

Обоснование предварительного охлаждения сырья в присутствии антиоксиданта хитозана при производстве мороженой сардины (иваси)

Рисунок 2. Сардина (иваси) мороженая без предварительно охлаждения (хранение 18 мес.) /
Figure 2. The effect of chitosan on the oxidation of lipids of sardine (iwashi)

Д-р. техн. наук, профессор
С.Н. Максимова – заведующий
кафедрой «Технология
продуктов питания»;

Аспирант **С.Ю. Пономаренко**;
Канд. техн. наук, доцент
Полещук Д.В.

Дальневосточный
государственный технический
рыбохозяйственный
университет (ФГБОУ ВО
«Дальрыбвтуз»)

@ maxsvet61@mail.ru;
svetulie555@mail.ru;
tym1988@mail.ru

Ключевые слова:
сардина (иваси),
антиокислители,
окисление липидов,
хитозан, охлаждение,
замораживание

Keywords:
sardine (iwashi),
antioxidants, lipid oxidation,
chitosan, cooling, freezing

SUBSTANTIATION OF RAW MATERIALS PRECOOLING IN THE PRESENCE OF CHITOSAN ANTIOXIDANT IN THE PRODUCTION OF FROZEN SARDINES (IWASHI)

Maksimova S.N., Doctor of Sciences, Professor, Ponomarenko S.Yu., postgraduate,
Poleschuk D.V., PhD, Associate Professor – Far Eastern State Technical Fisheries University,
maxsvet61@mail.ru; svetulie555@mail.ru, tym1988@mail.ru

An innovative method for the frozen sardines (iwashi) production using chitosan as an antioxidant in the precooling of raw materials is substantiated.

The combination of cooling and the use of chitosan as an antioxidant allows to lower the oxidation processes during storage of frozen products and improve its quality considerably.

Обоснован инновационный способ производства мороженой сардины (иваси), который заключается в использовании хитозана в качестве антиоксиданта при предварительном охлаждении сырья.

Сочетание охлаждения и применения хитозана, как антиоксиданта, позволяет заметно снизить процессы окисления при хранении мороженой продукции и повысить ее качество.

ВВЕДЕНИЕ

Сардина (иваси) (*Sardinops melanosticta*) относится к прибрежно-pelagicескому типу и, наряду с анчоусом, скумбрией и сайрой, является одной из массовых рыб, ареал обитания которых находится на северо-западе Тихого океана.

За последние годы наблюдается устойчивый рост вылова сардины (иваси) на Дальнем Востоке. В 2018 г. рост вылова сардины по сравнению с 2017 г. составил 3,7 раза – 63 тыс. тонн. По данным летней путины 2019 г., рост вылова сардины по отношению к 2018 г. составляет 3,4 раза (+11,6 тыс.

тонн) [1; 2].

Добыча сардин (иваси), которая в настоящее время ведется траловым способом, приводит к травмированию и порче рыбы в траловом мешке, что отрицательно влияет на качество сырья [3; 4].

Вопрос сохранения естественных свойств сырья, отличающегося высокой жирностью, в процессе хранения является важной технологической задачей. Сардина (иваси) – крайне скоропортящийся объект, качество которого зависит от способа вылова и условий сохранения до промышленной переработки. Известно, что при хранении рыбных продуктов применение холода является одним из эффективных способов консервирования, позволяющим длительное время сохранять природные свойства сырья [5].

Для сохранения качества мороженой рыбы используют антиокислительные добавки, вносимые при глазировании. В настоящее время в России и за рубежом применяют большое количество антиокислителей как химического, так и природного происхождения. В холодильной технологии использование антиокислителей химического происхождения позволяет сохранить качество готового продукта, предотвратить окислительную порчу жиров. Однако влияние данных добавок на организм человека еще не до конца изучено и может представлять потенциальную опасность [6]. К таким антиокислителям относят: аскорбат натрия, кальция и калия, концентрат смеси токоферолов, α -токоферол, γ -токоферол синтетический, δ -токоферол синтетический, изоаскорбиновая кислота, трет-бутилгидрохинон, бутилоксианизол, бутилокситолуол, пропилгаллат, октилгаллат, додецилгаллат и т.д. [7].

