

Экологические проблемы биохимии и технологии

УДК 664.762

ПРИМЕНЕНИЕ СВЧ-ЭНЕРГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КРУПЯНОЙ ПРОДУКЦИИ

Э.И. Черкасова

Статья посвящена изучению и исследованию методов, направленных на обеспечение качества и микробиологической безопасности сырья и крупы. Рассмотрено влияние СВЧ-энергии на снижение обсемененности крупы и выявлены наиболее эффективные режимы, позволяющие получить экологически чистую продукцию.

Ключевые слова: зерновое сырье, крупяная продукция, микрофлора, СВЧ-обработка, микробиологическая обсемененность, пищевая ценность, потребительские достоинства, электротермическая обработка.

Одной из важнейших задач, стоящих перед агропромышленным комплексом на сегодняшний день, является повышение качества производимой продукции. В настоящее время качество является основой конкурентоспособности и эффективной деятельности предприятий. Кроме того, важность проблемы качества продукции предопределена не только условиями рыночной экономики, но и социальной значимостью, а это, прежде всего, удовлетворение населения продуктами питания высокого качества. Новые технологии, внедряемые в производство продукции, позволяют решить данную проблему.

Продукты переработки зерна являются продуктами повседневного спроса и играют существенную роль в питании. Сырьем для приготовления круп служат многие зерновые культуры, такие как рис, гречиха, кукуруза и др., которые поражаются микроорганизмами как в процессе созревания, так и в процессе хранения. Особенно быстро увеличивается кислотность, может появиться затхлый и плесневый запах. По этой причине партия зерна может стать непригодной для производства круп. Состав микрофлоры круп определяется составом микрофлоры перерабатываемого зерна. При хранении крупа подвергается таким же видам порчи, которые наблюдаются при хранении зерна. К тому же микробиологические процессы в крупе происходят быстрее и протекают интенсивнее, чем в зерне, так как крупа является более благоприятной и доступной средой для развития микроорганизмов. При выработке крупы обнажается

эндосперм, богатый питательными веществами, что способствует активному развитию микроорганизмов на продукции. Воздействие микроорганизмов на состояние и свойства зернового сырья и готовой крупяной продукции может проявляться в различных формах (рис. 1).

В связи с этим особую актуальность приобретают технологические мероприятия, направленные на снижение численности микроорганизмов, и сохраняя при этом пищевую ценность, потребительские достоинства и качество готовой продукции, обеспечивая её экологическую безопасность.

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. Результаты многолетних опытов и производственных испытаний по обеззараживанию продуктов переработки зерна однозначно подтвердили преимущество данного метода. В



Рис. 1. Влияние микрофлоры на качественные показатели растительного сырья

серии таких опытов подбирался диапазон режимов СВЧ-воздействия, обеспечивающий наибольший эффект при сохранении качества готовой продукции. Для анализа использовались образцы круп с окончательного технологического этапа производства.

Отличительная особенность способа заключается в том, что обработку крупы ведут при определенной частоте электромагнитного поля, значение которой составляет 2450 МГц, так как эта частота обеспечивает быстрый нагрев продукта. Воздействие этой частотой должно происходить при указанной мощности электромагнитного поля в течение 60–180 с до температуры продукта 60–65 °С, так как только при этих условиях наблюдается максимальный эффект обеззараживания крупы от вредной для человеческого организма микрофлоры. Все это в комплексе гарантирует не только снижение обсемененности микроорганизмами, но и сохранение пищевой ценности и потребительских достоинств крупяной продукции, а также одновременное снижение энергозатрат и материалоемкости [1].

В табл. 1 представлены результаты влияния СВЧ-энергии на фитопатогенный комплекс рисовой крупы. В ходе анализа фитопатогенного комплекса был установлен ее основной видовой состав. Наиболее часто

встречались грибы родов: *Aspergillus*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Bacillus*, *Mucor*. При кратковременном воздействии СВЧ-поля споры грибов рода *Alternaria* теряют способность к прорастанию, количество пораженных зерен уменьшается в два раза уже при нагреве до 30 °С, зараженность снижается до нуля при показателях скорости нагрева свыше 0,6 °С/с и экспозиции обработки более 120 с. В целом наблюдается устойчивый обеззараживающий эффект по этому виду полевой инфекции при воздействии на нее СВЧ-поля.

