

**Ключевые слова:**

филе сельди тихоокеанской, посол, созревание, питание детей, соль пищевая с пониженным содержанием натрия

**Keywords:**

pacific herring fillet, salting, maturation, children's nutrition, reduced sodium salt

## Разработка параметров посола филе сельди тихоокеанской для детского питания

DOI

**Коноплева Е.П.** – технолог

по новым продуктам,  
АО «Русское море»;

д-р техн. наук, профессор

**Абрамова Л.С.** – заместитель  
руководителя департамента  
по вопросам качества пищевой  
рыбной продукции, департамент  
мониторинга среды обитания,  
водных биоресурсов и продуктов  
их переработки;

канд. техн. наук

**Гершунская В.В.** – ведущий  
научный сотрудник, отдел  
кормов и кормовых компонентов;  
канд. техн. наук

**Арнаутов М.В.** – ведущий  
научный сотрудник, отдел  
кормов и кормовых компонентов  
ФГБНУ «Всероссийский научно-  
исследовательский институт  
рыбного хозяйства  
и океанографии»

@ katrin\_mix@mail.ru;  
abramova@vniro.ru;  
protein@vniro.ru

### DEVELOPMENT OF PARAMETERS FOR SALTING PACIFIC HERRING FILLETS FOR BABY FOOD

**Konopleva E.P.** – engineer for new products, JSC "Russian sea";

D-r techn. Sciences, Professor **Abramova L.S.** – Deputy head of the Department  
on the quality of the fish production, the Department of environment,  
water resources and products of their processing;

cand. tekhn. of Sciences **Gershunskaya V.V.** – senior researcher,  
Department of feed and feed ingredients;

cand. tekhn. of Sciences **Arnautov M.V.** – senior researcher,  
Department of feed and feed ingredients

All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography»,  
katrin\_mix@mail.ru; abramova@vniro.ru; protein@vniro.ru

The aim of the work was to develop the parameters of the process of salting Pacific herring fillet with a reduced salt content, intended for children's nutrition. For salting, food salt with a reduced sodium content, enriched with potassium, magnesium, was used. Based on the conducted studies, a rational formulation of the salting mixture was selected, consisting of 5 % salt with a reduced sodium content, 4% sugar, 0.35-0.50% citric acid.

It was found that carrying out the salting process for 72-96 hours provides a low-salted fillet with a salt content of 3.5% with high organoleptic parameters, which are determined by the amino nitrogen content of 110-130 mg/100 g of the product and the buffering capacities of 40-45 degrees.

#### ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение здоровья населения страны – одно из приоритетных направлений деятельности государства. Для сохранения здоровья и повышения качества жизни людей, наряду с решением задач в области ранней диа-

гностики, профилактики, реабилитации и лечения наиболее распространенных социально значимых неинфекционных заболеваний, необходимо создание и внедрение новых видов пищевых продуктов со сниженным содержанием насыщен-

ных жиров, сахара и соли, специализированных и функциональных продуктов, в том числе обогащенных макро- и микронутриентами, предназначенных для различных возрастных и профессиональных групп. В соответствии с Федеральным законом от 01.03.2020 № 47-ФЗ, изготовление пищевых продуктов для питания детей должно соответствовать требованиям, предъявляемым к производству специализированной пищевой продукции, удовлетворять физиологические потребности детского организма, а сами продукты должны быть качественными и безопасными [1].

Пищевая продукция, предназначенная для детей дошкольного и школьного возраста, должна отличаться от аналогичной продукции массового потребления использованием для ее изготовления сырья более высокого качества, пониженным содержанием соли, отсутствием в составе химических консервантов, фосфатов и ряда кислот, соответствовать возрастным и физиологическим потребностям в пищевых веществах и энергии.

В настоящее время рекомендуемый ассортимент пищевых продуктов для питания детей в дошкольных и школьных организациях включает сельдь слабосоленую, так как она является источником полноценного легкоусвояемого белка, полиненасыщенных жирных кислот семейства омега-3, витаминов А, D и B12, макро- и микроэлементов. Нами были разработаны основы инновационной технологии филе сельди малосоленой, которое является источником ПНЖК семейства омега-3, натрия, калия, магния и йода и может быть отнесено к специализированной пищевой продукции [2]. Однако для организации производства продукции, к которой предъявляются особые требования, необходимо отработать процесс посола, позволяющий получить продукцию высокого качества, безопасную для детей, доступную с позиции сырьевой базы и стоимости.

