

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЧ-ПОЛЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Э.И. Черкасова

Статья посвящена изучению безопасных и экологичных методов, направленных на обеспечение микробиологической безопасности зернового сырья и крупы. Исследовано влияние СВЧ-энергии на снижение обсемененности крупы и выявлены наиболее эффективные режимы, влияющие не только на показатели безопасности, но и технологические достоинства крупы.

Ключевые слова: зерновое сырье, СВЧ-поле, СВЧ-обработка, микробиологическая обсемененность, хлебопекарная продукция, пищевая ценность, электротермическая обработка

В настоящее время проблема обеспечения пищевой безопасности страны имеет первоочередное государственное значение, так как болезни, вызываемые пищевым отравлением, оказывают значительное воздействие на здоровье человека. По данным Всемирной организации здравоохранения ежегодно в мире миллионы людей заболевают и многие умирают в результате употребления в пищу небезопасных продуктов.

Благодаря применению в сельском хозяйстве дезинфицирующих и бактерицидных веществ появились новые, высокопатогенные штаммы микроорганизмов, опасных для человека. В связи с этим особую актуальность приобретают технологические мероприятия, направленные на снижение численности микроорганизмов, сохраняя при этом пищевую ценность и качество готовой продукции, обеспечивая её экологическую безопасность [1].

При обработке растительного сырья в технологическом процессе используют различные методы, которые ведут к освобождению их от патогенной микрофлоры. Каждый из них имеет ряд преимуществ и недостатков. Применение химических веществ небезопасно для здоровья человека, поэтому необходим строгий санитарный контроль и нормы над продукцией переработки растительного сырья. Биологический метод – прогрессивный метод, однако механизм влияния биологических средств недостаточно изучен и требует больших экономических затрат.

Эффективное направление решения данной проблемы – использование методов обработки зернопродуктов в электромагнитном поле высокой и сверхвысокой частоты. Ре-

зультаты многолетних опытов и производственных испытаний по обеззараживанию продуктов переработки зерна однозначно подтвердили преимущество данного метода. В серии таких опытов подбирался диапазон режимов СВЧ-воздействия, обеспечивающий наибольший эффект при сохранении качества готовой продукции. Для анализа использовались образцы кукурузной и рисовой крупы с окончательного технологического этапа производства. В процессе эксперимента были получены следующие данные, представленные в таблице и на рис. 1 [2].

Анализируя данные таблицы, наилучшими вариантами являются первый, второй, пятый, седьмой и девятый, где температура нагрева составляет от 65 до 85 °С, однако при температуре 85 °С происходит денатурация белков. Следовательно, максимальная температура нагрева является температура 70 °С и в зависимости от преобладания рода микроорганизмов выбираются эффективные режимы обработки. А в варианте 8 при температуре нагрева 51 °С активизируется рост микроорганизмов.

На рис. 1 изображено изменение эффекта обеззараживания от скорости нагрева. Максимальное обезвреживание наблюдается при интенсивности нагрева 0,56–0,65 °С/с.

В результате проведённых исследований по оценке влияния СВЧ-энергии на развитие альтернативной инфекции рисовой крупы отмечено, что область эффективных режимов находится в пределах плоскости: $t = 144...160$ с, скорость нагрева $V_t = 0,6...0,7$ °С/с, температура нагрева $t = 75...95$ °С. Режим с температурой нагрева $t = 35...50$ °С не

Влияние СВЧ энергии на комплекс возбудителей крупы кукурузной

Вариант	Темп. нагрева крупы, t °С	Зараженность возбудителями КОЕ/г				
		Mucor	Fusarium	Aspergillum	Penicillum	Alternaria
1	85	0	0	0	0	0
2	67	1×10^2	0	0	0	0
3	57	3×10^2	1×10^2	1×10^2	3×10^2	3×10^2
4	40	5×10^5	2×10^5	3×10^5	2×10^5	7×10^5
5	70	0	0	0	0	0
6	50	4×10^2	3×10^5	4×10^5	3×10^5	10×10^5
7	75	0	0	0	0	0
8	51	4×10^2	7×10^2	5×10^5	6×10^5	8×10^5
9	65	1×10^2	0	0	1×10^2	1×10^2
10	контроль	5×10^5	1×10^5	3×10^5	1×10^5	8×10^5

