

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 664.951.014:664.346

Т.Н. Слуцкая¹, Е.В. Чернова², Т.И. Вишневецкая^{1*}¹ Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4;² Дальневосточный технический рыбохозяйственный университет,
690600, г. Владивосток, ул. Луговая, 52-б**ОБОСНОВАНИЕ УСЛОВИЙ БИОМОДИФИКАЦИИ
МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ КУКУМАРИИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ
МАЙОНЕЗНЫХ СОУСОВ**

Обоснованы условия биомодификации с целью уменьшения доли неразрушенной мышечной ткани кукумарии в готовой продукции. Для этого перед дальнейшей обработкой мышечной ткани применен ферментолит с использованием протеаз протамекса и целлолюкса. Установлено влияние этих ферментов, а также стабилизаторов на структурно-механические показатели готовой продукции. Определены рациональные концентрации ферментов, позволяющие получить продукцию с регулируемой вязкостью.

Ключевые слова: биомодификация, вязкость, *Cucumaria japonica*, гидролиз, перерабатываемость, ферменты, коллаген, гексозамины, майонезный соус.

Slutskaya T.N., Chernova E.V., Vishnevskaya T.I. Substantiation of conditions for biomodification of the muscle tissue of sea cucumber in preparation of mayonnaise sauces // *Izv. TINRO*. — 2016. — Vol. 184. — P. 295–303.

Conditions for biomodification of the muscle tissue of sea cucumber are substantiated to reduce the portion of unprocessed raw material in the final product — sauce. For this purpose, enzymatic hydrolysis of the tissue with proteases Protamex and CelloLux is applied before the main processing. Effect of these enzymes on structural and mechanical properties of the final product is defined, as well as the effect of stabilizers. Rational concentrations of enzymes are determined for the final products with certain viscosity.

Key words: biomodification, viscosity, *Cucumaria japonica*, hydrolysis, digestibility, enzyme, collagen, hexosamine, mayonnaise sauce.

Введение

Майонезная продукция пользуется популярностью в России, занимая важное место в структуре питания всех слоев населения. Российский рынок майонезов является вторым по объему потребления в мире после рынка США (Лишаёва и др., 2009; Жебо и др., 2012).

* *Слуцкая Татьяна Ноевна, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, e-mail: slutskaya1940@yandex.ru; Чернова Евгения Владимировна, аспирант, e-mail: Beregelya81@mail.ru; Вишневецкая Татьяна Ивановна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, e-mail: vishnevskaya@tinro.ru.*

Slutskaya Tatiana N., D.Sc., professor, principal researcher, e-mail: slutskaya1940@yandex.ru; Chernova Eugenia V., post-graduate student, e-mail: Beregelya81@mail.ru; Vishnevskaya Tatiana I., Ph.D., senior researcher, e-mail: vishnevskaya@tinro.ru.

При производстве этой продукции в качестве традиционных добавок используют укроп, сыр, лимонную кислоту, чеснок, белковый концентрат из маньчжурского ореха, сыворотку, экстракты из выжимок дикорастущих ягод, орехово-подсолнечное масло, белковый изолят из нута (Жебо и др., 2012).

Важными компонентами при создании эмульсионных систем майонезных соусов являются структурорегулирующие составляющие белковой или углеводной природы.

С этой позиции интерес представляют некоторые морские объекты промысла, содержащие структурообразующие или загущающие компоненты. Так, показана возможность получения майонезных соусов с использованием в качестве структурообразователей полисахаридов водорослей (Кадникова, Талабаева, 2006).

Один из перспективных источников структурообразующих компонентов морского происхождения — кукумария, белки которой на 60 % представлены хорошо желирующим коллагеном и запасы которой находятся на достаточно высоком уровне (Левин, 2004).

