Танькова Нина Леонидовна, с.н.с., к.т.н.,
Асафов Владимир Александрович, зав. сектором, к.т.н.,
Искакова Евгения Леонидовна, с.н.с., к.т.н.,
Харитонов Владимир Дмитриевич, гл.н.с., д.т.н, академик РАН
ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной
промышленности» (Россия, г.Москва)
Курченко Владимир Петрович, с.н.с., к.б.н.
Белорусский государственный университет (Белоруссия, г.Минск)

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ФЕРМЕНТИРОВАННОГО ПРОДУКТА, ПОЛУЧЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН СОИ

Аннотация. В статье приведены собственные исследования по изучению процесса извлечения экстрактивных веществ сои с использованием сверхвысокочастотной обработки семян сои, параметры разработанного технологического процесса получения ферментированного продукта на основе соевого напитка и требования к этапам мониторинга для обеспечения качества и пищевой безопасности ферментированного продукта.

Ключевые слова: семена сои, технологический процесс, мониторинг, контрольные точки, ферментированный продукт, сверхвысокочастотная обработка, управление качеством.

Tankova Nina Leonidovna, senior researcher, Ph.D.,
Asafov Vladimir Aleksandrovitch, sector chief, Ph.D.,
Iskakova Evgeniya Leonidovna, senior researcher, Ph.D.,
Kharitonov Vladimir Dmitrievitch, principal researcher, D.E.,
academician of RAS
All-Russian Dairy Research Institute (Russia, Moscow)
Kurchenko Vladimir Petrovitch, senior researcher, Ph.D.
Belorussia State University (Belorussia, Minsk)

MANAGEMENT OF THE FERMENTED PRODUCT QUALITY OBTAINED BY MEANS OF MICROWAVE TECHNOLOGIES FOR SOYA SEEDS TREATMENT

Abstract. The own investigations covering the studies of the process of soy materials extraction using microwave technologies for soya seeds treatment are presented in the article as well as the parameters of the developed technological process for production of the fermented product based on soya drink and the requirements to the stages of monitoring for providing the quality and food safety of the fermented product.

Key words: soya seeds, technological process, monitoring, check points, fermented product, microwave treatment, quality control.

Мониторинг за контаминацией соевой продукции и здоровьем населения – составная часть комплексного социально-гигиенического мониторинга [1].

Проведёнными нами исследованиями разработан технологический процесс получения ферментированного продукта с использованием сверхвысокочастотной обработки соевых семян и определены контрольные точки (КТ) для мониторинга и управления качеством ферментированного продукта.

На первом этапе были проведены исследования по изучению влияния сверхвысокочастотной обработки на извлечение экстрактивных веществ сои, определены технологические параметры получения соевого напитка.

Полученными данными определены КТ мониторинга технологического процесса соевого напитка:

- контроль сырья на содержание химических и биологических контаминантов;
- контроль водного баланса гидромодуля;
- контроль экспозиции сверхвысокочастотной обработки гидратированных семян сои;
- контроль уровня сухих веществ в экстракте гидромодуля;
- контроль водного баланса суспензии.

Контроль вышеуказанных параметров позволит управлять процессами:

- степенью извлечения белков и липидов семян сои в соевый напиток;
- органолептическими показателями соевого напитка;
- степенью извлечения олигосахаров в экстракт гидромодуля;
- степенью инактивации антиалиментарных веществ сои.

Разработанные требования к мониторингу базируются на результатах суммы экспериментов, в том числе и ранее нами проводимых.

В работе использовались необработанные семена сои, соответствующие базовым показателям стандарта для такого вида сельхозпродукции.

Сверхвысокочастотную обработку гидратированных семян сои проводили на микроволновой установке Panasonic NN-S651WF со следующими характеристиками: мощность микроволн – 1000 Вт, частота волн – 2450 МГц.

В процессе эксперимента варьировались технологические параметры:

- соотношение семян сои и воды;
- экспозиция гидратации;
- временные параметры высокочастотной обработки гидратированных семян сои.

Методология.