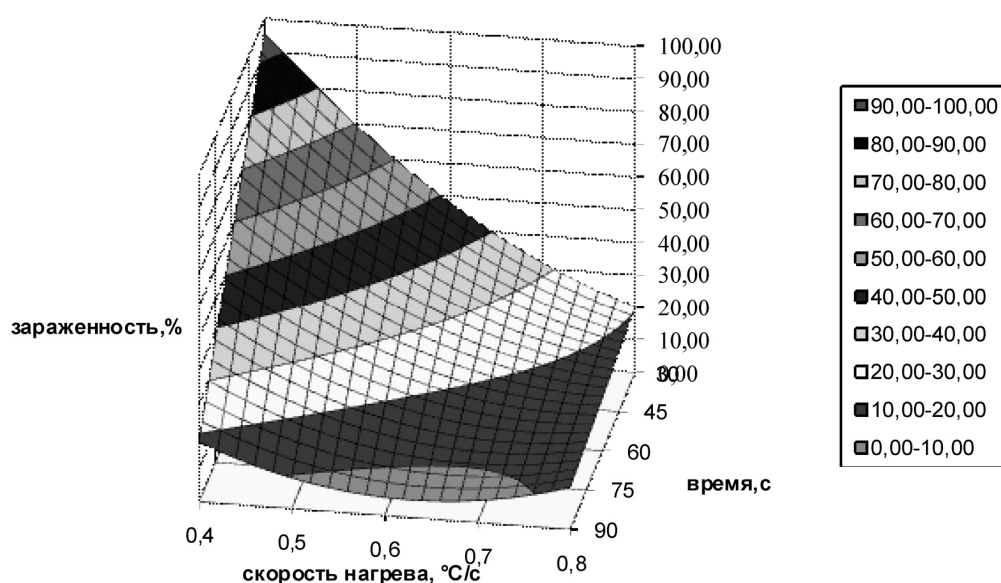


Рис. 1. Влияние СВЧ-энергии на зараженность кукурузной крупы возбудителями рода *Aspergillus*

избавляет продукцию от инфекций, а активизирует рост ферментов спор грибов (рис. 2). При дальнейшем росте нагрузок СВЧ-поля даже устойчивые к температурному воздействию споры грибов теряют способность к прорастанию. Зараженность снижается до 0 при показателях скорости нагрева $V_t = 0,7^\circ\text{C}/\text{c}$ и экспозиции более 144 с. В целом наблюдается устойчивый обеззараживающий эффект по этому виду инфекции при воздействии на неё энергии СВЧ-поля.

В период хранения, а особенно при высокой влажности воздуха и температуры хранения, развиваются плесневые грибы, которые характеризуются следующими свойствами: способностью развиваться при невысоком температурном режиме ($t = 20 \dots 40^\circ\text{C}$) и даже при более низких температурах $t = 0 \dots 20^\circ\text{C}$, аэробным характером дыхания. Группа плес-

невых грибов, выявленных на смесях, представлена грибами р.р. *Aspergillus*, *Penicillium*.

По полученным в результате исследования данным выявлены эффективные режимы, которые находятся в плоскости: скорость нагрева $V_t = 0,65 \dots 0,68^\circ\text{C}/\text{c}$ и время обработки $\tau = 150 \dots 160$ с. Температура нагрева продукта изменилась $t = 67 \dots 95^\circ\text{C}$. По результатам исследований видно, что все изучаемые факторы воздействия оказывают влияние на грибы р. *Aspergillus*. Зараженность смесей при изменении экспозиции от 60 до 180 с снижается до 0. Таким образом, СВЧ-воздействие позволяет снизить до безопасных пределов зараженность продукции грибами р. *Aspergillus* (рис. 3).

