
ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 664

В.Д. Богданов, Ф.Б. Волотка, О.В. Кузнецова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, Владивосток, ул. Луговая, 52б

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЫБНЫХ ФОРМОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Представлены результаты исследования рациональных режимов тепловой обработки формованных изделий из дальневосточной красноперки. Данные исследования показывают влияние способа термической обработки на выход готовой продукции, содержание солерастворимых белков и органолептические показатели.

Ключевые слова: дальневосточная красноперка, *Tribolodon brandtii*, фарш, котлеты, термическая обработка, органолептика, пивная дробина, белок.

V.D. Bogdanov, F.B. Volotka, O.V. Kuznetsova **JUSTIFICATION OF RATIONAL HEAT TREATMENT OF FISH PRODUCTS MOLDING**

The results of the study of rational modes of heat treatment of molded products from the Far East rudd. The data show the influence of the method of heat treatment on the finished product, the content of salt-soluble proteins and sensory characteristics.

Key words: Far rudd, *Tribolodon brandtii*, beef, burgers, heat treatment, organoleptic, brewer's grain, protein.

Россия относится к ведущим мировым державам в области рыболовства и потребления рыбы. Широкое использование водных биологических ресурсов – один из важнейших путей решения проблемы питания и здоровья населения. Современное развитие мирового рыболовства свидетельствует о возрастающей роли прибрежного лова как следствия снижения объемов промысла, который хотя и базируется на массовом и относительно дешевом сырье, осуществляется крупнотоннажным флотом, что в условиях рыночной экономики влечет за собой удорожание продукции из-за высоких топливных, эксплуатационных, ремонтных и других затрат [7].

В настоящее время существует группа промысловых, но недостаточно используемых видов рыб прибрежного рыболовства, таких, как дальневосточная красноперка, или мелкочешуйный угай (*Tribolodon brandtii*), и кефаль-лобан (*Mugil cephalus*) [3], которые в настоящее время недоулавливаются по причине низкого спроса на рынке и отсутствия промышленных технологий их переработки [6]. Одним из видов переработки рыб прибрежного лова является производство формованных изделий.

Приготовление формованных изделий (котлет, биточков, тефтелей и фрикаделей) практически идентично, основные различия заключаются в рецептурах фаршевых смесей, форме и массе изделий [1]. Поэтому технологию приготовления формованных изделий целесообразно рассмотреть на примере котлет.

Тепловая обработка рыбных формованных изделий производится с целью доведения продукта до кулинарной готовности, для придания улучшенных вкусоароматических

свойств готового продукта, повышения пищевой ценности, а также улучшения его санитарного состояния (замедление биохимических процессов приостанавливает деятельность тканевых и бактериальных ферментов). При прогреве рыбы до температуры 37-50 °С начинается процесс денатурации и коагуляции белков, а при достижении температуры 80-90 °С коагуляция белков достигает максимума. При температуре свыше 120 °С может происходить распад белков с образованием аммиака, сероводорода и других летучих оснований, снижается биологическая ценность рыбы. Для придания продукту полной кулинарной готовности требуется достижение температуры до 90-100 °С или более длительная выдержка изделия при температуре 70-80 °С, когда погибает большая часть микроорганизмов. При этом излишняя тепловая обработка может привести к дезагрегации глютена и ослаблению консистенции формованного изделия [4, 5].

Актуальной задачей является разработка новых способов сохранения нативных свойств гидробионтов в условиях тепловой обработки.

Основным сырьем для производства рыбных формованных изделий являлась дальневосточная красноперка, или мелкочешуйный угай (*Tribolodon brandtii*), выловленный в зал. Петра Великого в период с сентября по октябрь 2013 г., соответствующие ГОСТ 814-96 «Рыба охлажденная» [8].

Рыбу разделявали на филе, которое измельчали на мясорубке с диаметром отверстий решетки 3 мм. В процессе приготовления котлет растительные компоненты предварительно измельчались до однородного состояния и смешивались с рыбным фаршем. Далее вводились остальные компоненты (перец черный, соль и яичный порошок) и также смешивались. Из полученной массы формовались котлеты овальной формы. Масса одной котлеты 65±3 г. Для того чтобы установить оптимальный режим термической обработки, использовали четыре способа приготовления кулинарных изделий:

1. Полуфабрикаты помещали в пароварку, в которой подвергали тепловой обработке в течение 10 мин до достижения кулинарной готовности.

2. Полуфабрикаты обжаривали в растительном масле (фритюре) при температуре 160 °С в течение 2 мин до кулинарной готовности.

3. Полуфабрикаты панировали в панировочной среде из измельченной сухой пивной дробины, обжаривали в растительном масле (фритюре) при температуре 160 °С в течение 30 с, затем подвергали тепловой обработке в пароварке в течение 8 мин до достижения кулинарной готовности (комбинированный способ 1).

4. Полуфабрикаты панировали в панировочной среде из пивной дробины, помещали в пароварку, где они пропаривались в течение 8 мин, затем обжаривали во фритюре при температуре 160 °С в течение 30 с до образования румяной коричневой корочки (комбинированный способ 2).

Для исследований нами подготовлено 6 образцов готовой продукции:

- № 1 – панированная котлета, термически обработанная на пару;
- № 2 – котлета без панировки, термически обработанная на пару;
- № 3 – панированная котлета, обжаренная во фритюре;
- № 4 – котлета без панировки, обжаренная во фритюре;
- № 5 – панированная котлета, сначала обжаренная во фритюре в течение 30 с, а затем термически обработанная на пару в течение 8 мин;
- № 6 – панированная котлета, термически обработанная на пару в течение 8 мин, а затем обжаренная во фритюре в течение 30 с.

После термической обработки все котлеты охлаждались на воздухе до температуры не выше +15 °С.

Пивная дробина представляет собой гущу светло-коричневого цвета со специфическим запахом и вкусом ячменного сухого солода. Пивную дробину сушили при темпера-

туре 70 °С, измельчали и просеивали. В работе использовали фракцию пивной дробины с размерами частиц менее 1 мм.

Общий химический состав образцов определяли стандартными методами по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа».

Определение содержания водорастворимых и солерастворимых белков производили путем экстракции водорастворимой и солерастворимой фракции белков из гомогенизированных образцов готовой продукции и последующим количественным определением белка в экстрактах.

Потери массы (%) при тепловой обработке образцов определяли методом взвешивания до и после термической обработки (после охлаждения до температуры 40±2 °С).

Качество рыбных формованных изделий оценивали органолептическими методами, используя пятибалльные шкалы, которые позволяют дегустаторам со средней сенсорной чувствительностью и опытом получить достаточно точные результаты (Сафронова, 1998).

Результаты и их обсуждение

Одним из основных способов приготовления формованных рыбных изделий является обжаривание. В процессе обжаривания в тканях рыбы происходят сложные процессы, приводящие к изменению их физико-химических свойств и гистологической структуры.

Жир, находящийся в тканях рыбы, особенно жирной, во время обжаривания частично вытапливается и смешивается с растительным маслом, в котором обжаривается рыба. Вместе с тем некоторое количество масла впитывается в рыбу вследствие капиллярного поглощения его тканями рыбы.

В табл. 1 приведены сравнительные данные химического состава мышечной ткани рыб до и после обжаривания.

Таблица 1

Сравнительные данные химического состава мышечной ткани рыб до и после обжаривания, %

Table 1

Comparative data of the chemical composition of fish muscle tissue before and after frying, %

Виды рыб	До обжаривания			После обжаривания		
	Вода	Жир	Белок	Вода	Жир	Белок
Дальневосточная красноперка	76,1	4,1	20,8	64,7	11,1	23,9
Кефаль-лобан	71,4	4,2	20,3	60,6	12,0	23,6
Лещ*	78,5	2,0	17,4	65,9	8,5	23,1

* Справочные данные (Артюхова С.А., Баранов В.В. и др. Технология рыбы и рыбных продуктов..., 2010).

Данные табл. 1 показывают, что дальневосточная красноперка и кефаль-лобан содержат белка 20,8 и 20,3 % соответственно. После обжаривания количество белка увеличилось на 3,1 % в дальневосточной красноперке и на 3,3 % – в кефаль-лобане. Это объясняется обезвоживанием рыбы при воздействии на нее высокой температуры при тепловой обработке, что также видно из данных табл. 1. Часть растительного масла при обжаривании впитывается, что увеличивает содержание жира в котлетах из дальневосточной красноперки на 9,0 % и на 7,8 % – в кефаль-лобане. Следует отметить, что полученные нами данные подтверждают результаты аналогичных исследований на пресноводных рыбах [1].

Применение жестких температурных режимов при термообработке рыбных формованных изделий приводит к большим потерям массы продукта, связанным с выделением и испарением воды и повышением степени денатурации мышечных белков, что в целом отрицательно сказывается на выходе готовой продукции, а также ее консистенции.

Изменение содержания солерастворимых белков в рыбных формованных изделиях из мышечной ткани дальневосточной краснопёрки в зависимости от способа термической обработки представлено на рис. 1.

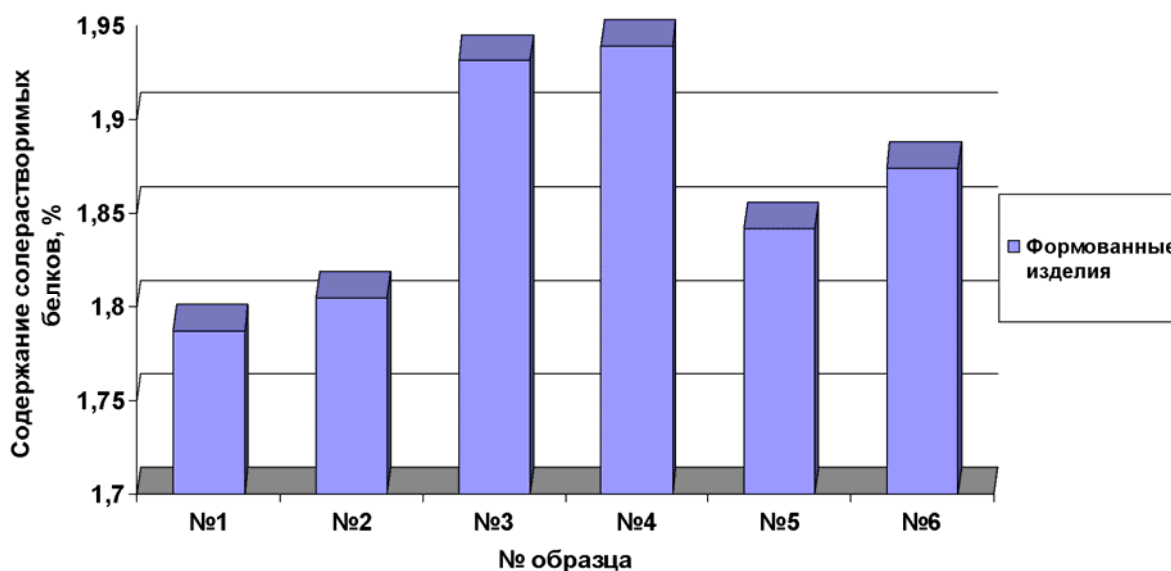


Рис. 1. Изменение содержания солерастворимых белков в рыбных формованных изделиях из дальневосточной краснопёрки в зависимости от способа термической обработки, %

Fig. 1. Changing one salt-soluble protein content in the fish products molded from the Far rudd depending on the method of heat treatment, %

Приведенные на рис. 1 данные показывают влияние способа термического воздействия на степень денатурации белков рыбных формованных изделий. Из представленных данных следует, что в зависимости от способа термической обработки содержание солерастворимых белков изменяется. Наименьшие денатурационные изменения произошли в образцах № 3 и 4 (образцы обжаривались во фритюре), которые в отличие от других представленных образцов подвергались тепловой обработке в течение минимально короткого времени (2 мин). Наибольшая степень денатурации белка произошла в образцах № 1 и 2, различие между которыми несущественно и составляет 0,02 %, при этом время воздействия на продукт тепловой среды составило 10 мин, а температура острого пара – около 100 °С.

Отличия степени денатурации в образцах № 5 и 6 при различной последовательности комбинирования тепловой обработки незначительны и составляют 0,03 %.

Таким образом, наименьшие денатурационные изменения в рыбных формованных изделиях произошли при кратковременной обработке во фритюре, по сравнению с воздействием острым паром.

Нами проведены исследования влияния способа термической обработки на выход готовой продукции из мышечной ткани дальневосточной краснопёрки, которые представлены на рис. 2.

Исследование потери массы формованных изделий из мышечной ткани дальневосточной краснопёрки (рис. 2) показывает, что выбор тепловой обработки влияет на выход гото-

вой продукции. Наименьшее значение потерь массы при термической обработке в исследуемых образцах составляет 8,38 % в образце, который приготовлен во фритюре с использованием панировки из пивной дробины. Показатель потерь массы у образцов № 1 и 2, приготовленных на пару, немного выше и составляет 12,64 и 14,81 % соответственно. Котлеты, приготовленные комбинированным способом (образцы № 5 и 6), имеют различные значения показателя потерь, который зависит от последовательности комбинирования способов тепловой обработки. Образец № 5, обработанный вначале в горячем масле (фритюре), а затем – на пару, имеет потери массы 10,03 %. Вероятно, это можно связать с появлением на поверхности котлеты, в панировочном слое, тонкой маслянистой пленки, которая препятствует (уменьшает) выход воды при обработке паром из готового продукта. В отличие от образца № 5, основные потери при тепловой обработке в образце № 6 происходят на первой стадии (при обработке паром).

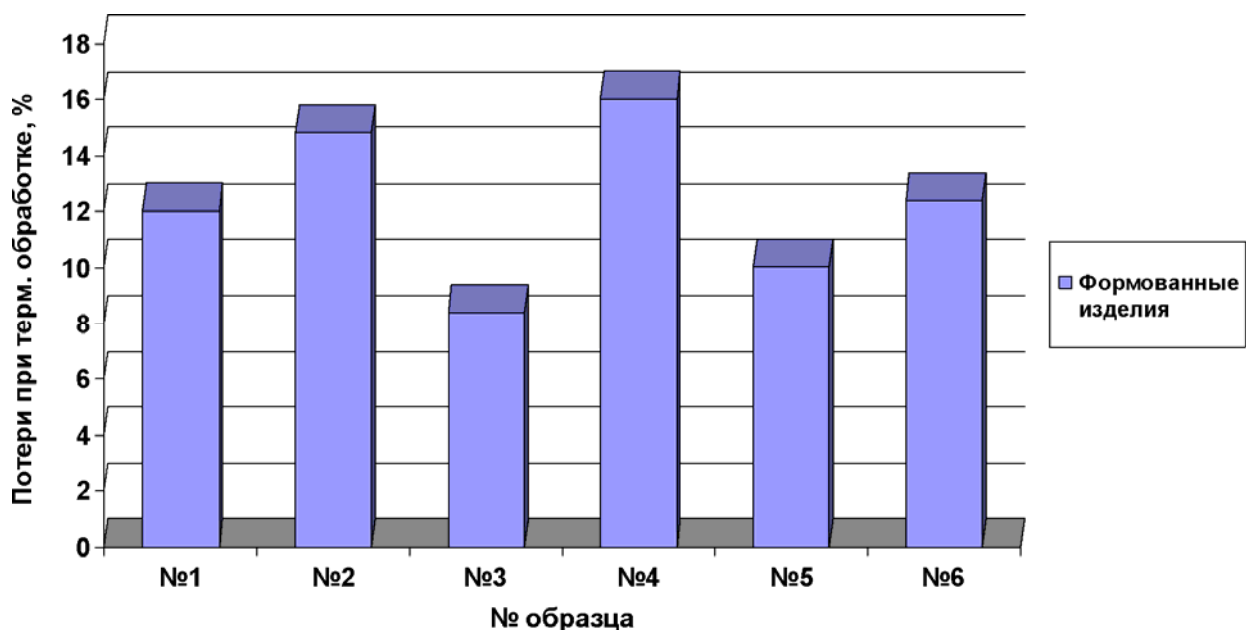


Рис. 2. Потери массы при термической обработке рыбных формованных изделий из мышечной ткани дальневосточной красноперки в зависимости от способа термической обработки, %
 Fig. 2. Mass loss during the heat treatment of the molded articles fish muscle tissue Far rudd depending on the method of heat treatment, %

Использование сухой пивной дробины в качестве панировочной среды также влияет на выход готовой продукции в сторону его увеличения. Так, в образце № 3 наблюдается самое низкое значение потерь массы продукции из всех представленных образцов (8,38 %), однако образец № 4, прошедший аналогичную термическую обработку во фритюре, но без использования панировочной среды, имеет потерю массы 16,01 %, т.е. почти в 2 раза больше.

Уменьшение потерь массы при использовании панировочной среды из сухой пивной дробины, вероятно, связано с тем, что содержащийся в пивной дробине крахмал (до 44,9 % от общего содержания углеводов) набухает, происходит процесс клейстеризации, его частицы поглощают свободно связанную воду и увеличиваются в объеме [12], что приводит к уплотнению фаршевой массы при ее термической обработке, и соответственно не дает воде отделяться. Можно сделать вывод о том, что панировка из сухой пивной дробины уменьшает потери при термической обработке.

Также нами проведена органолептическая характеристика готовых формованных изделий из дальневосточной краснопёрки после термообработки, результаты которой представлены в табл. 2.

В результате органолептического анализа (табл. 2) установлено, что все готовые изделия по внешнему виду имеют правильную, круглую форму с ровным контуром. У всех образцов при разрезании имеется небольшая рыхлость на срезе, которая не влияет на консистенцию готовой продукции.

Таблица 2

Органолептическая оценка готовой продукции из фарша дальневосточной краснопёрки

Table 2

Sensory evaluation of finished products from minced the Far East rudd

№	Показатели качества готового продукта				
	Внешний вид	Запах (аромат)	Вкус	Консистенция	Цвет
1	Правильной, круглой формы, поверхность ровная	Приятный рыбный аромат	Приятный, рыбный, хорошо выражен, гармоничный	Однородная, немного влажная, мягкая	Темно-коричневая корочка (шоколадного цвета), на срезе светлое мясо
2	Правильной, круглой формы, поверхность ровная, плотная	Насыщенный, приятный аромат вареной рыбы	Приятный, свойственный данной рыбе	Однородная, очень сочная, нежная	Светло-серый, на срезе светлое мясо
3	Правильной, круглой формы, поверхность ровная, плотная	Приятный, гармоничный, ярко выраженный аромат жареных котлет	Приятный, обжаренного продукта, свойственный данной рыбе	Мягкая, влажноватая	Коричневая корочка, на срезе светлое мясо
4	Правильной, круглой формы, поверхность ровная	Приятный аромат жареных котлет	Приятный, обжаренного продукта, свойственный данной рыбе	Однородная, нежная, сочная	Светлый на поверхности и срезе
5	Правильной, круглой формы, поверхность ровная, гладкая	Приятный рыбный аромат	Рыбный, сочный, пропаренного продукта	Однородная, мягкая, излишне влажная (выделяется сок)	Коричневая корочка, на срезе светлое мясо
6	Правильной, круглой формы, поверхность ровная	Приятный рыбный аромат	Приятный, пропаренного продукта, свойственный данной рыбе	Однородная, мягкая, не водянистая, нежная	Коричневая корочка, на срезе светлое мясо

Образец № 1, поверхность которого покрывалась тонким слоем сухой пивной дробины, имеет необычно привлекательную темно-коричневую корочку шоколадного цвета, при разрезании цвет мяса светлый, аромат пропаренных рыбных изделий. Вкусовой букет приятный, рыбный, при разжевывании появляется небольшая влажность (водянистость), что можно объяснить накоплением свободной воды, которая задерживается благодаря сформировавшейся на поверхности корочки из слоя пивной дробины. Изделие № 2 имеет светло-серый цвет, вкус и запах, характерный для данной рыбы. Консистенция очень сочная, нежная, излишней воды нет. Образцы № 3 и 4 имеют жирный блеск на поверхности

благодаря впитавшемуся растительному маслу из фритюра. Стоит отметить, что запах (аромат) данных образцов более насыщенный, чем образцов, обработанных на пару. Вкус приятный, гармоничный, ярко выражен, жареных котлет. Образец № 3 имеет плотную корочку коричневого слоя, целостность панировочного слоя не нарушена. Консистенция при разжевывании немного влажновата. Образец № 4 также имеет плотную структуру, поверхность гладкая светло-серого цвета.

Образец № 5, обработанный комбинированным способом тепловой обработки, имеет коричневого цвета корочку, поверхность не жирная. Консистенция излишне влажная, при разжевывании выделяется излишняя влага. Сформировалась корочка при обжаривании. Продукт имеет внешний вид и запах обжаренной котлеты, а вкус пропаренной рыбы.

Образец № 6, обработанный комбинированным способом тепловой обработки, имеет приятный аромат жареной рыбы, поверхность ровную, вкус пропаренной рыбы с приятным послевкусием жареной. Цвет поверхности коричневый, на срезе мясо белого цвета. Консистенция сочная, нежная, мягкая, присущая пропаренному продукту, сочная, тает во рту.

Проводя итоговую сенсорную оценку готовых формованных рыбных изделий из дальневосточной краснопёрки после тепловой обработки, можно сказать, что все образцы, прошедшие разные способы тепловой обработки (обжарка, пропаривание, комбинированный), имеют высокие органолептические показатели готового продукта.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования показывают, что формованные изделия из дальневосточной краснопёрки с добавлением пивной дробины, приготовленные по разработанной нами технологии, имеют высокую органолептическую оценку.

