2017 Tom 188

УДК 664.951.7.036.26:579.678

Л.В. Шульгина^{1,2}, Л.Ю. Лаженцева³, Ю.Г. Блинов^{1*}

¹ Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, 690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4;

² Дальневосточный федеральный университет, 690091, г. Владивосток, ул. Суханова, 8;

³ Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 526

РЕГУЛИРОВАНИЕ МИКРОБНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ СТЕРИЛИЗАЦИИ МОРЕПРОДУКТОВ

Изучено влияние пряно-масляных экстрактов на термоустойчивость микроорганизмов в консервах из головоногих моллюсков по типу «в масле» и «с добавлением масла», продолжительность их стерилизации и качество продуктов. Замена растительного масла пряно-масляным экстрактом обеспечивала снижение термоустойчивости споровых микроорганизмов, что позволило уменьшить продолжительность собственно стерилизации продуктов при температуре $115\,^{\circ}\mathrm{C}$ на $5-10\,\mathrm{M}$ ин. Снижение продолжительности собственно стерилизации консервов из головоногих моллюсков с использованием пряно-масляного экстракта способствует ингибированию в продукте остаточной микрофлоры, в том числе споровых ее форм, а также сохранению биодоступности белкового компонента.

Ключевые слова: масляный экстракт пряностей, термоустойчивость спор, консервирование, режимы стерилизации, качество консервов из морепродуктов

Shulgina L.V., Lazhentseva L.Yu., Blinov Yu.G. Control of microbe processes in sterilizing of seafood // Izv. TINRO. — 2017. — Vol. 188. — P. 237–243.

Effects of spicy oil extracts on thermal resistance of microorganisms in canned cephalopods in oil or with addition of oil, on duration of the sterilization, and on quality of finished products are investigated. Thermal resistance of the spores decreased after the vegetable oil substitution by the spicy oil extract, so the time of sterilizing under the temperature of 115 °C could be reduced in 5–10 minutes that facilitates inhibition of residual microflora, including the spore forms, in the finished product and provides better bioavailability of its protein component.

Key words: spicy oil extract, thermal resistance of spore, canning, sterilization regime, quality of canned seafood.

^{*} Шульгина Лидия Васильевна, доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией, профессор кафедры ДВФУ, e-mail: shulgina@tinro.ru; Лаженцева Любовь Юрьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры, e-mail: lagenceva@mail.ru; Блинов Юрий Григорьевич, доктор технических наук, профессор, первый заместитель директора, e-mail: blinov@tinro.ru.

Shulgina Lidia V., D.Sc., professor, head of laboratory, professor of the Department of Far Eastern Federal University, e-mail: shulgina@tinro.ru; Lazhentseva Lubov Yu., Ph.D., assistant professor, e-mail: lagenceva@mail.ru; Blinov Yury G., D.Sc., professor, deputy director, e-mail: blinov@tinro.ru.

Введение

Одним из основных требований к пищевым продуктам является их микробиологическая безопасность. Вместе с тем технологические приемы (использование консервантов, повышение кислотности, обработка высокой температурой и др.), обеспечивающие гибель или стабилизацию роста микроорганизмов при производстве и в процессе хранения продукции, нередко приводят к снижению показателей ее качества.

Консервированные продукты, технология которых предусматривает высокотемпературные режимы обработки, наиболее безопасны по микробиологическим показателям, исключают необходимость использования консервантов, характеризуются длительными сроками хранения. В нашей стране получение стерилизованной продукции из
рыбы и нерыбных объектов осуществляется по режимам, которые обеспечивают гибель
возбудителей порчи и заболеваний человека (Шульгина, 1995; Инструкция..., 1996*).
При разработке режимов стерилизации рыбных консервов в качестве тест-объекта
используются споры Clostridium sporogenes-25, которые характеризуются высокими
показателями термоустойчивости. В связи с этим обоснованные режимы стерилизации
консервов из рыбы и морепродуктов являются «жесткими», нередко приводят к утрате
нативных свойств продуктов, разрушению витаминов и других пищевых веществ, образованию высокомолекулярных азотистых соединений, снижению перевариваемости
и усвояемости (Шульгин и др., 2006; Швидкая, Блинов, 2008).

Наиболее жесткими режимами стерилизации характеризуются консервы из рыбы и нерыбных объектов «в масле» или «с добавлением масла». Известным способом снижения термоустойчивости споровых микроорганизмов и величины требуемого стерилизующего эффекта является понижение рН среды продукта (Мазохина-Поршнякова и др., 1977), что малоприемлемо для этой группы консервов. В связи с этим актуален поиск технических приёмов, позволяющих снизить термоустойчивость микроорганизмов и жесткость режимов стерилизации, но при этом обеспечить промышленную стерильность продукта. Снижение излишней термической нагрузки на продукты при стерилизации будет способствовать повышению их качества.

