УДК 663.05

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ПЛОДОВ РЯБИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Study of the Products Microbial Attributes From the Quickbeam

Ницневская К.Н., Мотовилов О.К.

Nitsievskaya K.N., Motovilov O.K.

Реферат

Представлены результаты влияния различного аппаратного оснащения на изменение микробиологических показателей продукции и параметры ее хранения. Экспериментальные образцы продукции получены на подготовительном этапе при определении технологической пригодности сырья; далее следовали этапы измельчения плодов (с помощью ножей блендера) и температурной обработки (нагревание до достижения температуры смеси 95–110 °С). При получении экспериментальных образцов с помощью механо-акустического гомогенизатора (МАГ) на стадии подготовки сырья аналогично получению контрольного образца технология предполагает совмещение этапов измельчения сырья, гомогенизации и температурной обработки при воздействии сил кавитации до достижения температуры смеси 70–75 °С. Оценка экспериментальных образцов включала в себя исследование ряда микробиологических показателей (*salmonella*, БГКП, КМАФАнМ, *E. coli*, дрожжи и плесени) согласно ТР ТС 021/2011. Использование различных способов обработки растительного сырья оказывает влияние на микробиологическую чистоту продукта. Установлено, что результаты микробиологических исследований образцов, полученных с использованием аппаратно-технологического оснащения, включая механо-акустический гомогенизатор, на различных сроках хранения соответствуют требованиям безопасности для данной группы продуктов. Регламентированы температурные режимы хранения продукции из плодов рябины обыкновенной при 20±2 °С в защищенном от прямых солнечных лучей месте в потребительской таре с герметично укупориваемыми металлическими лакированными крышками вместимостью не более 0,25 дм³. Доказано, что при обработке растительного сырья с помощью эффекта механо-акустического воздействия (МАН) сокращается технологическая линия, при этом стерилизации готового продукта не требуется, и, следовательно, возможно сохранение нативных свойств сырья в процессе тепловой обработки.

Abstract

The article concerns the research results of different hardware influence on the products microbiological parameters changes and its storage parameters. Authors obtained experimental products samples on the preparatory stage while establishing the technological raw material applicability. The next stage was particle size reduction of berries (using blender knives) and temperature processing (heating to the mixture temperature of 95–110 °C). The technology involves a combination of such stages as raw materials particle size reduction, homogenization and temperature processing under the cavitation forces influence to reach the mixture temperature of 70–75 °C while obtaining experimental samples using mechanical and acoustic homogenizer (MAH) on the stage of raw materials preparation similar to the control sample. The experimental samples evalua-

Ключевые слова:

*плоды рябины
обыкновенной;
механо-акустический
гомогенизатор;
микробиологические
исследования*

Keywords:

*quickbeam berries;
mechanical
and acoustic
homogenizer;
microbiological
research*

tion included the number of microbiological parameters studies (Salmonella, Coliform Bacteria, QMA&OAMO, E.coli, yeast and mildew) according to the TR CU 021/2011. Using different methods of plant raw materials processing impacts the microbiological purity of the product. The microbiological studies result analysis using hardware and technological equipment, i.e. mechanical and acoustic homogenizer at different storage time meets the safety requirements for this group of products samples. The study regulates the temperature regimes of products storage from quickbeam berries at a temperature of 20 ± 2 °C in a place protected from direct sunlight, in consumer containers with hermetically sealed metal lacquered covers with a capacity of not more than 0.25 dm³. It proves that the vegetable raw materials processing with the effect of mechanical and acoustic impact (MAI) reduces the production line while there is no need in sterilizing the finished product, so it is possible to preserve the native raw materials properties in the heat treatment process.

Введение

Биологический процесс кавитации характеризуется разрывом клеточных мембран и нарушением механической целостности клетки. Кавитационные процессы вызывают ряд биологических явлений, которые воздействуют на клеточные структуры не только обрабатываемого сырья, но и посторонней микрофлоры, а именно на клетки микроорганизмов, что приводит к нарушению целостности, и в дальнейшем – к гибели вегетативных клеток микроорганизмов (дезинтеграции) [1].

Кавитационное воздействие не только распространяется на растительную или животную клетку, но и способно разрушить клеточную оболочку микроорганизма. Это обусловлено разрывом вакуумных пузырьков и резким повышением температуры (до 5 000 К) и давления (до 2 000 атм). Взрывы кавитационных пузырьков также вызывают образование струй жидкости со скоростью до 150 м/с. Силы сдвига механически разрывают оболочку клеток, что вызывает выход клеточного материала. В зависимости от параметров ультразвука может оказывать деструктивное или конструктивное действие на клетки [1; 3].