Наименьшие денатурационные изменения в рыбных формованных изделиях произошли в образцах, полученных при кратковременном воздействии фритюра, наибольшие – при более длительной обработке на пару.

На выход формованных изделий из дальневосточной краснопёрки влияет выбор способа тепловой обработки, а также использование сухой пивной дробины в качестве панировочной среды, которая уменьшает потери формованного продукта.

Органолептические исследования показали, что все готовые изделия после термической обработки имеют высокие сенсорные показатели.

Список литературы

1. Артюхова С.А., Баранов В.В., Шендерюк В.И. и др. Технология рыбы и рыбных продуктов / под ред. А. М. Ершова. – М.: Колос, 2010. – 1064 с.
2. Антипова Л.В., Толпыгина И.Н. Расширение ассортимента рыбных продуктов // Рыб. хоз-во. – 2002. – № 2. – С. 52-55.
3. Богданов В.Д., Волотка Ф.Б. Технохимическая характеристика дальневосточной краснопёрки и кефали-лобана // Изв. ТИНРО. – 2012. – Т. 170. – С. 271-283.
4. Борисочкина Л.И., Гудович А.И. Производство рыбных кулинарных изделий. – М.: Агропромиздат, 1985. – 223 с.
5. Борисочкина Л.И., Дубровская Т.А. Технология продуктов из океанических рыб. – М., 1988. – 209 с.
6. Волотка Ф. Б. Дальневосточная краснопёрка (*Tribolodon brandtii*) и кефаль-лобан (*Mugil cephalus*) – объекты прибрежного рыболовства Приморского края // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы Междунар. науч.-техн. конф.: в 2 ч. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – Ч. I. – С. 311-315.

7. Основные направления развития и совершенствования производственно-хозяйственной деятельности рыбного хозяйства Приморского края до 2015 года. – Владивосток, 2004. – 588 с.

8. Межгосударственный стандарт: Рыба охлажденная. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ICED FISH. SPECIFICATIONS ГОСТ 814-96. – М.: Изд-во стандартов, 1997. – 6 с.

9. Острик А.С. Использование нетрадиционного сырья в кондитерской промышленности: справ. – Киев: Урожай, 1989. – С. 52-58.

10. Долгушина С.В. и др. Экологические аспекты использования отходов пивоварения // Пиво и напитки. – 2003. – № 2. – С. 28-29.

11. Park J.N., Hwang K.T., Kim S.B., Kim S.Z. Partial replacement of NaCl by KCl in salted mackerel (*Scomber japonicus*) fillet products: effect on sensory acceptance and lipid oxidation // International journal of food science and technology. – 2009. – Vol. 44 (8). – P. 1572-1578.

12. Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. Пищевая химия. – СПб.: Гирд, 2004. – 640 с.

Сведения об авторах: Богданов Валерий Дмитриевич,
доктор технических наук, профессор; e-mail: bogdanovvd@dgtru.ru;
Волотка Федор Борисович, аспирант, e-mail: Volotka@bk.ru;
Кузнецова Оксана Владимировна, главный химик ИЦ центра,
e-mail: oks304@yandex.ru.

УДК 664.951 + 673.35

А.А. Костенко, Н.В. Назаренко, И.Н. Ким

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ОПТИМИЗАЦИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АНАЛОГА МЯГКОГО СЫРА ИЗ МОЛОК ГОРБУШИ

Рассмотрен способ определения оптимальных параметров. Проанализированы полученные результаты, рассчитаны наиболее подходящие параметры для получения аналога мягкого сыра с органолептическими показателями, наиболее приближенными к оригиналу, «Адыгейскому» сыру.

Ключевые слова: *аналог, коагуляция, математическая модель, белок, кислотность, предельное напряжение сдвига.*

A.A. Kostenko, N.V. Nazarenko, I.N. Kim

OPTIMIZATION OF MANUFACTURING ANALOG SOFT CHEESE FROM THE MILK OF PINK SALMON

In this article, you learned how to determine the optimum parameters. Analyzed the results, calculated the most suitable parameters for analog soft cheese with organoleptic characteristics closest to the original, «Adyghe» cheese.

Key words: *analog, coagulation, mathematical model, protein, acidity, yield stress.*

Введение

В конце XX столетия во многих странах мирового сообщества, в том числе и в РФ, наблюдалось заметное изменение структуры и качества питания населения. В связи с этим в начале XXI в. одним из приоритетных направлений развития пищевой промышленности многих стран стало создание аналогов традиционных продуктов питания повышенной биологической и пищевой ценности, а также обогащение пищевых изделий массового производства отдельными компонентами [8].

В настоящее время в структуре питания населения многих стран наблюдается недостаток выпуска биологически полноценных продуктов [2]. Одним из путей решения данной проблемы является создание аналогов традиционных продуктов питания. Развитие данного направления продиктовано не только необходимостью регулирования химического состава продуктов в соответствии с современными требованиями науки о питании, но и экономии основного сырья. Введение в практику питания так называемых аналогов рассматривается как важное звено государственной программы, направленной на улучшение структуры питания различных групп населения, имеющих свои специфические потребности в определенных ингредиентах.

Таким образом, целью нашей работы являлось получение аналога мягкого сыра из субстрата, содержащего пастеризованное коровье молоко и молоки горбуши [10, 13]. Разработанная технология позволила получить аналог мягкого сыра с максимальной приближенностью органолептических показателей к традиционному «Адыгейскому» сыру и не уступающий ему по пищевой и биологической ценности и повысить в разработанном продукте содержание полиненасыщенных жирных кислот. Данная технология расширяет область использования молок лососевых рыб [3].

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являлся аналог мягкого сыра.

Определение общего белка в аналоге мягкого сыра осуществляли колориметрическим методом Бредфорда с помощью спектрофотометра СФ-56 [9]. Определение общей кислотности в сыворотке мягкого сыра проводили методом Тернера титрованием по ГОСТ 3624-92 Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности [5, 11]. Предельное напряжение сдвига (ПНС) определим с помощью пенетрометра ПП-5 [14]. Органолептическая оценка аналога мягкого сыра проводилась с помощью разработанных балльных шкал и профилограмм, в которых учитывали показатели качества. В качестве составляющих модели комплексного показателя качества аналога мягкого сыра выбрали вкус, цвет, запах, консистенцию, наличие пустот и внешний вид [4, 12]. В работе использовали математические методы: оценки достоверности экспериментальных данных на 95%-м уровне значимости и воспроизводимости опытов осуществляли по критерию Кохрена [1], значимость коэффициентов регрессионных уравнений и коэффициентов корреляции – по критерию Стьюдента [6], адекватность полученных математических выражений реальным процессам – по критерию Фишера. Математическую обработку экспериментальных данных осуществляли на IBM PC с применением стандартных программ для Windows XP, Table Curve 3D v.2.06 [7]. Математическая модель комплексного показателя качества продукции (КПК) представляет собой расчет данного показателя, включающего ряд частных показателей того или иного вида, влияющих в определенной мере на конечный результат, т.е. на качество готовой продукции, и рассчитывается по формуле

$$КПК = \sqrt[n]{\prod_i X_i}, \quad (1)$$

где X_i – оценка частных показателей качества; i – номер показателя; n – количество показателей.

Для построения обобщенного отклика использовали обобщенную функцию желательности Харрингтона [1].

Результаты и их обсуждение

Целью данной работы являлось оптимизация параметров обработки аналога мягкого сыра.

В процессе предварительных экспериментов были выявлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на качество готовой продукции. В качестве функции отклика был принят комплексный показатель качества аналога мягкого сыра [1]. В качестве параметра оптимизации использовали обобщенный показатель качества аналога мягкого сыра, включающий следующие составляющие: вкус (y_1), цвет (y_2), запах (y_3), консистенцию (y_4), наличие пустот (y_5) и внешний вид (y_6).

Для получения шкалы желательности удобно пользоваться соответствиями между отношениями предпочтения в эмпирической и числовой (психологической) системах (табл. 1).

На основании данных табл. 1 значение каждого частного отклика переведено в безразмерную шкалу желательности d_u ($u = 1, 2, \dots, n$), которая называется частной желательностью (от desirable фр. — желательный). Шкала желательности имеет интервал от нуля до единицы. Значение $d_u = 0$ соответствует абсолютно неприемлемому уровню данного свойства, а значение $d_u = 1$ – самому лучшему значению свойства. Понятию «очень хорошо» соответствуют значения на шкале желательности $1 > d_u > 0,8$, а понятию «очень плохо» – $0 < d_u < 0,2$ и т.д.

Таблица 1

Стандартные отметки на шкале желательности

Table 1

Standard markings on the desirability scale

№ п/п	Желательность	Отметки на шкале желательности
1	Очень хорошо	1,00-0,80
2	Хорошо	0,80-0,63
3	Удовлетворительно	0,63-0,37
4	Плохо	0,37-0,20
5	Очень плохо	0,20-0,00

Для определения рациональных режимов коагуляции сырного сгустка в соответствии с композиционным планом эксперимента, матрица которого приведена в табл. 2, был изготовлен ряд образцов с 60%-м содержанием молок лососевых рыб.

В качестве определяющих факторов были выбраны температура коагуляции x_1 , °С и продолжительность коагуляции x_2 , мин. Функцией отклика являлись средняя органолептическая оценка Y , в баллах. Графическое представление зависимости дано на рис. 1.

Полученная область имеет выгнутую форму с плоской площадкой на вершине, соответствующей максимальной органолептической оценке. Математическая обработка результатов исследования позволила выявить зависимость средней органолептической оценки образцов мягкого сыра из молок горбуши от температуры и продолжительности коагуляции:

$$Y = -20,4184 + 0,2981X_1 + 1,9110X_2 - 0,0016X_1^2 - 0,0875X_2^2 - 0,0038X_1X_2, \quad (2)$$

где Y – средняя органолептическая оценка, баллы; X_1 – температура коагуляции, °С; X_2 – продолжительность коагуляции, мин.

Таблица 2

Данные эксперимента

Table 2

The experimental data

Данные	№ п/п								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
t коагуляции, °С	75	75	75	85	85	85	95	95	95
τ коагуляции, мин	8	9	10	8	9	10	8	9	10
Внешний вид, max = 5	3,20	3,83	4,44	4,03	4,84	3,60	3,08	3,32	3,32
Кодир. пер.	0,640	0,766	0,888	0,806	0,968	0,720	0,616	0,664	0,664
Цвет, max = 5	2,03	3,01	3,02	4,11	4,99	3,97	2,12	3,03	3,02
Кодир. пер.	0,406	0,602	0,604	0,822	0,998	0,794	0,424	0,606	0,604
Наличие пустот, max = 5	2,91	3,15	3,52	4,26	4,82	4,07	2,97	3,32	3,20
Кодир. пер.	0,582	0,630	0,704	0,852	0,964	0,814	0,594	0,664	0,640
Консистенция, max = 10	6,37	6,12	6,61	5,83	8,73	6,26	9,45	6,91	5,31
Кодир. пер.	0,637	0,612	0,661	0,583	0,873	0,626	0,945	0,691	0,531
Запах, max = 10	5,97	7,16	7,06	7,11	9,42	6,10	7,36	6,82	6,45
Кодир. пер.	0,597	0,716	0,706	0,711	0,942	0,610	0,736	0,682	0,645
Вкус, max = 10	7,28	7,38	7,75	7,95	9,65	7,73	6,89	6,79	6,72
Кодир. пер.	0,728	0,738	0,775	0,795	0,965	0,773	0,689	0,679	0,672
Общая оценка	27,73	30,64	32,38	33,18	39,41	31,76	31,75	30,16	28,00
Кодир. пер.	0,589	0,674	0,717	0,756	0,951	0,718	0,649	0,664	0,624

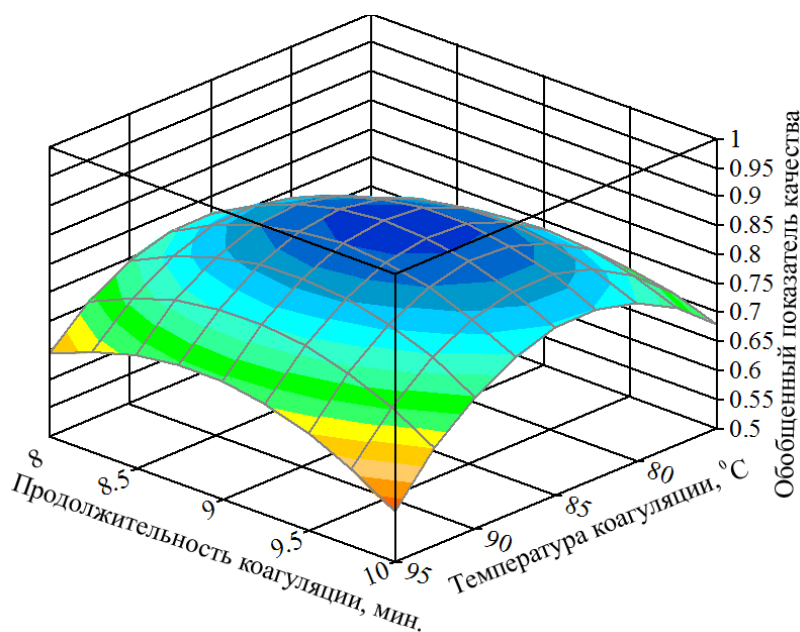


Рис. 1. Функциональная зависимость органолептической оценки от температуры и продолжительности коагуляции аналога мягкого сыра
 Fig. 1. Organoleptic evaluation of the functional dependence on the temperature and duration of the soft cheese analog coagulation

Достоверность аппроксимации составила $R^2 = 0,79$.

Используя полученное уравнение, рассчитали значения факторов для образцов с суммарной органолептической оценкой 9,0 – 9,5 баллов и экспериментально апробировали полученные режимы.

Рациональные режимы коагуляции аналога мягкого сыра:

- температура коагуляции сырного сгустка аналога мягкого сыра – 83-87 °С;
- продолжительность коагуляции сырного сгустка из молок лососевых рыб – 8,5-9,5 мин.

Выбор 21-й точки на шкале желательности 0,63 и 0,37 объясняется необходимостью вычислений. На оси ординат нанесены значения желательности, изменяющиеся от 0 до 1. По оси абсцисс указаны значения отклика в условном масштабе. За начало отсчета 0 по оси выбрано значение, соответствующее желательности 0,37. Выбор данной точки связан с тем, что она является точкой перегиба кривой, что в свою очередь создает определенные удобства при вычислениях. То же самое верно для значения желательности, соответствующего 0,63.

Симметрично относительно нуля на оси y' (y' – кодированная шкала) расположены кодированные значения частных откликов (рис. 2).

По результатам оценки обобщенного показателя качества образцов рассчитывали коэффициенты уравнения, описывающего зависимость комплексного показателя качества $Y_{КПК}$ аналога мягкого сыра от параметров процесса коагуляции:

$$Y_{КПК} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_{11}x_1^2 + a_{22}x_2^2 + a_{12}x_1x_2, \tag{3}$$

где x_1 – температура коагуляции, °С; x_2 – продолжительность коагуляции, мин; $a_0, a_1, a_2, a_{11}, a_{22}, a_{12}$ – неизвестные коэффициенты уравнения.

При замене кодированных величин натуральными в уравнении (2) были определены параметры процесса, соответствующие рациональному значению функции $Y_{КПК}$ [6].

Результаты исследований показали, что содержание молок в аналоге мягкого сыра, в количестве 60 %, обеспечивает получение готового продукта с приятным, слегка кисловатым вкусом и запахом, в меру плотной, нежной консистенцией, цвет аналога мягкого сыра – от светло-кремового до светло-коричневого (в зависимости от используемых молок), с наличием кремовых пятен на разрезе (рис. 3).

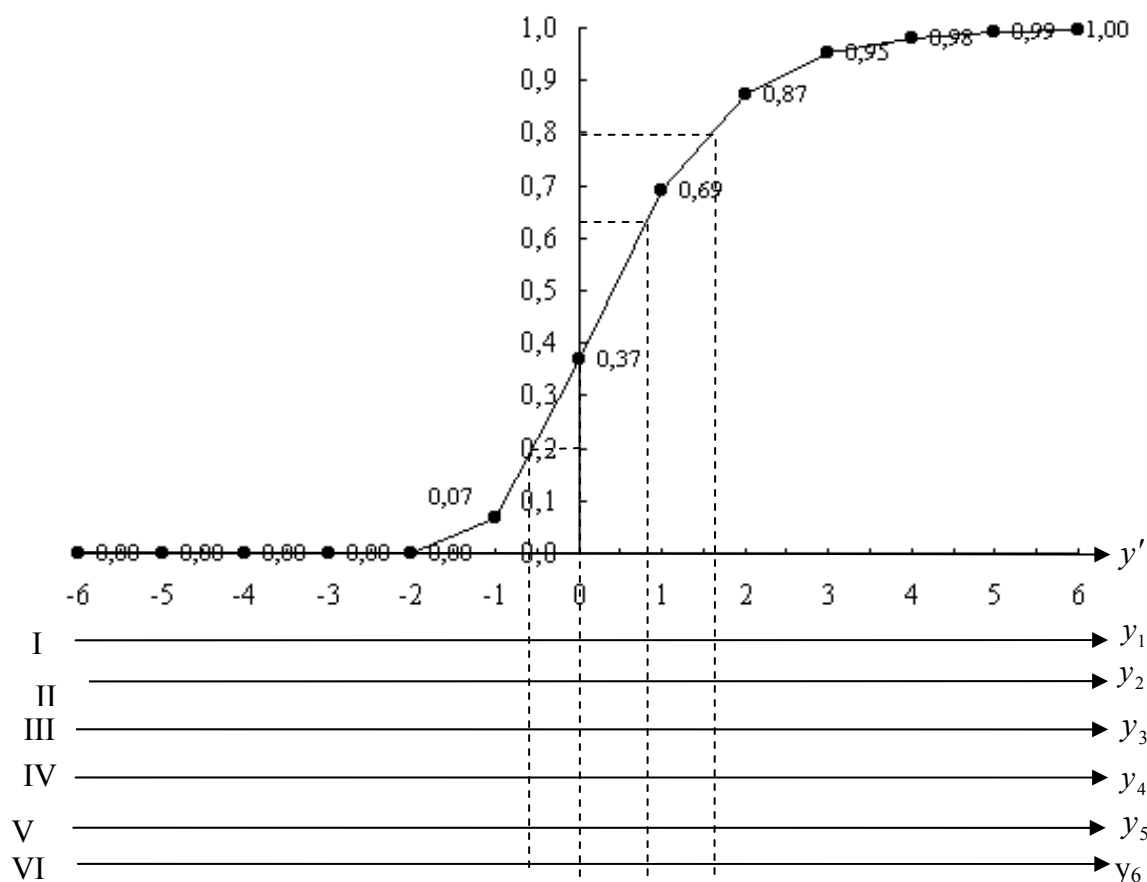


Рис. 2. Функция желательности
Fig. 2. Desirability function

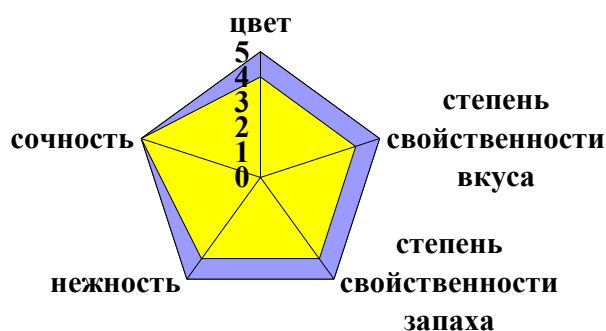


Рис. 3. Профилограмма
органолептических показателей
60 % молочного белкового сгустка
Fig. 3. Profilogram organoleptic
characteristics of 60 % milk protein curd

- традиционный мягкий сыр
- мягкий сыр с содержанием молока 60 %

Химический состав мягкого сыра с молоками, %: вода 57,4; белок 21,3; липиды 19,1; углеводы 0,8; минеральные вещества 1,4. Калорийность 261 ккал. В «Адыгейском» сыре следующие химические показатели: вода 56; белок 19,8; липиды 19,8; углеводы 1,6; минеральные вещества 2,8. Калорийность 264 ккал. При анализе химического состава «Адыгейского» сыра и его аналога видно, что по содержанию белка значение показателей аналога выше, по содержанию липидов и минеральных веществ – на одном уровне.

При анализе результатов следует отметить, что чем выше температура пастеризации, тем меньше времени требуется на образование и формирование сгустка.

На основании полученных результатов можно заключить, что повышение температуры пастеризации способствует увеличению предельного напряжения сдвига, сырная масса получается более жесткой и сухой, что отрицательно сказывается на органолептических свойствах получаемого продукта [8].

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что наиболее оптимальными условиями получения аналога мягкого сыра, при котором комбинированный сгусток имеет лучшую консистенцию, является температура пастеризации (85 ± 2) °С с продолжительностью выдержки комбинированного сгустка 7-9 мин. При повышении температуры сыр получается сухим и жестким. В случае если температура будет недостаточной, сгусток получится слишком мягким, нестойким.

Из проведенного эксперимента определили, что ПНС аналога мягкого сыра имеет значение 9,02 Па, а предельное напряжение мягкого сыра варьируется от 5-8 Па, т.е. температура обработки продукта не должна превышать 90 °С.