Выраженным антимикробным действием, а также влиянием на спорообразующие микроорганизмы обладают масляные экстракты пряностей (Лаженцева, 2011; Пат. РФ № 2427277). Они рекомендованы для повышения стабильности рыбных продуктов в процессе хранения (Лаженцева, 2015; Yoon et al., 2015). Антимикробный эффект ароматизированного пряностями масла обусловлен высокой активностью экстрагированных жирорастворимых компонентов пряностей (терпенов, терпеноидных соединений, их изомеров и производных, флавоноидов и других веществ). Было высказано предположение, что ингибирующее действие масляных экстрактов пряностей на споры микроорганизмов позволит снизить величину летального времени режимов стерилизации консервов, что будет способствовать сохранению качества продуктов.

Целью настоящей работы было изучение влияния пряно-масляных экстрактов на стерилизующий эффект режимов стерилизации консервов из морепродуктов.

Материалы и методы

Для проведения испытаний были изготовлены консервы следующих наименований: «Кальмар подкопченный в масле», «Осьминог в масле» и «Осьминог подкопченный в масле» (ТУ № 9273-001-50834905-04 «Консервы из морепродуктов»).

Для изготовления консервов использовались кальмар и осьминог мороженые, соль поваренная пищевая, масло подсолнечное рафинированное и масло, ароматизированное корицей и куркумой.

Получение пряно-масляного экстракта осуществляли следующим образом. В нагретое до $100\,^{\circ}\mathrm{C}$ растительное масло вносили молотую корицу и куркуму, смешивали,

^{*} Инструкция по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и рыбопродуктов. СПб.: Гипрорыбфлот, 1996. 42 с.

настаивали в течение 48 ч в закрытой емкости при температуре 22 ± 2 °C, периодически перемешивая. Пряно-масляная смесь содержала каждую пряность в количестве 3,0 % от общей ее массы. Необходимость нагрева масла перед смешиванием с пряностями обусловлена повышением интенсивности экстракции и выхода жирорастворимых веществ пряности (флавонов, флавоноидов, антоцианов и других полифенолов) из связанного состояния (Толкунова, Криштанович, 2001; Сажина и др., 2011). После настаивания смеси методом декантирования отделяли от плотного осадка жидкую часть, или пряно-масляный экстракт, представляющий собой ароматизированное пряностями масло. Масло имело коричневатый оттенок, обладало приятным коричным запахом.

Приготовление образцов консервов осуществляли согласно технологическим инструкциям*. Разделанное и промытое мясо морепродуктов направляли на подкопчение на сетках. Время подкопчения составляло 20 мин при температуре 23–25 °C — до появления в мясе легкого привкуса и легкого аромата копчености. Подготовленные морепродукты порционировали на кусочки необходимых размеров, фасовали по 90 г в стеклянные банки Ш-5-58-120-100 с крышкой из жести типа «Twist Off» (вместимость 120 см³) и заливали ароматизированным пряностями маслом в количестве 20 см³. В контрольные образцы консервов вносили обычное растительное масло, используемое для получения ароматизированного масла. После фасования банки закатывали на вакуумзакаточной машине и исследовали закономерности их прогреваемости в процессе стерилизации в воде с противодавлением (0,18 МПа) при температуре 115 °C в автоклаве AB-2.

Для определения термоустойчивости спорообразующих бактерий была использована суспензия спор Cl. sporogenes-25 — возбудителей специфической порчи консервированных продуктов, которая получена из лаборатории микробиологии ОАО «ГИПРОРЫБФЛОТ» (г. Санкт-Петербург). Споры *Cl. sporogenes-25* характеризовались следующими параметрами термоустойчивости в фосфатном буферном растворе: $D_{1219C} = 0.58$ мин, Z = 10 °C. Термоустойчивость споровых микроорганизмов в продукте определяли капиллярным методом (Мазохина-Поршнякова и др., 1977; Флауменбаум, 1982). Константу термоустойчивости спор D (где t — постоянная температура, при которой за время D погибает 90 % клеток) вычисляли графически, при этом использовали кривую выживаемости спор опытных бактерий. С целью повышения достоверности данных о закономерностях отмирания спор Cl. sporogenes-25 в вытяжках из консервов их термоустойчивость изучали при проведении экспериментов в 3 повторностях. В дальнейших исследованиях использовали среднее арифметическое значение.

