

3. Ефимов А.А., Ефимова М.В., Коргун С.В. Использование консервантов при производстве зернистой лососевой икры // Научно-технические исследования в рыбохозяйственной отрасли Камчатского края: материалы ежегодной науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава и аспирантов КамчатГТУ (5-7 мая 2017 г.). - Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. - С. 19-22.

4. Икра: красная и черная // Рыбное хозяйство. - 2016. - № 2. – С. 43.

5. Кизеветтер И.В. Биохимия сырья водного происхождения. — М.: Пищ. пром-сть, 2017. – 423 с.

УДК 658.562

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СПОСОБАХ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Красуля О.Н. – д.т.н., профессор кафедры технологии хранения и переработки продуктов животноводства РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия

Сарбашев К.А. – аспирант кафедры технологии хранения и переработки продуктов животноводства РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия,

Казакова Е.В. – к.с.-х. н. доцент кафедры технологии хранения и переработки продуктов животноводства РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия,

Канина К.А. – аспирант кафедры технологии хранения и переработки продуктов животноводства РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия,

Агаркова А.А. – магистрант кафедры технологии хранения и переработки продуктов животноводства РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия.

Аннотация: в статье рассматривается методологический подход к интегральной оценке качества пищевых продуктов при различных технологических способах воздействия, в частности, при использовании высокочастотной акустической кавитации в технологии адыгейского сыра. Обоснован интегральный критерий оценки качества, который представляет собой реологическую характеристику – «глубина релаксации», а также диаграмму определения структурно-механического типа, которые объединяют показатели органолептических и реологических свойств продукта, что позволяет сделать объективный вывод о целесообразности (эффективности) выбранных способов воздействия, позволяющих интенсифицировать технологический процесс производства пищевого продукта.

Ключевые слова: интегральная оценка, качество, пищевой продукт, реологические характеристики, Структурометр СТ-2, кавитационное воздействие, сыр адыгейский.

В настоящее время молочные продукты производят с применением различных инновационных технологий: применяют новые технико-технологические способы воздействия, осуществляют адаптивное управление качеством молочных продуктов с применением пищевых добавок направленного действия, проектируют продукты заданного состава с применением математического моделирования и комплекса программ для ЭВМ.

Существующие отечественные и зарубежные стандарты, регламентирующие требования к качеству продуктов, базируются на его физико-химических и органолептических показателях.

Для управления качеством пищевых продуктов необходима формализация отдельных технологических операций процесса производства, которая должна осуществляться на основе применения интегральных характеристик объекта управления, которыми являются реологические свойства [3].

Интегральная характеристика, как правило, представляет собой функцию от всего множества базисных переменных состояния полуфабриката или готовой продукции. Физический смысл интегральности заключается в том, что такая характеристика является реакцией системы, в формировании которой участвовали все ее составные части. К таким интегральным характеристикам, отражающим состояние полуфабрикатов на качественном уровне для большинства технологических операций, если не для всех, можно отнести реологические параметры [4].

Целью настоящей работы явилось формирование методологии оценки качества пищевых сред при различных способах воздействия.

Объектом исследования явилась технология адыгейского сыра с использованием, в качестве способа воздействия, высокочастотной акустической кавитации.

Молочный продукт вырабатывали по рецептура адыгейского сыра, согласно ГОСТ Р 53379-2009[10].

Для сравнения использовали сыр адыгейский, реализуемый в розничной сети г. Москвы.

При выработке Адыгейского сыра соотношение рецептурных компонентов - молока и творожной сыворотки - для обеспечения коагуляционного процесса и формирования сырного зерна, составляло 90:10 (контроль) и 90:4,3 (опыт, в котором молоко подвергалось высокочастотной акустической кавитационной обработке при частоте 45 кГц и времени воздействия 30 минут с применением прибора «УЗО-Активатор-150» (ООО «Производственно-коммерческая фирма «Авангард»)), (рис.1).

Исследование образцов выполняли с применением информационно-измерительной системе – текстурометр «Структурометр СТ-2» (ООО «Лаборатория качества») (рис. 2).



Рис. 1. Прибор «УЗО-Активатор-150»



Рис. 2. Текстурометр «Структурометр СТ-2» (ООО «Лаборатория качества»)

Использовали следующие методики измерений: оценка деформационного профиля пробы, оценка глубины релаксации при внедрении цилиндра 36 мм, твердость сыра при пенетрации цилиндром диаметром 2 мм, а также прочность сыра при резании. Подробное описание режимов работы прибора приведено на сайте производителя «Структурометра СТ-2».

Статистическая обработка полученных в ходе исследования реологических характеристик данных выполнена с использованием программного пакета STATISTICA (StatSoft).