Природные антиоксиданты имеют ряд преимуществ, в сравнении с антиокислителями химического происхождения. Однако для получения необходимо выделить действующее вещество, что в свою очередь требует определенных финансовых затрат и времени. К природным источникам антиокислителей относят пряности (розмарин, прополис, анис, кардамон, имбирь, фенхель, укроп, кориандр, красный перец) [6; 8], а также некоторые биополимеры из сырья морского происхождения. К последним относят хитозан, получаемый из панцирей ракообразных (крабов, креветок, речных раков, мелких раков гаммарус и т.д.) [9].

Широко известны антиоксидантные свойства природного биополимера хитозана, действие которого направлено на восстановление радикалов, хелатирование металлов, а также блокирование реакционно-активных групп жирных

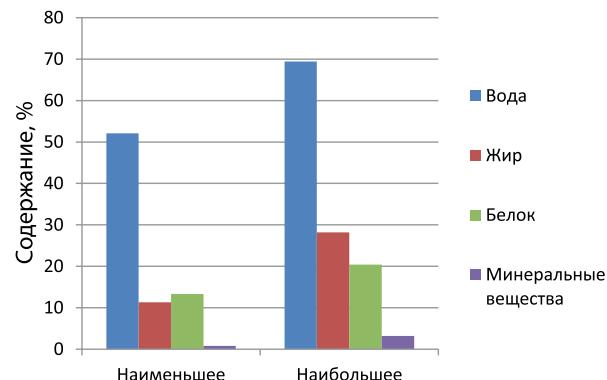


Рисунок 1. Пределы изменений химического состава мышечной ткани сардины (иваси), %

Figure 1. Changes in the chemical composition of muscle tissue of sardine (iwashi), %

кислот [8; 9]. Проведенные ранее исследования по применению хитозана, в качестве антиоксиданта, в технологии рыбной продукции длительного хранения показали перспективность его применения. Например, при получении сушеной продукции из лососевых рыб установлено антиокислительное действие, внесенного в сухом виде (концентрацией 0,3%), водорастворимого хитозана молекулярной массой (ММ) 55 кДа [8; 11].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Цель данной работы – выявление влияния хитозана на окисление липидов сардин (иваси) в процессе хранения.

Объектом исследования являлась сардина (иваси) сырец, соответствующая ТУ 9242-371-00472012-2015 «Сардина иваси сырец». Технические условия, размером 18-20 см, выловленная в 2018-2019 гг. в Южно-Курильском промысловом районе. Содержание липидов в сардине (иваси) колебалось от 11,3% (нежирная рыба) до 28,3% (жирная рыба).

В работе использовали водорастворимый хитозан ММ 40 кДа, произведенный в ООО «Биопрогресс» [7; 9].

Измерение температуры проводили с помощью электрического термометра Checktemp 1 Н1 98509. Определение массовой доли жира экстракционным методом осуществляли по ГОСТ 13496.15-2016 [12].

Для исследования влияния хитозана на липиды сардин выделяли жир из измельченной мы-

Таблица 1. Содержание жирных кислот в сардине (иваси) /

Table 1. The fatty acid content in sardine (iwashi)

№ образца	Сардина (иваси)	Содержание жирных кислот (% от общего содержания)		
		Насыщенные (НЖК)	Мононенасыщенные (МНЖК)	Полиненасыщенные (ПНЖК)
1	Жирная	40,97	34,63	23,96
2	Нежирная	36,79	27,55	34,98



Рисунок 3. Сардина (иваси) мороженая с предварительным охлаждением в присутствии хитозана (хранение 18 мес.)

Figure 3. Frozen sardine (iwashi) with precooling in the presence of chitosan (storage for 18 months)

шечной ткани на центрифуге 2-16Р, со скоростью 5000 об/мин в течение 10-15 минут. К выделенному жиру добавляли хитозан в сухом виде в количестве 0,3% к массе и тщательно перемешивали.

Влияние хитозана на окисление липидов устанавливали путем определения количества малонового диальдегида по методу, основанному на взаимодействии тиобарбитуровой кислоты и низкомолекулярных диальдегидов [13].

Замедление окисления в процентах рассчитывали как разницу полученных значений между контрольным и экспериментальным опытами, поделенную на контрольное значение и умноженную на 100%.

