводного состава и инактивация амилазы при СВЧ-обработке влияет на гликемический индекс круп и продуктов на их основе. В процессе хранения крахмал под действием ферментов распадается до простых углеводов, и это имеет положительный эффект, например, при производстве солода, но при хранении круп имеет негативное влияние на органолептические характеристики. Для увеличения сроков хранения круп и уменьшения активности ферментов крупы обрабатывают термически (ГТО, ИК). Доказано снижение активности амилазы после обработки СВЧ. СВЧ-обработка влияет на строение круп, в частности происходит деструкция крахмала и уменьшение активности амилазы. Соответственно СВЧ-обработка может быть применена с целью увеличения длительности хранения вместо технологии микронизации или ГТО.

Ключевые слова: СВЧ, крупы быстрого приготовления, крахмал, амилаза

Для цитирования: Снурникова Ю.А., Тошев А.Д. Влияние СВЧ-обработки на деструкцию крахмала и ферментативную активность в крупе // Вестник КрасГАУ. 2022. № 11. С. 202–207. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-202-207.

Julia Alexandrovna Snurnikova^{1✉}, Abduvali Jabarovich Toshev²

^{1,2}South Ural State University (National Research University) Chelyabinsk, Russia

¹ulia.sh@mail.ru

²toshevad@susu.ru

THE MICROWAVE PROCESSING EFFECT ON STARCH DEGRADATION AND ENZYMATIC ACTIVITY IN CEREALS

The purpose of research is to study the effect of microwave treatment on starch degradation and amylase activity in cereals. Tasks – to consider what changes in starch occur in grains and cereals during storage and microwave processing; to identify positive and negative changes; to determine the cause of these changes; to study the effect of microwave on the degradation of starch; to investigate the effect of microwave on the activity of amylase in cereals and to identify patterns. The study was carried out on

buckwheat (unground kernel 1st grade) and pearl barley (1st grade) groats, processing was carried out with a microwave power of 450 W, the processing time was from 0 to 10 minutes. The results of the experiment showed the following: the activity of amylase decreases in pearl barley by 9 times, and in buckwheat – by 10.1 times. Changes in the carbohydrate composition and inactivation of amylase during microwave treatment affect the glycemic index of cereals and products based on them. During storage, starch decomposes to simple carbohydrates under the action of enzymes, and this has a positive effect, for example, in the production of malt, but during storage of cereals, it has a negative effect on organoleptic characteristics. To increase the shelf life of cereals and reduce the activity of enzymes, cereals are thermally processed (TRP, IR). A decrease in amylase activity after microwave treatment has been proven. Microwave treatment affects the structure of cereals, in particular, starch is destroyed and amylase activity decreases. Accordingly, microwave processing can be applied to increase the duration of storage instead of micronization or GTO technology.

Keywords: *microwave, instant cereals, starch, amylase*

For citation: *Snurnikova Yu.A., Toshev A.D. The microwave processing effect on starch degradation and enzymatic activity in cereals // Bulliten KrasSAU. 2022;(11): 202–207. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-202-207.*

Введение. Крахмал – наиболее важный и основной полисахарид растений, играющий роль запасного вещества. При действии ферментов или нагревании с кислотами происходит его гидролиз, распад до моносахаридов, глюкозы. Этот процесс для пищевой промышленности имеет как свои плюсы, так и свои минусы.

В хлебопекарном производстве изменение крахмала происходит на стадии брожения теста, при хранении как готовых изделий (хлеба), так и при хранении сырья (зерна и муки). Гидролиз крахмала имеет положительное влияние при брожении: часть необходимого сахара для жизнедеятельности дрожжей образуется из крахмала под действием сахаробразующих ферментов. В процессе выпекания готовых изделий происходит процесс клейстеризации крахмала, увеличение в объеме, поглощение влаги и связывание ее. Чем дольше влага удержится в хлебе, тем дольше хлеб останется свежим.

При хранении готовых хлебных продуктов начинаются процессы ретроградации крахмала, происходит черствение хлеба. Изменение крахмала на данном этапе заключается в восстановлении водородных связей между цепочками олигосахаридов, уменьшении количества связанной влаги, уменьшении объема крахмального зерна.

Также процессы изменения крахмала при хранении зерна и муки играют важную роль. И если на этапе брожения и производства продуктов питания это в большей степени положительное влияние, то при хранении эти изменения должны быть минимальны.

Цель исследования – изучить влияние СВЧ-обработки на деструкцию крахмала и активность амилазы в крупах.