Ранее показана возможность замены яичной составляющей майонезных соусов термически обработанной мышечной тканью кукумарии. Полученные образцы оценены положительно, при этом установлено, что особенность этой продукции — наличие небольших фрагментов мышечной ткани кукумарии. Для придания устойчивости структуры обосновано применение камедей и полисахаридов морского происхождения в определенных количествах, майонезные соусы характеризуются низким содержанием липидов (Вишневская и др., 2014).

В данной работе исследовалась возможность улучшения структуры за счет уменьшения доли неразрушенных частиц мышечной ткани. Для решения этой проблемы был применен ферментализ мышечной ткани кукумарии перед ее тепловой обработкой.

Как известно, ферментный гидролиз приводит к дезинтеграции структуры мышечной ткани гидробийонтов за счёт разрушения белково-углеводных связей (Павлова и др., 1988; Сорокоумов, 2010). Исходя из химического состава кукумарии, коллаген которой связан с протеогликанами, представляющими собой комплексы белков и полисахаридов с большой молекулярной массой, для гидролиза применены ферменты класса гидролаз. Учитывая состав исходного сырья, использовались такие ферментные препараты, как Целлолюкс-Ф и Протамекс (далее по тексту — целлолюкс и протамекс). Протамекс является протеазным комплексом, продуцируемым микроорганизмами рода *Bacillus*. Целлолюкс содержит комплекс ферментов, обеспечивающих ступенчатое расщепление целлюлозы, ксиланов, β -глюканов (Грачева, 1975). В его состав входят: целлюлаза — не менее 2 000 ед/г; ксиланаза — до 8 000 ед/г; β -глюканаза — до 10 000 ед/г — и глюкоамилазы (Р СТ 0 13684916-2005).

Имеющиеся в составе препаратов отдельные ферменты способны катализировать процессы деструкции различных соединений. Так, протамекс обладает протеолитической и коллагенолитической активностью. Присутствующие в целлолюксе ферменты способны катализировать разрыв β -связей в полисахаридах и глюкозаминогликанах до отдельных сахаров (дисахаридов) (Грачева, 1975).

Цель настоящих исследований — обоснование условий ферментирования мышечной ткани кукумарии при получении майонезных соусов с ее применением.

Материалы и методы

В качестве объектов для исследований использовали кукумарию японскую *Cucumaria japonica* и образцы майонезных соусов на основе кукумарии, предварительно обработанной ферментными препаратами целлолюкс и протамекс, с добавлением различных стабилизаторов.

Кукумария японская была добыта в зал. Петра Великого в период с марта по апрель 2014 г. и соответствовала по качеству и безопасности требованиям действующих нормативных документов*.

* Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011). М.; Минск; Астана, 2011. 242 с.

Для проведения экспериментов разделанную кукумарию размораживали до температуры от минус 2 до минус 1 °С, промывали и измельчали на блендере со скоростью вращения 700 об/мин. Для проведения ферментативного гидролиза использовали протамекс с протеолитической активностью 400 ПЕ/г и целлолюкс с целлюлолитической активностью 2000 ЦЕ/г в количестве соответственно 0,01–0,50 и 0,50–2,00 % от массы сырья. Пределы концентраций ферментов были выбраны исходя из задачи неполного гидролиза ткани и обеспечения 40–60 % протеолиза (Баштовой, Слуцкая, 2011).

Процесс ферментации проводился в течение 1 ч при гидромодуле 1 : 1 (вода : кукумария) и температуре 45 ± 5 °С. Выбор температуры при гидролизе — 45 ± 5 °С — обусловлен температурным оптимумом действия данных ферментов (Шредер, Любке, 1969; Лхотский, 1975; Каленик, Табакаева, 2006).