Семена сои замачивались в воде в течение 18 часов. Гидратированные семена сои проходили сверхвысокочастотную обработку от 1 до 4 мин. Обработанные образцы семян сои измельчались и смешивались с водой при 60 °С, с учетом компенсации испаренной влаги. Водный баланс суспензии варьировался с целью определения оптимального содержания сухих веществ и корректировался органолептическими показателями соевого напитка. Далее проводили разделение фракций на соевый напиток и окару. Образцы соевого

напитка и окары исследовали по физико-химическим и органолептическим показателям, устанавливали уровень извлечения экстрактивных веществ сои, степень инактивации антиалиментарных веществ. Для определения степени экстракции белка использовали трихлоруксусную кислоту (ТХУ) и режим центрифугирования. В качестве контроля служил гидратированный образец семян сои без сверхвысокочастотной обработки.

Ниже графически представлены результаты исследуемых параметров, которые в сумме определили контрольные точки мониторинга (рисунки 1-5, таблица 1).

Рисунок 1 – График зависимости степени потери влаги семенами сои от экспозиции сверхвысокочастотной обработки

Рисунок 2 – График зависимости степени экстракции белка в соевый напиток от экспозиции сверхвысокочастотной обработки семян сои

Рисунок 3 – График зависимости степени экстракции сухих веществ в соевый напиток от экспозиции сверхвысокочастотной обработки семян сои

Рисунок 4 – График зависимости массы осадка соевого напитка после осаждения ТХУ от экспозиции сверхвысокочастотной обработки семян сои

Рисунок 5 – График зависимости сухих веществ соевого напитка и экстракта гидро модуля от экспозиции сверхвысокочастотной обработки семян сои

Таблица 1 – Зависимость органолептических показателей соевого напитка от экспозиции сверхвысокочастотной обработки семян сои

№	Время сверх высокочастотной обработки семян сои	Органолептические показатели соевого напитка*
1	0 мин	- - -
2	1 мин	- -
3	2 мин	-
4	2,5 мин	+
5	3 мин	+
6	3,5 мин	+
7	4 мин	-

* (-) отрицательная оценка; (+) положительная оценка

Исходя из полученных данных, в экстракт гидро модуля переходит в среднем 6 % сухих веществ сои, преимущественно водорастворимых сахаров.

Тестирование фильтрата на ТХУ показало отсутствие в нём белков. Значение уреазы в обработанных соевых семенах составляет 0,1-0,2 мг N/г х мин, что свидетельствует о достаточной степени инактивации антиалиментарных веществ [2-4]. Хорошие органолептические показатели достигнуты при балансе гидромодуля – 1:3; экспозиции сверхвысокочастотной обработки семян сои – 3 мин; водном балансе суспензии, с учетом испаренной влаги – 1:6.

Разработанная технология получения соевого напитка была использована нами в исследованиях по созданию ферментированного продукта. В качестве исследуемых композиций молочного и растительного сырья тестировались: соевый напиток, сухое цельное молоко (СЦМ), молочнокислые бактерии (МКБ) *S.thermophilus* и *L.Bulgaricus* [5]. Выбор молочнокислых бактерий (МКБ) *S.thermophilus* и *L. bulgaricus* основывался на их протеолитической активности (ПА), так как в случае подбора микроорганизмов в состав поливидовых заквасок и концентратов необходимо учитывать эффект совместного воздействия протеолитических систем различных бактерий на казеиновую и сывороточную фракции при ферментации. В соответствии с литературными данными, благодаря эндопептидазной активности *L.delbrueckii* подвида *bulgaricus*, происходит гидролиз казеина с образование полипептидов, которые в свою очередь разрушаются экзопептидазами *S.thermophilus* с выделением аминокислот. Изучены особенности ферментации белкового компонента молока различными МКБ (*Lactobacillus* spp., *Lactococcus* spp., *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Propionibacterium* sp.) и их комбинациями [6-8].

В процессе работы варьировались: физико-химический состав соевого напитка; смеси из растительного и молочного сырья, вариабельность которого достигалась соотношением СЦМ и соевого напитка. Данные представлены в таблицах 2-5.