Поскольку пенициллёз – внутренняя инфекция, то существующими методами обработки освободить продукт практически не-

возможно. К тому же споры грибов этого рода отличаются термотолерантностью и выдерживают температуру выше 170 °С. Область эффективного режима находится в интервале значений: время обработки $t = 120...170$ с, скорость нагрева $V_t = 0,56...0,68$ °С/с. Разрушающими для грибов являются режимы: $t =$

$= 180$ с, скорость нагрева $V_t = 0,6...0,8$ °С/с. При $t = 120$ с скорость нагрева $V_t = 0,6$ °С/с количество грибов сокращается до уровня безопасных пределов, а при $t = 60...120$ с, скорости нагрева $V_t = 0,4...0,6$ °С/с наблюдается активизация роста грибной инфекции (рис. 4).

В результате воздействия электромагнит-

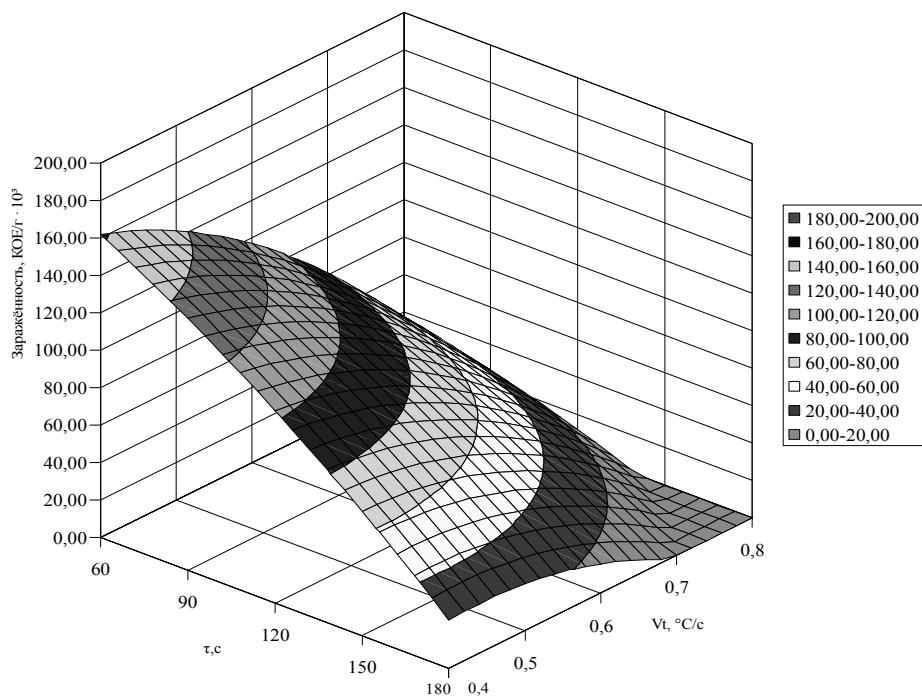


Рис. 2. Зависимость заражённости рисовой крупы возбудителями рода *Alternaria* от параметров СВЧ-поля