Далее проводилась термообработка при температуре 90–100 °С в течение 1 ч, в результате которой происходила инактивация ферментов и дальнейшее размягчение ткани. Затем при постоянном перемешивании всех компонентов готовился майонезный соус согласно разработанной ранее рецептуре: ферментированная кукумария вместе с варочной водой — 60,0 %, масло — 35,0, горчица — 1,0, соль — 1,3, сахар — 1,2, 8 %-ный раствор уксусной кислоты — 1,0 % и комплекс стабилизаторов — ксантановая (0,2–0,3 %) и гуаровая (0,3–0,5 %) камеди, а также альгинат натрия (0,2 %) (Вишневская и др., 2014).

Для оценки единичных органолептических показателей применяли описательный метод, согласно которому оценивали внешний вид, вкус, запах, цвет и консистенцию (Сафронова и др., 1998; ГОСТ Р ИСО 3972-2005).

Физико-химические показатели определяли по ГОСТу 31762-2012, общий химический состав — по ГОСТу 7636-85.

Для изучения изменения размера включений мышечной ткани в получаемых продуктах использовался микроскоп медицинский МИКМЕД-5 (Санкт-Петербург) при десятикратном увеличении в проходящем свете.

Реологические (структурно-механические) свойства майонезных соусов определяли на ротационном вискозиметре Реотест-2. Учитывая, что стабилизация структуры происходит примерно через 20 ч, вязкость майонезных соусов исследовали через сутки после производства.

Графическая обработка полученных экспериментальных данных проводилась на персональном компьютере с помощью программного пакета «Microsoft Excel»-2007.

Результаты и их обсуждение

При изготовлении майонезных соусов на основе кукумарии проведена предварительная ферментативная обработка сырья такими препаратами, как протамекс и целлолюкс различной концентрации.

Анализ данных по влиянию различных ферментных препаратов (взяты средние из используемых концентраций) показал, что ферментолиз приводит к увеличению количества жидкой фракции в гидролизате кукумарии, причем большее количество (около 90,0 %) образуется при воздействии протамекса.

Применение целлолюкса не привело к столь существенному увеличению количества жидкой фракции (табл. 1). На основании этого можно предположить, что готовая продукция будет заметно различаться по вязкости.

Сравнительный анализ химического состава жидких фракций ферментализата кукумарии показал, что в образцах, полученных в результате гидролиза протамексом, накапливается большее количество белка, чем в образцах с целлолюксом. Результаты показывают, что при обработке кукумарии протамексом в количестве 0,10 % степень протеолиза такая же, как в системе, где концентрация целлолюкса 1,50 % (табл. 2).

Что же касается гидролиза собственно соединительнотканых компонентов, то целлолюкс способствует более активному их разрушению, существенно более высокому в отношении коллагена и заметно — в отношении полисахаридной матрицы. Исходя из этого можно заключить, что оба ферментных препарата проявляют гидролизующий эффект на ткань кукумарии, при этом можно предположить, что применение целлолюкса

Таблица 1

Влияние концентрации ферментного препарата на накопление жидкой фракции при ферментативном гидролизе

Table 1

Influence of concentration of enzyme preparation on accumulation of liquid fraction in the process of enzymatic hydrolysis

№ образца	Наименование ферментного препарата	Концентрация фермента, %	Количество жидкой фракции, %
1	Контроль	Без фермента	58,38
2	Протамекс	0,05	89,54
3		0,10	89,12
4	Целлолюкс	1,00	57,67
5		1,50	63,71

Таблица 2

Влияние ферментализации на накопление белковых и небелковых компонентов, а также аминокислот в жидкой фракции

Table 2

Effect of enzymatic hydrolysis on accumulation of protein and nonprotein components and amino sugars in the liquid fraction

№ образца	Наименование ферментного препарата	Концентрация ферментного препарата, %	Содержание, %			Оксипролин, мг/100 г
			белка	Ннб/Ноб (степень протеолиза)	амино-сахаров	
1	Контроль	Без фермента	1,81	6,6	0,07	33,1
2	Протамекс	0,05	3,94	57,0	0,09	33,1
3		0,10	3,84	52,0	0,11	48,6
4	Целлолюкс	1,00	2,09	42,9	0,12	56,8
5		1,50	2,47	52,0	0,16	61,5
6		2,00	3,01	56,4	0,20	71,7

будет способствовать образованию несколько более плотной консистенции готового продукта за счет более высокого растворимого количества коллагена в жидкой части.