Используя сыворотку разной кислотности и наблюдая за характером изменения комбинированного сгустка, было установлено, что наиболее приемлемой для данного вида продукта является кислотность 210 °Т. Наиболее предпочтительным является следующее содержание компонентов: кислая молочная сыворотка – 30 % от массы смеси; уксусная кислота – 25 % от массы смеси 5%-й концентрации; лимонная кислота – 25 % от массы смеси 5%-й концентрации. При этом процентном соотношении консистенция сгустка наиболее близка к консистенции мягкого сыра «Адыгейский».

Использовать кислую сыворотку для коагуляции удобно на сыродельных заводах, где ее ресурсы достаточно большие. При использовании кислот исключается необходимость иметь большое количество емкостей для хранения сыворотки. Более того, при коагуляции кислой сывороткой в сгусток переходит и часть белков сыворотки-коагулянта, что приводит к увеличению выхода сыра и повышению его биологической ценности.

Выводы

Использованные методы оптимизации позволили получить рациональные технологические параметры для производства наиболее близкого по свойствам к «Адыгейскому» сыру аналог мягкого сыра из молок горбуши.

Оптимизированные параметры были подтверждены экспериментально.

Результаты исследования показали, что наиболее лучший результат получен при кислотности сыворотки 210 °Т. Температура коагуляции сырного сгустка должна находиться в пределах 83-87 °С, а продолжительность – 8,5-9,5 мин. Содержание молок в аналоге мягкого сыра в количестве 60 % обеспечивает получение готового продукта с желаемыми органолептическими показателями и биологической ценностью.

Полученные значения, соответствующие оптимальным условиям изготовления аналога мягкого сыра, представляют практический интерес, так как позволяют с наименьшими затратами времени и труда получить биологически ценный и привлекательный для потребителя продукт.

Список литературы

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 279 с.
2. Андреев М.П. Современная технология гидробионтов // Новые направления исследований в области традиционных технологий переработки рыбы: сб. науч. тр. / Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – Калининград, 1996. – Т. 2. – С. 5-13.

3. Бойцова Т.М., Каленик Т.К., Ряписов Д.В., Доценко С.М. Разработка технологий молочно-растительных продуктов питания // Пищ. пром-сть. – 2011. – № 3. – 12-17 с.
4. Головня Р.В., Еникеева Н.Г. Сенсорный анализ для организации контроля качества традиционных и новых пищевых продуктов // Проблемы аналитической химии. – М.: Наука, 1988. – № 8. – С. 15-44.
5. ГОСТ 3624-92. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности.
6. Грачев Ю.П. Математические методы планирования экспериментов. – М.: Пищ. пром-сть, 1979. – 200 с.
7. Зудилова Т.В., Одиночкина С.В., Осетрова И.С., Осипов Н.А. Работа пользователя в Microsoft Excel 2010. – СПб.: НИУ ИТМО, 2012.
8. Ким И.Н., Назаренко Н.В. Разработка аналогов творога с использованием молок лососевых рыб / Рыб. хоз-во. – 2012. – № 2. – С. 112-115.
9. Кнорре Д.Г., Мызина С.Д. Биологическая химия. – М.: Высш. шк., 2000. – 479 с.
10. Крусъ Г.Н., Храмцов А.Г. Волокитина З.В. Технология молока и молочных продуктов. – М.: КолосС, 2006. – 445 с.
11. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов.
12. Сафонова Т.М. Справочник дегустатора рыбы и рыбной продукции. – М.: Изд-во ВНИРО, 1998. – 244 с.
13. Сафронова Т.М., Дацун В.М. Сырье и материалы рыбной промышленности. – М.: Мир, 2004. – 272 с.
14. Ильиных В.В. Учебно-методический комплекс для студентов по направлению 655900 «Технология сырья и продуктов животного происхождения» по специальности 270900 «Технология мяса и мясных продуктов» всех форм обучения. – Кемерово, 2005. – 5 с.

Сведения об авторах: Костенко Алина Александровна, аспирант, e-mail: alya91@bk.ru;
Назаренко Наталья Владимировна, аспирант,
e-mail: tasha123456_87@mail.ru.;
Ким Игорь Николаевич, кандидат технических наук, профессор, академик МАНЭБ.

УДК 664.951.6

Е.М. Панчишина, В.В. КращенкоДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ТЕХНОЛОГИЯ КОНСЕРВОВ «СУПЫ РЫБНЫЕ С МОРСКОЙ КАПУСТОЙ»
НА ОСНОВЕ РЫБНОГО БУЛЬОНА**

Представлены материалы, обосновывающие актуальность разрабатываемой технологии готового к употреблению пищевого продукта в виде консервированных супов на основе рыбного бульона. Разработана технология консервированных супов трех наименований, для которых утверждены режимы стерилизации. Оценка качества готовой продукции показала, что новый вид консервов позволит расширить ассортимент пищевых продуктов, которые могут быть рекомендованы для рациона диетического питания всех возрастных групп населения.

Ключевые слова: лососевые рыбы, морская капуста, рыбный бульон, супы, консервы, стерилизация, пищевая ценность, органолептические показатели.

E.M. Panchishina, V.V. Kraschenko**THE TECHNOLOGY OF CANNED «FISH SOUP WITH SEAWEED»
BASED FISH BROTH**

This article contains material substantiates the relevance of the technology being developed ready-to-eat food as canned soups. In the course of this work the technology canned soups in three items for which developed and approved modes of sterilization. Evaluation of the quality of finished products showed, that the new form will expand the range of canned food products that can be recommended for diet dietary all age groups.

Key words: salmon fish, seaweed, fish broth, soup, canned, sterilization, nutritional value, organoleptic properties.

Введение

Производство консервов является одним из направлений пищевого использования водных биоресурсов.

В последние годы основные направления развития технологии консервов определяются возросшими требованиями к их качеству, пищевой ценности при одновременном снижении энергетической ценности, степенью готовности к употреблению. Причинами такого смещения акцентов в технологии является стремление к здоровому образу жизни при возросшем уровне занятости населения.

Рынок консервов вторых готовых блюд переживает стадию активного роста, тогда как ассортимент готовых к употреблению первых блюд давно не обновлялся.

Супы являются важной составной частью пищевого рациона человека, служат источником энергии и материалом для построения органов и тканей тела. В них содержатся растворимые белки, липиды, углеводы и экстрактивные вещества, которые легко перевариваются и хорошо усваиваются организмом [1, 2].

Супы в питании человека играют огромную роль: они возбуждают аппетит, возмещают значительную часть потребности в воде, являются существенным источником витаминов, минеральных солей и других биологически активных веществ. Обеспечивается это использованием для их приготовления широкого набора продуктов: овощей, грибов, крупы, рыбы, мяса и т.д. [3].

Технология рыбных супов предусматривает использование бульона. В соответствии с современной классификацией по способу приготовления супы делят на заправочные, прозрачные и пюреобразные.

Самым известным видом рыбных супов, вырабатываемых промышленностью, считаются консервы «Суп рыбный» и «Уха», отличительная особенность которых – небольшое содержание жидкой части (бульона), менее 50 %. Такие консервы представляют собой концентраты (полуфабрикаты) для изготовления в домашних или иных условиях первых блюд, но они не отвечают требованиям современного потребителя из-за отсутствия возможности использования в экспресс-питании. Таким образом, представляется возможным расширить ассортимент прозрачных супов, включающих в себя более 50 % бульона.

Отсутствие ассортимента консервированных супов-пюре из водных биологических ресурсов общего назначения, а также несоответствие в питании россиян между энергетической ценностью рациона и энергозатратами, избыточный уровень потребления жиров и малоподвижный образ жизни предопределяют выпуск низкокалорийных пищевых продуктов, которые идеально могут подходить для диетического питания, поскольку благодаря своей консистенции легко и быстро усваиваются организмом [4].

В связи с вышеизложенным разработка технологии супов из водных биоресурсов, которые соответствовали бы критериям качества, безопасности и степени готовности, является перспективным направлением в современной пищевой промышленности.

Целью настоящей работы явилась разработка рецептур и технологии консервированных супов на основе рыбного бульона.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования служили консервы «Супы рыбные с морской капустой» на основе рыбного бульона и их полуфабрикаты на различных этапах разработанной нами технологии.

В качестве основного сырья для получения консервированных супов использовали филе лососевых рыб и морскую капусту.

В качестве растительных компонентов использовали перловую крупу, грибы, морковь, лук, которые позволили обогатить супы белком растительного происхождения, макро- и микроэлементами, а также разнообразили органолептические характеристики конечного продукта.

Технология консервированных супов разрабатывалась в комплексе с технологией рыбного бульона, составляющего 20-70 % их массы, основанием для чего служили результаты, полученные нами на ранних этапах исследований. Рыбный бульон получали путем термической обработки и направленного протеолиза вторичного рыбного сырья (кожа с прирезами мяса и кость хребтовая), полученного при разделке мороженой рыбы в лабораторных условиях. Параметры разработанных способов получения рыбного бульона с высокими органолептическими показателями, пищевой и биологической ценностью изложены в отдельных статьях [5, 6].

Все используемое рыбо-растительное сырье и вспомогательные материалы соответствовали действующим НД.

Режим стерилизации консервов «Супы рыбные с морской капустой» на основе рыбного бульона разработан ФГУП ТИНРО-Центр в соответствии с [7].

Данные об изменении температуры продукта и греющей среды в процессе стерилизации консервов получены с помощью термопар и прибора Ellab в лаборатории термического консервирования ТИНРО-Центра.

Определение общего химического состава консервов проводили по общепринятым методикам [8]. Микробиологические показатели безопасности определяли в соответствии с требованиями СанПиН 2.3.2.1078-01.

Энергетическую ценность 100 г продукта рассчитывали по формуле

$$E = \sum e_i m_i,$$

где e_i – коэффициент энергетической ценности, ккал/г. Коэффициент энергетической ценности для белков составляет 4 ккал/г, жира – 9 ккал/г, углеводов – 4 ккал/г; m_i – массовая доля компонентов в продукте, г/100 г.

Органолептическую оценку качества исследуемых объектов проводили в специализированной дегустационной лаборатории. Консервы «Супы рыбные с морской капустой» на основе рыбного бульона оценивали по таким показателям, как внешний вид, запах и вкус в соответствии с рекомендациями Т.М. Сафроновой [9].

Результаты и их обсуждение

При разработке ассортимента консервов проектировали рецептурный состав компонентов с целью получения высоких органолептических показателей и с учетом распространенных вкусовых предпочтений потребителя и требований, предъявляемым к супам. Такими требованиями являются для супов-пюре однородная, тонко измельченная, не расслаивающаяся, густая, легко стекающая консистенция; для прозрачных супов – соотношение массы плотной и жидкой частей [10].

Варьированием твердой части (рыборастительной) и жидкой (бульона) нами были разработаны модельные рецептуры суповых консервов и по совокупности полученных субъективных (органолептических) показателей определены оптимальные (табл. 1).

Таблица 1

Рецептуры консервов «Супы рыбные с морской капустой» на основе рыбного бульона, на 1000 учетных банок, кг

Table 1

Recipe of canned «Fish soup with seaweed» based fish broth, on 1000 kg cans account

Компоненты	Суп-пюре из лососевых рыб с морской капустой, овощами и грибами	Суп из лососевых рыб с морской капустой, овощами и перловой крупой	Суп из лососевых рыб с морской капустой, овощами и грибами
Филе лососевых рыб сырое	-	29,00	29,00
Филе лососевых рыб бланшированное	24,30		
Морская капуста сырая	-	35,00	35,00
Морская капуста вареная	44,59	-	-
Крупа перловая бланшированная	-	15,40	-
Морковь	19,20	11,70	11,70
Лук	12,10	8,70	8,70
Соль	3,57	3,57	3,57
Грибы вареные	16,70		
Грибы мороженые (свежие)	-	-	15,40
Перец душистый молотый, г	0,10	0,10	0,10
Перец черный молотый, г	0,10	0,10	0,10
Лист лавровый сухой	-	0,01	0,01
Рыбный бульон	235,60	253,00	253,00
Выход массы смеси с учетом 2 % потерь при смешивании и фасовании	357	357	357

В процессе изготовления прозрачных супов «Суп из лососевых рыб с морской капустой, овощами и перловой крупой» и «Суп из лососевых рыб с морской капустой, овощами и грибами» ингредиенты рыборастворительной смеси, в частности, морская капуста, грибы, рыбное филе и овощи, закладывали в сыром виде, без предварительной термической обработки во избежание потерь вкусовых и пищевых веществ.

С целью создания требуемой консистенции супов-пюре в разрабатываемую технологию ввели операции бланширование и куттерование компонентов рыборастворительной смеси.

Филе лососевых рыб подвергали предварительной термической обработке при следующих режимах: бланширование острым паром, температура 95-105 °С в течение 10-15 мин, в зависимости от величины кусков.

Растительные компоненты бланшировали в кипящей воде в течение 2-10 мин.

Подготовленные таким образом компоненты смешивали согласно рецептуре и куттеровали до получения однородной массы.

Из соображений здорового питания в процессе изготовления супов не применяли операции обжаривание и тушение ингредиентов с использованием жиров, что позволило придать супам диетические свойства.

Стерилизацию консервов осуществляли в автоклаве АВ-2 паром, охлаждение – водой с противодавлением. Проведен комплекс теплофизических и микробиологических исследований, в результате которых установлены основные параметры стерилизации консервов с учетом рассчитанной величины нормативного стерилизующего эффекта, необходимого для обеспечения промышленной стерильности и высоких органолептических свойств продукта.

Данные об изменении температуры и греющей среды в процессе стерилизации консервов «Суп-пюре из лососевых рыб с морской капустой, овощами и грибами» и «Суп из лососевых рыб с морской капустой, овощами и перловой крупой» в банке № 6 (245 г) по режиму $\frac{5-15-45-20}{115}$ 0,18 МПа приведены на рис.1, 2.

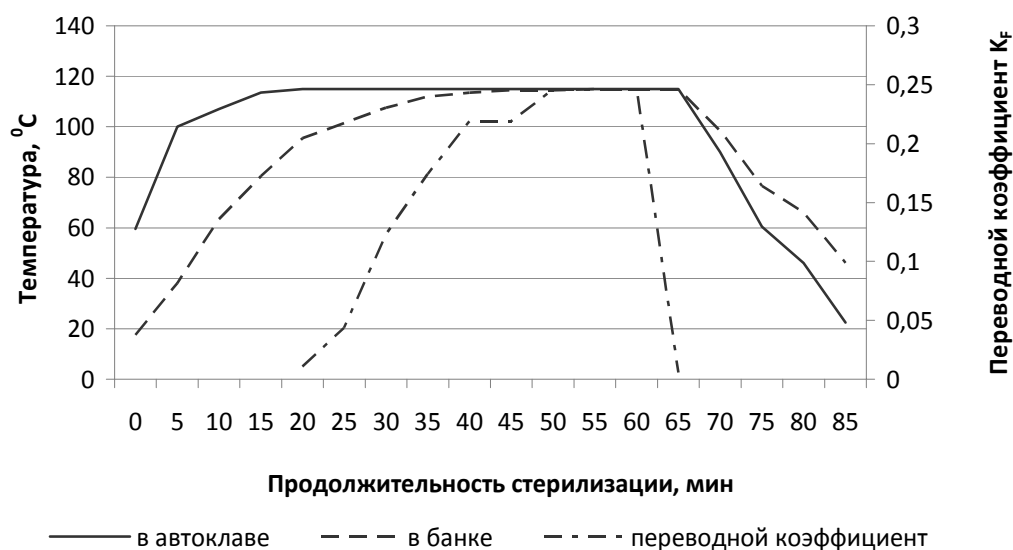


Рис. 1. Изменение температуры и греющей среды в процессе стерилизации консервов «Суп-пюре из лососевых рыб с морской капустой, овощами и грибами»
 Fig. 1. Changing the temperature and the heating medium during sterilization «Puree soup with salmon fish, seaweed, vegetables and mushrooms»

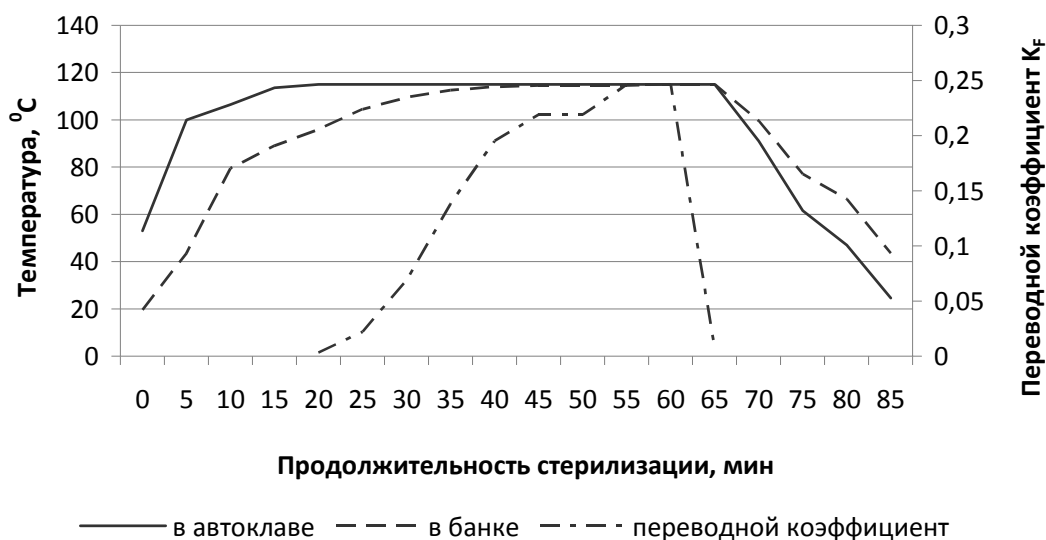


Рис. 2. Изменение температуры и греющей среды в процессе стерилизации консервов «Суп из лососевых рыб с морской капустой, овощами и перловой крупой»
 Fig. 2. Changing the temperature and the heating medium during sterilization «Soup with salmon fish, seaweed, vegetables and pearl barley»

Согласно рис. 1 прогрев содержимого банки в процессе стерилизации консервов «Суп-пюре из лососевых рыб с морской капустой, овощами и грибами» равномерный и обусловлен однородной консистенцией продукта.

Характер кривой (см. рис. 2) объясняется наличием большого количества жидкой части (рыбного бульона), которая увеличивает скорость передачи теплоты от теплоносителя к продукту.

Анализ полученных результатов теплофизических и микробиологических исследований позволил подобрать режимы стерилизации, которые имеют следующие формулы:
 $\frac{5-15-45-20}{115}$ 0,18 МПа, $F_{\phi} = 7,9$ усл. мин – для консервов «Суп из лососевых рыб с морской капустой, овощами и перловой крупой»;
 $\frac{5-15-50-20}{115}$ 0,18 МПа, $F_{\phi} = 7,4$ усл. мин – для консервов «Суп-пюре из лососевых рыб с морской капустой, овощами и грибами».

Надежность разработанных режимов стерилизации консервированных супов определена лабораторной проверкой методом искусственного заражения банок спорами *Cl. sporogenes* – 25. Режимы стерилизации обеспечили промышленную стерильность консервов и стабильность их в процессе хранения.

На основании типовой технологической схемы консервов и результатов собственных исследований разработана технологическая схема производства консервов «Супы рыбные с морской капустой» на основе рыбного бульона, которая представлена на рис. 3.

Для оценки пищевой и энергетической ценности разработанных консервов определяли содержание в них белка, липидов, углеводов (табл. 2).

Данные табл. 2 свидетельствуют о том, что новый вид суповых консервов может быть отнесен к низкокалорийным диетическим продуктам.

Готовые консервы «Суп-пюре из лососевых рыб с морской капустой, овощами и грибами» представляют собой пищевой продукт с густой, легко стекающей, однородной консистенцией, с вкраплениями морской капусты и моркови; без отделения бульона; желто-коричневого цвета (светлый), с гармоничным запахом и вкусом, свойственным вноси-

мым компонентам. Консервы прозрачных супов «Суп из лососевых рыб с морской капустой, овощами и перловой крупой» и «Суп из лососевых рыб с морской капустой, овощами и грибами» охарактеризованы умеренно густой консистенцией (правильное соотношение жидкой и твердой частей); состояние компонентов целое; бульон прозрачный, светло-желтого цвета; запах и вкус свойственны вносимым компонентам.

Разработанная технология консервов «Супы рыбные с морской капустой» на основе рыбного бульона позволит расширить ассортимент пищевых продуктов, которые могут быть использованы в виде готового первого блюда и рекомендованы для рациона диетического питания всех возрастных групп населения (рис. 3).

На основании проведенных исследований разработана и утверждена нормативно-техническая документация: ТУ 9271-066-00471515-2012. «Консервы. Супы рыборасти-тельные»; ТИ № 066-2012. Научно обоснованные режимы стерилизации консервов утверждены ОАО «Гипрорыбфлот» (33/251 от 18.06.2013 г.).