Определение общего химического состава осуществляли по ГОСТу 7636-85 «Рыба, морские мле-

копитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» [14].

Определение количества жирных кислот проводили после экстракции липидов и их метилирования, а также – очистки в газожидкостном хроматографе Shimadzu (Япония). Количественный обсчет полученной хроматограммы и расчет индекса удержания осуществляли на базе обработки данных Chromatopac C-R4AX, идентификацию жирных кислот проводили с помощью идентификационных таблиц индексов удержания для фазы Carbowax-20 [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты исследования химического состава сардины (иваси) и пределы его изменений приведены на рисунке 1.

Содержание жирных кислот в жирной и нежирной сардине (иваси) представлены в таблице 1.

Представленные результаты свидетельствуют о разном количественном составе жирных кислот исследованных образцов. В образце 1 относительное содержание НЖК и МНЖК выше, чем в образце 2 соответственно на 4 % и 7 %. Относительное содержание ПНЖК в образце 1, в сравнении с образцом 2 ниже на 11%. Следовательно, можно ожидать, что хранение нежирной сардины будет сопровождаться более активным накоплением продуктов окисления липидов.

Для подтверждения данного предположения осуществлены эксперименты по определению влияния хитозана на окисление липидов выделенного жира из двух образцов исследуемого объекта, результаты которых представлены в таблице 2.

Экспериментально полученные данные свидетельствуют о том, что в образце, полученном из нежирной сельди (иваси), после 30-минутной экспозиции, количество малонового диальдегида почти в два раза выше, чем в жирной рыбе.

Результаты, представленные в таблице 2, показывают также антиокислительное действие хитозана, что выражается в значительно более низких значениях малонового диальдегида для липидов обоих образцов. Степень замедления окисления соответствует 33 и 55%, соответственно, для нежирной и жирной сардины (иваси). Определенная разница этой величины объясняется, как и предполагалось, установленным различием в жирнокислотном составе объектов исследования (табл. 1).

Следует отметить, что даже инициация окисления, путем прогрева пробы при 60°C в течение 15 мин., показывает влияние хитозана на количество продуктов окислительной деструкции липидов.

Полученные результаты свидетельствуют об антиоксидантной способности хитозана в отношении жира сардины (иваси).

Для подтверждения перспективности использования хитозана, как антиоксиданта, в холодильной технологии сардины (иваси) исследовали влияние биополимера на процессы окисления

Таблица 2. Влияние хитозана на окисление липидов сардины (иваси) /
Table 2. The effect of chitosan on the oxidation of lipids of sardine (iwashi)

No	Образец	Малоновый диальдегид, мг/г жира x 100	Степень замедления окисления, %
1	Жир нежирной сардины (иваси) без обработки хитозаном (контроль)	120	33,3
2	Жир нежирной сардины (иваси) обработанной хитозаном	80	
3	Жир жирной сардины (иваси) без обработки хитозаном	40	50,0
4	Жир жирной сардины (иваси) с обработкой хитозаном	20	
5	Жир жирной сардины (иваси) без обработки хитозаном, прогрев (инициация окисления)	70	28,0
6	Жир жирной сардины (иваси) с обработкой хитозаном, прогрев (инициация окисления)	50	

Таблица 3. Влияние хитозана на степень окисления липидов мороженой сардины (иваси) /
Table 3. The effect of chitosan on the oxidation of lipids of frozen sardine (iwashi)

No образца	Образец	Срок хранения, месяц	Малоновый диальдегид, мг/г жира x 100	Степень замедления окисления, %
1	Сардина (иваси) мороженая (контроль)	1	50	
2	Сардина (иваси) мороженая (предварительно охлажденная раствором хитозана 3%)	1	40	19,4
3	Сардина (иваси) мороженая (контроль)	18	60	
4	Сардина (иваси) мороженая (предварительно охлажденная раствором хитозана 3%)	18	30	41,6

при охлаждении, последующем замораживании и хранении мороженой рыбы.

Сардина (иваси) сырец была подвергнута предварительному охлаждению, путем погружения в водную охлаждающую среду с концентрацией хитозана в ней 3%. Соотношение «рыба и охлаждающая среда» составило 1:3. Охлажденную до криоскопической точки сардину (иваси) подвер-

гали замораживанию и последующему хранению при температуре окружающей среды минус 30-35°C.