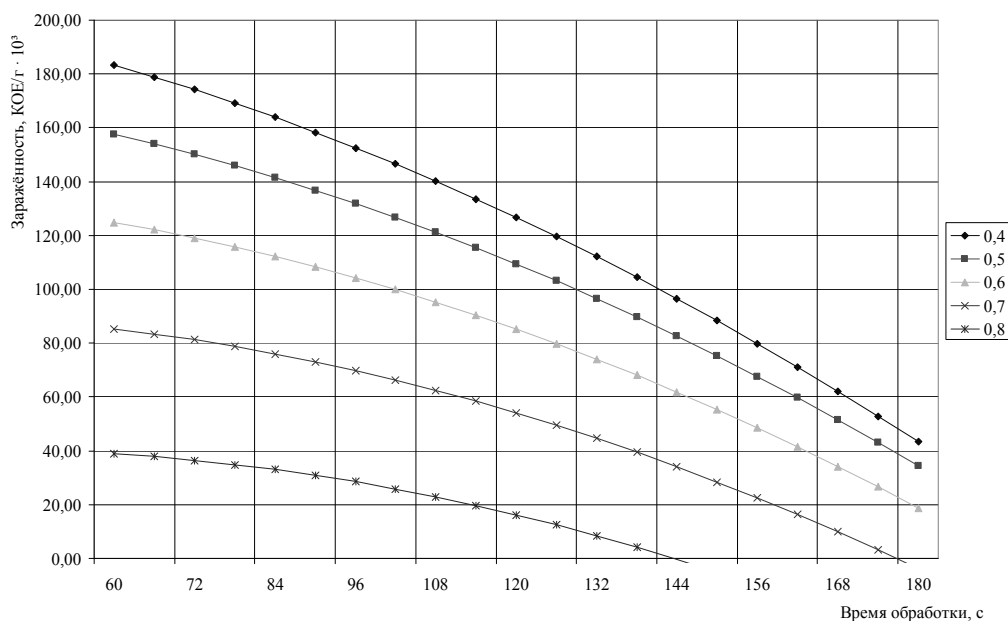


Рис. 3. Зависимость заражённости круп возбудителями рода *Aspergillus* от параметров СВЧ-поля

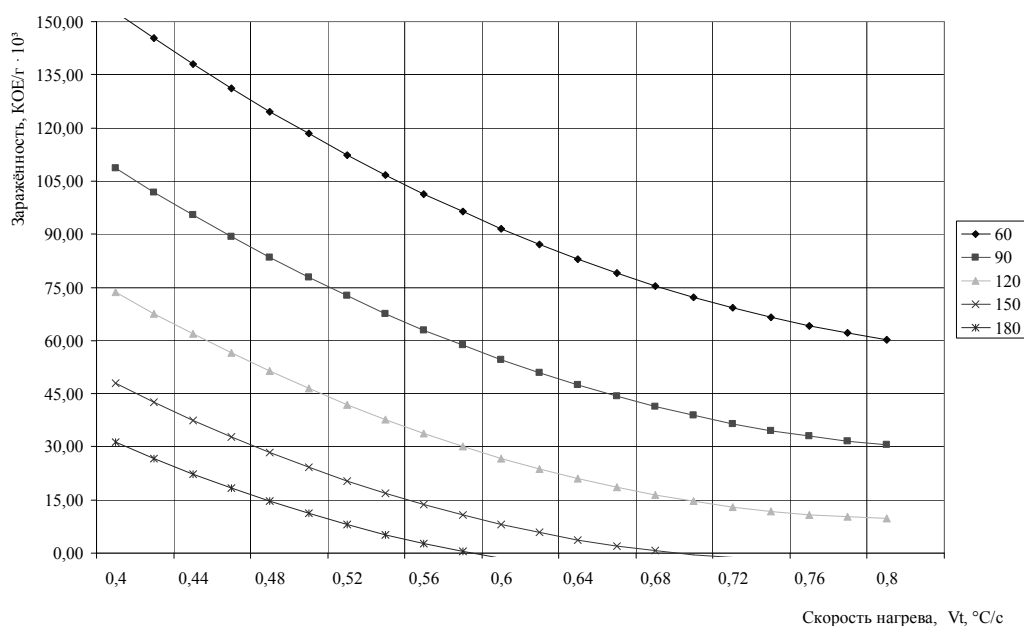


Рис. 4. Зависимость заражённости круп возбудителями рода *Penicillium* от параметров СВЧ-поля

ного поля СВЧ наблюдается и изменение физико-химических показателей. Снижается общая кислотность кукурузной крупы, изменяется влажность, уменьшается время варки рисовой крупы. Это свидетельствует о том, что режимы СВЧ-обеззараживания улучшают технологические достоинства круп. Температура нагрева губительно действует на микрофлору. Крупа, обработанная в СВЧ-установках, как правило, обладает более высокой пищевой ценностью [3].