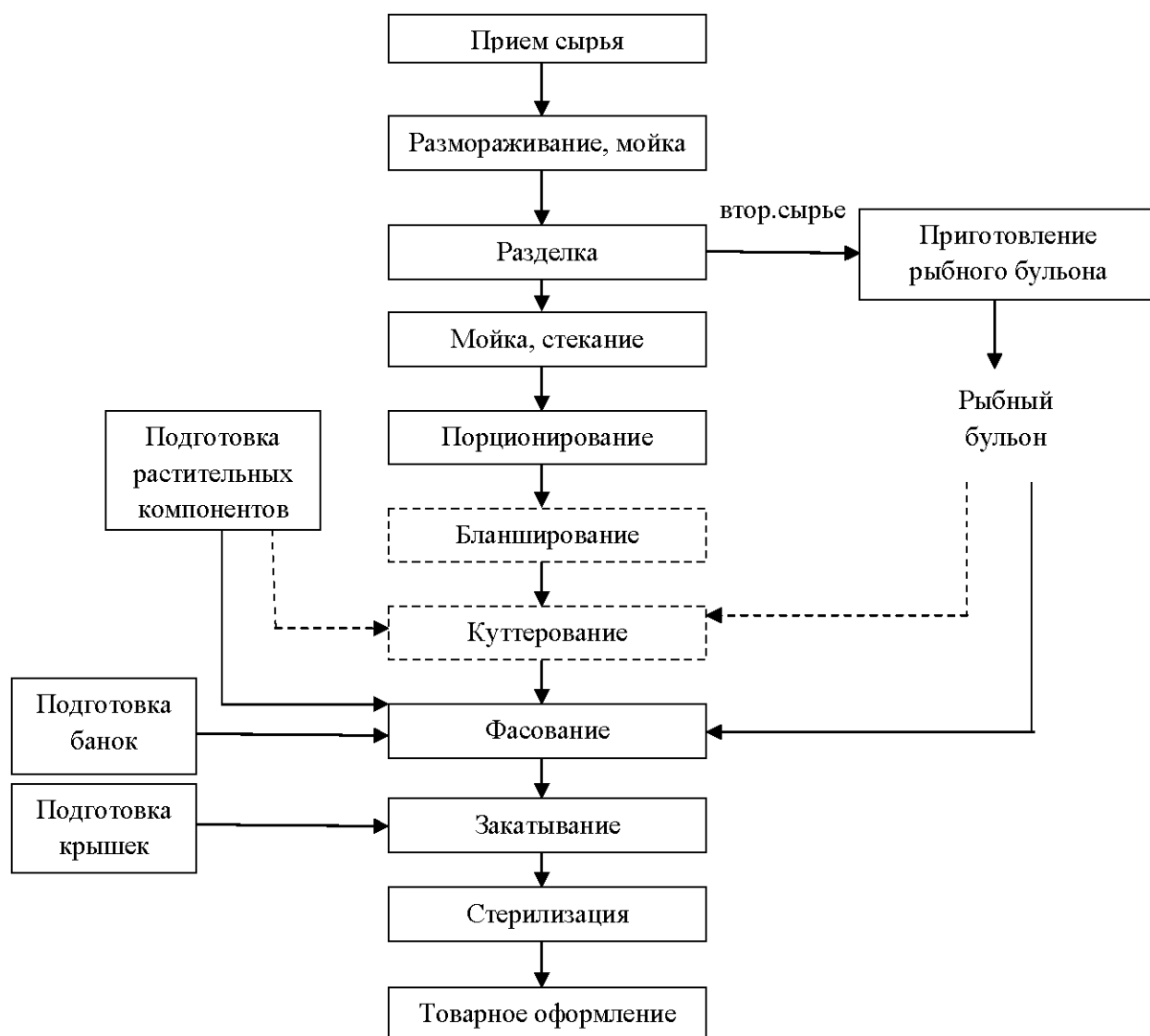


Рис. 3. Технологическая схема производства консервов «Супы рыбные с морской капустой» на основе рыбного бульона. Обозначение операций: сплошная линия – прозрачные супы, пунктир – суп-пюре

Fig. 3. The technological scheme production of canned «Fish soup with seaweed» based fish broth. Marking operations: full line – clear soups, dotted line – puree soup

Таблица 2

Пищевая и энергетическая ценность консервов «Супы рыбные с морской капустой» на основе рыбного бульона

Table 2

Nutrients and energy content of canned «Fish soup with seaweed» based fish broth

Показатель	Суп-пюре из лососевых рыб с морской капустой, овощами и грибами	Суп из лососевых рыб с морской капустой, овощами и перловой крупой	Суп из лососевых рыб с морской капустой, овощами и грибами
Массовая доля белка, %	4,7	4,9	4,8
Массовая доля липидов, %	0,6	0,5	0,5
Массовая доля углеводов, %	2,0	4,1	3,5
Массовая доля минеральных веществ, %	1,0	0,8	1,4
Энергетическая ценность на 100 г продукта, ккал / кДж	32,2	40,5	43,2

Список литературы

1. Борисочкина, Л.И. Производство рыбных кулинарных изделий. Технология и оборудование / Л.И. Борисочкина, А.В. Гудович. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 134-138.
2. Фоминых, И.Л. Основы технологии и сервис питания / И.Л. Фоминых. – М., 2006. – С. 125-127.
3. Малявко, И.Л. Технология приготовления первых, вторых и сладких блюд / И.Л. Малявко. – М., 1988. – 85 с.
4. Дроздова, Т.М. Физиология питания / Т.М. Дроздова, П.Е. Влощинский, В.М. Поздняковский. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. – 352 с.
5. Кращенко, В.В. Обоснование рациональных параметров варки рыбных бульонов высокого качества из пищевых отходов лососевых / В.В. Кращенко, Е.М. Панчишина, Г.Н. Ким // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – Вып. 20. – С. 88-93.
6. Панчишина, Е.М. Получение рыбных бульонов на основе частичной ферментативной обработки пищевых отходов лососевых / Е.М. Панчишина, В.В. Кращенко // Приоритетные направления развития науки и технологий: доклады IX Всерос. науч.-техн. конф. / под общ. ред. Э.М. Соколова. – Тула: Из-во «Инновационные технологии», 2011. – С. 173-174.
7. Инструкция по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и морепродуктов. – М.: Комитет РФ по рыболовству, 1996. – 46 с.
8. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 142 с.
9. Сафронова, Т.М. Справочник дегустатора рыбы и рыбной продукции / Т.М. Сафронова. – М.: ВНИРО, 1998. – 218 с.
10. Ловачева, Г.Н. Стандартизация и контроль качества продукции. Общественное питание: учеб. пособие для вузов по спец. «Технология продукции общественного питания» / Г.Н. Ловачева, А.И. Мглинец, Н.С. Успенская. – М.: Экономика, 1990. – 239 с.

Сведения об авторах: Кращенко Виктория Владимировна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: victoriy_vl@mail.ru;
Панчишина Екатерина Мироновна, аспирант, e-mail:ekaterina.pan.8@mail.ru.

УДК 664 : 54 + 593.961.1

А.Д. Перцева

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ТРЕПАНГА

Приведена характеристика химического состава дальневосточного трепанга. Показано антигрибковое, противоопухолевое, иммуномодулирующее действие биологически активных веществ, выделенных из тканей дальневосточного трепанга.

Ключевые слова: гидробионты, голотурии, БАВ, дальневосточный трепанг, каротиноиды, тритерпеновые гликозиды.

A.D. Pertseva

BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF THE FAR EASTERN TREPANG

The characteristic of the chemical composition of the far eastern trepang is given. Shown antifungal, anticancer, immunomodulatory effect of biologically active substances extracted from the tissues of the far eastern trepang.

Key words: hydrobionts, sea cucumbers, BAS, far eastern trepang, carotenoids, triterpene glycosides.

Среда обитания человека загрязнена различными канцерогенами, и постоянное воздействие на организм негативных факторов (радионуклидное, химическое излучение и др.), пусть даже и в небольших концентрациях, приводит к сбою работы внутренних органов и систем. Современные наблюдения позволяют сделать вывод, что более 70 % россиян имеют сегодня в той или иной степени сниженный иммунитет. Следствием этого рано или поздно становится появление одного или целого комплекса серьезных заболеваний.

Иммунные клетки, защищающие наш организм, нуждаются в витаминах, макро- и микроэлементах, веществах, обладающих высокой биологической активностью.

По данным ВОЗ, состояние здоровья человека на 70 % определяется образом жизни и питанием, которое, пожалуй, является самой важной физиологической потребностью человека. При недостатке питательных веществ, поступающих с пищей, иммунная система перестает выполнять свою защитную функцию, и организм легко подвергается различным инфекциям. Восполнить нехватку этих веществ можно посредством БАД, созданных на основе растительного, животного сырья наземного и водного происхождения.

Перспективным источником в технологии производства БАД являются морские гидробионты, особенно такие беспозвоночные, как ракообразные, моллюски, иглокожие (голотурии, морские ежи и др.). Главное отличие иглокожих от многих наземных и водных организмов в существенном разнообразии метаболитов, среди которых большая часть представлена функциональными соединениями, такими, как каротиноиды, фосфолипиды, сапонины, полиненасыщенные жирные кислоты класса омега три, омега шесть (ПНЖК) [1].

Калорийность голотурий невелика (38-60 ккал/100). Содержание различных белков в тканях голотурий достигает 8-10 % от сырой массы [2]. Белки соединительной ткани, относящиеся к группе коллагеноподобных белков, представляют наибольшую долю белковой фракции. Они отличаются высоким содержанием глицина, пролина и аспаргиновой кислоты. Также в состав коллагенов дальневосточного трепанга входят аргинин, лизин, треонин, глутаминовая кислота и др. Всего 17 аминокислот, из которых около трети аминокислотных остатков принадлежит к числу незаменимых [3].

В небольшом количестве содержится гликоген. Также в мясе иглокожих обнаружены витамины группы В (В₁₂, тиамин, рибофлавин), аскорбиновая кислота. В мясе трепанга

больше соединений меди и железа, чем в рыбе. Он также содержит в сто раз больше соединений йода, чем другие беспозвоночные [4].

Трепанг является ценным объектом промысла. В последние годы спрос на него возрос в нашей стране и за рубежом благодаря его уникальным целебным свойствам. Эти свойства объясняются наличием в тканях трепанга таких химических соединений, как тритерпеновые гликозиды, свойственные растениям (женьшень, заманиха, элеутерококк). Именно поэтому трепанг получил свое название «морской женьшень».

Известно, что эти соединения проявляют биологическое действие широкого спектра, в частности они обладают антигрибковой, противоопухолевой, гемолитической, цитотоксической, иммуномодулирующей активностями [5].

А. Шимада впервые обнаружил сильное антигрибковое действие тритерпеновых гликозидов дальневосточного трепанга. Оно объясняется взаимодействием гликозидов со стеринами клеточных мембран грибов, вызывая утечку из клеток ионов, аминокислот, веществ нуклеотидного пула, нарушения клеточного метаболизма и гибель клетки [6, 7].

Исследовалось противоопухолевое действие гликозидов. Было показано, что голоксин А₁, выделенный из дальневосточного трепанга, в дозах 1,25 и 2,50 мг/кг при четырехкратном внутрибрюшинном введении мышам ингибирует рост солидной формы опухоли Эрлиха и саркомы-37 на 37-65 и 13-53 % соответственно [8]. Активные гликозиды реализуют свое противоопухолевое действие двумя путями: прямым ингибированием пролиферации опухолевых клеток и опосредованно – через иммунобиологические реакции организма. В связи с этим гликозиды и их синтетические аналоги, сочетающие прямое цитотоксическое действие на опухолевые клетки с иммуномодулирующей активностью, представляют большой интерес как потенциальные противоопухолевые агенты [9].

Мощное антиоксидантное действие проявляют найденные в тканях голотурий каротиноиды, представляющие собой природные органические пигменты. Они полностью или частично обуславливают окраску многих животных (птиц, рыб, насекомых).

Практически все каротиноиды представляют собой или тетратерпены, или их производные, преимущественно с 40 углеродными атомами в молекуле, построенными по единому структурному принципу [10]. Присутствие большого количества (11 и более) двойных связей придает каротиноидам высокую биологическую активность, которая проявляется в торможении процессов перекисного окисления липидов и определяет такие их биологические функции, как предотвращение предраковых и возрастных повреждений, радиационных поражений, сердечно-сосудистых заболеваний [7]. Доклинические исследования показали, что некоторые каротиноиды обладают мощным противоопухолевым эффектом как *in vitro*, так и *in vivo*, проявляя возможное профилактическое и/или лечебное действие. Так как химиопрофилактика является одной из важнейших стратегий в контроле развития рака, молекулярный механизм на основе химиопрофилактики рака с помощью каротиноидов кажется привлекательным подходом. Различные каротиноиды, такие, как бета-каротин, α -каротин, ликопин, лютеин, зеаксантин, фукоксантин, кантаксантин и астаксантин, как было доказано, обладают антиканцерогенной активностью в ряде тканей [11].

Атеросклероз в настоящее время является одной из наиболее острых и важных проблем, связанных со здоровьем человечества. Нервно-психическое напряжение, различные метаболические расстройства, нарушение функции печени и многие другие факторы являются причиной развития этого заболевания, в основе которого лежит нарушение липидного обмена. Атеросклероз рассматривают как состояние, характеризующееся накоплением холестерина в организме. Очевидно, лечение этого заболевания должно быть направлено на выведение этого соединения из организма.

Липиды голотурий обладают широким антисклеротическим действием. Они способны снижать уровень холестерина в крови, устранять или уменьшать липоидоз клеток пе-

чени. [12]. Фосфолипиды, которые по своей природе относятся к собственно липидам, имеют важное физиологическое значение, являясь необходимыми структурными элементами клеточных мембран. При воздействии повреждающих факторов на мембраны нарушается их структура и функции. Повреждения могут привести к образованию физических дефектов в мембранах и выходу наружу содержимого печеночных клеток. Поэтому считается разумным использование фосфолипидов как главных компонентов липидного бислоя, которые восстанавливают барьерную функцию мембран [7].

Исходя из химического состава голотурий можно сделать вывод о богатом содержании биологически активных химических соединений, которые действуют отдельно или в комплексе, обуславливая высокую фармакологическую ценность получаемых продуктов [6]. Введение голотурий в рацион питания положительно отражается на обмене веществ, активизирует иммунологические и защитные механизмы организма, помогает преодолеть умственное и физическое утомление, способствует повышению аппетита и улучшает общее самочувствие организма. Все это позволяет сделать вывод о целесообразности разработки новых и усовершенствовании прежних технологий выделения БАВ из голотурий и использования их в лечебном и профилактическом питании.

Список литературы

1. Тутельян В.А. Стратегия разработки, применения и оценки эффективности биологически активных добавок к пище // *Вопр. питания.* – 1996. – № 6. – С. 3-11.
2. Левин В.С. Дальневосточный трепанг. – Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1982. – 192 с.
3. Наседкина Е.А., Касьяненко Ю.И., Слуцкая Т.Н. Особенности химического состава мяса иглокожих // *Рыб. хоз-во.* – 1973. – Т. 7. – С. 81-82.
4. Слуцкая Т.Н. Исследования по химии и технологии трепанга и кукумарии: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Владивосток, 1975. – 24 с.
5. Калинин В.И. Тритерпеновые гликозиды голотурий (Holothurioidea, Echinodermata): Структура, таксономическое распределение, эволюция: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Владивосток, 1998.
6. Левин С.В. Дальневосточный трепанг: биология, промысел, воспроизводство. – СПб.: Голанд, 2000. – 200 с.
7. Лебская Т. К. Биологически активные вещества гидробионтов как источники лечебного и профилактического питания // *Техника и технологии пищевых производств на рубеже XXI века: материалы науч.-практ. конф.* – Мурманск: МГТУ, 2000. – С. 27-35.
8. Калинин В.И., Левин В.С., Стоник В.А. Химическая морфология: тритерпеновые гликозиды голотурий (Holothurioidea, Echinodermata) / Тихоокеанский институт биоорганической химии ДВО РАН; Камчатское отделение Тихоокеанского института рыбного хозяйства и океанографии (КОТИНРО). – Владивосток: Дальнаука, 1994. – 284 с.
9. Попов А.М. Механизмы биологической активности гликозидов женьшеня: сравнение с гликозидами голотурий // *Вестн. ДВО РАН.* – 2006. – № 6.
10. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов. – М.: Мир, 1986. – 422 с.
11. Takuji Tanaka, Masahito Shnimizu, Hisataka Moriwaki. Cancer Chemoprevention by Carotenoids. *Molecules.* – 2012. – Vol. 17. – № 3.
12. Маносова П.А. Морепродукты и атеросклероз. Особенности фосфолипидного состава трепанга, рекомендуемого в качестве антисклеротического продукта // *Научные основы питания здорового и больного человека.* – Алма-Ата, 1974. – Т. 1. – С. 78-79.

Сведения об авторе: Перцева Анна Дмитриевна, аспирант, ведущий специалист НИЦ «Морские биотехнологии», e-mail: anyuta_50@mail.ru.

УДК 665.937.6 : 66.084

В.И. Погонец, А.В. ЛазановичДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ
ГИДРОБИОНТОВ ВО ВЗВЕШЕННОМ СОСТОЯНИИ**

Выявлены особенности процесса сушки измельченных гидробионтов во взвешенном состоянии. Они определяют гидродинамические параметры потока теплоносителя, используемого в качестве рабочей среды. Получены дифференциальные уравнения, описывающие гидродинамику процесса, использование которых приемлемо при разработке рабочих моделей сушилок.

Ключевые слова: исследования, процесс, сушка, гидробионты, взвешенное состояние, параметры, гидродинамика.

V.I. Pogonets, A.V. Lazanovich**MODELLING OF PROCESS OF DRYING SHREDDED
HYDROBIONT IN SUSPENSION**

The peculiarities of the process of shredded sea products desiccation in suspension are revealed. They determine hydrodynamic parameters of the blast of the heat carrier used as a working medium. The differential equations describing hydrodynamics of the process are received. The use of the differential equations is acceptable while elaborating the working models of desiccation.

Key words: study, process, drying, seafood, suspension are revealed, parameters, hydrodynamic.

Сушка измельченного биосырья (кальмара, ламинарии, фукусов, рыбной крупки и др.) имеет свои особенности, которые заключаются в том, что на частицах этих морепродуктов существует слой биополимеров, выделяющийся изнутри и способствующий слипаемости и комкованию последних. Это обстоятельство требует использования новых технологий и технических решений, которые позволили бы изменить гидродинамическую обстановку в сушильных камерах, интенсифицировать процесс сушки и предотвратить это нежелательное явление. Таким решением является разработка и применение новых газораспределительных решеток в сушилках, которые создают взвешенно-закрученные потоки теплоносителя. Изучая гидродинамику этого процесса, нам удалось построить математическую модель, которая позволила в дальнейшем сконструировать новые промышленные аппараты. Рассмотрим этот процесс более детально.

Поведение частицы в потоке отличается, в первую очередь, тем, что ориентация ее относительно последнего является зависимой, а не наперед заданной, кроме того, ориентация достигается на каком-то временном (конечном) промежутке. Свое ориентированное состояние частица приобретает в зависимости от параметров внешнего (по отношению к ней) потока; осуществляя колебания того или иного рода относительно своего квазистационарного положения, в конечном счете она занимает такое положение в пространстве, которое соответствует характеру взаимодействия ее поверхности с потоком.

При этом естественно предположить, что уже на достаточно коротком начальном этапе такого взаимодействия рабочая среда влияет на разворот частицы (ее гидродинамическое сопротивление встречному движению потока минимально). Иначе говоря, из всех возможных положений в пространстве (относительно набегающего потока) частица займет такое, при котором будет обеспечен этот минимум.

Различного рода возмущения потока, вызываемые теми или иными причинами (в том числе влиянием острых кромок частиц в области реза), могут отклонять частицу от такого

рода ориентации, однако в целом на достаточно большом временном интервале, соответствующем конкретному этапу процесса высушивания объекта обработки, она сохраняется, при этом частица осциллирует около своего равновесного положения в пространстве.

Для построения картины исследуемого процесса, анализа поведения объекта обработки и выработки оптимальных режимов высушивания необходимо выбрать систему координат, причем требуется учесть влияние кривизны поверхности частиц – во-первых, и наличие соседствующих частиц – во-вторых. Другими словами, обрабатываемая отдельная частица обтекается внешним потоком не индивидуально – поток все время перемещается между двумя соседними частицами.

Используем для разрешения поставленной задачи ортогональные криволинейные координаты q_1, q_2, q_3 :

$$H_i = \sqrt{\left(\frac{\partial x}{\partial q_i}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial q_i}\right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial q_i}\right)^2}, \quad (1)$$

где H_i – коэффициенты Ляме.

Здесь и далее ось x – продольная координата вдоль потока; z – нормальная координата; y – поперечная координата.

Для решения поставленных задач в части определения соответствующих тепловых и массовых потоков существенно поведение рабочей среды непосредственно вблизи поверхности частиц – здесь формируются гидродинамический, тепловой и диффузионный пограничные слои, характер течения в которых в значительной степени зависит от режимов движения сплошной среды (воздуха) во внешнем по отношению к этим слоям потоке. Последний формируется под влиянием многих факторов, в том числе геометрических параметров самих частиц.