В связи с этой целью работы была разработана параметров процесса посола филе сельди тихоокеанской для получения продукции с пониженным содержанием соли, предназначенной для питания детей.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследований использовали мороженое филе сельди тихоокеанской, а также образцы продукции, изготовленные по разработанной технологии. Содержание соли определяли

Цель работы – разработка параметров процесса посола филе сельди тихоокеанской, предназначенного для детского питания. Для посола использовали соль пищевую с пониженным содержанием натрия, обогащенную калием, магнием. На основании проведенных исследований, выбрана рациональная рецептура посолочной смеси, состоящая из 5% соли с пониженным содержанием натрия, 4% сахара, 0,35-0,50% лимонной кислоты.

Установлено, что проведение процесса посола в течение 72-96 ч. обеспечивает получение малосоленого филе с содержанием соли 3,5% с высокими органолептическими показателями, которые определяются содержанием конечных аминокислот (ФТА) в количестве 110-130 мг/100 г продукта и значением буферности в пределах 40-45 градусов.

в соответствии с ГОСТ 7636-85 [3]. Степень созревания характеризовали по показателю буферности, определяемому по ГОСТ 19182-2014 [4] и содержанию конечных аминокислот (ФТА, мг/100 г продукта) методом формольного титрования в собственной модификации [5]. Органолептические показатели оценивали с использованием балльных шкал [6]. Обоснование рациональных режимов посола проводили методом математического планирования по униформ-рототабельному плану второго порядка: устанавливали зависимости степени созревания (накопления формольно-титруемого азота) и органолептических показателей филе сельди малосоленого от продолжительности процесса посола и от концентрации лимонной кислоты в посолочной смеси. Статистическая обработка экспериментальных данных и построение графических зависимостей проводились с использованием стандартных программ – Microsoft Office Excel 2007.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При разработке технологии посола филе сельди тихоокеанской главной целью было получение продукции с низким содержанием соли, имеющей высокие органолептические показатели, безопасной для детского питания.

С целью уменьшения содержания поваренной соли в готовой продукции, для посола использо-

**Таблица 1.** Химический и гранулометрический состав соли с пониженным содержанием натрия /

**Table 1.** Chemical and granulometric composition of salt with a reduced sodium content

Название компонента	Содержание, %
Массовая доля хлористого натрия, %	68,0 ± 5,0
Массовая доля натрий-иона, %	27,0 ± 4,0
Массовая доля калий-иона, %	14,0 ± 2,0
Массовая доля магний-иона, %	0,5 ± 0,1
Массовая доля влаги, %	не более 1,0
Массовая доля нерастворимого в воде остатка, %	не более 0,2
pH раствора	6,5-8,0
Гранулометрический состав, %	
До 0,8 мм включительно	не более 75,0
Свыше 0,8 до 1,2 мм включительно	не более 25,0

вали соль пищевую производства ЗАО «Валетек Продимпекс» с пониженным содержанием натрия, в которой хлорид натрия заменен на соли калия и магния, качественные показатели которой приведены в таблице 1.

Как видно из представленного состава, данная соль содержит значительное количество ионов калия и магния. Хорошо известно, что от количества примесей в соли в значительной мере зависит скорость посола и качество готового соленого продукта. Из литературных данных известно, что содержание хлоридов магния приводит к снижению скорости проникновения соли в мышечную ткань, а также к получению продукции с более жесткой консистенцией и с привкусом горечи. Кроме того, при посоле филе сухим способом рекомендуется использовать соль среднего помола с величиной зерен от 1,0 до 2,5 мм. Если солить мелкой солью, то образуется брак – соляной ожог, так как в связи с большой гигроскопичностью мелкой соли происходит быстрое обезвоживание поверхности [7]. Эти особенности требуют разработки специальных технологических подходов к посолу филе сельди солью с пониженным содержанием натрия, предусматривающие содержание соли и состав смеси для посола и способ посола.