Процесс переработки плодов осуществлялся с помощью механо-акустического гомогенизатора МАГ-50, принцип работы которого сводится к таким видам воздействия, как [2]:

- механическое воздействие на частицы гетерогенной среды, заключающееся в ударных, срезающих и истирающих нагрузках и контактах с рабочими частями роторных импульсных аппаратов (РИА);
- гидроакустическое воздействие на жидкость посредством мелкомасштабных пульсаций давления, интенсивной кавитации, ударных волн и нелинейных акустических эффектов.

Механо-акустический гомогенизатор можно отнести к виду гидродинамического кавитатора

типа роторных импульсных аппаратов, в которых воздействие в жидкой системе или переход твердой фазы в жидкую происходят за счет развития турбулентности, пульсаций давления и скорости потока жидкости, интенсивной кавитации, ударных волн, а также вторичных нелинейных акустических эффектов.

Материалы и методы исследования

Исследовано влияние различного аппаратного оснащения на изменение микробиологических показателей продукции и параметры ее хранения. В качестве сырья выбраны плоды рябины красноплодной *Sorbus aucuparia* (сортосмесь), произрастающей в естественных условиях на территории Новосибирской области. Для исследования были использованы продукты переработки плодов рябины традиционным способом и с использованием МАГ, с добавлением или без дополнительного внесения сахаросодержащих и стабилизирующих компонентов.

Получение экспериментальных образцов продукции начиналось с подготовительного этапа – анализа и инспектирования плодов рябины¹, освобождения от листьев и веток. Затем плоды замораживали в морозильной камере при -18 ± -2 °C в течение 10 дней. Для лучшего измельчения ягоды заливали водой в соотношении 1:1.

При получении контрольных образцов (образцы № 1 и № 2) ягоды подвергали измельчению с помощью ножей блендера в течение 15 мин. Температурная обработка образца № 1 продолжалась до достижения температуры смеси 95–110 °C. При получении образца № 2 ягодную смесь перемешивали с сахаром (60–65 %) в блендере и подвергали нагреванию до достижения температуры смеси 95–110 °C.

Технология получения образцов № 3 и № 4 включала в себя стадии подготовки сырья ана-

¹ГОСТ 6714-74. Плоды рябины обыкновенной.

логично получению контрольного образца и совмещения этапов измельчения сырья и температурной обработки в механо-акустическом аппарате (МАГ) при воздействии сил кавитации. Процесс получения продукта из плодов рябины с сахаром (образец № 4) в МАГ проходит следующие этапы: составление смеси с добавлением сахара → пастеризация и гомогенизация до температуры 70–75 °С. Получают данный продукт посредством использования сахарного сиропа (в концентрации от 60 до 65 %) и обработки сырья до температуры 75 °С с выдержкой 20 мин.

Розлив образцов (№ 1–4) осуществляли в потребительскую полимерную тару массой нетто 0,25–1 кг по ГОСТ 33756-2016¹ или ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки» или другую тару, разрешенную органами Роспотребнадзора РФ для контакта с пищевыми продуктами и обеспечивающую качество, безопасность и сохранность продукта в процессе его производства, транспортирования, хранения и реализации. Тара исключала возможность вторичного обсеменения продукции при условии целостности упаковочного материала и соблюдении условий хранения (температурно-влажностного режима) в течение всего срока годности.

Методы определения микробиологических показателей:

- метод выявления бактерий рода *Salmonella* – по ГОСТ 10444.12-2013²;
- методы культивирования микроорганизмов – по ГОСТ 26670-91³;
- методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий) – по ГОСТ 31747-2012⁴;
- метод определения дрожжей и плесневых грибов – по ГОСТ 31659-2012⁵.

Все исследования проводились с 3–5-кратной повторностью; полученные результаты обрабатывались статистически.

В экспериментальной части приведены средние значения показателей ($\bar{x} + m$). Для статистической обработки полученных данных использовались стандартные методы статистического и корреляционного анализа (пакет прикладных программ MS Excel).

¹ГОСТ 33756-2016. Упаковка потребительская полимерная. Общие технические условия.

²ГОСТ 10444.12-2013. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов.

³ГОСТ 26670-91. Продукты пищевые. Методы культивирования микроорганизмов.

⁴ГОСТ 31747-2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий).