Группа плесневых грибов представлена грибами родов *Aspergillus*, *Penicillium*. При экспозиции обработки 120 с и скорости нагрева 0,6–0,8 °С/с зараженность грибами рода *Penicillium* снижается с 30 до 4 %, а при экспозиции обработки 180 с и скорости нагрева 0,8 °С/с наступает полное обеззараживание по этому роду грибов. Зараженность многокомпонентных круп грибами рода *Aspergillus* исчезает при условии, что скорость нагрева составляет 0,6–0,8 °С/с, а экспозиция обработки – 120–180 с.

Помимо обеззараживающего эффекта одной из основных задач является сохранение, а в лучшем случае – улучшение потребительских свойств исследуемых видов круп, которые характеризуются временем варки,

Таблица 1

Влияние СВЧ-энергии на фитопатогенный комплекс рисовой крупы

Объект исследования	Температура нагрева, °С	Зараженность, КОЕ/г · 10 ³					
		Aspergillus	Alternaria	Penicillium	Mucor	Bacillus	Дрожжи
Рисовая крупа	98	0	0	0	0	0	0
	45	9	9	16	4	10	0
	47	14	14	13	3	16	0
	30	11	14	22	11	42	43
	70	0	0	1	0	2	0
	34	15	14	21	18	22	42
	65	2	2	1	0	0	0
	38	18	18	21	11	10	5
	62	1	0	4	0	0	0
	20	39	27	30	1	25	6

увеличением объёма, вкусом, запахом, консистенцией. Согласно маркировочным данным, указанным на потребительской упаковке, время варки – 20 мин. После применения микроволновой обработки оно сокращается до 15–16 мин, что, по нашему мнению, происходит за счет изменения структуры молекул белка и крахмала. На увеличение объёма готового продукта обработка не влияет. Для оценки вкуса, запаха и консистенции применяли балльную оценку, придающую органолептическим показателям качества большую объективность и точность. Умноже-

нием оценочного балла на коэффициент весомости, который подобран для каждого показателя качества, получили суммарную оценку в баллах. В табл. 2 представлены результаты влияния СВЧ-энергии на органолептические показатели качества крупы. При длительном воздействии электромагнитного поля (экспозиция обработки – 180 с и скорость нагрева – 0,8 °С/с) происходит не только снижение потребительских свойств, но и ухудшение качества круп. В этом случае крупа не пригодна к употреблению.

При остальных же значениях параметров

Таблица 2

Влияние СВЧ-энергии на органолептические показатели рисовой крупы

Объект исследования	Температура нагрева, °С	Потребительские свойства, баллы					Характеристика
		Цвет	Вкус	Запах	Консистенция	Итого	
Рисовая крупа	98	6	16,8	10,5	20	58*	Продукт неудовлетворительного качества
	45	10,2	27,2	20	20	82	Продукт хорошего качества
	47	11,4	32	20	20	88	
	30	14,4	33,6	18	20	91	Продукт отличного качества
	70	10,5	31,2	19,5	20	86,2	Продукт хорошего качества
	34	15	32,8	21,5	20	94,3	Продукт отличного качества
	65	12,9	30,4	24	20	92,3	
	38	13,8	32	22,5	20	93,3	
	62	13,2	32	21	20	91,2	
	20	15	40	25	20	100	

режимов обработки качество круп сохраняется: при скорости нагрева 0,4–0,8 °C/с и экспозиции обработки 60–180 с получаем крупу хорошего качества, а при значениях скорости нагрева 0,4–0,6 °C/с и экспозиции обработки 60–180 с получаем крупу отличного качества.

В табл. 3 и на рис. 2, 3 представлены данные о влиянии СВЧ-энергии на микробиологические показатели кукурузной крупы.