Ферментализация способствовала разрушению частиц мышечной ткани кукумари: уменьшению количества частиц, а также их размера.

Как видно на рис. 1, по сравнению с необработанной вареной кукумари, степень разрушения тканей кукумари увеличивается с повышением концентрации ферментных препаратов. Максимального разрушения при ферментализации мышечная ткань кукумари достигает при использовании 2,0 % целлолюкса и 0,5 % протамекса.

Можно заключить, что использование ферментализации кукумари позволит получить майонезные соусы, по органолептическим показателям более приближенные к традиционным за счет отсутствия заметных количеств частиц мышечной ткани.

Зависимость вязкости майонезных соусов от содержания стабилизаторов, вида и концентрации фермента, используемого при обработке кукумари, представлено на рис. 2.

Как видно на рис. 2, на вязкость полученных майонезных соусов влияет вид, концентрация фермента, а также содержание структурообразователей. Повышение концентрации протамекса от 0,01 до 0,50 % и целлолюкса от 0,5 до 2,0 % при обработке кукумари способствовало снижению вязкости всех образцов майонезных соусов. При использовании протамекса вязкость соусов снизилась от 1,5 до 0,4 Па · с, целлолюкса — от 3,0 до 0,8 Па · с.

Образцы, содержащие смесь ксантановой и гуаровой камедей, имели наибольшую вязкость, а образцы с гуаровой камедью — наименьшую, независимо от вида и концентрации ферментов, используемых при обработке кукумари.

Таким образом, при использовании протамекса вязкость майонезных соусов была наименьшая, с применением целлолюкса вязкость аналогичных образцов увеличилась в 2 раза, поэтому при формировании структуры соуса это можно учитывать. Для по-