Величину нормативного стерилизующего эффекта ($F_{...}$, в усл. мин) рассчитывали по формуле

 $F_{_{\it H}} = D_{_{121^{\circ}C}} \cdot \left(\lg \frac{B}{b} + x\right),$ где $D_{_{121^{\circ}C}}$ — время нагревания, необходимое для уменьшения количества спор Cl. sporogenes-25 в 10 раз, мин; B — начальное количество споровых микроорганизмов в 1 г продукта до прогревания при температуре 121,1 °C; b — конечное число выживших после нагревания спор микроорганизмов; $\lg \frac{B}{b}$ — логарифм доли выживших спор, взятых с обратным знаком; x — поправка, учитывающая отклонения числа выживших после нагревания спор микроорганизмов от логарифмического порядка отмирания.

Определение теплофизических характеристик содержимого консервов и фактического стерилизующего эффекта ($F_{_{ab}}$) осуществляли прибором СТF-9004 (производитель «ELLAВ», Дания).

Расчет фактической летальности режимов стерилизации проводили согласно действующей инструкции**.

Фактическую усвояемость консервов определяли методом биотестирования в соответствии с рекомендациями Ю.П. Шульгина с соавторами (2006).

^{*} Сборник технологических инструкций по производству консервов и пресервов из рыбы и нерыбных объектов. Т. 3. СПб.: Судостроение, 2012. 272 с.

^{**} Инструкция... (1996).

Результаты и их обсуждение

Разработку режимов стерилизации, необходимых для получения промышленно стерильных консервов, осуществляли после определения констант термоустойчивости спор Cl. sporogenes ($D_{121,1^{\circ}C}$) в продуктах и расчета значений нормативных стерилизующих эффектов. Показатели термоустойчивости и рассчитанные значения нормативных стерилизующих эффектов для консервов с добавлением растительного масла и пряномасляного экстракта приведены в табл. 1.

Основные показатели термоустойчивости спор микроорганизмов в контрольных и опытных образцах консервов

Table 1
Key indicators of thermal resistance for spores of microorganisms in control and test samples

Таблина 1

Наименование консервов	$D_{121,1^{\circ}}$	С, МИН	$F_{\scriptscriptstyle H}$, усл. мин		
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	
Кальмар подкопченный в масле	0,75	0,60	5,3	4,2	
Осьминог в масле	0,75	0,63	5,3	4,4	
Осьминог полкопченный в масле	0.75	0.64	5.3	4.5	

of canned seafood

Установлено, что летальное время для спор тест-штамма $Cl.\ sporogenes$ -25 в вытяжках всех видов консервов с добавлением пряно-масляного экстракта ниже, чем в таких же консервах с добавлением растительного масла, что подтверждает ранее полученные результаты о влиянии экстрактов пряностей на споры (Лаженцева, 2011). В связи с этим рассчитанные значения $F_{_{\it H}}$ в опытных образцах консервов также ниже по сравнению с контрольными. Полученные данные были использованы для определения продолжительности собственно стерилизации консервов, обеспечивающей достижение необходимых значений $F_{_{\it th}}$.

Необходимое время прогрева определяли с учетом прогреваемости контрольных и опытных образцов консервов в процессе стерилизации при температуре 115 °C. Установлено, что для достижения требуемого стерилизующего эффекта ($F_{\phi} > F_{\nu}$) продолжительность собственно стерилизации опытных образцов консервов составляла на 5–10 мин меньше в зависимости от их вида по сравнению с контрольными образцами (табл. 2).

Таблица 2 Продолжительность стерилизации и фактический стерилизующий эффект контрольных и опытных образцов консервов

Table 2
Time of sterilization and sterilizing effect in control and test samples of canned seafood

Наименование консервов	Консервы с							
	растительным маслом			пряно-масляным экстрактом				
	$F_{_{\scriptscriptstyle H}}$,	Время стери-	F_{ϕ}	$F_{_{\scriptscriptstyle H}}$,	Время стери-	F_{ϕ}		
	усл. мин	лизации, мин	усл. мин	усл. мин	лизации, мин	усл. мин		
Кальмар подкопченный в масле	5,3	20-50-20	6,9	4,2	20-45-20	5,6		
Осьминог в масле	5,3	20-50-20	6,7	4,4	20-45-20	5,5		
Осьминог подкопченный в масле	5,3	20-55-20	6,8	4,5	20-45-20	5,7		

Надежность разработанных режимов стерилизации консервов с пряно-масляными экстрактами была испытана в результате лабораторной проверки в соответствии с инструкцией* методом искусственного заражения консервов спорами возбудителя бомбажной порчи — *Cl. sporogenes*-25. Для каждого варианта консервов было изготовлено по 30 банок консервов массой нетто 110 г, в центр содержимого каждой банки вносили по 38000 спор *Cl. sporogenes*-25. Контрольные и опытные консервы каждого ассортимента параллельно стерилизовали по двум режимам, в том числе по

^{*} Инструкция... (1996).