Таблица 2 – Исследуемое соотношение СЦМ и соевого напитка в основе для ферментированного продукта

Номер образца	Процентное соотношение сырья от 100 %	
	СЦМ	Соевый напиток
1	60	40
2	50	50
3	40	60
4 (контроль)	100	0

Таблица 3 – Физико-химический состав соевого напитка

Наименование показателя	Массовая доля сухих веществ в соевом напитке, %		
	5,9	4,8	3,7
Массовая доля влаги, %	94,1	95,2	96,3
Массовая доля жира, %	1,3	1,0	0,8
Массовая доля белка, %	2,1	1,7	1,3
Массовая доля лактозы, %	-	-	-
Массовая доля золы, %	0,8	0,7	0,5
Массовая доля минеральных веществ, %	0,4	0,4	0,3

Таблица 4 – Рецептурный состав ферментированного продукта

№ образца	Масса компонента, кг						Всего, кг	
	СОМ	Соевый напиток с массовой долей сухих веществ,%			Вода	Фруктовый наполнитель		Стабилиза- ционная система
		3,7	4,8	5,9				
1	60	783	-	-	-	150	7	1000
2	50	-	793	-	-	150	7	1000
3	40	-	-	803	-	150	7	1000
4 (контроль)	100	-	-	-	743	150	7	1000

Таблица 5 – Физико-химические показатели основы для ферментированного продукта

Наименование показателя	Номер образца рецептурной смеси			
	1	2	3	4
Массовая доля сухих веществ, %	9,031±0,03	19,06±0,04	19,11±0,02	20,05±0,02
Массовая доля жира, %	0,69±0,02	0,84±0,02	1,08±0,02	0,01±0,00
Массовая доля белков, %	3,18±0,02	3,15±0,02	3,13±0,02	3,6±0,00
Массовая доля лактозы, %	2,82±0,01	2,35±0,00	1,88±0,00	4,7±0,00
Массовая доля сахарозы, %	9,75±0,00	9,75±0,00	9,75±0,00	9,75±0,00

В процессе работы исследуемые образцы тестировались по показателям: титруемой кислотности основы для ферментированного продукта, готового продукта, продукта после созревания; структурно-механическим показателям сгустка ферментированного продукта; органолептическим показателям ферментированного продукта; морфологии клеток молочнокислых культур в процессе сквашивания.

В соответствии с полученными данными, титруемая кислотность образцов, полученных на молочной и растительной основах, по отношению к контролю – выше. Что, по всей вероятности, объясняется белковым составом молочно-растительной смеси, наличием свободных аминокислот и ненасыщенных жирных кислот в соевом напитке, необходимых для жизнедеятельности молочнокислых культур. По литературным данным жир сои содержит полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК). В белках сои около 76 % глобулинов и около 10 % альбуминов отличаются сравнительно сбалансированным аминокислотным составом [2,9]. Однако, после процесса созревания, титруемая кислотность всех образцов имела рост. Для корректировки показателей титруемой кислотности, органолептических показателей и показателей срока хранения продукта был оптимизирован процесс сквашивания. Структурно-механические показатели готового продукта определялись реологическими исследованиями после созревания продукта в течении 12 часов при температуре 4-6 °С. Образцы, полученные на молочно-растительной основе, имели более плотную структуру, что объясняется влагосвязывающей способностью соевых белков и подтверждается

исследованиями образцов на связанную воду методом центрифугирования. Наименьшее количество влаги ($1,95-2,0 \text{ см}^3$) выделилось при центрифугировании опытных образцов 2 и 3. Наибольшее ($4,2 \text{ см}^3$) количество влаги выделилось при центрифугировании образца 1. Органолептические показатели образцов продукта, без вкусовых наполнителей, имели равную положительную оценку, отмечалось незначительное наличие соевого привкуса. При микроскопировании препаратов образцов отмечено хорошее равномерное развитие молочнокислых культур и отсутствие изменений морфологии клеток, их количество в ферментированном продукте в первые сутки составило $1,0 \cdot 10^7$.

Наилучшие результаты по совокупности исследуемых показателей получены на ферментированной основе с соотношением молочного и растительного сырья 40:60.

Ниже, графически представлены полученные результаты исследований (рисунки 6-8).