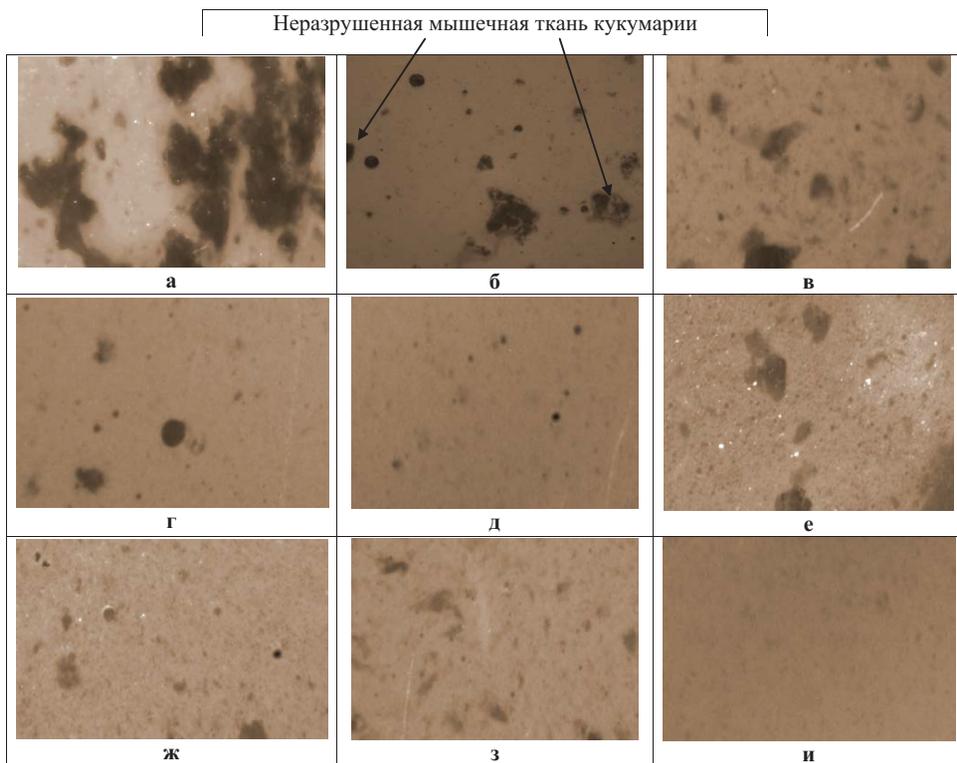


Рис. 1. Мышечная ткань кукумари: а — без обработки ферментом; с обработкой: целлюлоксом — б — 0,5 %; в — 1,0; г — 1,5; д — 2,0 %; протамексом — е — 0,01 %; ж — 0,05; з — 0,10; и — 0,50 %

Fig. 1. Sea cucumber muscle tissue: а — without enzyme treatment; б–д — after treatment by CelloLux (б — 0.5 %; в — 1.0 %; г — 1.5 %; д — 2.0 %); е–и — after treatment by Protamex (е — 0.01 %; ж — 0.05 %; з — 0.10 %; и — 0.50 %)

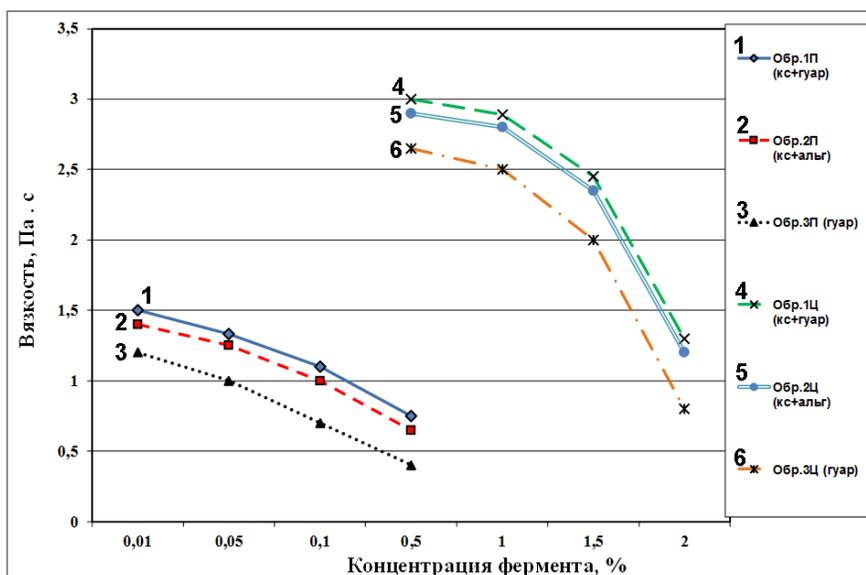


Рис. 2. Зависимость вязкости майонезных соусов от содержания стабилизаторов, концентрации протамекса и целлюлокса. Условные обозначения: *кс+гуар* — ксантановая + гуаровая камеди; *кс+альг* — ксантановая камедь + альгинат натрия; *гуар* — гуаровая камедь; *Ц* — целлюлокс; *П* — протамекс

Fig. 2. Dependence of mayonnaise sauce viscosity on content of stabilizers and concentration of Protamex and CelloLux. Legend: *кс+гуар* — xanthan gum + guar gum; *кс+альг* — xanthan gum + sodium alginate; *гуар* — guar gum; *Ц* — CelloLux; *П* — Protamex

лучения более густых соусов можно использовать целлолюкс, для получения более жидких — протамекс.

Если количество фермента одинаковое, то, как и установлено нами ранее (Вишневская и др., 2014), вязкость в определенной мере зависит от применяемого структурообразователя. При одинаковом количестве фермента мы можем регулировать структуру соуса применением структурообразователей, взятых в отдельности или в сочетании.