Результаты и обсуждение: Как свидетельствуют результаты оценки физико-химических характеристик качества сыра, представленные в таблице, 1 показатели массовой доли жира и белка, а также плотности в молоке – сырье, практически, не изменяются после высокочастотного кавитационного воздействия. Показатель активной кислотности молока после применения кавитационного воздействия сместился в щелочную сторону на 0,5 ед., при этом титруемая кислотность снизилась на 2°Т.

Таблица 1

Результаты физико-химические показатели качества рецептурных компонентов и адыгейского сыра

Показатель	Молоко цельное		Сыворотка творожная	Сыр адыгейский		
	Контроль	Опыт		Контроль	Опыт	Разница
Массовая доля: белка,% жира,%	2,80 3,37	2,90 3,38	0,80 0,50	18,00 19,70	19,00 19,90	17,20 19,00
Активная кислотность (рН)	6,50	7,00	4,79	5,90	6,20	-
Титруемая кислотность, °Т	18,00	16,00	80,0	26,0	25,0	-
Плотность, кг/м ³	1,031	1,032	1,026	-	-	-
Обобщенная органолептическая оценка, балл				3,60	4,90	2,40

Необходимо отметить существенное отличие коагуляционного процесса молочных белков в контрольном и опытном образцах, о чем свидетельствует значительное уменьшение (более чем в 2 раза) количества вносимой творожной сыворотки, обеспечивающей этот процесс, в опытном образце. На наш взгляд, этот факт можно объяснить кавитационным воздействием на молоко-сырье, которое приводит к активации белков, изменению солевого состава, что, в свою очередь, позволяет снизить количество вводимой творожной сыворотки при коагуляционном процессе в технологии Адыгейского сыра.

При этом необходимо отметить, что выход Адыгейского сыра в опытном образце увеличился на 4 % по сравнению с контролем. Полагаем, что этот факт можно объяснить изменением форм связи влаги с материалом (переходом влаги в молоко из свободного состояния в связанное - гидратное). Результаты обобщенной органолептической оценки позволяют ранжировать исследуемые образцы (по степени убывания) следующим образом: 1 – Опыт, 2 – Контроль, 3 – Розница. Таким образом необходимо отметить положительное влияние высокочастотного акустического воздействия на молоко-сырье, что позволяет получить продукт высокого качества.

В результате статистической обработки полученных данных, сформирована регрессионная модель описывающая зависимость органолептических показателей от измеренных реологических, которая имеет высокий уровень значимости ($p < 0.00006$) (Таблица 2), на основании которой нами выдвинута рабочая гипотеза, о том, что оптимальным интегральным параметром является реологическая характеристика - глубина релаксации.

Таблица 2

Регрессионная модель описывающая зависимость органолептических от измеренных реологических показателей ($p < 0.00006$)

Regression Summary for Dependent Variable: Балл (Spreadsh						
R= ,85032524 R?= ,72305301 Adjusted R?= ,70174940						
F(1,13)=33,940 p<,00006 Std.Error of estimate: ,70504						
	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(13)	p-level
N=15						
Intercept			-6,1152	1,63202	-3,7470	0,00244
Глубина релаксации	0,85032	0,14595	0,0165	0,00283	5,8258	0,00005

Статистическая проверка регрессионной модели на адекватность, при высоком уровне значимости ($p < 0.05$) показала ее приемлемость. Полученная модель лучше, чем «наивный прогноз» по средним значениям измеренных показателей.

Результаты исследования кривой релаксации (рис. 6) с использованием обобщенной модели Максвелла, вид которой представлен ниже:

$$Y(t) = K_1 \cdot \exp\left(-\frac{t}{T_1}\right) + K_2 \cdot \exp\left(-\frac{t}{T_2}\right) + \dots = \sum_{i=1}^n K_i \cdot \exp\left(-\frac{t}{T_i}\right),$$

, где

$Y(t)$ – функция релаксации, t – текущее время; K_i и T_i – константы, зависящие от структурно-механических свойств исследуемого материала.

Обобщенная модель Максвелла представляет экспоненту релаксации в виде суммы нескольких экспонент. Выделяют несколько констант релаксации пищевых сред – K_1 – доля быстрой релаксации напряжений, K_2 – доля длительной релаксации напряжений и K_3 – доля остаточной релаксации.

Используя аналитическую программу разработанную Максимовым А.С. и др. был выполнен анализ кривых релаксаций исследуемых образцов.

Результаты определения констант выражены, по предложенной методике, в виде диаграммы определения структурно-механического типа (рис. 3).