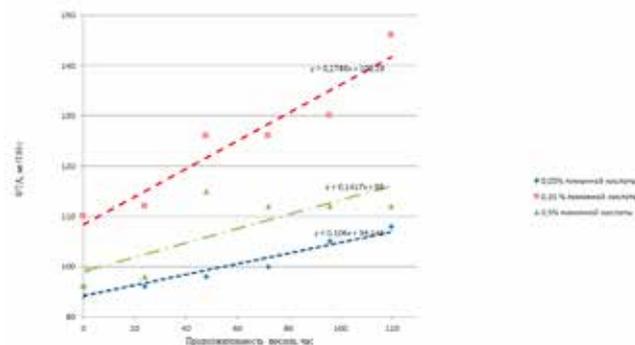
В соответствии с рекомендациями МР 2.4.5.0107-15 «Организация питания детей дошкольного и школьного возраста в организованных коллективах», в рационы питания рекомендуется включать сельдь слабосоленую [8], с содержанием соли до 6%. Для снижения содержания соли в готовой продукции, предназначенной для питания детей, разрабатывали способ посола филе, содержание соли в котором должно быть не более 5%, поэтому соль вносили в посолочную смесь в количестве не более 5% от массы сырья. Кроме того, использовали сахар при посоле, т.к. из литературных данных известно, что сахар способствует созреванию и делает сельдь особенно нежной на вкус [9; 10].

При разработке состава смеси для посола учитывали, что главную роль в регулировании процесса посола и дальнейшего созревания играют ферментные системы рыбного сырья. О составе протеолитических ферментов принято судить по характеру зависимости активности пептидгидролаз от pH. Согласно литературным данным, при исследовании pH-характеристик активности комплексов пептидгидролаз показано, что, несмотря на значительные колебания активности пептидгидролаз, оптимальные значения pH для гидролиза белковых веществ рыбного сырья практически постоянны и не зависят от вида рыбы [11]. Также было установлено, что для рыбного сырья характерны три комплекса протеолитических ферментов: комплекс кислых тканевых пептидгидролаз, проявляющий максимальную активность при pH 3-4; комплекс кислых пептидгидролаз внутренних органов рыб с максимальной активностью при pH 3; комплекс щелочных пептидгидролаз внутренних органов рыбы с максимальной активностью при pH 7-8 [12-14]. Хорошо известно, что в процессе посола и последующего созревания сель-

ди ферменты внутренностей обладают наибольшей активностью, по сравнению с ферментами мышечной ткани. В связи с тем, что в качестве сырья при посоле будет использоваться филе, рассматривать можно только вопрос активизации ферментов мышечной ткани сельди, таких как кальций зависимые протеиназы семейств кальпаинов (pH действия около 7) и комплекс кислых пептидгидролаз, в состав которого в основном входят ферменты типа катепсинов, протеолитическая активность которых зависит от величины pH и максимальная активность проявляется при значениях pH около 4 [12]. Поэтому, при посоле рыбного филе требуется специальный подход, базирующийся на активации ферментов мышечной ткани для получения готовой соленой продукции со вкусом и запахом, свойственными созревшей рыбе.

В процессе изучения посола и созревания, при различных значениях pH среды, была выбрана лимонная кислота, так как, согласно требованиям, ее использование разрешено при производстве продукции детского питания.

На основании рассмотренных выше особенностей посола и для получения малосоленой продукции готовили посолочную смесь, состоящую из соли с пониженным содержанием натрия в количестве 5% от массы филе в смеси с сахаром 4% и лимонной кислотой. Содержание лимонной кислоты варьировало от 0,05 до 1% от массы сырья, однако внесение 1,0% лимонной кислоты, согласно результатам дегустации, приводило к получению продукта с кислым вкусом, жесткой консистенцией, которые свойственны подмаринованной продукции. Чтобы избежать соляного ожога – негативного воздействия мелкой соли на филе, посолочную смесь предварительно смешивали в соотношении 1:1 с водой и в виде пасты наносили на поверхность филе в количестве 10% (от массы филе). Посол проводили при температуре около +5°C от 1 до 5 суток.