В целом более вязкие соусы получаются при ферментной обработке с минимальной концентрацией фермента (0,5 %), менее вязкие — при более существенной ферментной обработке (1,0–2,0 %).

По истечении трех суток холодильного хранения (0–10 °С) исследовали органолептические показатели полученных продуктов: вкус, запах, цвет, консистенцию.

Органолептическая оценка майонезных соусов на основе кукумари, ферментированной целлолюксом, представлена в табл. 3.

Таблица 3

Органолептическая оценка показателей майонезных соусов на основе ферментированной кукумари с разной концентрацией целлолюкса

Table 3

Sensory evaluation of mayonnaise sauce based on sea cucumber fermented with CelloLux in certain concentration

Показатель	Образцы			
	1 (целлолюкс 0,5 %)	2 (целлолюкс 1,0 %)	3 (целлолюкс 1,5 %)	4 (целлолюкс 2,0 %)
Цвет	Светло-кремовый			
Запах	Свойственный майонезному соусу			
Вкус	Свойственный майонезному соусу			
Консистенция (внешний вид)	Пастообразная, однородная эмульсия с ощутимым включением кусочков кукумари	Желеобразная, однородная эмульсия с включением менее ощутимых кусочков кукумари	Желеобразная, однородная эмульсия с практически не ощутимыми кусочками кукумари	Жидкой сметаны, однородная эмульсия, кусочки кукумари не ощущаются

Примечание. Здесь и в табл. 4 структурообразователи: 0,2 % ксантановой и 0,3 % гуаровой камеди.

Проведенные нами исследования показывают (табл. 3), что майонезные соусы представляют собой однородную эмульсию с включениями одиночных небольших кусочков кукумари, которые при употреблении практически не ощущаются (обр. № 2–4). В образце № 1 кусочки голотурии существенно крупнее, данный майонезный соус можно позиционировать как закусочный. Все полученные образцы кремового цвета, с запахом и вкусом, свойственными данному виду продукта. Консистенция эмульсионных систем различалась в зависимости от вида, соотношения и массовой доли введенных в рецептуру структурообразователей — от пастообразной, с ощутимым содержанием кусочков кукумари в образце № 1, до менее вязкой с включением мелких едва ощутимых кусочков кукумари в образцах № 2–4 (табл. 3). Несмотря на это, все образцы майонезных соусов характеризуются высокими органолептическими свойствами и стабильностью эмульсии.

Оценка майонезных соусов на основе кукумари, ферментированной протамексом, представлена в табл. 4.

Проведенные нами сенсорные исследования майонезных соусов показывают, что они представляют собой однородную эмульсию с включениями кусочков кукумари разного размера (табл. 4).

Установлено, что использование концентрации протамекса в количестве 0,1 % и выше при ферментации кукумари не позволило получить положительные результаты. Образцы характеризуются появлением неприятного вкуса, запаха, темного цвета, что неприемлемо для пищевого продукта, несмотря на то что один из показателей (консистенция) был вполне приемлемым.

Таблица 4
Органолептическая оценка майонезных соусов с добавлением ферментированной кукумарии с разной концентрацией протамекса

Table 4
Sensory evaluation of mayonnaise sauce with addition of sea cucumber fermented with Protamex in certain concentration

Показатель	Образцы			
	1 (протамекс 0,01 %)	2 (протамекс 0,05 %)	3 (протамекс 0,10 %)	4 (протамекс 0,50 %)
Цвет	Кремowo-бежевый		Темно-бежевый	
Запах	Свойственный майонезному соусу		Используемого фермента	
Вкус	Свойственный майонезному соусу		Ощутимый привкус фермента	
Консистенция (внешний вид)	Желеобразная, однородная эмульсия с включением кусочков кукумарии	Желеобразная, однородная эмульсия с включением мелких кусочков кукумарии	Желеобразная, однородная эмульсия с небольшим включением мелких кусочков кукумарии	Желеобразная, однородная эмульсия, кусочки кукумарии едва заметны

Дальнейшие исследования проводились с образцами № 1 и 2, где использовалась кукумария, ферментированная минимальными концентрациями протамекса — 0,01 и 0,05 %. Они представляют собой однородную эмульсию с включениями едва ощутимых небольших кусочков кукумарии. Данный майонезный соус также можно использовать как закусочный.