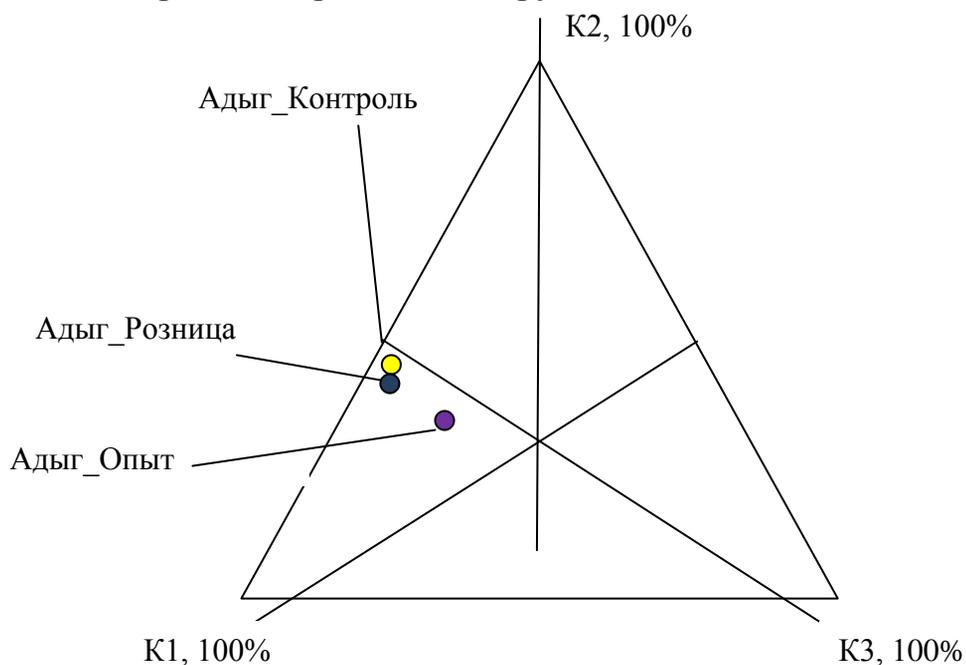


Рис. 3. **Диаграмма определения структурно-механического типа образцов**

Положение точки на диаграмме позволяет отнести исследуемый образец к тому или иному структурно-механическому типу. Так, расположение точек в секторах у вершины K_1 свидетельствует о высокой пластичности материала, которая характеризуется высокой скоростью релаксации; у вершины K_2 – об упругопластических свойствах, которые характеризуются длительной релаксацией; у вершины K_3 – медленно релаксирующие материалы [5].

Значения коэффициентов релаксации исследуемых образцов, согласно диаграмме (рис. 3), находятся в секторе «быстрой релаксации и высоких пластических свойств».

Точки расположились внутри области определенным образом. Сравнивая местонахождения точек, можно классифицировать исследуемые образцы продуктов по степени их пластичности – как видно из рисунка 11, наибольшей пластичностью обладает образец «Адыг_Опыт», где использовалось высокочастотное кавитационное воздействие. При этом, увеличилась доля остаточной релаксации, что свидетельствует об увеличении хрупкости и мягкости исследуемого образца.

Заключение: Таким образом, на основании проведенных исследований предложен методологический подход к интегральной оценке качества пищевых продуктов при различных технологических способах воздействия.

В качестве интегрального критерия оценки предложено использовать реологическую характеристику – «глубина релаксации», а также диаграмму определения структурно-механического типа которые объединяют показатели органолептических и реологических свойств продукта и позволяют сделать объективный вывод о целесообразности (эффективности) способов воздействия, позволяющих интенсифицировать технологический процесс производства пищевого продукта.

Благодарности: Авторы выражают благодарность руководителю Центра реологии пищевых сред ФГАНУ НИИХП, профессору, д.т.н. Черных В.Я.

Библиографический список

1. Кодекс Алиментариус. Общий стандарт для сыров (CODEX STAN 283-1978)
2. ГОСТ Р 52686-2006 Сыры. Общие технические условия (с Поправками)
3. Черных В. Я., Ширшиков М. А., Максимов А. С. Определение реологических свойств структурных компонентов пшеничной муки в процессе замеса теста //Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2003. – №. 5-6.
4. Черных В. Я. Информационно-измерительная система на базе прибора «Структурометр СТ-2» для контроля реологических характеристик пищевых сред //Управление реологическими свойствами пищевых продуктов. Четвертая научно-практическая конференция с международным участием.–М: ФГБНУ НИИХП. – 2015. – С. 24-29.
5. Черных В. Я., Мизова И. Х., Султанович Ю. А. Оценка качества жировых продуктов, используемых при производстве хлебобулочных изделий //Пищевая промышленность. – 2011. – №. 3.

УДК 006.44:664

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Свиерская Регина Сергеевна, магистр кафедры Управление качеством и товароведение продукции, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, regina.sviderskaya@mail.ru

Пасько Ольга Владимировна, профессор кафедры Управление качеством и товароведение продукции, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, pasko-olga@mail.ru

Аннотация: в данной статье рассматриваются этапы разработки системы прослеживаемости для производства кисломолочной продукции.