Основные уравнения, описывающие течение рабочей среды, а также зависимые от них и сопутствующие вторичные явления, на основе которых в дальнейшем рассматриваются тепло- и массообменные процессы, применительно к рассматриваемым задачам на настоящем этапе исследования лучше взять в интегральной форме:

$$\iiint_V \frac{\partial(\rho \cdot \vartheta)}{\partial t} dV + \iint_S \rho \vartheta \vartheta_n dS = \iiint_V \rho F dV - \iint_S P n dS + \iint_S \tau_n \cdot dS, \quad (2)$$

$$\iiint_V \frac{\partial \rho}{\partial t} dV + \iint_S \rho \vartheta_n dS = 0, \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \iiint_V \frac{\partial}{\partial t} \left[\rho \left(U^2 + \frac{\vartheta^2}{2} \right) \right] dV + \iint_S \rho \left(U^2 + \frac{\vartheta^2}{2} \right) \vartheta_n dS = \iiint_V \rho F \vartheta dV + \\ + \iint_S \tau_n \vartheta dS - \iint_S P \vartheta_n dS + \iint_S q_n dS + \iiint_V \rho \varepsilon dV. \end{aligned} \quad (4)$$

В этих уравнениях q_n – составляющая вектора теплового потока, приходящего внутрь объема в единицу времени через единицу рассматриваемой поверхности по направлению внешней нормали n к элементу поверхности dS ; τ_n – вектор силы трения, действующей

на единичную площадку; S – поверхность, ограничивающая выбранный объем V , занимаемый массой теплоносителя; F – массовая сила; U – внутренняя энергия этой массы.

Выбор направления координатных линий на поверхности объекта обработки обусловлен его ориентацией в пространстве при взаимодействии последней с обтекающим потоком воздуха, отсюда следует, что существуют различные варианты подбора соответствующих коэффициентов Ляме.

С учетом изложенного ранее относительно преимущественной ориентации частиц в потоке положим, что частицы разворачиваются в потоке таким образом, что местный радиус кривизны их поверхности изменяется вдоль потока, при такой ориентации плоскости реза частиц располагаются преимущественно параллельно направлению вектора скоростей внешнего течения.

В качестве координатных линий на поверхности обрабатываемой частицы могут быть выбраны как линии тока внешнего по отношению к ней потока, так и линии кривизны самой поверхности обрабатываемого объекта. Особенности такого рода выбора связаны с наличием (или отсутствием) трансверсальной компоненты скорости либо соотношением между их величинами.

Присутствию таких составляющих течения сопутствует появление трансверсальных градиентов давления, что, применительно к рассматриваемой задаче, приведет к различного рода вторичным явлениям (в том числе течениям) и переориентации в пространстве обрабатываемой частицы. Так, при наличии поперечного (по отношению к направлению основного потока) течения между двумя близко расположенными частицами и изменении давления вдоль оси y вызовет изменение положения одной из них (либо обеих) вплоть до тенденции по выравниванию и изменению градиента давления вплоть до состояния $\partial P / \partial y = 0$.

Основную и единственную причину этого можно видеть в наличии инерционных членов в уравнениях движения, если расстояние между двумя соседствующими обрабатываемыми биочастицами является достаточно большим.

При уменьшении этого расстояния гидродинамические пограничные слои, толщины которых, как известно, являются одними из определяющих факторов по отношению к развитию тепло- и массообменных процессов, могут в сумме (от двух соседних частиц) оказаться большими, чем само это расстояние. В этом случае область потенциального течения рабочей среды исчезает, а течение становится вязким, при этом силы трения преобладают, и вопрос о трансверсальной составляющей течения (точнее, о ее присутствии) необходимо рассматривать отдельно.

Тем не менее ожидать существенного развития течения вдоль оси y (или q_2 – в ортогональных криволинейных координатах) вряд ли возможно, так как таковое течение вызовет появление трансверсального градиента давления и как следствие перемещения обрабатываемой частицы в потоке в направлении оси z (или соответственно q_3). Последнее тем самым ликвидирует такой градиент давлений и поперечное течение. Иначе говоря, даже при своего рода критической ситуации (удаление требуемой фазы), т.е. при значительном уменьшении соответствующих чисел Рейнольдса в рассматриваемой области за счет уменьшения локальной толщины разделяющего их слоя $h(x, y, t)$, появление трансверсального градиента давления вызовет такое изменение переменных от точки к точке локальных расстояний между обрабатываемыми частицами, которое будет исключать течение вдоль оси y (q_2 – в ортогональных координатах). В итоге следует ожидать, что развернутая в потоке частица поведет себя подобно плоскому крылу и будет в нем располагаться подобно части плоского крыла, кривизна которого изменяется вдоль потока.

Наличие близко расположенных соседних частиц существенно осложняет поставленную задачу, в то же время присутствие (и преобладающее влияние на определенных эта-

пах) инерционных сил при движении рабочей среды в пространстве между двумя соседними частицами будет влиять и на течение в пограничных слоях на самих поверхностях соседних частиц.

Резюмируя сказанное, можно сделать предварительный вывод, что в качестве координатных линий следует выбрать линии кривизны поверхности обрабатываемых частиц. Положим, что после пространственной ориентации частицы в потоке резкие изломы ее поверхности соответствуют поперечной координате i , таким образом, имеют лишь косвенное влияние на течение исследуемых процессов.

Выпишем основные уравнения движения, характеризующие рассматриваемые процессы. При этом будем исходить из обычных представлений классической гидромеханики [1, 2, 3] с учетом особенностей рассматриваемых практических задач. К числу специфики таковых следует отнести в первую очередь следующие факторы и явления.

Обрабатываемое биосырье – частицы – разделены на сравнительно мелкие части объекта обработки, характеризуются постоянным поступлением жидкой фазы изнутри частиц на их поверхность и образованием на последней слоя биополимеров той или иной толщины. Другая биологическая особенность такого процесса сводится к многообразию формы поверхности (части ее, особенно применительно к изменениям величин местных радиусов кривизны) обрабатываемых частиц.

Если вторая особенность определяет гидродинамические параметры потока рабочей среды, то первая – граничные и начальные условия на поверхности объекта обработки. Сочетание этих факторов и доминирует при подборе соответствующих моделей, посредством использования которых возможно разрешить поставленную задачу.

Ортогональные криволинейные координаты расположим так, чтобы поверхность обтекаемой потоком частицы определялась следующим условием: $q_3 = 0$ (q_3 – нормальная координата, здесь обозначает расстояние точки от этой поверхности по нормали).

Таким образом, мы выбираем ортогональную сетку координатных линий q_1 и q_2 непосредственно на самой поверхности частиц. В принятой системе координат элемент длины выражается соотношением

$$dS^2 = H_1^2 dq_1^2 + H_2^2 dq_2^2 + H_3^2 dq_3^2, \quad (5)$$

где H_1, H_2, H_3 – коэффициенты Ляме, соответствующие криволинейным ортогональным координатам q_1, q_2, q_3 , связанным с декартовыми координатами следующими зависимостями:

$$q_1 = q_1(x, y, z), \quad q_2 = q_2(x, y, z), \quad q_3 = q_3(x, y, z). \quad (6)$$

Уравнения движения, энергии и неразрывности потока также в интегральной форме в соответствии с теми же классическими гидродинамическими представлениями могут быть записаны в следующем компактном виде:

$$\iiint_V \frac{\partial A}{\partial t} \cdot dV = \iiint_V B \cdot dV + \iint_S C \cdot dS. \quad (7)$$

Здесь параметры A, B и C для уравнений движения определяются формулами

$$A = \rho \cdot v, \quad B = \rho \cdot F, \quad C = -P \cdot n - \rho v v_n + \tau_n;$$

для уравнения неразрывности потока:

$$A = \rho, \quad B = 0, \quad C = -\rho \cdot v_n$$

и для уравнения энергии:

$$A = \rho \left(U^2 + \frac{\mathcal{G}^2}{2} \right),$$

$$B = \rho \cdot F \cdot \mathcal{G}, \quad C = \rho \cdot \mathcal{G}_n \cdot \left(U^2 + \frac{\mathcal{G}^2}{2} \right) + q_n - P \cdot \mathcal{G}_n + \tau_n \cdot \mathcal{G}. \quad (8)$$

Следуя далее, основные уравнения, описывающие движение жидкости (газа) и энергии, применительно к разрешению поставленных задач в дифференциальной форме можно записать следующим образом:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial \mathcal{G}_i}{\partial t} + \frac{\mathcal{G}_1}{H_1} \frac{\partial \mathcal{G}_i}{\partial q_1} + \frac{\mathcal{G}_2}{H_2} \frac{\partial \mathcal{G}_i}{\partial q_2} + \frac{\mathcal{G}_3}{H_3} \frac{\partial \mathcal{G}_i}{\partial q_3} - \frac{\mathcal{G}_1^2}{H_i H_1} - \frac{\mathcal{G}_2^2}{H_i H_2} \frac{\partial H_2}{\partial q_i} + \\ & + \frac{\mathcal{G}_1}{H_1} \frac{\mathcal{G}_i}{H_i} \frac{\partial H_i}{\partial q_1} + \frac{\mathcal{G}_3 \mathcal{G}_i}{H_i} \frac{\partial H_i}{\partial q_3} + \frac{\mathcal{G}_2 \mathcal{G}_i}{H_2 H_i} \frac{\partial H_i}{\partial q_2} = F_i - \frac{1}{\rho H_i} \frac{\partial P}{\partial q_i} + \\ & + \frac{1}{\rho H_1 H_2 H_3} \frac{\partial}{\partial q_3} (H_1 H_2 H_i \tau_{i3}), \end{aligned} \quad (9)$$

где $i = 1, 2$.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{1}{H_1 H_2} \left[\frac{\partial}{\partial q_1} (\rho \mathcal{G}_1 H_2) + \frac{\partial}{\partial q_2} (\rho \mathcal{G}_2 H_1) + \frac{\partial}{\partial q_3} (\rho \mathcal{G}_3 H_1 H_2) \right] = 0, \quad (10)$$

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial q_3} - F_2 = \frac{\mathcal{G}_1^2}{H_1} \frac{\partial H_1}{\partial q_1} + \frac{\mathcal{G}_2^2}{H_2} \frac{\partial H_2}{\partial q_2}, \quad (11)$$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial t} + \frac{\mathcal{G}_1}{H_1} \frac{\partial}{\partial q_1} + \frac{\mathcal{G}_2}{H_2} \frac{\partial}{\partial q_2} + \frac{\mathcal{G}_3}{\partial q_3} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial t} + \\ & + \frac{1}{\rho H_1 H_2} \frac{\partial}{\partial q_3} \left\{ q_3^T + (\tau_{31} \mathcal{G}_1 + \tau_{32} \mathcal{G}_2) \right\} H_1 H_2 + \rho (\mathcal{G}_1 F_1 + \mathcal{G}_2 F_2). \end{aligned} \quad (12)$$

Приведенные уравнения получены в следующих предположениях: кривизна поверхности частиц вдоль соответствующей координаты изменяется незначительно, толщина слоя рассматриваемой области теплоносителя по порядку величины значительно меньше, чем радиусы кривизны поверхности объекта обработки.

Такой вид уравнений движения отражает соотношение между отдельными членами, их составляющими, а также оценку порядка величин членов, входящих в них: здесь сохранены только члены, имеющие старший порядок. Кроме того, учитывалось, что H_1 и H_2

являются функциями q_1 и q_2 , а так как координата q_3 соответствует расстоянию точки от поверхности частицы, то можно положить $H_3 = 1$.

Взяв, таким образом, за линии кривизны $q_1 = const$ и $q_2 = const$, примем, что уравнение поверхности частицы $q_3 = 0$ задано в виде $r = r(q_1, q_2)$. При этом координатные линии q_3 будут представлять собой кривые, ортогональные к поверхности частицы.

Следуя и далее указанным ранее работам [1, 2, 3], запишем следующую систему уравнений, описывающую движение рабочей среды и энергии вблизи поверхности частицы, с учетом кривизны поверхности последней и других рассмотренных ранее особенностей, присущих исследуемому процессу. При этом отметим дополнительно, что привести данные уравнения к настоящему виду позволило утверждение, что толщины соответствующих слоев теплоносителя много меньше радиусов кривизны самой поверхности обрабатываемой частицы:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \mathcal{G}_1}{\partial t} + \frac{\mathcal{G}_1}{H_1} \frac{\partial \mathcal{G}_1}{\partial q_1} + \frac{\mathcal{G}_2}{H_2} \frac{\partial \mathcal{G}_1}{\partial q_2} + \mathcal{G}_3 \frac{\partial \mathcal{G}_1}{\partial q_3} - \frac{\mathcal{G}_2^2}{H_1 H_2} \frac{\partial H_2}{\partial q_1} + \frac{\mathcal{G}_1 \mathcal{G}_2}{H_1 H_2} \frac{\partial H_1}{\partial q_2} = \\ = F_1 - \frac{1}{\rho} \frac{1}{H_1} \frac{\partial P}{\partial q_1} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial q_3} \left(\mu \cdot \frac{\partial \mathcal{G}_1}{\partial q_3} \right), \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \mathcal{G}_2}{\partial t} + \frac{\mathcal{G}_1}{H_1} \frac{\partial \mathcal{G}_2}{\partial q_1} + \frac{\mathcal{G}_2}{H_2} \frac{\partial \mathcal{G}_2}{\partial q_2} + \mathcal{G}_3 \frac{\partial \mathcal{G}_2}{\partial q_3} - \frac{\mathcal{G}_1^2}{H_1 H_2} \frac{\partial H_1}{\partial q_2} + \frac{\mathcal{G}_1 \mathcal{G}_2}{H_1 H_2} \frac{\partial H_2}{\partial q_1} = \\ = F_2 - \frac{1}{\rho} \frac{1}{H_2} \frac{\partial P}{\partial q_2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial q_3} \left(\mu \cdot \frac{\partial \mathcal{G}_2}{\partial q_3} \right), \end{aligned} \quad (14)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{1}{H_1 H_2} \left[\frac{\partial}{\partial q_1} (\rho \cdot \mathcal{G}_1 \cdot H_2) + \frac{\partial}{\partial q_2} (\rho \cdot \mathcal{G}_2 \cdot H_1) \right] + \frac{\partial}{\partial q_3} (\rho \cdot \mathcal{G}_3) = 0, \quad (15)$$

$$\frac{\partial P}{\partial q_3} = 0, \quad (16)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} + \frac{\mathcal{G}_1}{H_1} \frac{\partial}{\partial q_1} + \frac{\mathcal{G}_2}{H_2} \frac{\partial}{\partial q_2} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial t} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial q_3} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial q_3} \right) + \\ + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial q_3} \left[\mu \cdot \frac{\partial \mathcal{G}_3}{\partial q_1} \mathcal{G}_1 + \mu \cdot \frac{\partial \mathcal{G}_3}{\partial q_2} \mathcal{G}_2 \right] + \mathcal{G}_1 F_1 + \mathcal{G}_2 F_2. \end{aligned} \quad (17)$$

Как уже отмечалось, влияние внешнего (по отношению к формирующимся на поверхности частиц пограничным слоям) течения в первую очередь зависит от расстояния между двумя соседними частицами, обтекаемыми потоком. Характерный нормальный размер (разделяющего их слоя воздуха) может изменяться на протяжении всего времени высушивания, т.е. прохождения частицами всех этапов этого процесса, в достаточно широких пределах. Находящийся между двух соседних поверхностей частиц воздушный поток может иметь толщину от нуля (слипание частиц на основе адгезионных связей) до конечных, достаточно больших, по сравнению с толщинами пограничных слоев, величин.

В целом, область взаимодействия двух соседних, находящихся в произвольном положении в пространстве и относительно друг друга частиц представляет собой зону с

полностью или частично перекрывающимися поверхностями. Иначе говоря, образующая эту область часть поверхностей соседних частиц не является общей в смысле образования области течения рабочей среды. Таким образом, в наиболее общем случае течение этой среды соответствует перемещению воздуха между двумя участками криволинейных поверхностей той или иной формы.

Выполним предварительную (приближенную) оценку связи между расходом рабочей среды, протекающей в рассматриваемой области и другими параметрами, характеризующими исследуемые процессы. Следуя тем же исходным предпосылкам, изложенным в указанных ранее работах [1, 3, 4, 6, 7], используем с целью упрощения пока прямоугольные координаты.

Рассмотрим поверхности двух соседних частиц, разделенные рабочим потоком – в силу кривизны их поверхностей и произвольной ориентации в пространстве расстояние, как отмечалось выше, между поверхностями переменное от точки к точке; положим, что система координат связана с одной из поверхностей, а ось z направлена по нормали к одной из поверхностей, при этом существенно соотношение между размерами слоя рабочей среды, находящегося между этими поверхностями и кривизной этих поверхностей, точнее, с местными радиусами кривизны таких поверхностей. Если величины двух последних параметров можно принять значительно большими в сравнении с толщиной разделяющего обрабатываемые поверхности слоя, то задача в значительной степени упрощается. Предварительный анализ такого рода соотношений для различных вариантов его разделения и вариаций изменения других параметрических характеристик показывает, что такое соотношение имеет место.

В этом случае можно считать, что оси Ox и Oy полностью расположены на выбранной нами (рис. 1) нижней поверхности.

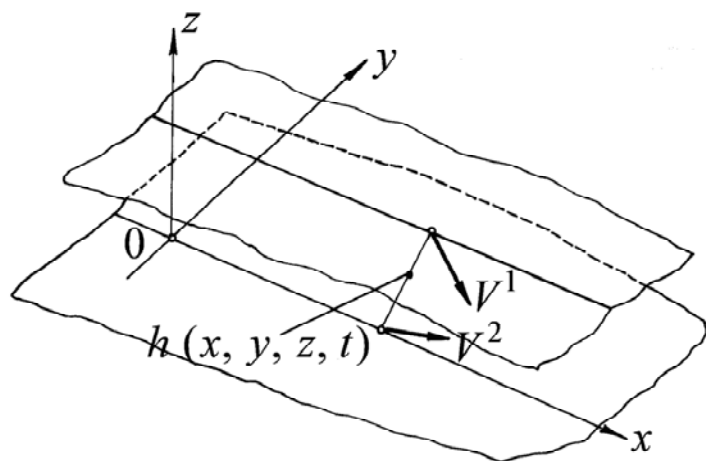


Рис. 1. Схема расположения двух соседних частиц продукта, разделенных рабочим потоком
 Fig. 1. Location scheme of two neighboring particles of the product, separated by a workflow

В наиболее общем случае, как это видно из рис. 1, векторы относительных скоростей поверхностей обрабатываемых частиц расположены произвольным образом в пространстве, можно задать их компоненты вдоль соответствующих координатных осей, например, V_X^1, V_Y^1, V_Z^1 и V_X^2, V_Y^2, V_Z^2 , а толщина слоя, их разделяющего, зависит от x, y и t , т.е. $h = h(x, y, t)$. Будем при этом полагать, что $h(x, y, t)$ является непрерывной функцией и дифференцируемой во всей области (x, y) , за исключением краев частиц, т.е. резких переходов и областей изменения формы частиц.

В наиболее общем случае скорости частиц относительно выбранной системы координат являются функциями этих координат и времени:

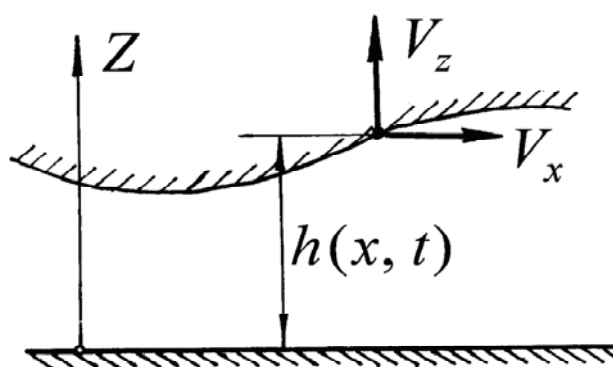
$$V^1 = V^1(x, y, z, t), \quad V^2 = V^2(x, y, z, t),$$

где V^1 и V^2 – скорости поверхностей рядом расположенных (соседних) частиц (см. рис.1).

Как отмечалось, указанное расположение координатных осей отвечает (в плане поставленной в настоящей работе задачи) ортогональным криволинейным координатам, где q_1 и q_2 расположены непосредственно на поверхности одной из частиц и, как и ранее, соответствуют осям x и y , а q_3 – нормальной координате Z . В дальнейшем при таком рассмотрении более удобно использовать относительную скорость поверхности одной частицы, перемещающейся относительно другой.

В используемой системе координат (рис. 2) примем, что нижняя поверхность неподвижна, а верхняя движется с какой-либо скоростью; в данном случае этот параметр представляет собой относительную скорость.

Рис. 2. Схема расположения поверхностей двух соседних частиц и принятые направления координатных осей
Fig. 2. Location scheme of two neighboring surfaces of the particles and the direction taken by the coordinate axes



Взаимное влияние размера расстояния между обрабатываемыми частицами биосырья на гидродинамические параметры исследуемых процессов и результаты воздействия гидромеханических характеристик в виде относительного смещения и разворотов частиц в потоке требуют фиксации (условной) какого-либо из соседних объектов. Рассматривая минимальное их количество (два), мы условно приняли в дальнейшем, что один из них является неподвижным. Вызывало определенные затруднения и наличие кривизны поверхностей одновременно у обоих соседствующих объектов обработки. В отдельных случаях впоследствии мы будем допускать значительное различие местных радиусов кривизны таких поверхностей. На практике часто поверхность одной из рядом расположенных частиц значительно более плоская, чем другая. Это позволяет, как можно видеть, на настоящем этапе анализа несколько упростить задачу.