**Рисунок 1.** Изменение показателя ФТА филе сельди малосоленого, в зависимости от продолжительности процесса посола и содержания лимонной кислоты в посолочной смеси

**Figure 1.** Change in the FTA index of lightly salted herring fillets, depending on the duration of the salting process and the content of citric acid in the salting mixture

Качество соленой продукции характеризовали по показателю буферности и содержанию конечных аминокислот методом формольного титрования (ФТА). Показатель буферности соленой продукции дает информацию о содержании в продукции пептидов различной молекулярной массы и свободных аминокислот, обладающих буферными свойствами, то есть способностью противостоять резкому изменению pH среды при добавлении сильной кислоты или щелочи. Чем больше буферность, тем больше продуктов распада белка, то есть больше степень созревания. Согласно литературным данным, тихоокеанская сельдь характеризуется следующими значениями буферности (в градусах): для сельди неразделанной нагульной начало созревания – 80-100; созревание – 80-180; перезревание – 160 и выше [13]. Однако для филе сельди степень созревания, как показатель качества, не регламентируется ни одним техническим документом. Ранее, в результате экспериментальных исследований, нами установлено, что для малосоленого филе, изготовленного путем посола без применения созревателей, значения содержания конечных аминокислот (ФТА) для качественной созревшей продукции должно составлять 110-140 мг/100 г продукта, тогда как значения буферности – в пределах 40-45 градусов [5].

Изменение содержания ФТА филе сельди малосоленого, в зависимости от продолжительности посола и содержания лимонной кислоты в посолочной смеси, представлено на рисунке 1.

Полученные образцы малосоленой продукции оценивали по органолептическим показателям,

согласно которым сделан вывод, что содержание лимонной кислоты в посолочной смеси в количестве 0,25-0,50% (от массы филе) способствует созреванию продукции, и, как следствие, появлению вкуса и запаха созревшей рыбы.

С целью установления рациональных параметров технологического процесса посола филе сельди анализировали зависимость накопления формольно-титруемого азота в соленом полуфабрикате и органолептических показателей малосоленого филе сельди от продолжительности процесса посола и концентрации лимонной кислоты в посолочной смеси.

Матричный план интервалов варьирования факторов – продолжительности процесса,  $t$  ( $10^2$ с) и концентрации лимонной кислоты в посолочной смеси,  $C$  (%), приведен в таблице 2.

В результате реализации плана двухфакторного эксперимента и статистической обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии, описывающее зависимость накопления формольно-титруемого азота от продолжительности процесса посола и от концентрации лимонной кислоты в посолочной смеси (рис. 2а):

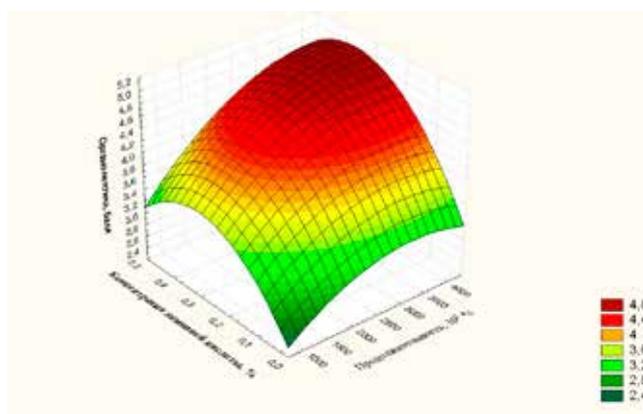
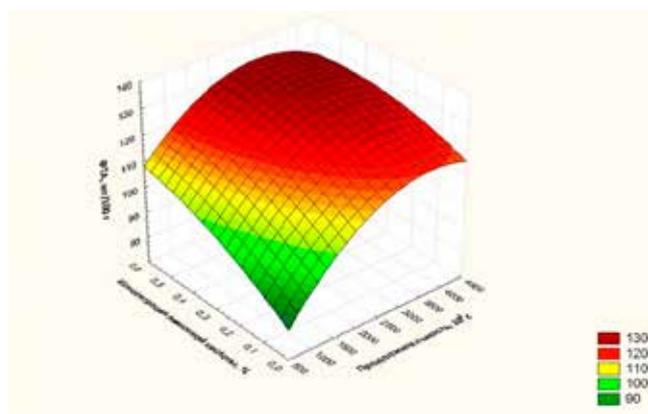
$$N_1 = A * (69,1477 + 0,0266 * \tau + 75,1675 * C' - 3,618E-6 * \tau'^2 - 0,0071 * C' - 45,8626 * \tau' * C'), \text{ мг/100 г}$$

где,  $N_1$  – содержание формольно-титруемого азота, мг/100 г;

$A$  – эмпирический коэффициент, имеющий размерность, мг/100 г, и равный 1, где  $\tau'$  и  $C'$  – относительные величины;  $E$  – экспонента.