Анализируя данные табл. 3, наилучшими вариантами являются первый, второй, пятый, седьмой и девятый, где температура нагрева составляет от 65 °C до 85 °C, однако при температуре 85 °C происходит денатурация бел-

ков. Следовательно, максимальной температурой нагревания является температура 70 °C, и в зависимости от преобладания рода микроорганизмов выбираются эффективные режимы обработки. А в варианте 8 при температуре нагрева 51 °C активизируется рост микроорганизмов [3].

На рис. 2 показана зависимость эффекта обеззараживания от скорости нагрева. Максимальное обезвреживание наблюдается при интенсивности нагрева 0,56–0,65 °C/с.

В результате воздействия электромагнитного поля СВЧ наблюдается и изменение физико-химических свойств. Снижается общая

Таблица 3

Влияние СВЧ-энергии на комплекс возбудителей кукурузной крупы

Вариант	Температура нагрева крупы, t °C	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

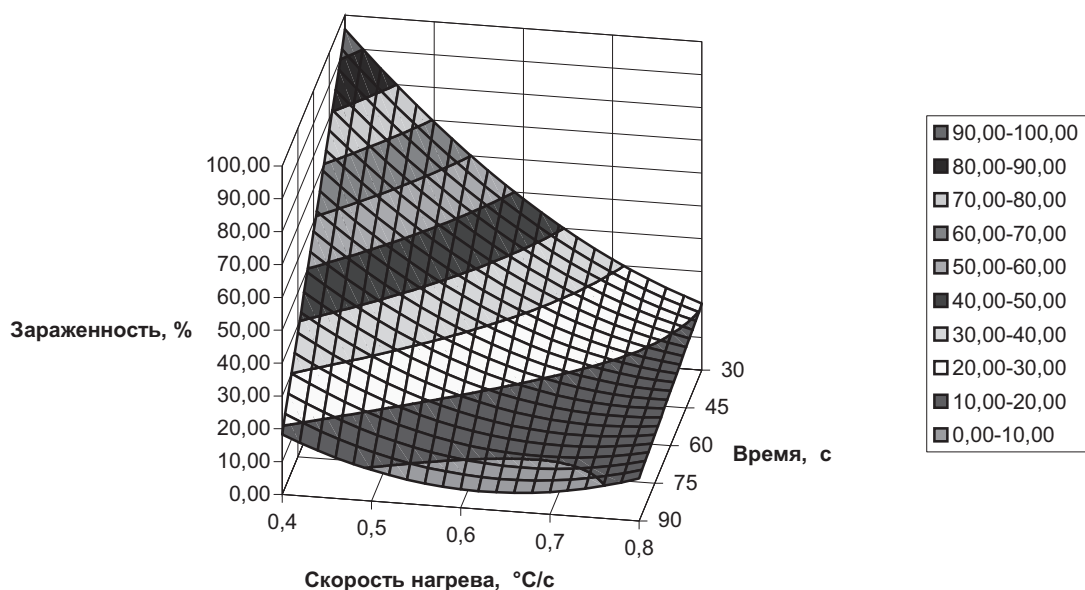


Рис. 2. Влияние СВЧ-энергии на зараженность кукурузной крупы возбудителями рода *Aspergillus*