В настоящее время результаты многолетних исследований и производственных испытаний однозначно подтвердили преимущество метода, зарекомендовав его как наиболее безопасный, экологичный, энергоэкономичный из всех существующих [4].

Пищевая и перерабатывающая промышленность является одной из тех отраслей, где СВЧ-энергия находит широкое применение в самых разнообразных технологических процессах, реализация которых позволяет значительно интенсифицировать производство и снизить удельный расход энергии, получать продукцию высокого качества, стабилизиро-

вать выход готового продукта и увеличить его сроки хранения.

Литература

1. Цугленок, Г.И. Система защиты зерновых и зернобобовых культур / Г.И. Цугленок, А.П. Халанская. – Красноярск: КрасГАУ, 2003.
2. Микотоксины. Причины возникновения вредоносности. Способы обезвреживания / Г.Г. Юсупова, Г.И. Цугленок и др. // Экономика и социум на рубеже веков: материалы научно-практической конференции. – Челябинск, 2003. – С. 94–97.
3. Черкасова, Э.И. Влияние термического обеззараживания на комплекс микроорганизмов и качество многокомпонентных смесей растительного происхождения: автореф. дис. ... канд. с/х наук. – Красноярск: КрасГАУ, 2006. – 19 с.
4. Микробиологический и санитарный контроль хлебопекарного производства // Г.Г. Юсупова и др. // Материалы второго международного хлебопекарного форума. – М., 2009. – С.173–177.

Черкасова Эльмира Исламовна. Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры товароведения и экспертизы потребительских товаров, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, cherkasova65@mail.ru

Поступила в редакцию 24 января 2014 г.

USE OF SUPERHIGH FREQUENCY FIELD FOR MICROBIOLOGICAL SAFETY OF PLANT PRODUCTS

E.I. Cherkasova, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

This paper considers safe and ecofriendly methods to ensure microbiological safety of grains and cereals. The effect of superhigh frequency energy on reduction of cereals sowing is examined. The most effective modes influencing not only safety indicators, but also technological qualities of cereals are discovered.

Keywords: grain raw materials, superhigh frequency field, superhigh frequency processing, microbiological sowing, bakery products, nutritional value, electrothermal treatment.

References

1. Cuglenok G.I., Halanskaja A.P. *Sistema zashhity zernovyh i zernobobovyh kul'tur* [System of Cereal Crops and Grain Legumes]. Krasnojarsk, 2003.
2. Jusupova G.G., Cuglenok G.I. e. a. Mikotoksiny. [Mycotoxins. Reasons of Harmfulness Occurrence. Methods of Disinfection]. *Jekonomika i socium na rubezhe vekov: Materialy nauchno-prakticheskoy konferencii* [Economics and Society at the Turn of Centuries: Materials of Scientific and Practical Conference]. Cheljabinsk, 2003, pp. 94–97. (in Russ.)
3. Cherkasova Je.I. *Vlijanie termicheskogo obezzarazhivaniya na kom-pleks mikroorganizmov i kachestvo mnogokomponentnyh smesej rasti-tel'nogo proishozhdeniya*. Avtoreferat diss. kand. sel'skokhoz. nauk. [Impact of Thermal Disinfection on Microorganisms and Quality of Multicomponent mixture of Plant Origin: Abstract of Cand. dis. (Agriculture)]. Krasnojarsk, 2006. 19 p.
4. Jusupova G.G. e. a. [Microbiological and Sanitary Control of Breadmaking]. *Materialy vtorogo mezhdunarodnogo hlebopekarnogo foruma* [Materials of II International Bread Baking Forum]. Moscow, 2009, pp. 173–177. (in Russ.)

Cherkasova Elvira Islamovna, Candidate of Science (Agriculture), associate professor, Department of Merchandising and Examination of Consumer Goods, South Ural State University, Chelyabinsk, cherkasova65@mail.ru

Received 24 January 2014