Данное исследование проводится в рамках изучения возможности применения СВЧ-обработки при производстве круп быстрого приготовления.

Задачи: рассмотреть, какие изменения крахмала протекают в зерне и крупах при хранении и обработке СВЧ; выявить положительные и отрицательные изменения; определить причину этих изменений; изучить влияние СВЧ на деструкцию крахмала; исследовать влияние СВЧ на активность амилазы в крупе и выявить закономерности.

Объекты, методы и результаты. Сейчас активно используются химические улучшители, позволяющие изменить ферментативную активность.

При хранении зерна и крупы происходят изменения физико-химических показателей (влажности, кислотности, изменение углеводного и белкового состава). По этим изменениям оценивается качество зерна и крупы, степень и качество обработки до закладки на хранение [1].

Так, если в процессе хранения процент влажности увеличивается, то в зерне и крупах начинаются процессы прорастания, пищевая ценность круп резко снижается. При этом зерно выделяет тепло (самосогревание зерна). Температура является катализатором процесса порчи жиров, а также микробиологической порчи.

Для увеличения сроков хранения зерно обрабатывают: пропаривают перегретым паром, проводят микронизацию зерна [1].

Рассмотрим влияние сверхвысокочастотного (СВЧ) облучения на крупу. Новизна данного исследования – возможность применения СВЧ-обработки не только с целью обеззараживания зерна, увеличения сроков хранения, но и с целью изменения потребительских свойств круп (уменьшение длительности варки, улучшение органолептических показателей, уменьшение энергозатрат на производство круп).

Для исследования выбирали два вида крупы: гречневая и перловая [2, 3]. Исследовали зависимость изменения степени деструкции и активность от продолжительности обработки при мощности СВЧ-поля 450 Вт с интервалом в 2 мин. Частота облучения – $2\,450 \pm 50$ МГц.

Объектом данного исследования являются крупы быстрого приготовления, а также формирование их качества и потребительских свойств.

Опытные и контрольные образцы готовили из одних партий сырья.

Отбор проб осуществляли согласно ГОСТ 26312.1-84 «Правила приемки и методы отбора проб» [4].

Степень деструкции крахмала оценивались по изменению количества глюкозы в растворе [5].

Колориметрический метод определения активности амилазы. Метод основан на определении количества нерасщепленного амилазой крахмала на фотоэлектроколориметре после обработки раствором йода [5].

Степень достоверности экспериментальных данных оценивали методами математической статистики программными средствами MS Excel (построение уравнения зависимости, корреляция данных).

Под деструкцией крахмала понимают разрушение крахмального зерна, при котором восстановление невозможно. При этом меняются свойства углеводов. Декстринизованный крахмал не может образовывать студни.

Крупу измельчали, затем проводили обработку раствором ферментного препарата. После определяли свободную глюкозу титрованием гипосульфита натрия [4, 5].

Результаты исследования представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1

Содержание глюкозы, % в пересчете на 1 г сухого вещества

Продолжительность обработки, мин	Гречневая крупа	Перловая крупа
0 (контроль)	10,42	5,69
2	13,04	6,52
4	14,94	8,54
6	17,10	10,68
8	24,79	11,36
10	34,84	21,52

При повышении длительности воздействия СВЧ-полем степень деструкции крахмала, т. е. количество свободной глюкозы увеличивается в разы. Так, через 10 мин при обработке мощностью 450 Вт доля свободной глюкозы в гречневой крупе увеличилась в 3,34 раза, в перловой – в 3,8 раз.

Уравнения зависимости степени деструкции при облучении СВЧ-полем:

$$- \text{ для гречневой крупы } y = 7,8437e^{0,2313x};$$

$$- \text{ для перловой крупы } y = 4,1241e^{0,244x},$$

где y – это процент содержания свободной глюкозы; x – время обработки крупы СВЧ-полем.

В таблице 2 представлены значения содержания глюкозы по уравнения выше.

СВЧ-обработку целесообразно применять для поддержания температуры брожения и увеличения его скорости.

На изменение крахмала большое влияние при хранении оказывают ферменты, находящиеся в зерне.

Ферментативная активность круп (зерна) зависит от способов обработки и температуры воздействия [4, 6].

Инактивация фермента амилазы под действием высоких температур происходит не мгновенно, а в течение некоторого времени.