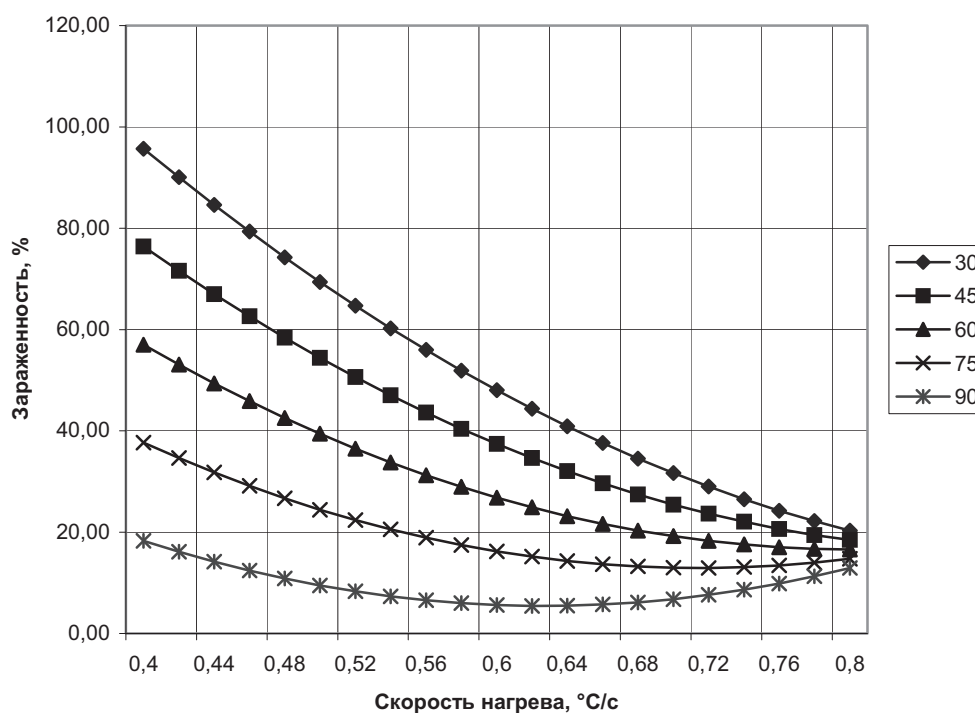


Рис. 3. Влияние скорости нагрева СВЧ-энергии на зараженность кукурузной крупы возбудителями рода *Aspergillus*

кислотность крупы, изменяется влажность, улучшается показатель перекисного числа жира. Это свидетельствует о том, что режимы СВЧ-обеззараживания улучшают технологические достоинства круп. Температура нагрева губительно действует на микрофлору крупы [2, 4].

В целом наблюдается устойчивое сохранение потребительских достоинств круп при воздействии на них энергии СВЧ-поля. Таким образом, используя сочетание различных параметров (экспозиции обработки и мощности воздействия электромагнитного поля), можно добиться как снижения обсемененности микроорганизмами, так и сохранения питательных веществ и потребительских свойств готовой продукции. Все это в комплексе способствует получению экологически чистых продуктов питания.

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. Микотоксины. Причины возникновения вредности. Способы обезвреживания / Г.Г. Юсупова, Г.И. Цугленок и др. // Экономика и социум на рубеже веков: матер. научно-практической конференции. – Челябинск, 2003. – С. 94–97.
2. Микробиологический и санитарный контроль хлебопекарного производства / Г.Г. Юсупова и др. // Материалы второго международного хлебопекарного форума. – М., 2009. – С. 173–177.
3. Способ обработки смеси крупы с овощами. Пат. 2283861, опубл. 20.09.2006, БИ 26 / Э.И. Черкасова, Ю.И. Зданович, Г.И. Цугленок и др.
4. Черкасова, Э.И. Влияние термического обеззараживания на комплекс микроорганизмов и качество многокомпонентных смесей растительного происхождения: автореф. дис. ... канд. с/х наук. – Красноярск: ФГОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет», 2006. – 19 с.

Черкасова Эльмира Исламовна. Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры товаро-ведения и экспертизы потребительских товаров, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск). Область научных интересов – применение физических методов обеззараживания товаров растительного происхождения. Контактный телефон: (8-351) 267-93-80; e-mail: cherkasova65@mail.ru

THE USE OF MICROWAVE ENERGY IN THE PRODUCTION OF CEREAL PRODUCTS

E.I. Cherkasova

The article is devoted to the study and analysis of methods to ensure quality and microbiological safety of raw materials and cereal. The influence of microwave energy on reduction of cereal contamination is considered; the most effective modes which make it possible to obtain organic products are revealed.

Keywords: grain raw material, cereal products, microbial flora, microwave processing, microbiological contamination, nutrition value, consumer dignity, electro-thermic processing.

Cherkasova Elmira Islamovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of Merchandizing and Examination of Consumer Goods Department, South Ural State University, (Chelyabinsk). Research interests: application of physical methods for disinfection of goods of plant origin. Contact phone: (8-351) 267-93-80; e-mail: cherkasova65@mail.ru

Поступила в редакцию 24 октября 2013 г.