разработанным для образцов с использованием растительного масла (контрольных) и обоснованным для таковых с пряно-масляным экстрактом (опытных). Стерилизацию консервов осуществляли в воде с противодавлением (0,18 МПа), охлаждение проводили водой с противодавлением.

Все образцы консервов, стерилизованные по обычным режимам, разработанным для контрольных вариантов, были промышленно стерильны. Однако для консервов с пряно-масляным экстрактом значение F_{ϕ} превышало F_{ν} , что указывало на излишнюю термическую нагрузку на продукт.

После стерилизации консервов по менее жестким режимам, обоснованным для опытных образцов, стерильными оказались только продукты с пряно-масляным экстрактом. Контрольные образцы оказались нестерильными, в них были обнаружены споры *Cl. sporogenes*-25. Следовательно, стерилизация с меньшей термической нагрузкой для контрольных образцов консервов не обеспечивает гибели возбудителей порчи продуктов и заболеваний человека.

Органолептические показатели консервов с добавлением пряно-масляного экстракта достоверно не отличались от контрольных образцов, они характеризовались привлекательным внешним видом, приятным вкусом и слабым ароматом пряностей.

Целесообразность замены растительных масел в составе консервов из морских гидробионтов по типу «в масле» и «с добавлением масла» на пряно-масляные экстракты, позволяющей снижение продолжительности их стерилизации на 5-10 мин, оценивали по действию температурного повреждения на микроорганизмы, представляющие собой остаточную микрофлору. Известно (Дутова и др., 1976; Мазохина-Поршнякова и др., 1977; Флауменбаум, 1982), что некоторые спорообразующие клетки Bacillus subtilis при стерилизации консервов способны выживать и оставаться в жизнеспособном состоянии на протяжении всего срока их хранения. Присутствие покоящихся форм бацилл влияет на качество консервов, способствует «старению» белкового компонента. В составе «остаточной» микрофлоры стерилизованных консервов группы А допускается наличие B. subtilis не более 11 клеток в 1 г продукта (СанПиН, Единые требования Таможенного союза). В связи с этим было изучено влияние процесса стерилизации по разработанным режимам на выживаемость споровых клеток B. subtilis в консервах с добавлением пряно-масляного экстракта (опыт) и растительного масла (контроль). Результаты исследования показали (рис. 1), что в консервах из головоногих моллюсков до стерилизации общее число бацилл составляло в среднем 320.0 ± 64.0 кл/г (2,32–2,62 lg). После стерилизации консервов с добавлением пряно-масляного экстракта по режимам с меньшей термической нагрузкой, указанным в табл. 2, жизнеспособных спор B. subtilis не было выявлено. В контрольных консервах с растительным маслом, стерилизованных по обычным режимам (табл.

2), оставались жизнеспособные бациллы в количестве 16-21 кл/г (1,20-1,32 lg).

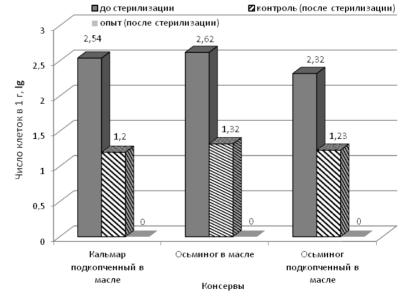


Рис. 1. Выживаемость спор *B. subtilis* в консервах из головоногих моллюсков при стерилизации

Fig. 1. Survival of *B. subtilis* spores in canned cephalopods after sterilization

Известно, что при высокой термообработке отмечается термоповреждение пищевых веществ, в том числе белков (Мазохина-Поршнякова и др., 1977; Бражников, 1987; Гельфанд, 1994). В связи с этим методом биотестирования было изучено влияние пряно-масляных экстрактов на качество белков после стерилизации консервов из головоногих моллюсков.

Как видно из результатов изучения (рис. 2), после стерилизации относительная биологическая ценность консервов из головоногих моллюсков закономерно снижается. Однако при стерилизации консервов опытных образцов по режимам, продолжительность которых меньше на 5–10 мин по сравнению с контрольными, показатели относительной биологической ценности выше, что указывает на меньшее термоповреждение белкового компонента. Не исключено, что на биодоступность белков в консервах с добавлением пряно-масляных экстрактов оказывают положительное влияние содержащиеся жирорастворимые компоненты пряностей.