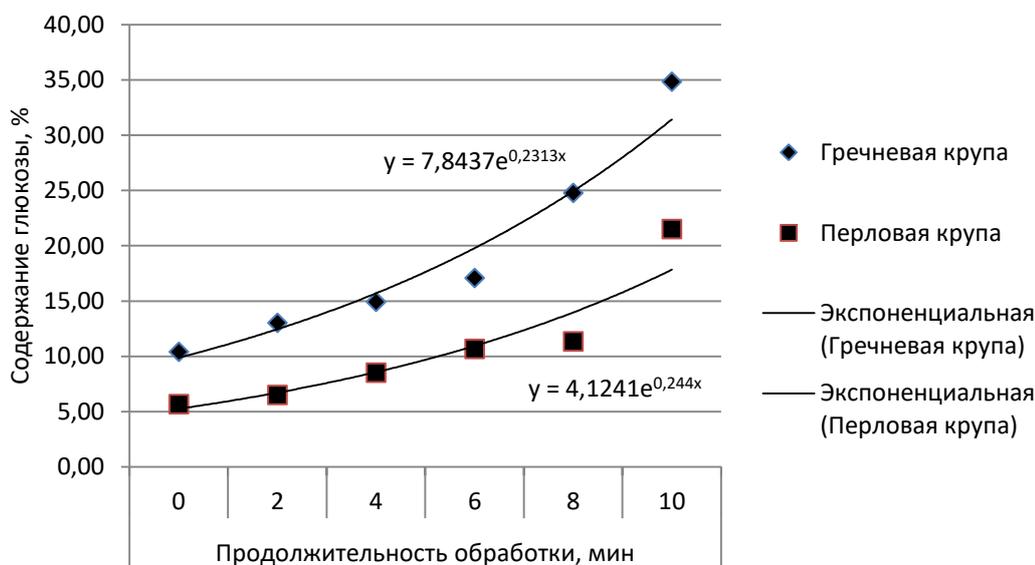


Рис. 1. Изменение степени деструкции крахмала в крупах

Таблица 2

Зависимость содержания глюкозы, % в персчете на 1 г сухого вещества, от продолжительности обработки и расчет корреляции

Вид крупы	Продолжительность обработки, мин						Коэффициент корреляции
	0	2	4	6	8	10	
Гречневая	7,84	12,46	15,36	24,90	37,15	55,42	0,994
Перловая	4,12	6,72	10,94	17,83	29,05	47,32	0,971

Также было изучено влияние СВЧ-обработки на активность ферментов круп двух видов: гречневой и перловой. Применяли колориметрический метод при определении активности амилазы.

Влияние СВЧ-обработки на активность амилазы круп (гречневой и перловой) в зависимости от ее продолжительности при 450 Вт представлены ниже (рис. 2, табл. 3).

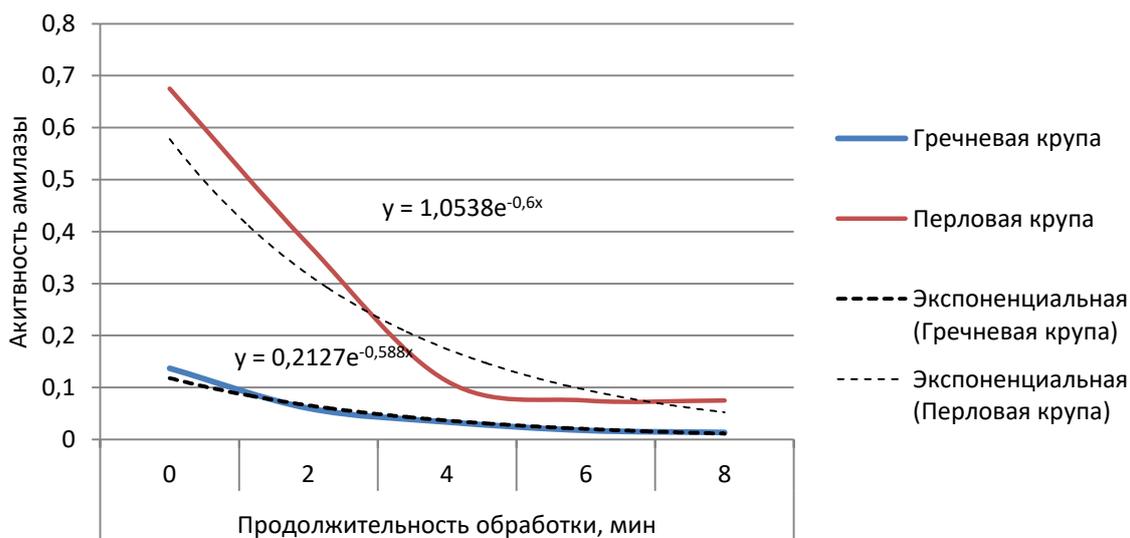


Рис. 2. Зависимости изменения активности амилазы от продолжительности СВЧ-обработки при 450 Вт