Нами установлено, что майонезные соусы на основе ферментированной кукумарии, стабилизированные аналогичными комплексами структурообразователей, имели аналогичную зависимость между составом, концентрацией и величиной вязкости. Однако величина вязкости этих образцов была значительно ниже по сравнению с соусами на основе неферментированной кукумарии и находилась в интервале соответственно 1,0–1,5 и 0,8–3,0 Па · с. Таким образом, максимальную вязкость имели майонезные соусы, содержащие смесь ксантановой и гуаровой камедей, среднюю вязкость — соусы с ксантановой камедью и альгинатом и наименьшую — с ксантановой или гуаровой камедью.

Продукция была герметично укупорена в банки и хранилась в течение 30 суток при температуре 0–10 °С (табл. 5).

Таблица 5
Показатели безопасности майонезных соусов с добавлением ферментированной кукумарии с разной концентрацией ферментов (продолжительность хранения 30 суток)

Table 5
Security indicators for mayonnaise sauce with addition of sea cucumber fermented with enzymes in certain concentration after 30 days storage

Контролируемые организмы	Нормативное значение	Образцы						
		Без добавок	Целлолюкс 0,5 %	Целлолюкс 1,0 %	Целлолюкс 1,5 %	Целлолюкс 2,0 %	Протамекс 0,05 %	Протамекс 0,10 %
КМАФАнМ, КОЕ/г	–	–	–	–	–	–	–	–
БГКП (колиформы) в 0,1 см ³ продукта	0,1	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о
Стафилококки <i>S. aureus</i>	–	–	–	–	–	–	–	–
Плесени, КОЕ/г	Не более 50	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о
Дрожжи, КОЕ/г	Не более $5 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^2$
Перекисное число	10,0 мЭ ² /кг	4,5	4,9	5,0	5,3	5,3	4,7	4,8

В процессе хранения определялись БГКП, количество патогенных микроорганизмов, плесеней и дрожжей, а также стойкость эмульсии и органолептические показатели. Периодичность исследований составляла: 1 ч после изготовления, 15 и 30 суток. Установлено, что во время хранения стойкость эмульсии всех образцов составила 100 %, что полностью удовлетворяет нормативным требованиям*. Результаты органолептической оценки свидетельствовали, что в течение 30 суток хранения показатели качества эмульсионных продуктов практически не изменились.

Установлено, что во время хранения происходит увеличение количества дрожжей до 400–480 КОЕ/г, однако этот показатель к 30-му дню хранения в 2,5 раза ниже допустимого.

В табл. 5 представлены показатели перекисного числа образцов майонезных соусов в процессе хранения. В течение 15 суток хранения у приготовленных образцов наблюдается увеличение значения перекисного числа вследствие накопления первичных продуктов окисления липидов (перекисей, гидроперекисей). На 30-е сутки наблюдается снижение значений перекисного числа у всех образцов, это связано с образованием вторичных продуктов окисления (α - и β -ненасыщенных альдегидов) за счет первичных продуктов окисления. Эти результаты согласуются с литературными данными, полученными другими исследователями (Ливинская и др., 2006; Мазалова, 2007).

Все майонезные соусы имеют сходный химический состав, белки составляют 14,5 %; жиры — 35,0, углеводы — 3,5; массовая доля воды 47,0 %.