Направление оси x (q_1 – в криволинейной системе координат) выбрано таким образом, чтобы вдоль нее движение рабочей среды (воздуха) между соседними частицами являлось преимущественным, т.е. трансверсальная составляющая скорости течения была значительно меньше продольной компоненты.

Возвращаясь к влиянию расстояния между обрабатываемыми частицами, отметим, что последнее, изменяясь в определенных пределах (от нуля до конечных значений), тем самым зависит от режимов обработки сырья. Так, близкие нулю значения этих расстояний соответствуют значительному «насыщению» рабочего объема той или иной установки высушиваемым биосырьем: максимальное (в единице объема) присутствие частиц соответствует минимальным средним расстояниям между ними.

Увеличение такого расстояния будет соответствовать снижению концентрации частиц в рабочем объеме сушильной камеры. Анализ поведения их в процессе высушивания с точки зрения расхода воздуха, баланса тепла и изменения концентраций удаляемой фазы лучше проводить, опираясь на крайние, предельные случаи.

Используя изложенные рассуждения и опираясь на общепринятые в гидромеханике выкладки, запишем уравнения движения рабочего потока между достаточно близко расположенными (анализ границ применимости используемых здесь предположений связан

с внешними по отношению к рассматриваемым частицам условиями) поверхностями частиц следующим образом:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + \nu \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}, \quad \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial \varpi}{\partial z} = 0, \quad (18)$$

где $P = P(x, t)$.

При этом пока принято, что расстояние между частицами и соответствующие скорости удовлетворяют таким значениям критериальных чисел, что инерционными членами в уравнениях движения можно пренебречь, а коэффициенты вязкости среды на достаточном удалении от поверхностей частиц (т.е. вне пограничных слоев) мало изменяются от точки к точке и, таким образом, вне размеров соответствующих гидродинамических и диффузионных пограничных слоев независимы от координат. Кроме того, одна из двух соседних поверхностей обрабатываемых частиц, имеющая меньший радиус кривизны, условно принята на достаточно коротком участке плоской. Вдоль нее и проведена ось x , координата z , как и ранее, направлена по нормали к ней.

Количество рабочей среды (воздуха), проходящей через произвольно выбранное поперечное сечение в единицу времени, можно определить так:

$$Q(x, t) = \int_0^h u \cdot dz, \quad (19)$$

где $h(x, t)$ – расстояние между поверхностями частиц по нормали к выбранной поверхности.

Начальные и граничные условия зададим в следующем виде:

$$\begin{aligned} u(x, z, 0) = w(x, z, 0) &= (x, 0) = (x, 0); \\ P(x, 0) &= 0 \text{ при } t = 0; \\ u(x, 0, t) = w(x, 0, t) &= 0 \text{ при } z = 0; \\ u(x, h, t) = V_X(x, t); \quad w(x, h, t) &= V_Y(x, t) \text{ при } z = h(x, t). \end{aligned} \quad (20)$$

Проинтегрировав последнее из уравнений (18) в пределах от нуля до h , получим

$$\int_0^h \frac{\partial u}{\partial x} dz + V_Y = 0. \quad (21)$$

С учетом следующего выражения

$$\int_0^h \frac{\partial u}{\partial x} dz = \frac{\partial}{\partial x} \int_0^h u \cdot dz - V_X \frac{\partial h}{\partial x} = \frac{\partial Q}{\partial x} - V_X \frac{\partial h}{\partial x}, \quad (22)$$

относительно Q имеем следующее уравнение:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = V_X \frac{\partial h}{\partial x} - V_Y. \quad (23)$$

Обозначим далее через $Q(c, t)$ количество рабочей среды, протекающей через фиксированное в области $X = C$ сечение и, интегрируя последнее уравнение в пределах от C до X , определим Q :

$$Q(x, t) = \int_c^x \left(V_X \frac{\partial h}{\partial x} - V_Y \right) dx + Q(c, t). \quad (24)$$

Из этого выражения следует, что, если задана функция $Q(c, t)$, т.е. расход в фиксированном при $X = C$ сечении, и определен закон относительного движения поверхностей (частиц), нетрудно определить $Q(x, t)$. И наоборот, в случае задания этой функции можно определить закономерности, характеризующие перемещение частиц.

Функции $Q(x, t)$ и $Q(c, t)$ связаны через $h(x, t)$, V_X и V_Y – они в целом определяют режимы течения газа (воздуха) между поверхностями соседних частиц.

Перейдем опять к более обобщенному анализу режимов, характера и особенностей течения рабочей среды между двумя поверхностями произвольной кривизны. При этом будем (также предварительно) рассматривать двухмерное течение.

Проанализируем поведение рабочей среды в плоскости, соответствующей сечению области плоскостью, находящейся между поверхностями xz , в данном случае направление потока среды находится в этой плоскости. Уравнения движения возьмем, следуя тем же классическим работам [1, 3], все также с учетом характерных особенностей, присущих биологическим объектам обработки. Приведенные далее уравнения учитывают влияние местного радиуса кривизны на характер течения основных рассматриваемых и сопутствующих процессов.

Особенности рассматриваемых способов обработки биочастиц позволяют допустить, что на сравнительно небольшой длине (по отношению к целому, не шинкованному сырью – биологическому объекту, подлежащему обработке) вдоль поверхности частицы изменение местных радиусов кривизны этой поверхности не является слишком резким:

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{r}{r+z} u \frac{\partial u}{\partial x} + g \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{uw}{r+z} = -\frac{1}{\rho} \frac{r}{r+z} \frac{\partial P}{\partial x} + v \cdot \left\{ \frac{r^2}{(r+z)^2} \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \right. \\ \left. + \frac{1}{r+z} \cdot \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{u}{(r+z)^2} + \frac{2r}{(r+z)^2} \frac{\partial w}{\partial x} - \frac{r}{(r+z)^3} \cdot \frac{dr}{dx} w + \frac{rz}{(r+z)^3} \cdot \frac{dr}{dx} \cdot \frac{\partial u}{\partial x} \right\}, \end{aligned} \quad (25)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial w}{\partial t} + \frac{r}{r+z} u \frac{\partial w}{\partial x} + w \frac{\partial w}{\partial z} - \frac{u^2}{r+z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} + v \cdot \left\{ \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} - \frac{2r}{(r+z)^2} \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{1}{r+z} \frac{\partial w}{\partial z} + \right. \\ \left. + \frac{r^2}{(r+z)^2} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - \frac{w}{(r+z)^2} + \frac{r}{(r+z)^3} \frac{dr}{dx} u + \frac{rz}{(r+z)^3} \frac{dr}{dx} \frac{\partial w}{\partial x} \right\}. \end{aligned} \quad (26)$$

Полагая отсюда $dr/dx = 0$, будем иметь систему следующих уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{r}{r \pm z} u \frac{\partial u}{\partial x} + g \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{1}{(r \pm z)} uw = -\frac{1}{\rho} \frac{r}{r \pm z} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\mu}{\rho} \left[\left(\frac{r}{r \pm z} \right)^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \right. \\ \left. + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \frac{2r}{(r \pm z)^2} \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{1}{(r \pm z)} \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{u}{(r \pm z)^2} \right], \end{aligned} \quad (27)$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} + \frac{r}{(r \pm z)} u \frac{\partial w}{\partial x} + w \frac{\partial w}{\partial z} - \frac{u^2}{(r \pm z)} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} + \frac{\mu}{\rho} \left[\left(\frac{r}{r \pm z} \right)^2 \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} - \frac{2r}{(r \pm z)^2} \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{1}{(r \pm z)} \frac{\partial w}{\partial z} - \frac{w}{(r \pm z)^2} \right]. \quad (28)$$

В приведенных уравнениях знак плюс относится к выпуклой поверхности, минус – к вогнутой.

Рассмотренное течение рабочей среды между высушиваемыми частицами по мере увеличения расстояния, разделяющего их, превращается в потенциальное, если достигает размеров, превышающих суммы гидродинамических пограничных слоев на поверхностях. В этом случае тепло- и массообменные процессы определяются не только режимами и характером течения в этой потенциальной области, но и движением сплошной среды в самих пограничных слоях, причем влияние последних может оказаться решающим.

Рассмотрим течение среды с учетом этих замечаний, выполнив в соответствующих уравнениях гидродинамики переход к координатам x, y, z и обозначениям u, v, w для отвечающих этим координатам компонентам скоростей течения рабочей среды.

На рис. 3 изображен участок поверхности, на которой расположены оси q_1 и q_2 (x и y), ось q_3 (z) корригирует с нормалью.

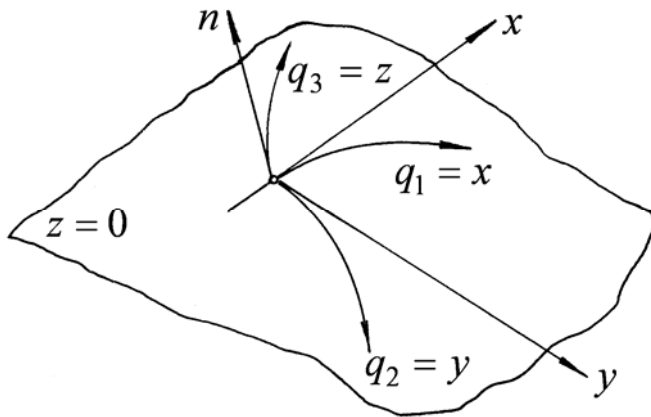


Рис. 3. Схема расположения осей криволинейных координат на поверхности частицы
Fig. 3. Location scheme of curvilinear coordinates axes on the surface of the particle

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{u}{H_1} \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{g}{H_2} \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{1}{H_1 H_2} \left(u g \frac{\partial H_1}{\partial y} - g^2 \frac{\partial H_2}{\partial x} \right) = \\ = F_1 - \frac{1}{\rho H_1} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial z} \left(\mu \frac{\partial u}{\partial z} \right), \end{aligned} \quad (29)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial g}{\partial t} + \frac{u}{H_1} \frac{\partial g}{\partial x} + \frac{g}{H_2} \frac{\partial g}{\partial y} + w \frac{\partial g}{\partial z} + \frac{1}{H_1 H_2} \left(u g \frac{\partial H_2}{\partial x} - u^2 \frac{\partial H_1}{\partial y} \right) = \\ = F_2 - \frac{1}{\rho H_2} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial z} \left(\mu \frac{\partial g}{\partial z} \right), \end{aligned} \quad (30)$$

$$\frac{\partial P}{\partial t} + \frac{1}{H_1 H_2} \left[\frac{\partial}{\partial x} (\rho u H_2) + \frac{\partial}{\partial y} (\rho g H_1) \right] + \frac{\partial}{\partial z} (\rho g) = 0. \quad (31)$$

Приведенные уравнения описывают в целом все многообразие процессов, протекающих непосредственно вблизи поверхностей биочастиц, тем самым отражая достаточно тонкие явления, сопутствующие им. Одновременно просматривается чрезвычайная чувствительность этих процессов к внешним (по отношению к области взаимодействия частиц с потоком) воздействиям. Именно это позволяет управлять исследуемыми процессами, изменяя в достаточно широких пределах параметры сушки биосырья.

Использование изменений гидродинамических, а также тепло- и массообменных характеристик в качестве управляющих параметров по отношению к процессам, протекающим вблизи поверхностей обрабатываемого сырья, не только связано с вариациями тех или иных параметров в рассматриваемых областях, но и обусловлено последними.

Не вызывает сомнений (и подтверждается экспериментально), что поведение обрабатываемой частицы в потоке связано не столько с внешними (по отношению к ней) параметрами потока, сколько с биологическими, химическими и даже геометрическими показателями объекта обработки.

Основным возмущающим фактором здесь выступает острая кромка среза, и если размер частицы вдоль потока окажется достаточно велик, то есть основания ожидать развития возмущения вдоль оси x .

Таким образом, полученные уравнения описывают все многообразие гидродинамических режимов, возникающих в сушильных камерах при сушке измельченных гидробионтов. На их основе можно выполнить расчеты основных параметров и узлов сушилок, в которых используются взвешенно-закрученные потоки (ВЗП) теплоносителя.

На базе проведенных исследований нами создано более десятка новых типов сушилок с ВЗП производительностью от 5 до 40 т перерабатываемого сырья в сутки, которые эксплуатируются в (стационарном, автономном и судовом вариантах исполнения) на 15 рыбозаводах и рыбокомбинатах России.

Список литературы

1. Гинзбург А.С., Резчиков В.А. Сушка пищевых продуктов в кипящем слое. – М.: Пищ. пром-сть, 1970. – 196 с.
2. Сыромятников Н.И., Васанова Л.К., Шиманский Ю.М. Тепло- и массообмен в кипящем слое. – М.: Химия, 1967. – 176 с.
3. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Дрофа, 2003. – 840 с.
4. Погонец В.И. Гидродинамические характеристики и диапазон существования кипящего закрученного слоя дисперсных частиц агара при сушке // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – Т. 25. – С. 111-115.
5. Погонец В.И., Пешков И.Х. Технология сушки пряно-сладкой ламинарии при производстве цукатов // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы II Междунар. науч.-техн. конф. Ч. II. – Владивосток, 2012. – С. 110-113.
6. Погонец В.И., Пешков И.Х. Особенности сушки частиц агара во взвешенно-закрученных потоках // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – Т. 26. – С. 126-132.
7. Погонец В.И. Установка для сушки растворов полисахаридов во взвешенно-закрученных потоках теплоносителя // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – Т. 23. – С. 195-197.

Сведения об авторах: Погонец Владимир Ильич, доктор технических наук, профессор, e-mail: pogonetsvi@mail.ru;
Лазанович Анна Владимировна, аспирант.

УДК 664.95

Д.Ю. Проскура, Е.В. Паевская, Ю.Г. КапустинаДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ИЗВЛЕЧЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА БИОЛОГИЧЕСКИ ЦЕННОГО СЫРЬЯ
ИЗ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ**

*Рассмотрена проблема безотходной переработки двустворчатых моллюсков на примере спизулы и *Anadara broughtoni*.*

*Традиционные способы и технология переработки двухстворчатых моллюсков сводится к извлечению мускула-замыкателя. Иногда в переработку идут раковины как добавка в корм домашней птицы и на промышленных птицефабриках. Все остальное идет в отходы. Но в двухстворчатых моллюсках, таких, как спизула, гребешок, *Anadara broughtoni*, очень ценным сырьем можно считать кровь и внутриполостную жидкость, в которых содержится большое количество ценных водорастворимых (В₁, В₂, В₆, В₁₂, РР, С и др.) и жирорастворимых (А, Е, D, К) витаминов, а также ω -3 ПНЖК и микроэлементов. Предлагаются варианты автоматического сбора крови и внутриполостной жидкости в условиях судна как более простой, но малопродуктивный способ, и береговой – более сложный, но и высокопроизводительный. Также рассматриваются способы переработки биологически ценных отходов двухстворчатых моллюсков, собранных в процессе разделки раковин путем СО₂-экстрагирования, для получения высококонцентрированных биологически активных веществ и дальнейшего использования в пищевой промышленности и медицине. Также предлагается технологическая схема изготовления доступного для населения биологически ценного продукта типа «Гематоген», который можно использовать для оздоровления детей, восстановления здоровья работников с тяжелыми условиями труда и военнослужащих.*

Ключевые слова: *анадара, двустворчатые моллюски, биоактивные вещества, сырье, переработка, СО₂-экстракция, гематоген.*

D.Y. Proskura, E.V. Paevskaya, Y. G. Kapustina**EXTRACTION AND PROCESSING OF BIOLOGICALLY VALUABLE RAW
FROM BIVALVE SHELLFISH**

*The problem of waste-free processing of bivalve molluscs for example spizuly and *Anadara broughtoni*.*

*Traditional methods and technology of clam boils down to the recovery of muscle clips. Sometimes processing flow basin, as an additive in the feed of poultry and poultry industry. All the rest goes to waste. But on clams, such as spizula, scallop, *Anadara broughtoni*, very, valuable raw materials can be considered within the blood and abdominal fluid, which contains a large amount of water-soluble (B1 B2, B6, B12, PP, C, etc.) and fat-soluble (A, E, D, K), vitamins, and ω -3 fatty acids and trace elements, available in versions automatically collect blood and intraluminal fluid in the vessel easier, but unproductive, and the coast – more complex and high-performance. It also discusses ways to recycle organic waste processing of bivalve molluscs collected in the shell by cutting CO₂-extraction for the preparation of highly biologically active substances for use in food and medicine. It is also proposed flowsheet making available to the public biologically valuable product of the «Hematogen», which can be used for improvement of children, rehabilitation of workers with poor working conditions.*

Key words: *anadara, mussels, bioactive substances, raw materials, processing, CO₂-extracting, hematogen.*

Рациональное природопользование подразумевает максимально использовать при переработке добытое или выращенное сырье. Особенно важно не потерять в технологической цепочке извлечения и переработки сырья, богатого биологически активными веществами, находящимися в так называемых пищевых отходах, или вторичные биоресурсы.

В большей мере это относится к переработке двухстворчатых моллюсков, добыча и выращивание которых постоянно увеличиваются. Соответственно, в отходы тоже попадает постоянно увеличивающееся количество биологически активных веществ, не извлеченное из них при применении классических технологий переработки.

Двустворчатые моллюски – анадара (*Anadara broughtoni*) и спизула (*Spisula sachalinensis*) – являются важным объектом морского промысла. Деликатесная продукция, изготовленная из спизулы и анадары, обладает высокой биологической и пищевой ценностью [1]. Современные технологии изготовления пищевой продукции из двухстворчатых моллюсков предусматривают использование из всей массы мягких тканей лишь ноги, а остальные части моллюсков направляют в отходы.

В прибрежных морских акваториях Южного Приморья выявлены большие запасы двустворчатых моллюсков – спизулы и анадары, не использовавшиеся на пищевые цели. В Приморском крае активный нелегальный промысел анадары и спизулы начался в конце 90-х гг. прошлого столетия, и в течение нескольких лет весь объем добываемых ценных моллюсков шел на экспорт в Японию. Хищнический промысел подорвал потенциальные запасы ценных биоресурсов прибрежных акваторий Приморья. В настоящее время ситуация исправляется, поскольку двустворчатые моллюски добываются под наблюдением научных подразделений, и наметилась тенденция к восстановлению численности их популяции в Амурском и Уссурийском заливах, а также в зал. Посъет, наиболее благоприятном для развития промышленной марикультуры.

Пищевая продукция из мяса моллюсков анадары и спизулы является источником полноценного белка, содержащим все незаменимые аминокислоты, липиды, в том числе эссенциальных ω -3 полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) (эйкозопентаеновой и докозогексаеновой), обладающих лечебно-профилактическим диапазоном терапевтических эффектов [3]. В мясе двустворчатых моллюсков по сравнению с морской рыбой содержится в 5-8 раз больше углеводов, в процессе метаболизма из которых образуется большое число органических соединений, являющихся исходным субстратом для синтеза липидов, аминокислот, нуклеотидов. Белки, липиды и углеводы анадары и спизулы, образующие биологически активные комплексы, обладают модулирующим и стимулирующим иммунную систему человека действием и укрепляют адаптационные механизмы организма.

Морские моллюски содержат комплекс водорастворимых (B_1 , B_2 , B_6 , B_{12} , PP , C и др.) и жирорастворимых (A , E , D , K) витаминов, систематическое потребление которых в продуктах из спизулы и анадары, одновременно с ω -3 ПНЖК, предупреждает развитие ишемической болезни сердца и инфаркта миокарда, препятствует жировой инфильтрации печени, значительно снижает тромбообразование и способствует увеличению продолжительности времени свертывания крови [3, 4].

В мясе анадары и спизулы содержится сбалансированный набор макро- и микроэлементов, необходимых для нормального физиологического функционирования жизнедеятельных систем организма человека. Двустворчатые моллюски содержат такие важные для жизнедеятельности организма микроэлементы, как йод, фтор, цинк и селен, количественный уровень содержания которых по сравнению с морской рыбой превосходит более чем вдвое.

Доказано, что постоянное употребление моллюсков позволяет достаточно быстро восполнить дефицит эссенциальных веществ, повысить сопротивляемость организма к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, обеспечивая тем самым высокий уровень здоровья и продление жизни человека.

Анадара живет до 70 лет, а без воды при температуре от 0 до 2 °С анадара погибает через 10-12 дней.

Анадара – единственный двустворчатый моллюск с кровеносной системой, в крови красного цвета которого содержится гемоглобин [1].

Серьезной проблемой в процессе изготовления пищевой продукции из двустворчатых моллюсков является необходимость переработки вторичных биоресурсов (непищевых отходов). Однако сегодня переработка «биоотходов» не осуществляется, поскольку нет соответствующего современного технологического перерабатывающего оборудования. На предприятиях, вырабатывающих деликатесную пищевую продукцию из двустворчатых моллюсков, вследствие трудоемкого процесса разделки анадары и спизулы вручную на изготовление продукта идет только нога, а мантия, мускул-замыкатель, внутренности и жабры отправляют в отходы. Количество отходов у спизулы и анадары составляет в среднем, соответственно, 42-47 % и 58-65 % от общей массы мягких тканей моллюсков. Массовая доля раковин, направляемых в отходы, достигает 55-60 % от массы всех моллюсков, что в совокупности составляет 75-82 % вторичных неиспользуемых биоресурсов. В этой связи производство пресервов и консервов из анадары и спизулы нерентабельно и экологически опасно для окружающей среды и развития промышленной марикультуры [3].