Зависимость активности амилазы от продолжительности обработки и расчет корреляции

Вид крупы	Продолжительность обработки, мин					Коэффициент корреляции
	0	2	4	6	8	
Гречневая	0,213	0,066	0,020	0,006	0,002	0,977
Перловая	1,054	0,317	0,096	0,029	0,009	0,975

По графику рисунка 2 видно, что активность амилазы в крупе снижается. Связано это с тем, что температура увеличивается и активность амилазы уменьшается, сначала инактивируется β -амилаза (при достижении 60 °С), а при продолжительности более 5 мин (при нагреве выше 98 °С) инактивируется α -амилаза.

В перловой крупе активность уменьшается обратно пропорционально длительности обработки в 9 раз, а гречневой крупы – в 10,1 раз.

Изменение углеводного состава и инактивация амилазы при СВЧ-обработке влияют на гликемический индекс круп и продуктов на их основе [7].

В процессе хранения крахмал под действием ферментов распадается до простых углеводов, и это имеет положительный эффект, например, при производстве солода, но при хранении круп имеет негативное влияние на органолептические характеристики. Для увеличения сроков хранения круп и уменьшения активности ферментов крупы обрабатывают термически (ГТО, ИК). Данным исследованием доказано снижение активности амилазы после обработки СВЧ.

Заключение. Таким образом, можно сделать вывод: СВЧ-обработка влияет на строение круп, в частности происходит деструкция крахмала и уменьшение активности амилазы. Соответственно СВЧ-обработка может быть применена с целью увеличения длительности хранения вместо технологии микронизации или ГТО.

Список источников

1. Гинзбург А.С., Громов М.А. Теплофизические свойства зерна, муки, крупы. М.: Колос, 1984. 304 с.
2. ГОСТ 5550–21. Крупа гречневая. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 2021. 7 с.

3. ГОСТ 5784–60. Крупа ячменная. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 2010. 7 с.
4. ГОСТ 26312.1-84. Крупа. Правила приемки и методы отбора проб. М.: Стандартинформ, 2010. 5 с.
5. ГОСТ 29177-91. Методы определения состояния (степени деструкции) крахмала. М.: Изд-во стандартов, 2004. 6 с.
6. ГОСТ Р 51228-98 (ИСО 3983-77). Зерно и зерновые продукты. Колориметрический метод определения активности альфа-амилазы. М.: Изд-во стандартов, 1999. 11 с.
7. Glycemic Index Research and GI News. URL: <https://glycemicindex.com> (дата обращения: 14.04.2022).

References

1. Ginzburg A.S., Gromov M.A. *Теплофизические свойства зерна, муки, крупы*. М.: Kolos, 1984. 304 s.
2. GOST 5550-21. *Krupa grechnevaya. Tehnicheskie usloviya*. М.: Izd-vo standartov, 2021. 7 s.
3. GOST 5784-60. *Krupa yachmennaya. Tehnicheskie usloviya*. М.: Izd-vo standartov, 2010. 7 s.
4. GOST 26312.1-84. *Krupa. Pravila priemki i metody otbora prob*. М.: Standartinform, 2010. 5 s.
5. GOST 29177-91. *Metody opredeleniya sostoyaniya (stepeni destrukcii) krahmala*. М.: Izd-vo standartov, 2004. 6 s.
6. GOST R 51228-98 (ISO 3983-77). *Zerno i zernovye produkty. Kolorimetriceskij metod opredeleniya aktivnosti al'fa-amilazy*. М.: Izd-vo standartov, 1999. 11 s.
7. Glycemic Index Research and GI News. URL: <https://glycemicindex.com> (data obrascheniya: 14.04.2022).

Статья принята к публикации 04.10.2022 / The article accepted for publication 04.10.2022.

Информация об авторах:

Юлия Александровна Снурникова¹, старший преподаватель кафедры технологии и организации общественного питания

Абдували Джабарович Тошев², профессор, заведующий кафедрой технологии и организации общественного питания, доктор технических наук, профессор

Information about the authors:

Julia Alexandrovna Snurnikova¹, Senior Lecturer at the Department of Technology and Organization of Public Catering

Abduvali Jabarovich Toshev², Professor, Head of the Department of Technology and Public Catering, Doctor of Technical Sciences, Professor