⁵ГОСТ 31659-2012. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*.

Исследования характеристик образцов проводились на таких этапах технологического цикла, как «приемка, инспектирование и подготовка сырья» и «хранение».

Результаты исследования и их обсуждение

Рост и развитие микроорганизмов в любом продукте зависят от множества факторов, основными из которых являются: количество и состояние воды (активность воды); концентрация растворенных веществ; осмотическое давление; величина активной кислотности; температура среды. Как известно, высокая влажность представляет собой среду, благоприятную для развития микроорганизмов. Плоды рябины обыкновенной и продукты ее переработки относятся именно к таким продуктам.

Температура пастеризации соответствует требованиям производства плодов протертых или дробленых либо плодового пюре. Однако, благодаря содержанию в плодах рябины обыкновенной сорбиновой кислоты (общее содержание органических кислот – от 2,6 до 4,4 % [4]), пектина (около 2 %) и пищевых волокон (в виде растворимых фракции – 37 % и нерастворимых – 48 % [4]), в процессе производства не используются консерванты. Получение продукции из плодов рябины обыкновенной без дополнительного внесения сахаросодержащих компонентов увеличивает влажность продукта с 10 % [4] до 86,7 %, что характеризует его как продукт с высокой влажностью и является благоприятной средой для развития микроорганизмов патогенной и условно-патогенной микрофлоры.

Микробиологические исследования проводились в аккредитованной лаборатории. Результаты микробиологических исследований плодов рябины обыкновенной и полуфабриката на ее основе представлены ниже (см. таблицу).

Данные по образцам № 1–4 свидетельствуют о снижении микробиологических показателей после технологической обработки сырья по показателям, КОЕ/г: КМАФАМ – с $1,3 \times 10^4$ до нуля; дрожжи, КОЕ/г – с $1,1 \times 10^3$ до нуля; плесени, КОЕ/г – с $3,8 \times 10^2$ до нуля.

При сроке хранения 60 суток в образцах № 3 и № 4 рост посторонней микрофлоры не обнаружен; образцы № 1 и № 2 не соответствуют требованиям безопасности.

Исследование рябины обыкновенной и продуктов на ее основе проводилось согласно требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», при этом микробиота продуктов переработки плодов рябины обыкновенной в процессе обработки снизилась до нуля.

Продукты с использованием сахара имеют ограниченную область применения, в основном это кондитерская промышленность. Продукты

Микробиологические показатели плодов рябины и продукции на ее основе

Образец		КМАФАММ, КОЕ/г	БГКП		E. coli	Salmonella	Дрожжи, КОЕ/г	Плесени, КОЕ/г
			10 ¹	10 ²				
Замороженные плоды рябины обыкновенной		1,3×10 ⁴	–	–	–	Не обнаружено	1,1×10 ³	3,8×10 ²
ТР ТС 021 (плоды, ягоды свежие, быстрозамороженные, целые)		5,0×10 ⁴	0,1			Не допускается в 25 г продукта	200	500
Срок хранения 1 сутки	Образец № 1	н/р*	–			Не обнаружено	н/р	н/р
	Образец № 2							
	Образец № 3							
	Образец № 4							
Срок хранения 60 суток	Образец № 1	1,5×10 ⁵	+	–	–	Не обнаружено	7,5×10 ²	2,0×10 ¹
	Образец № 2	н/р	–	–	–		н/р	н/р
	Образец № 3							
	Образец № 4							
ТР ТС 021/2011. Плоды, ягоды протертые или дробленые		1,0×10 ⁵	0,01			Не допускается в 25 г продукта	500	100
СанПиН 2.3.2.1078-01 (п. 1.6.1.2 «Полуфабрикаты десертные плодово-ягодные»)		1,0×10 ⁵	0,1			Не допускается в 25 г продукта	1,0×10 ³	1,0×10 ³

Примечания: * н/р – нет роста; образец № 1 – контрольный образец без сахара; № 2 – контрольный образец с сахаром; № 3 – гомогенат из плодов рябины обыкновенной без сахара; № 4 – гомогенат из плодов рябины обыкновенной с сахаром.

с ограниченным содержанием сахара (без дополнительного внесения) в составе готового продукта могут использоваться в производстве кондитерских изделий, напитков для детского, геродиетического и диетического питания.