Если при переработке двустворчатых моллюсков отправляемые в отходы раковины можно использовать при несложной обработке (дробление на барабанных дробилках до частиц определенного размера) в птицеводстве, то остальные отходы приходится утилизировать на полигонах и свалках. В отходы переработки двустворчатых моллюсков попадает также очень ценный по составу продукт – кровь моллюска. Из всех вышеперечисленных витаминов, микроэлементов и веществ (таурин) основная их часть находится в крови.

Чтобы избежать потери сырья с таким ценным набором полезных элементов и веществ, необходимо разработать ресурсосберегающие технологии, опираясь на то, что использовать должно натуральное сырье, а не химически синтезированные вещества [3, 4].

Нами разрабатывается технология комплексного ресурсосберегающего безотходного производства из анадары и спизулы пищевой деликатесной и кормовой продукции. Разрабатывается комплекс технологического оборудования [4], предусматривающий технологию переработки с учетом особенностей строения двустворчатых моллюсков, на основе полной механизированной разделки и отделения составных частей мягких тканей анадары и спизулы с последующим использованием их в производстве пищевой продукции.

Предложенная нами схема переработки моллюсков позволяет максимально использовать сырье.

На первом этапе промытые раковины направляются на извлечение свежей крови для дальнейшей переработки как ценное по содержанию витаминов и микроэлементов сырье. Чтобы не проводить операцию вручную, предлагаем автоматизировать этот процесс.

Исходя из анатомических особенностей моллюсков, предлагаем простейшую автоматизированную схему по переработке моллюсков (рис. 1).

По замкнутому копиру двигаются лотки специальной конфигурации для захвата в зоне **А** раковин и доставки их в зону **Б** под автоматически срабатываемую ножевую станцию. Нож, приводимый в движение соленоидом, подрубает на глубину 10 мм раковину, зажатую в лотке в месте соединения створок. Далее лоток с раковиной продолжает движение по кругу до точки **С**, происходит слив крови в специальный желоб, расположенный под копиром и оттуда в емкости, которые и поступают на переработку согласно технологическому процессу.

Если простая машина для сбора крови двустворчатых моллюсков (рис. 2) используется при работе непосредственно на добывающих судах или небольших цехов по переработке двустворчатых моллюсков на берегу в небольших объемах, так как имеет неболь-

шие габаритные размеры и малую энергоемкость, то на извлечение крови и внутриполостной жидкости при больших объемах сырья мы предлагаем усовершенствованную схему машины с вакуумным извлечением крови и внутриполостной жидкости, что существенно увеличивает производительность.

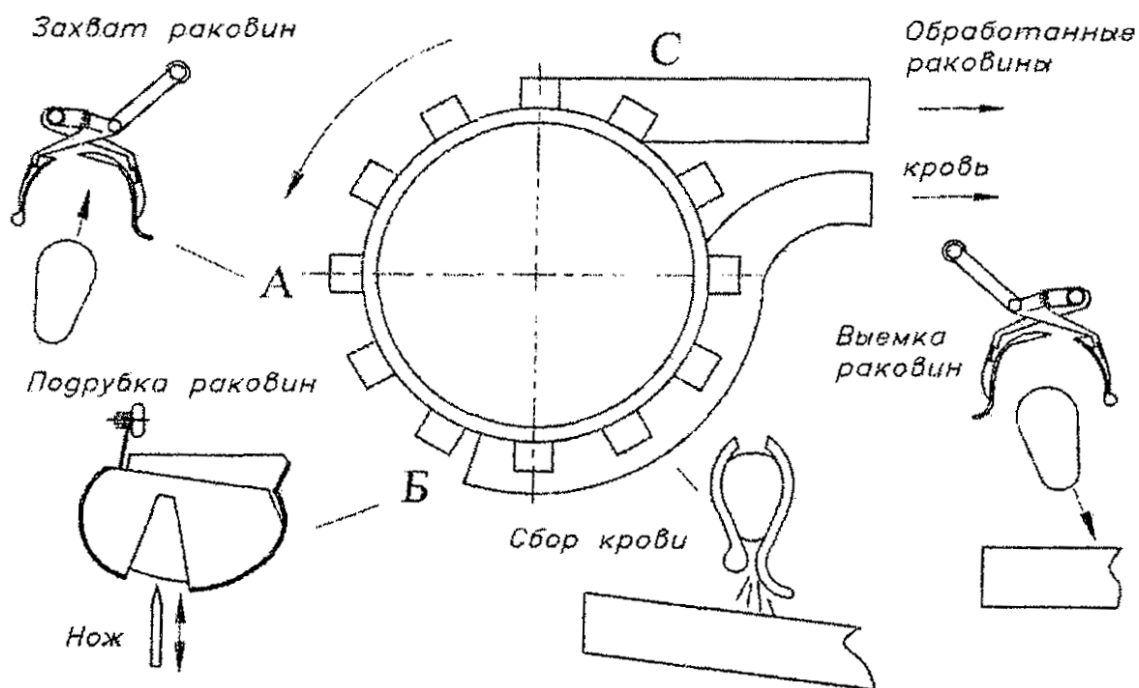


Рис. 1. Схема машины для сбора крови двустворчатых моллюсков
Fig. 1. Scheme machine for collecting blood pectinidae

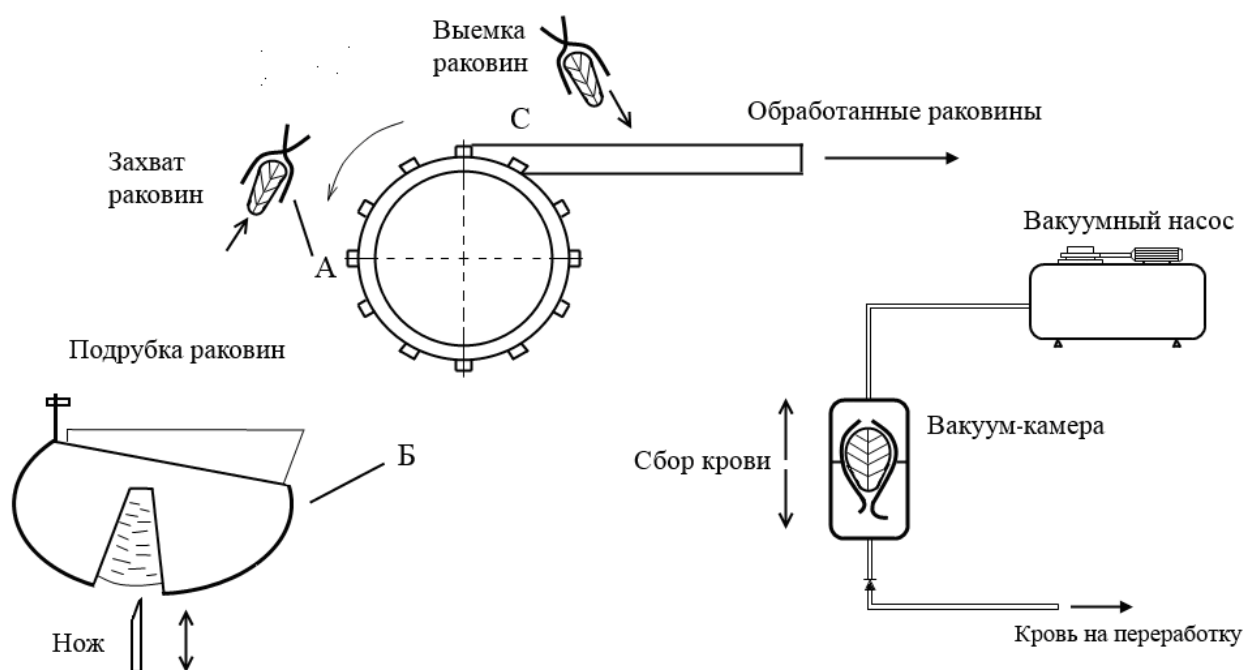


Рис. 2. Схема вакуумного удаления крови из двустворчатых моллюсков
Fig. 2. Bivalve shellfish vacuum removal blood scheme

Собранное сырье требует быстрой и качественной переработки. Мы предлагаем несколько способов для переработки сырья в пригодные для употребления формы, которые используются в медицине и пищевой промышленности применительно к другим видам сырья.

Исходя из биологической особенности крови *Anadara broughtoni* (это единственный двустворчатый моллюск, кровь которого красного цвета, так как в ней находится железо, а не кремний, как у других моллюсков), предлагается на ее основе выпускать продукт типа «Гематоген», который делается на основе бычьей крови не один десяток лет. Способ производства гематогена хорошо известен. Его основной ингредиент – сухая дефибринированная кровь крупного рогатого скота, прошедшая особенную технологическую обработку, при которой главным образом должны сохраниться целебные свойства красных кровяных телец – эритроцитов. При их помощи и поднимается гемоглобин в крови. Также некоторые предприятия используют при производстве гематогена очищенный гемоглобин – выделенный комплекс железа и белка, что снижает аллергические реакции на этот продукт.

По сравнению с кровью крупного рогатого скота, которая идет на производство гематогена, кровь анадары содержит гораздо больше необходимых человеку водорастворимых (*B₁, B₂, B₆, B₁₂, PP, C* и др.) и жирорастворимых (*A, E, D, K*) витаминов и микроэлементов.

Таким образом, изготовленный на основе крови анадары продукт типа «Гематоген» будет иметь гораздо большую пищевую и лечебную ценность и очень широкий спектр применения (рис. 3).

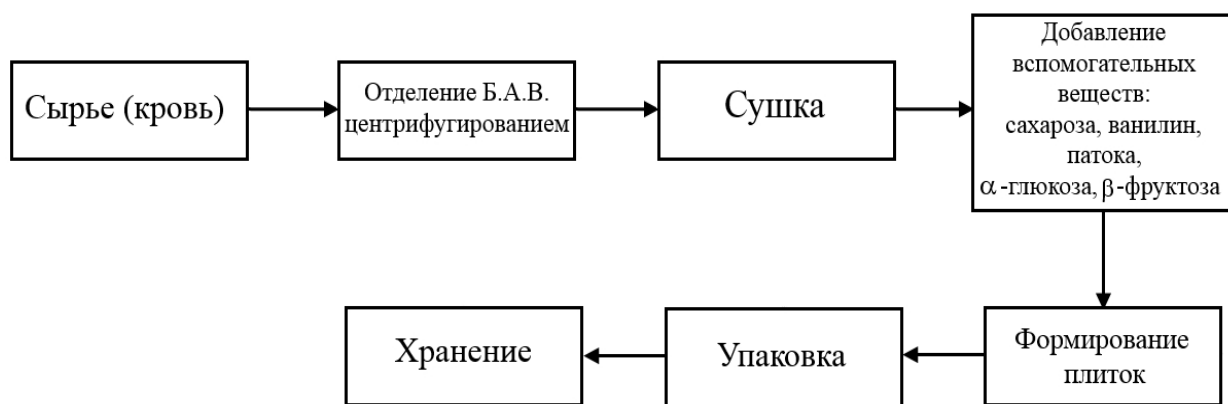


Рис. 3. Схема изготовления продукта типа «Гематоген» из крови *Anadara broughtoni*

Fig. 3. Scheme of manufacture of product «Hematogen» from blood *Anadara broughtoni*

Гематоген на основе крови *Anadara broughtoni* может использоваться для повышения иммунитета, восстановительного лечения после травм, операций и инфекционных заболеваний во всех возрастных группах. Также для поддержания здоровья людей при тяжелых производственных и климатических условиях как специальная добавка в рацион военнослужащих спецподразделений и служащих в сложных условиях (подводников, экипажи кораблей в длительных походах без возможности использовать свежие продукты), а также геологов, нефтяников, спортсменов и др.

Находящийся в составе крови альбумин – основной белок плазмы – связывает неполярные вещества, такие, как билирубин и жирные кислоты, холестерин, является переносчиком ряда гормонов – тироксина, трийод – тиронина, кортизола, альдостерона. Поэтому в гематогене его количество определяется 2,5 % (2,5 г в 100 г плитки).

При правильном изготовлении гематоген имеет длительный срок хранения, без обеспечения специальных условий.

Также на основе крови двустворчатых моллюсков можно изготавливать экстракты.

Экстракты представляют собой концентрированные извлечения из лекарственного сырья, которые делятся на жидкие, густые (с содержанием влаги более 25 %), сухие (до 5 % влаги). Для получения экстрактов используют различные способы: мацерацию, перколяцию, реперколяцию и др. Для экстрагирования лекарственного сырья применяют этиловый спирт и другие экстрагенты, иногда с добавлением кислот. Экстрагирование дает возможность использовать в качестве сырья все отходы (кроме раковины) при переработке двустворчатых моллюсков. Предварительно измельченные не используемые части (мышцы, мантию) заливают этиловым спиртом (желательно 70 %) и настаивают не менее 2 сут при t не выше 10 °С, отстаивают до 2 сут, затем фильтруют. При изготовлении жидких экстрактов из одной весовой части сырья получают 1-2-объемные части экстракта. Затем из готового жидкого экстракта путем осаждения и выпаривания под вакуумом можно получить густой экстракт, который может быть основой для изготовления сиропов, пилюль в желатиновой оболочке и др. А путем сушки (вакуумной) густых экстрактов можно получать сухие экстракты, с возможностью широкого применения в разных лекарственных формах.

В последнее время широкое распространение получили CO_2 -экстракты. Это экстракты, полученные по специальной технологии с помощью двуокиси углерода. Продукт получается однородной консистенции, без вкрапления сухих веществ. При этом эффект от использования CO_2 -экстрактов увеличивается (усиливается) в несколько раз. Использование CO_2 -экстрагирования как мягкорегимного, менее трудоемкого и технологически быстрого способа обработки сырья является необходимым условием получения природных экологически чистых экстрактов и масел высокого качества. В них сохраняется нативное (природное) соотношение всех компонентов и, следовательно, биохимический состав и физиологическая активность. Сырьем для CO_2 -экстракции изначально было растительное лекарственное сырье, но с недавнего времени используются и продукты животного происхождения (рис. 4).

В качестве сырья для получения некоторых видов дорогостоящих экстрактов могут использоваться отходы производства морепродуктов. Необходимое условие – влажность сырья не более 5 %, что требует предварительной подготовки сырья (вакуумная сушка как более щадящая для содержащихся в сырье витаминов и микроэлементов).

CO_2 -экстракты получают на экстракционных универсальных модулях, представляющих собой девять герметических металлических конструкций, связанных между собой технологическими трубопроводами, снабженными запорной и управляющей арматурой и манометрами.

Имеется возможность получать множество комплексных экстрактов лекарственного сырья для удовлетворения самых различных потребностей общественного питания, создания лечебных продуктов, детского питания.

CO_2 -экстракты представляют собой маслянистые или мазеобразные продукты, со сложным химическим составом. В них содержатся (в зависимости от исходного сырья) ароматические вещества, жирорастворимые витамины, алкалоиды, высшие спирты, углеводы, карбонильные соединения и другие биологически активные вещества. CO_2 -экстракты стерильны, гарантийный срок хранения в герметичной упаковке 2 года.

В последние годы в прибрежных акваториях не только увеличивается добыча естественно растущих в дикой среде двустворчатых моллюсков малотоннажным флотом, но и приобрело большую популярность разведение марикультуры. Многие предприятия, опи-

раясь на научные изыскания и опыт сопредельных государств: Китая, Японии, Вьетнама, Кореи и отечественные разработки, – осваивают не только рыбозаводство, но и разведение культивацию двустворчатых моллюсков – гребешка, мидии и др. На некоторые виды двустворчатых моллюсков устанавливается квота на вылов или даже мораторий на добычу в естественных условиях на срок от 3 до 5 лет, чтобы дать возможность популяции восстановиться до промышленных объемов.

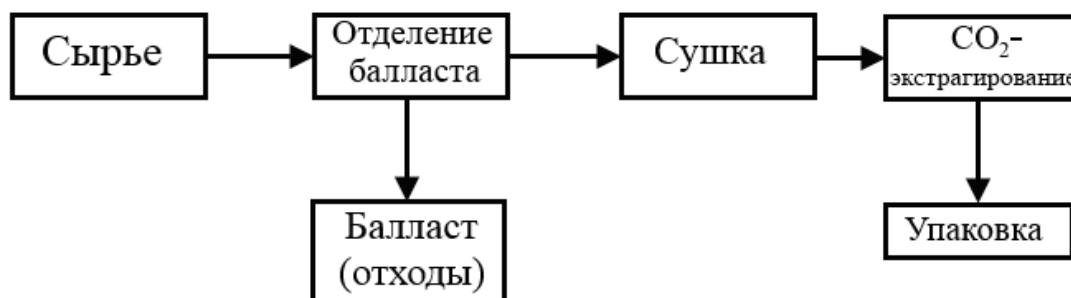


Рис. 4. Схема переработки двустворчатых моллюсков с CO₂-экстрагированием

Fig. 4. Bivalve shellfish recast with CO₂-extracting scheme

Развитие рыбообрабатывающей отрасли на основе традиционных градиентных способов обработки гидробионтов чрезвычайно трудно и нереально, так как эти методы в своем развитии приблизились к пределу совершенства.

Необходимость продовольственной независимости страны, удовлетворения потребности людей в полноценных и экологически чистых пищевых продуктах, а также значительное снижение вылова гидробионтов и недопроизводство продуктов питания выдвигают в число важнейших проблем максимально эффективное использование биоресурсов на основе разработки нового поколения прогрессивных технологий и техники.

Повышение внимания в рыночных условиях к качественному аспекту продовольствия подводит к необходимости совершенствования технологий и основных технологических процессов производства пищевых продуктов для получения высокого уровня качества.

Становление марикультуры и производство пищевой продукции из двустворчатых моллюсков (мидий, гребешка, устриц) и водорослей имеет важное значение для продовольственной безопасности государства и сохранения генофонда населения, испытывающего острейший дефицит в натуральных лечебно-профилактических продуктах питания, содержащих комплекс биологически активных веществ (БАВ), макро – и микроэлементы и витамины.

В настоящее время развитие промышленной марикультуры сдерживается неэффективностью перерабатывающих мощностей, базирующихся на устаревших технологиях высокотемпературной обработки моллюсков с большой долей постоянно растущих материальных затрат на электроэнергию, топливо, пар, воду и ручной труд, повышающих себестоимость готовой продукции и увеличивающих антропогенную нагрузку на окружающую среду.

Инновационная технология комплексной переработки двустворчатых моллюсков предусматривает обеспечение безопасности по санитарно-гигиеническим показателям и значительное повышение качественных характеристик пищевой продукции из анадара и спизулы, которую можно будет широко использовать для лечебно-профилактического питания детям и школьникам, взрослому населению страны.

Список литературы

1. Гришин А.С., Давлетшина Т.А., Леваньков С.В., Шульгина Л.В. Фракционный состав белков мышечной ткани анадары и его изменения при термообработке // Изв. ТИНРО. – 2004. – С. 388-380.
2. Аюшин Н.Б., Петрова И.П., Эпштейн Л.М. Азотистые экстрактивные вещества в тканях дальневосточных моллюсков // Изв. ТИНРО. – 1999. – С. 52-54.
3. Воробьев В.В., Проскура Д.Ю. Инновационные технологии производства пищевой продукции из двустворчатых моллюсков. – М.: ВНИРО, 2008. – С. 322-323.
4. Воробьев В.В., Проскура Д.Ю. Использование двустворчатых моллюсков для производства биологически ценных продуктов питания // Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. – М.: МГУПП, 2008.
5. Проскура Д.Ю., Паевская Е.В. Способ извлечения БАВ при переработке двустворчатых моллюсков // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток, 2012. – Т. 27.

Сведения об авторах: Проскура Дмитрий Юрьевич, старший преподаватель, e-mail: dim.proskura@mail.ru;
Паевская Евгения Вадимовна, студентка, e-mail: jesik_08@list.ru;
Капустина Юлия Григорьевна, старший преподаватель, e-mail: zluka@mail.ru.

УДК 664.951

Е.В. Федосеева

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, Луговая, 52б

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОЛОК ЛОСОСЕВЫХ РЫБ КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРЕСЕРВОВ

Представлены результаты исследований технологических характеристик молок лососевых рыб. Разработаны рецептуры и технология пресервов с использованием молок лососевых, изучены и определены пищевая ценность и биологическая эффективность пресервной продукции.

Ключевые слова: молоки лососевых рыб, характеристика, технология, рецептуры, пресервы.

E.V. Fedoseeva

THE RESEARCH OF TECHNICAL SALMON MILT CHARACTERISTICS AS RAW MATERIALS FOR PRODUCTION OF PRESERVED FOOD

The results of researches of technological salmon milt characteristics are presented. Compoundings and technology of preserved food with use of salmon milt are developed, the nutrition value and biological efficiency of preserved production are studied and defined.

Key words: salmon milt, characteristic, technology, compounding, preserved food.

Введение

В настоящее время в нашей стране сохраняется неизменный спрос населения на соленую рыбную продукцию и пресервы, поэтому перед технологами стоит задача не только совершенствования технологий пресервов из традиционных видов рыб, но и разработки пресервов из новых видов сырья, которые существенно отличаются от традиционных по своим технологическим свойствам.

На Дальнем Востоке одним из основных источников добычи являются лососевые виды рыб. Мясо лососевых является популярным продуктом среди населения, в то время как ценные пищевые отходы – молоки – практически не используются, большая их часть поступает на реализацию морожеными, а небольшая доля (не более 5 %) выпускается в виде кулинарной и консервированной продукции. Объем отходов при переработке лососевых достигает 24,9 %, из которых половину составляют молоки, что в период промысла исчисляется 20-25 тыс. т.