Рисунок 6 – Титруемая кислотность образцов смеси до ферментации, после ферментации, после созревания продукта

Рисунок 7 – Влагуудерживающий показатель образцов после обработки сгустка на центрифуге

Рисунок 8 – Зависимость показателя вязкости продукта от соотношения сырья

Полученными данными определены контрольные точки мониторинга технологического процесса соевого ферментированного продукта:

- физико-химического состава соевого напитка;
- физико-химического состава основы для ферментированного продукта;
- количества вносимой закваски;
- экспозиции сквашивания;
- титруемой или активной кислотности продукта после сквашивания;
- титруемой или активной кислотности продукта после созревания.

Выводы.

Ниже приведена обобщённая принципиальная схема мониторинга контрольных точек, разработанного технологического процесса ферментированного продукта, обеспечивающая управление качеством и безопасностью продукта.

Контрольные точки мониторинга:

- контроль сырья на содержание химических и биологических контаминантов;
- контроль водного баланса гидромодуля;
- контроль экспозиции сверхвысокочастотной обработки гидратированных семян сои;
- контроль уровня сухих веществ в экстракте гидромодуля;
- контроль водного баланса суспензии;
- контроль физико-химического состава соевого напитка;
- контроль физико-химического состава основы для ферментированного продукта;
- контроль количества вносимой закваски;
- контроль экспозиции сквашивания;
- контроль титруемой или активной кислотности продукта после сквашивания;

- контроль титруемой или активной кислотности продукта после созревания;
- контроль продукта по физико-химическим, органолептическим показателям и показателям безопасности.

Список литература

1. Гразби А. Использование соевых белковых ингредиентов АДМ для улучшения качества и экологических параметров пищевых продуктов / Сборник докладов форума «Пищевые ингредиенты». Москва. 28 ноября – 1 декабря 2000 г. С.41-42.
2. Суханов Б.П. Соя и продукты ее переработки в питании здорового и больного человека. Госсанэпиднадзор за качеством и безопасностью соевой продукции / М.Г. Керимова., В.Г. Высоцкий., Е.Ю. Сорокина., Г.И. Мендельсон // учебное пособие : для системы послевузовского проф. образования врачей; под ред. акад. В.А. Тутельяна. Москва : изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2006. 191 с.
3. Коничев А.С., Баурин П.В., Федоровский Н.Н., Марахова А.И., Якубович Л.М., Черникова М.А. Традиционные и современные методы экстракции биологически активных веществ из растительного сырья: перспективы, достоинства, недостатки // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». № 3. 2011. С. 49-54.
4. Рущиц А.А., Щербакова Е.И. Применение СВЧ-нагрева в пищевой промышленности и общественном питании // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2014. Т. 2. № 1. С. 9-15.
5. Кручинин А.Г. Роль соевого белкового компонента в создании молочно-растительной белковой основы // Пищевая промышленность. 2012. № 9. С.34-35.
6. Головач Т.Н., Козич О.Г., Асафов В.А., Танькова Н.Л., Исакова Е.Л., Мясенко Д.М., Харитонов Д.В., Курченко В.П. Гидролиз белков молока ферментными препаратами и протеолитическими системами молочнокислых бактерий / Труд. Белорусск. гос. ун-та. Сер.: Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. 2012 Т. 7, Ч. 1. С. 107-127.
7. Кручинин А.Г., Агаркова Е.Ю., Березкина К.А. Исследование закономерностей, сопровождающих процессы коагуляции молочно-растительной белковой системы // Научное обеспечение молочной промышленности: сборник научных трудов. Москва. 2012. С. 109-113.
8. Savijoki K., Ingmer H., Armament P. Proteolytic systems of lactic acid bacteria // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2006. Vol. 71. P. 394-406.
9. Матюшев В.В., Хохлова А.И. Совершенствование технологического процесса переработки сои с использованием различных способов обработки ее семян // Проблемы современной аграрной науки: мат-лы междунар. заочной науч. конф. (15 окт. 2010 г.). URL [http://www.kgau.ru /index.php?code=1_4_9_3](http://www.kgau.ru/index.php?code=1_4_9_3) (дата обращения: 20.02.2020).