Заключение

Гидролиз мышечной ткани кукумарии перед термической обработкой целесообразно проводить с использованием протамекса в концентрации от 0,01 до 0,05 % или целлюлюкса в концентрации от 0,5 до 2,0 % к массе в течение 1 ч при температуре 45 ± 5 °С. В результате применения ферментной обработки в готовом продукте накапливаются легкорастворимые аминокислоты и коллаген, что свидетельствует об увеличении физиологической ценности данного вида пищевого изделия. Процесс первичной термической обработки кукумарии в результате проведения гидролиза сократился на 1 ч. Варьирование концентраций и видов ферментов обуславливает возможность регулирования консистенции майонезных соусов от пастообразной до жидкой. Стабильность эмульсии и микробиологические показатели позволяют хранить продукцию в течение 30 суток при температуре 0–10 °С. Разработанные майонезные продукты обладают более низкой калорийностью (220 ккал) в сравнении с традиционными (624 ккал — майонез провансаль), а использование мышечной ткани кукумарии вместе с варочными водами позволяет заменить яичную составляющую.

Список литературы

Баштовой А.Н., Слущкая Т.Н. Исследование процессов ферментации мышечно-хрящевого комплекса тканей гидробионтов // Изв. ТИПРО. — 2011. — Т. 165. — С. 320–327.

Вишневская Т.И., Слущкая Т.Н., Чернова Е.В. Применение кукумарии (*Cucumaria japonica*) в производстве майонезных соусов // Изв. вузов. Пищевая технология. — 2014. — № 1. — С. 39–42.

Грачева И.М. Технология ферментных препаратов : моногр. — М. : Пищ. пром-сть, 1975. — 392 с.

Жебо А.В., Земляк К.Г., Окара А.И. Майонезы и майонезные соусы «Таёжные» — эмульсионные жировые продукты функционального назначения // Масложировая пром-сть. — 2012. — № 2. — С. 8–11.

Кадникова И.А., Талабаева С.В. Пищевые эмульсии, стабилизированные полисахаридами морских водорослей // Масложировая пром-сть. — 2006. — № 3. — С. 40–41.

* ТР/ТС 024/2011 «Технический регламент на масложировую продукцию». М.; Минск; Астана, 2011. 37 с.

Каленик Т.К., Табакаева О.В. Биотехнологические способы модификации отходов переработки гидробионтов // Вестн. биотехнологии и физ.-хим. биологии. — 2006. — Т. 2, № 4. — С. 33–34.

Левин В.С. *Cucumaria anivaensis* (Holothuroidea: Dendrochirotida) — новый вид голотурий из присахалинских вод // Биол. моря. — 2004. — Т. 30, № 1. — С. 76–78.

Ливинская С.А., Войно Л.И., Есина Е.Е. Разработка технологии майонеза с длительным сроком годности // Масла и жиры. — 2006. — № 5. — С. 10–12.

Лишаёва Л.Н., Турчина Т.Н., Кириллова О.В. Характеристика российского рынка майонеза // Масложировая пром-сть. — 2009. — № 4. — С. 41–44.

Лхотский А. Ферменты в пивоварении : моногр. — М. : Пищ. пром-сть, 1975. — 318 с.

Мазалова Л. Окислительная порча специализированных жиров // Пищ. пром-сть. — 2007. — № 6. — С. 56.

Павлова М.В., Копьева Т.Н., Слуцкий Л.И., Павлов Г.Г. Хрящ : моногр. — М. : Медицина, 1988. — 320 с.

Сафронова Т.М. Справочник дегустатора рыбной продукции. — М. : ВНИРО, 1998. — 244 с.

Сорокоумов И.М. Разработка технологии хондроитинсульфат-белкового комплекса из хрящевых тканей рыб : автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М. : ВНИРО, 2010. — 18 с.

Шредер Э., Любке К. Пептиды : моногр. — М. : Мир, 1969. — Т. 2. — 249 с.

Поступила в редакцию 24.09.15 г.