**Таблица 2.** Характеристики технологических параметров изготовления малосоленого филе сельди для математического моделирования / **Table 2.** Characteristics of technological parameters for the production of lightly salted herring fillets for mathematical modeling

Технологические параметры	Размерность параметров	Интервал варьирования	Уровень варьирования		
			Нижний (-1)	Средний (0)	Верхний (+1)
Продолжительность, $\tau$	$10^2$ с	864-4320	864	2592	4320
Концентрация лимонной кислоты, $C$	%	0,05-0,50	0,05	0,275	0,50



**Рисунок 2.** Исследование зависимости накопления формольно-титруемого азота (а) и органолептических показателей (б) филе сельди малосоленого от продолжительности процесса посола и концентрации лимонной кислоты в посолочной смеси

**Figure 2.** Study of the dependence of the accumulation of formol-titrated nitrogen (a) and organoleptic parameters (b) of low-salted herring fillet on the duration of the salting process and the concentration of citric acid in the salting mixture

$$\tau' = \tau'_{\text{ист}} / \tau, (\tau = 1)$$

$$C' = C'_{\text{ист}} / C, (C = 1)$$

При изучении зависимости органолептических показателей филе сельди малосоленого от продолжительности процесса посола и концентрации лимонной кислоты в посолочной смеси, получено уравнение регрессии, описывающее органолептические показатели при различном содержании лимонной кислоты в посолочной смеси (рис. 2б):

$$K_{\text{орг}} = B * (1,8371 + 0,000 * \tau + 7,9827 * C - 1,3077E-5 * \tau^2 - 7 * C' * C' + 0,0005 * C' * \tau'), \text{ балл}$$

где  $K_{\text{орг}}$  – органолептический показатель, балл;  
 $B$  – эмпирический коэффициент, имеющий размерность, балл, и равный 1, где  $\tau'$  и  $C'$  – относительные величины;  $E$  – экспонента.

$$\tau' = \tau'_{\text{ист}} / \tau, (\tau = 1);$$

$$C' = C'_{\text{ист}} / C, (C = 1).$$

На основании полученных данных изучения процесса посола филе сельди были выявлены рациональные режимы технологического процесса: продолжительность процесса 72-96 ч (2592-34568  $10^2$  с), концентрация лимонной кислоты 0,35-0,40% от массы филе. При дальнейшем увеличении продолжительности процесса посола и концентрации лимонной кислоты в посолочной смеси не происходит значительного накопления формально-титруемого азота и не наблюдается улучшения органолептических показателей.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований разработаны параметры технологии посола филе сельди с использованием посолочной смеси, состоящей из 5% соли с пониженным содержанием натрия, 4% сахара, 0,35% лимонной кислоты, установлен способ посола путем нанесения посолочной смеси на филе в виде пасты в количестве 10% от массы филе.

Установлено, что посол в течение 72-96 часов обеспечивает получение малосоленого филе с содержанием соли 3,5%, с высокими органолептическими показателями, которые определяются содержанием конечных аминокислот (ФТА) в количестве 110-130 мг/100 г продукта и значением буферности – в пределах 40-45 градусов.

### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Федеральный закон от 1 марта 2020 г. N 47-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О качестве и безопасности пищевых продуктов» и статью 37 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации». [https://rg.ru/2020/03/03/pitanie-dok.html].
1. Federal Law No. 47-FZ of March 1, 2020 "On Amendments to the Federal Law" On the Quality and Safety of Food Products "and Article 37 of the Federal Law" On Education in the Russian Federation". [https://rg.ru/2020/03/03/pitanie-dok.html].
2. Абрамова Л.С. Инновационная технология малосоленой продукции на основе филе сельди тихоокеанской/ Л.С. Абрамова., В.В. Гершунская., Е.П. Гофербер. (Коноплева Е.П.), С.В. Добренкова., Л.Х. Вафина. // Рыбное хозяйство. – 2017. №1. – С. 91-96.