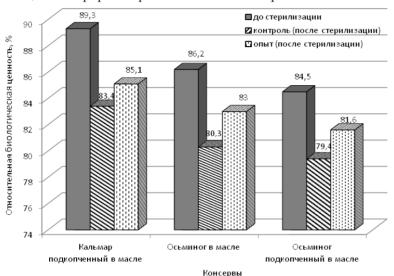


Рис. 2. Показатели относительной биологической ценности консервов из головоногих моллюсков до и после стерилизации (контроль и опыт)

Fig. 2. Indicators of relative biological value of canned cephalopods before sterilization and after sterilization (control and experiment)

Выводы

Результаты исследования показали, что при изготовлении консервов из головоногих моллюсков замена растительного масла пряно-масляным экстрактом приводит к снижению термоустойчивости споровых микроорганизмов, а это позволяет уменьшить продолжительность собственно стерилизации продуктов при температуре 115 °C на 5–10 мин.

Обоснованное уменьшение продолжительности собственно стерилизации консервов из головоногих моллюсков с пряно-масляным экстрактом при температуре $115\,^{\circ}\mathrm{C}$ на 5-10 мин позволяет снизить степень термоповреждения белков в продуктах и сохранить биодоступность белкового компонента.

Список литературы

Бражников А.М. Теория термической обработки мясопродуктов : моногр. — М. : Агропромиздат, 1987. — 270 с.

Гельфанд С.Ю. Научные основы регулирования качества и контроля консервированных продуктов : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. — M_{\cdot} , 1994. — 72 с.

Дутова Е.Н., Гофтарш М.М., Призренова И.И., Сазонова А.С. Техническая микробиология рыбных продуктов : моногр. — М. : Пищ. пром-сть, 1976. — 272 с.

Лаженцева Л.Ю. Влияние масляного экстракта корицы на термоустойчивость споровых микроорганизмов — возбудителей порчи консервов // Науч. тр. Дальрыбвтуза. — 2011. — Т. 24. — С. 146–151.

Лаженцева Л.Ю. Изучение влияния масляных экстрактов корицы на качество икорных продуктов из мороженых ястыков лососей // Техника и технология пищевых производств. — 2015. — T. 39, № 4. — C. 43–49.

Мазохина-Поршнякова Н.Н., Найденова Л.П., Николаева С.А., Розанова Л.И. Анализ и оценка качества консервов по микробиологическим показателям : моногр. — M. : Пищ. пром-сть, 1977. — 471 с.

Пат. РФ № 2427277. Способ получения пищевого масла / Л.Ю. Лаженцева, Э.Н. Ким, Л.В. Шульгина, Р.Ю. Шульгин. — Заявл. 20.08.2009, № 2009131601/13; Опубл. 27.08.2011. Бюл. № 24. — 7 с.

Сажина Н.Н., Мисин В.М., Ордян А.Е. Суммарное содержание фенольных антиоксидантов в экстрактах чая, растительных добавок и их смесей // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2011. — № 3. — C.51–53.

сельхозсырья. — 2011. — № 3. — С. 51–53. **Толкунова Н.Н., Криштанович В.И.** Бактерицидное действие композиций эфирных масел // Мясн. индустрия. — 2001. — № 6. — С. 15–18.

Флауменбаум Б.Л. Основы консервирования пищевых продуктов : учеб. пособие для вузов. — M. : Лег. и пищ. пром-сть, 1982. — 268 с.

Швидкая З.П., Блинов Ю.Г. Химические и биотехнологические аспекты теплового консервирования гидробионтов дальневосточных морей: моногр. — Владивосток: Дальнаука, 2008. - 270 с.

Шульгин Ю.П., Шульгина Л.В., Петров В.А. Ускоренная биотис оценка качества и безопасности сырья и продуктов из водных биоресурсов : моногр. — Владивосток : ТГЭУ, $2006. - 124 \, \mathrm{c}.$

Шульгина Л.В. Научное обоснование летальности процессов стерилизации консервов из морских гидробионтов : автореф. дис. . . . д-ра биол. наук. — М., 1995. — 42 с.

Yoon H.D., Shulgin Yu.P., Lazhentseva L.Yu. et al. Evaluation of the Quality of Canned Seafood with Added Spice-oil Extract // Fish. and Aquat. Sci. — 2015. — № 18(1). — P. 7–11.

Поступила в редакцию 9.01.17 г. Принята в печать 27.01.17 г.