В процессе хранения определяли степень замедления окисления в мороженой сардине (табл. 3).

Как видно из результатов таблицы 3, в рыбе мороженой с предварительным охлаждением,



Рисунок 4. Сардина (иваси) сырец

Figure 4. Raw sardine (iwashi)

в присутствии хитозана процесс окисления замедляется по сравнению с контролем, а рассчитанная степень замедления окисления составляет от 19,4-41,6%, в зависимости от сроков хранения.

На рисунке 2 представлена мороженая рыба без предварительного охлаждения, имеющая признаки наружного окисления, с нарушением целостности отдельных экземпляров. Кроме того, отмечено наличие признаков окисления жира (изменение цвета и присутствие запаха окисления).

Охлаждение перед замораживанием, в рекомендуемых условиях в присутствии хитозана, существенно повлияло на качество мороженой рыбы. Из результатов, представленных на рисунке 3, видно, что целостность рыбы сохранилась, признаки окисления отсутствуют, цвет приближен к естественному, свойственному для сырья (рис. 4).

ВЫВОДЫ

Таким образом, экспериментальные исследования показали перспективность использования природного биополимера хитозана в составе охлаждающей среды с последующим замораживанием, что обеспечивает максимальное сохранение качества сардины (иваси) и способствует увеличению сроков хранения мороженой рыбной продукции.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Русская рыба. Вчера. Сегодня. Завтра. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://rusfishjournal.ru/news/catch-of-sardine-iwashi-3-4-times> (дата посещения 11.12.2019).
1. Russkaya ryba. Vchera. Segodnya. Zavtra. [Web resource]. - Rezhim dostupa: <http://rusfishjournal.ru/news/catch-of-sardine-iwashi-3-4-times> (date 11.12.2019).
2. Ярочкин А.П., Акулин В.Н., Якуш Е.В., Дударев В.А., Кручинин О.Н., Покровский Б.И., Купина Н.М. Сардина (иваси) и скумбрия на горизонте // Рыбное хозяйство. - 2015. - № 6. С. 78-82.
2. YArochkin A.P., Akulin V.N., YAkush E.V., Dudarev V.A., Kruchinin O.N., Pokrovskij B.I., Kupina N.M. Sardina (ivasi) i skumbriya na gorizonte // Rybnoe hozyajstvo. - 2015. - № 6. pp. 78-82.
3. Доброфлот [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.researchgate.net/search> (дата посещения 04.12.2019).
3. Dobroflot [Web resource]. - Rezhim dostupa: <https://www.researchgate.net/search> (date 04.12.2019).
4. Хоружий А.А., Сомов А.А., Емелин П.О., Старовойтов А.Н., Ванин Н.С. Появление высокоурожайных поколений японской скумбрии и дальневосточный сардины в прикурильских водах Северо-Западной части Тихого океана // Рыбное хозяйство. - 2015. - № 6. - С. 74-77.
4. Horuzhij A.A., Somov A.A., Emelin P.O., Starovojtov A.N., Vanin N.S. Poyavlenie vysokourozhajnyh pokolenij yaponskoj skumbrii i dal'nevostochnyj sardiny v prikuril'skih vodah Severo-Zapadnoj chasti Tihogo okeana // Rybnoe hozyajstvo. - 2015. - № 6. - pp. 74-77.
5. Ткаченко С.А., Чупикова Е.С., Якуш Е.В. Исследование качественных показателей скумбрии японской и сардины дальневосточной (иваси) в процессе холодильного хранения // Рыбное хозяйство. - 2018. - № 2. - С. 104-108.
5. Tkachenko S.A., CHupikova E.S., YAkush E.V. Issledovanie kachestvennyh pokazatelej skumbrii yaponskoj i sardiny dal'nevostochnoj (ivasi) v processe holodil'nogo hraneniya // Rybnoe hozyajstvo. - 2018. - № 2. - pp. 104-108.
6. Ефимов А.А., Ефимова М.В., Арчибисова А.С., Кобзарева Е.И. Анализ способов увеличения сроков годности мороженой рыбопродукции // Вестник КамчатГТУ. - 2013. - № 23. С. 50-58.