2. Abramova L.S. Innovative technology of low-salted products based on Pacific herring fillet/ L.S. Abramova., V.V. Gershunskaya., E.P. Goferber. (Konopleva E.P.), S.V. Dobrenkova., L.H. Vafina. // Fisheries. – 2017. No. 1 – P. 91-96.
3. ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М.: Стандартинформ, 2010. – 87 с.
3. GOST 7636-85 Fish, marine mammals, marine invertebrates and products of their processing. Methods of analysis. Moscow: Standartinform, 2010. – P. 87.
4. ГОСТ 19182-2014 Пресервы из рыбы. Методы определения буферности. М.: Стандартинформ, 2015. – 7 с.
4. GOST 19182-2014 Fish preserves. Methods for determining buffering. M.: Standartinform, 2015. – P. 7
5. Абрамова Л.С. Объективный показатель биохимических процессов созревания филе сельди малосоленого / Л.С. Абрамова, Е.П. Гофербер // Известия КГТУ. – 2017. – № 47. – С. 73-79
5. Abramova L.S. Objective indicator of biochemical processes of maturation of low-salted herring fillets / L.S. Abramova, E.P. Goferber // Izvestiya KSTU. – 2017. – No. 47. – P. 73-79
6. Сафронова Т.М. Справочник дегустатора рыбы и рыбной продукции. – М.: ВНИРО, 1998. – 224 с.
6. Safronova T.M. Handbook of fish taster and fish products. – M.: VNIRO, 1998. – P. 224.
7. Энциклопедия «Пищевые технологии». Технологии рыбной промышленности. В 2-х частях // Москва, 2019. – Часть 1. – 405 с.
7. Encyclopedia "Food technologies". Technologies of the fishing industry. In 2 parts // Moscow, 2019. – Part 1 – P. 405.
8. МР 2.4.5.0107-15 Организация питания детей дошкольного и школьного возраста в организованных коллективах: Методические рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2016. – 14 с.
8. MR 2.4.5.0107-15 Organization of nutrition for preschool and school-age children in organized groups: Methodological recommendations. - Moscow: Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rosпотребнадзор, 2016. – P. 14.
9. Всё о сельди // Рыба и морепродукты. 2013. – № 3. – С. 25-28.
9. All about herring // Fish and seafood. 2013. – No. 3. – P. 25-28.
10. Андреев М.П. Некоторые этапы совершенствования технологии соленой продукции с промежуточной влажностью на основе рыбного фарша / М.П. Андреев, Б.Л. Нехамкин, Е.И. Степаненко // Рыбное хозяйство. – 2016. – № 2. – С. 108-111.
10. Andreev M.P. Some of the stages of improvement of technology of salt production with intermediate moisture content based on minced fish / M.P. Andreev, B.L. Nehamkin, E.I. Stepanenko // Fisheries. – 2016. – No. 2. – P. 108-111.
11. Шендерюк В.И. Производство слабосоленой рыбы. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – С. 112-131.
11. Shenderuk V.I. Production of salted fish. – M.: Food industry, 1976. – P. 112-131.
12. Быков В.П. Изменение мяса рыбы при холодильной обработке: Автолитические и бактериальные процессы. – М.: Агропромиздат. – 1987. – 221 с.
12. Bykov V.P. Changes of fish meat during refrigerated cold treatment: The Autolytic and bacterial processes. – M.: Agropromizdat. – 1987. – P.221.
13. Schubring R. Comparison of the ripening process in salted Baltic and North Sea herring as measured by instrumental and sensory methods / R. Schubring, J. Oehlenschlager // Z. Lebensm Unters Forsch A., 1997. – 205. – P. 89-92.
13. Schubring R. Comparison of the ripening process in salted Baltic and North Sea herring as measured by instrumental and sensory methods / R. Schubring, J. Oehlenschlager // Z. Lebensm Unters Forsch A., 1997. – 205. – P. 89-92.
14. Olsen S., Skara T. Chemical changes during ripening of North Sea herring. 1997. https://www.researchgate.net/publication/262047752.
14. Olsen S., Skara T. Chemical changes during ripening of North Sea herring. 1997. https://www.researchgate.net/publication/262047752.
15. Богданов В.Д., Благонравова М.В., Салтанова Н.С. Современные технологии производства соленой продукции из сельди тихоокеанской и лососевых/ В.Д. Богданов, М.В. Благонравова, Н.С. Салтанова // Петропавловск-Камчатский: Новая книга, 2007. – 235 с.
15. Bogdanov V.D. Modern technologies of production of salty products from Pacific herring and salmon/ V.D. Bogdanov, M.V. Blagonravova, N.S. Soltanova // Petropavlovsk-Kamchatsky: New Book, 2007. – P. 235.