Для упаковки полуфабриката из плодов рябины обыкновенной без дополнительного внесения сахара согласно ГОСТ Р 53959-2010¹ можно использовать потребительскую тару (из стекла, металлическую, из полимерных и комбинированных материалов), разрешенную к применению в пищевой промышленности, с герметично укупориваемыми металлическими лакированными крышками, вместимостью не более 0,25 дм³. При этом следует соблюдать принцип сохранности продукции, а также ее соответствие требованиям безопасности в течение всего срока годности при строгом исполнении условий транспортирования и хранения.

Хранение гомогената (образцы № 3 и № 4) из плодов рябины обыкновенной должно осуществляться в хорошо вентилируемых складских по-

мещениях на стеллажах или поддонах при относительной влажности воздуха не более 75 %, при рекомендуемых температурных режимах хранения не выше + 20°C, в защищенном от прямых солнечных лучей месте.

Выводы

В процессе хранения полуфабриката из плодов рябины обыкновенной выявлено соответствие требованиям безопасности для данной группы продуктов по ТР ТС 021/2011. Для гомогенатов рекомендуются температурные режимы хранения 20±2 °C в защищенном от прямых солнечных лучей месте в потребительской таре с герметично укупориваемыми металлическими лакированными крышками, вместимостью не более 0,25 дм³. При обработке растительного сырья с помощью эффекта механо-акустического воздействия сокращается технологический процесс, так как не требуется стерилизации готового продукта. Таким образом возможно сохранять нативные свойства сырья в процессе тепловой обработки.

¹ГОСТ Р 53959-2010. Продукты переработки фруктов, овощей и грибов. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение.

Библиографический список

1. Антушева Т.И. Некоторые особенности влияния ультразвука на микроорганизмы // Живые и биокосные системы. 2013. № 4. URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-4/article-11>.
2. Мотовилов О.К. Гидромеханическое диспергирование и его использование при производстве специализированных продуктов питания и оценка их потребительских свойств. Новосибирск, 2011. 197 с.
3. Промтов М.А. Пульсационный аппарат роторного типа. М.: Машиностроение, 2001. 247 с.
4. Экспертиза дикорастущих плодов, ягод и травянистых растений. Качество и безопасность: учеб.-справ. пособие / И.Э. Цапалова, М.Д. Губина, О.В. Голуб, В.М. Позняковский; под общ. ред. В.М. Позняковского. 4-е изд., испр. и доп. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. 216 с.

Bibliography

1. Antusheva T.I. Nekotorye osobennosti vlijanija ul'trazvuka na mikroorganizmy // Zhivye i biokosnye sistemy. 2013. № 4. URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-4/article-11>.
2. Motovilov O.K. Gidromehanicheskoe dispergirovanie i ego ispol'zovanie pri proizvodstve specializirovannyh produktov pitaniya i ocenka ih potrebitel'skih svojstv. Novosibirsk, 2011. 197 s.
3. Promtov M.A. Pul'sacionnyj apparat rotornogo tipa. M.: Mashinostroenie, 2001. 247 s.
4. Jekspertiza dikorastushhih plodov, jagod i travjanistyh rastenij. Kachestvo i bezopasnost': ucheb.-sprav. posobie / I.Э. Capalova, M.D. Gubina, O.V. Golub, V.M. Poznjakovskij; pod obshh. red. V.M. Poznjakovskogo. 4-e izd., ispr. i dop. Novosibirsk: Sib. univ. izd-vo, 2007. 216 s.

**Нициевская
Ксения Николаевна**
Nitsievskaya
Kseniya Nikolaevna

Тел./Phone: (383) 348-04-09
E-mail: gnu_ip@ngs.ru

*Кандидат технических наук
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
630501, РФ, Новосибирская область, Новосибирский район, р.п. Краснообск, а/я 358*

*Candidate of Technical Science
Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences
630501, Russia, Novosibirsk Region, Novosibirsk Area, Industrial Community Krasnoobsk,
Po Box № 358*

**Мотовилов
Олег Константинович**
Motovilov
Oleg Konstantinovich

Тел./Phone: (383) 348-04-09
E-mail: gnu_ip@ngs.ru

*Доктор технических наук, доцент
Руководитель Сибирского научно-исследовательского и технологического института переработки сельскохозяйственной продукции
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
630501, РФ, Новосибирская область, Новосибирский район, р.п. Краснообск, а/я 358*

*Doctor of Technical Science, Associate Professor, Manager of the Siberian Scientific Research Technological Institute of Agriproduct Processing
Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences
630501, Russia, Novosibirsk Region, Novosibirsk Area, Industrial Community Krasnoobsk,
Po Box № 358*