6. Efimov A.A., Efimova M.V., Archibisova A.S., Kobzareva E.I. Analiz sposobov uvelicheniya srokov godnosti morozhenoj ryboprodukcii // Vestnik KamchatGTU. - 2013. - № 23. pp. 50-58.
7. Луньков А.П., Ильина А.В., Варламов В.П. Антиоксидантные, антибактериальные и фунгицидные свойства пленок на основе хитозана (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. - 2018. - Т. 54. - № 5. С. 444-454.
7. Lun'kov A.P., Il'ina A.V., Varlamov V.P. Antioksidantnye, antibakterial'nye i fungicidnye svojstva plenok na osnove hitozana (obzor) // Prikladnaya biochimiya i mikrobiologiya. - 2018. - V. 54. - № 5. pp. 444-454.
8. Ким Г.Н., Сафонова Т.М., Мезенова О.Я., Максимова С.Н. и др. Барьерная технология гидробионтов: учеб. пособие. - СПб.: Проспект науки, 2011. 336 с.
8. Kim G.N., Safronova T.M., Mezenova O.YA., Maksimova S.N. i dr. Bar'ernaya tekhnologiya gidrobiontov: ucheb. posobie. - SPb.: Prospekt nauki, 2011. 336 p.
9. Максимова, С.Н., Сафонова Т.М. Хитозан в технологии рыбных продуктов: характеристика, функции, эффективность: Монография. - Владивосток.: Дальрыбвтуз, 2010. 256 с.
9. Maksimova, S.N., Safronova T.M. Hitozan v tekhnologii rybnyh produktov: harakteristika, funkci, effektivnost': Monografiya. - Vladivostok.: Dal'rybvtuz, 2010. 256 p.
10. Тришина Н.А., Бражная И.Э., Корчунов В.В. Технология рыбных рубленых изделий с хитозаном и малорентабельных объектов промысла северного бассейна // Рыбное хозяйство. - 2015. - № 1. С. 119-121.
10. Trishina N.A., Brazhnaya I.E., Korchunov V.V. Tekhnologiya rybnyh rublenyh izdelij s hitozanom i malorentabel'nyh ob'ektov promysla severnogo bassejna // Rybnoe hozyajstvo. - 2015. - № 1. pp. 119-121.
11. Суровцева Е.В. Разработка технологии малосоленой продукции из лососевых рыб с хитозаном: автореф. дис. ... канд. техн. наук. - Владивосток, 2010. 25 с.
11. Surovceva E.V. Razrabotka tekhnologii malosolenoj produkciiz lososevih ryb s hitozanom: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. - Vladivostok, 2010. 25 p.
12. ГОСТ 13496.15-2016 Корма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира. - М.: Стандартинформ, 2016. 10 с.
12. GOST 13496.15-2016 Korma, kombikormovoe syre. Metody opredeleniya soderzhaniya syrogo zhira. - M.: Standartinform, 2016. 10 p.
13. Чумак А.Д., Миленина Н.И., Слуцкая Т.Н., Кротова Т.П., Чибiryak L.N., Sinyukova S.V., Pavlovskij A.E. Влияния различных добавок на окисление липидов и качество солёных лососевых // Изв. ТИНРО. - 1992. - Т. 114. С. 167-174.
13. CHumak A.D., Milenina N.I., Sluckaya T.N., Krotova T.P., CHibiryak L.N., Sinyukova S.V., Pavlovskij A.E. Vliyaniya razlichnyh dobavok na okislenie lipidov i kachestvo solyonyh lososevih // Izv. TINRO. - 1992. - V. 114. pp. 167-174.
14. ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. - М.: Стандартинформ, 2010. 87с.
14. GOST 7636-85 Ryba, morskie mlekopitayushchie, morskie bespozvonochnye i produkty ih pererabotki. Metody analiza. - M.: Standartinform, 2010. 87 p.
15. Abbas K. A., Mohamed A., Jamilah B. Fatty acids in fish and their nutritional values: a review // Journal of Food, Agriculture & Environment. - 2009. - Vol. 7 (3&4). PP. 37-42.
15. Abbas K. A., Mohamed A., Jamilah B. Fatty acids in fish and their nutritional values: a review // Journal of Food, Agriculture & Environment. - 2009. - Vol. 7 (3&4). PP. 37-42.