Известно, что в молоках лососевых содержится значительное количество нуклеотидов, полиненасыщенных жирных кислот, жирорастворимых витаминов, гормонов, ферментов[1], что делает возможным рекомендовать их для производства пресервов.

В связи с этим целью работы явилось исследование технологических и качественных характеристик молок лососевых рыб как сырья для производства пресервов.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- изучить химический состав, биохимические показатели, функциональные свойства и пищевую безопасность сырья;
- разработать рецептуры новых видов пресервов с использованием молок лососевых;
- изучить пищевую ценность пресервов.

Объекты и методы исследований

Объектами проводимых исследований являлись:

- молоки лососевых рыб мороженые сроком хранения 3 мес. при температуре минус 18 °С, отвечающие требованиям существующей нормативной документации (ТУ 9267-037-33620410-04) и СанПиН 2.3.2.1078-01[2];

- молоки лососевых соленые;

- пресервы из молок лососевых.

Для технологических целей использовали вспомогательные материалы, которые соответствовали требованиям действующей нормативной документации.

Отбор проб соленого полуфабриката, готового продукта и подготовку проб к анализу проводили по стандартным методикам [3].

Органолептические показатели (внешний вид, цвет, запах, консистенцию, вкус) определяли по ГОСТ 7630-96.

Содержание воды, минеральных веществ, общее содержание азотистых веществ исследовали стандартными методами (ГОСТ 7636-85).

Содержание белка определяли методом Кьельдаля на приборе Foss Rjeltec 2300 (Швеция).

Аминокислотный состав белков мышечной ткани определяли на автоматическом аминокислотном анализаторе Hitachi L-8800 (Япония). Подготовку образцов проводили по методике Л.А. Баратовой и Л.П. Беляновой [4].

Исследование качественного состава жирных кислот проводили с использованием хроматографа с пламенно-ионизационным детектором и машиной обработки данных.

Для определения общей протеолитической активности [5] использовали 2 % раствор казеина (в растворимое состояние переводили нагреванием в течение 15 мин) в 0,05 М фосфатном буфере pH 8,0. К раствору субстрата добавляли 2 мл 0,5-1 % раствора ферментного препарата (3 % раствора гомогената молоко), выдерживали в течение 10 мин при температуре 37 °С, реакцию останавливали добавлением трихлоруксусной кислоты, образовавшийся осадок отфильтровывали и измеряли оптическую плотность при $\lambda = 280$ нм против контрольного раствора, полученного добавлением к 2 мл раствора субстрата 4 мл 5 % ТХУ, а затем 2 мл раствора ферментного препарата (гомогената молоко) с последующей фильтрацией.

За единицу удельной активности принимали такое количество фермента, которое приводит к увеличению поглощения при 280 нм на 1 оптическую единицу за 1 мин (единица измерения удельной активности Е/г).

Количественное содержание ДНК в сырье определяли по методу Дише [6], в препаратах – по разнице поглощения азотистых оснований (при длине волны 270 и 290 нм), полученных в результате гидролиза ДНК 0,5 % хлорной кислотой при 100-105 °С.

Микробиологические испытания проводили в соответствии с требованиями СанПиН 2.3.2.1078-01.

Органолептическую оценку экспериментальных образцов проводили методом балльных шкал, а также профилем методом [7].

Определение относительной биологической ценности продукта проводили на простейших *Tetrahymena pyriformis*, питательность разработанных образцов пресервов из молок оценивали в сравнении с казеином [8].

Результаты и их обсуждение

В данной работе были проведены анализы соответствия молок лососевых требованиям пищевой ценности и безопасности, для этого изучались биологическая, энергетическая ценность и органолептические свойства используемого сырья (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав и энергетическая ценность молок лососевых

Table 1

The Chemical compound and energy value of salmon milt

Наименование исследуемого объекта	Содержание, %					Энергетическая ценность, ккал
	Вода	Белок	Липиды	Углеводы	Минеральные вещества	
Молоки лососевых мороженые	79,2±0,2	17,2±0,15	1,6±0,05	-	2,0±0,02	83,2
Молоки лососевых соленые п/ф	79,1±0,2	16,1±0,15	1,9±0,05	0,8±0,02	2,3±0,04	84,7

Из данных табл. 1 видно, что молоки лососевых являются высокобелковым сырьем с невысоким содержанием липидов.

Согласно литературным данным белки молок по аминокислотному составу отличаются от белков мяса рыб. В молоках лососей обнаружены белки специфического состава – протамины, которые характеризуются высоким содержанием аргинина (70-80 %) [9].

Качество белка молок оценивали по аминокислотной сбалансированности и соотношению аминокислот эталонным значениям (табл. 2).

Таблица 2

Аминокислотный состав молок лососевых

Table 2

The amino-acid compound of salmon milt

Наименование аминокислоты	Шкала ФАО/ВОЗ	Молоки лососевых мороженые		Молоки лососевых соленые п/ф	
		Содержание, г на 100 г белка	Значение химического сгора, %	Содержание, г на 100 г белка	Значение химического сгора, %
Аспарагиновая кислота	-	5,55	-	7,1	-
Треонин*	4	3,06	76,5	4,14	103,5
Серин	-	4,25	-	4,21	-
Глутаминовая кислота	-	9,02	-	12,6	-
Глицин	-	6,68	-	6,38	-
Аланин	-	5,6	-	7,2	-
Валин*	5	4,85	97,1	5,1	102,0
Метионин* + цистин*	3,5	0,6	17,1	0,8	22,9
Изолейцин*	4	2,97	74,25	3,5	87,5
Лейцин*	7	5,35	76,4	6,2	88,5
Лизин*	5,5	7,06	128,3	7,31	132,9
Гистидин	-	1,9	-	2,47	-
Аргинин	-	13,9	-	12,55	-
Тирозин* + фенилаланин*	6	5,53	92,1	6,06	101,0
Пролин	-	9,6	-	9,1	-
Общее содержание незаменимых аминокислот	-	29,42	-	33,11	-
Сумма аминокислот	-	85,92	-	94,72	-

* незаменимые аминокислоты

Анализируя табл. 2, видим, что в молоках лососевых мороженых наблюдается дефицит таких аминокислот, как метионин, цистин, изолейцин, лейцин, треонин, валин и фенилаланин. Общее содержание незаменимых аминокислот в белке молок мороженых ниже, чем в белке молок соленых. Лимитирующей аминокислотой для всех белков является метионин, скор которого наименьший, но наблюдается значительное содержание лизина.

Лизин – аминокислота, которая способствует усвоению организмом фосфора, кальция и железа, увеличению содержания гемоглобина в крови, способствует пищеварительным процессам, улучшает биологическую ценность пищевого растительного белка и рациона в целом. Отсутствие или недостаток лизина приводит к остановке роста и развитию тяжелой клинической картины, напоминающей авитаминоз [10]. Скор лизина в молоках превышает 100 %, поэтому их можно рекомендовать в качестве дополнительного компонента для обогащения неполноценных по лизину белковых продуктов, в частности растительных.

Исследования показали (табл. 3), что молоки лососевых мороженые являются естественным источником полиненасыщенных жирных кислот, причем при их посоле состав этих кислот изменяется незначительно. В составе жирных кислот молок лососевых рыб преобладают эйкозапентаеновая, докозагексаеновая и пальмитиновая кислоты, что подтверждает высокую пищевую ценность данного сырья.

Таблица 3

Жирно-кислотный состав молок лососевых

Table 3

The fatty-acid composition of salmon milt

Жирные кислоты	Содержание (%) от суммы всех ЖК	
	Молоки лососевых мороженые	Молоки лососевых соленые п/ф
Миристиновая, C ₁₄ : 0	1,21	1,3
Пальмитиновая, C ₁₆ : 0	14,94	15,2
Пальмитолеиновая, C ₁₆ : 1	1,34	1,9
Стеариновая, C ₁₈ : 0	2,55	2,42
Олеиновая, C ₁₈ : 1ω-9	8,9	8,23
Линолевая, C ₁₈ : 2ω-6	1,23	1,39
Линоленовая, C ₁₈ : 3ω-3 alfa	0,8	0,84
Линоленовая, C ₁₈ : 3ω-6 gamma	0,11	0,24
Арахидовая, C ₂₀ : 0	0,40	0,37
Эйкозаеновая, C ₂₀ : 1ω-9	0,49	0,52
Арахидоновая, C ₂₀ : 4ω-6	0,91	0,99
Эйкозапентаеновая, C ₂₀ : 5ω-3	16,56	17,16
Генейкозановая, C ₂₁ : 0	0,93	1,1
Докозагексаеновая, C ₂₂ : 6ω-3	22,03	22,75
Бегеновая, C ₂₂ : 0	0,77	0,81
Сумма насыщенных ЖК	28,79	27,5
Сумма мононенасыщенных ЖК	22,23	21,59
Сумма полиненасыщенных ЖК	47,02	49,7
Сумма полиненасыщенных жирных кислот ω-6	3,44	3,72
Сумма полиненасыщенных жирных кислот ω-3	42,3	44,53
Другие кислоты	1,96	1,21

Установлен высокий уровень содержания полиненасыщенных жирных кислот в составе липидов рассматриваемых объектов (47,02-49,7 %), а соотношение ПНЖК/НЖК в липидах молок (1,6-1,8) близко к значениям, рекомендуемым для противоатеросклеротических диет (от 1 до 2) [11]. В сумме с незаменимыми жирными кислотами полиненасыщенные фракции жиров выступают безусловным фактором в поддержании здоровья человека [12].

Известная биологическая активность ДНК молок лососевых сохраняется не только в чистом препарате, но и в пищевых продуктах с ее добавлением, произведенным разными способами [13], поэтому нами экспериментальным путем установлено, что в молоках лососевых мороженых содержится 5,9 % ДНК, в молоках соленых – 5,85 % ДНК.

Также был рассмотрен макроэлементный состав молок лососевых, который показал, что они богаты такими микронутриентами, как К, Са, Na, Mg, Cu, которые обеспечивают построение опорных тканей скелета, поддерживают необходимую среду клеток в крови, участвуют в образовании специфических пищеварительных соков и гормонов, способствуют нормальному осуществлению обмена веществ, росту, развитию организма [14]. Молоки лососевых содержат значительное количество витаминов группы В (В₁₂ – 38 мкг %, В₁ – 185 мкг %, В₂ – 330 мкг %, В₆ – 711 мкг %); РР – 407 мкг %; С – 4,2 мкг %.

В данной работе предусматривалось определение микробиологических показателей и показателей безопасности исследуемого сырья [2], которые не превысили установленных нормативов, что дает основание рекомендовать их для производства продуктов питания.

Таким образом, можно предположить, что продукты с использованием молок лососевых имеют профилактические свойства в питании.

Важным фактором при производстве пресервов является определение активности ферментов рыбного сырья. Из литературных источников известно, что одним из основных свойств протеолитических ферментов является их способность проявлять максимальную активность при определенном значении рН среды [15].

В связи с этим был проведен ряд экспериментов по изучению активности протеолитических ферментов ткани молок при рН мышечного сока 3,0;5,0;6,0;7,0 и 8,0 и установлено, что их активность при рН мышечного сока (6,0-7,0-8,0) имеет низкие значения 0,029-0,074 ед./г.

Оптимальное значение рН для пептидгидролаз молок лососевых установлено 5,2, при этом ферментативная активность составляет 0,31 ед./г. Поэтому можно предположить, что использование таких технологических приемов и способов, которые позволят при производстве пресервных изделий сместить значение рН среды в кислую сторону, будет способствовать увеличению активности ферментативной системы молок лососевых.

Известно, что для характеристики способности рыбного сырья к созреванию используют аминонебелковый коэффициент (К) и показатель глубины гидролиза белков (ГГБ) при рН 6-6,5 (если показатель глубины гидролиза превышает 4 %, то сырье относят к быстросозревающему, у среднесозревающего глубина гидролиза составляет 2-4 % и у слабосозревающего – менее 2 %, при $K \leq 1,5$ рыбы не способны к созреванию) [16]. При исследованиях нами установлены следующие значения: ГГБ молок лососевых – 1,89 % и К молок лососевых составил 1,43. Эти данные свидетельствуют о неспособности молок лососевых к созреванию при рН 6-6,5.

Для определения режимов посола в работе исследовали влияние концентрации солевых растворов и времени их воздействия на физико-химические и органолептические показатели молок лососевых.

Исследования проводились на экспериментальных образцах: вначале выдерживали молоки лососевых отдельно в растворах поваренной соли с концентрацией 2,5, 5 и 7,5 % и сахара – 0,5, 1,0, 1,5 % в течение 48 ч, при температуре 4 °С; соотношение сырье : рас-

твор – 1 : 1. В результате установили, что в течение всего времени выдерживания молок во всех трех растворах поваренной соли предложенных концентраций их масса постепенно увеличивается в среднем на 8,3 %.

Данные органолептической оценки молок лососевых, выдержанных в растворе поваренной соли, представлены в табл. 4.

Молоки, выдержанные в 2,5 % растворе поваренной соли, имеют невыраженный вкус, с привкусом сырого мяса, менее сочную, относительно других образцов консистенцию; выдержка сырья в 5 % растворе позволяет получить полуфабрикат со свойственным морскому сырью вкусом и запахом, сочной консистенцией, сырье, выдержанное в 7,5 % растворе поваренной соли, имеет соленый вкус и самую сочную консистенцию.

Как показали исследования, оптимальной является выдержка сырья в 5 % растворе поваренной соли, так как при данной концентрации полуфабрикат имеет лучшие органолептические характеристики, а также увеличение массы на 19,0 % от исходной.

Выдержка молок лососевых в растворе сахара трех предложенных концентраций в течение 2 сут показала, что их масса изменяется волнообразно, но второй максимум имеет значение меньше первого в среднем на 2 %. Данные органолептической характеристики сырья, выдержанного в растворах сахара предложенных концентраций (табл. 5), демонстрируют, что показатели запаха, цвета и консистенции практически не отличаются. В этом случае выбор оптимальной концентрации для выдержки сырья определяет показатель вкуса. Для сохранения вкуса, свойственного молокам, предпочтительна выдержка в растворе сахара с концентрацией 1 и 1,5 %.

Таблица 4

**Органолептическая характеристика сырья после выдерживания
в растворе поваренной соли разной концентрации**

Table 4

**The organoleptic characteristic of raw materials after keeping in solution
of table salt of different concentration**

Показатели	Концентрация раствора соли, %		
	2,5	5,0	7,5
Вкус	Невыраженный, с привкусом сырости	Приятный, свойственный сырью, слегка соленый	Соленый
Запах	Свойственный для морского сырья		
Цвет	Серо-розоватый	Бело-кремовый	Розовый
Консистенция	Малосочная, слегка упругая	Сочная, упругая	Очень сочная, упругая

Таблица 5

**Органолептическая характеристика сырья после выдерживания
в растворе сахара разной концентрации**

Table 5

**The organoleptic characteristic of raw materials after keeping
in solution of sugar of different concentration**

Показатели	Концентрация раствора сахара, %		
	0,5	1	1,5
Запах	Маловыраженный запах морского сырья		
Вкус	Невыраженный, сырой	Свойственный для молок	Сладковатый
Цвет	Бело-розоватый с кремовым оттенком		
Консистенция	Упругая		

Далее были выбраны рациональные концентрации отдельных растворов (поваренная соль – 5 %; сахар – 1,5 %) и исследован процесс изменения массы молок лососевых в сложном растворе, который показал плавное ее увеличение до 116,4 % при тех же значениях температуры и времени выдерживания.

Данные органолептической оценки (табл. 6) свидетельствуют, что выдержка сырья в растворе поваренной соли и сахара позволяет получить полуфабрикат с менее выраженным запахом и привкусом сырости и более сочной консистенцией, чем исходное сырье.

Таблица 6

Органолептическая характеристика сырья, выдержанного в сложном растворе с рациональными концентрациями вкусовых веществ

Table 6

The organoleptic characteristic of the raw materials sustained in difficult solution with rational concentration of flavor matters

Показатели	Характеристика показателей
Вкус	Свойственный для соленых молок, приятный
Запах	Свойственный для соленых молок
Цвет	Розоватый, с кремовым оттенком
Консистенция	Сочная, упругая, сохраняет форму при нарезании

Подготовленный таким образом соленый полуфабрикат молок требует разработки нового ассортимента пресервов с мягкими заливками и гарнирами, которые подчеркнут бы сохранение нативных свойств этого ценного сырья.

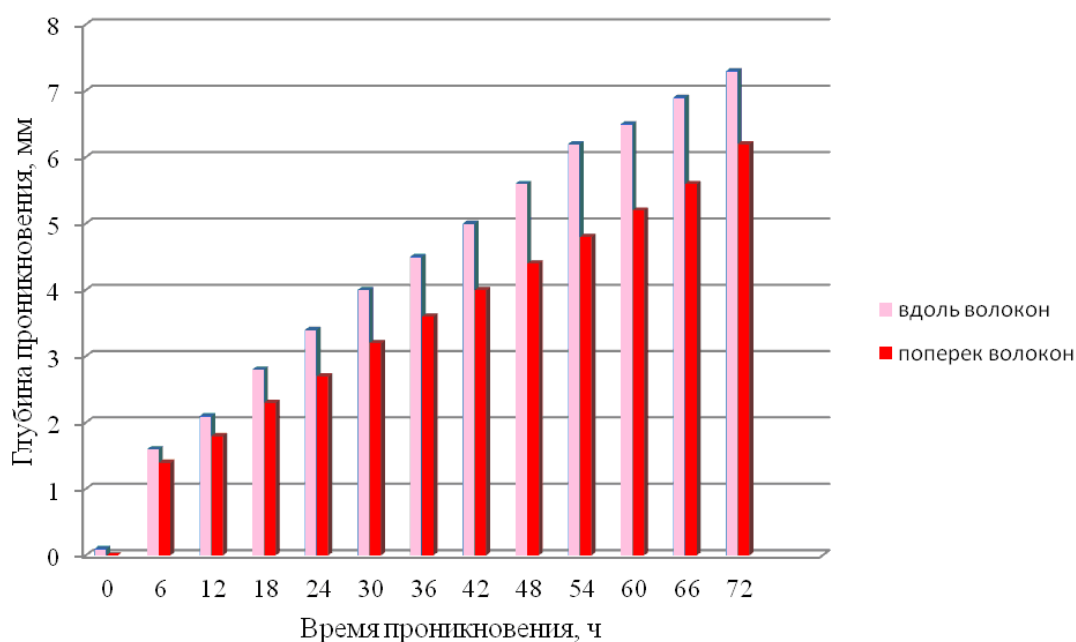
Немаловажное значение при изучении технологического процесса пресервов имеет закон движения влаги внутри продукта, т.е. диффузия влаги в молоках и овощного сырья. Как показывают литературные данные, условия, при которых происходит диффузия, определяют вкус, консистенцию готового продукта, влияют на его пищевую ценность [17].

Учитывая вышесказанное, для изыскания возможности производства пресервов из молок лососевых с повышенными вкусовыми достоинствами нами исследована диффузия в системах: соленый полуфабрикат – лимонно-масляная заливка; морковь + лук + цветная капуста + морская капуста – лимонно-масляная заливка. Лимонно-масляная заливка выбрана как промежуточная между белым соусом и ароматизированным растительным маслом, ее pH = 5,2. Измерения молок со средними размерами 2,5 × 1,5 см проводились каждые 6 ч, в течение 72 ч, при температуре 0-(+4) °С.

Из рисунка видно, что перемещение заливки вглубь молок вдоль волокон в 1,2 раза выше, чем перемещение поперек волокон.

Процесс диффузии обусловлен строением молок, их волокна менее проницаемы для соли и воды, чем у морских организмов с другим строением. Химический состав также влияет на скорость диффузионных процессов, например, жировые включения в молоках минимальны (около 1,6 %), поэтому не уменьшают сечения пор и практически не задерживают перемещение соли и влаги в мясе. Однако диффузия в заливке с добавлением лимонной кислоты ниже, чем в солевом растворе, так как белки поверхностного слоя денатурируют, что затрудняет процесс массообмена. По результатам исследования видно, что заливка диффундирует в мясо молок за 72 ч.

Диффузию заливки в овощное сырье и морскую капусту, средние размеры которых составляли 2,5-0,7 см для овощного сырья, 4,5-0,3 см – для морской капусты проводили также через 6; 12; 18; 24; 30; 36; 40; 46 ч. Результаты исследований представлены в табл. 7.



Гистограмма диффузии лимонно-масляной заливки в молоки лососевых
The histogram of lemon-oil diffusion in the salmon milt

Таблица 7

Диффузия заливки в овощное сырье и морскую капусту, %

Table 7

Filling diffusion in vegetable raw materials and sea cabbage, %

Время выдержки, ч	Проникновение лимонно-масляной заливки в овощное сырье и морскую капусту, %			
	Морковь маринованная	Лук маринованный	Цветная капуста маринованная	Морская капуста маринованная
6	32,1	24,5	16,5	19,0
12	50	48	27	30
18	68	70	48	51
24	81	79	59	62
30	94	90	84	88
36	100	100	91	96
40	100	100	100	100
46	105	104	102	103

Лимонно-масляная заливка диффундирует в овощные компоненты пресервов и морскую капусту в среднем за 36 и 40 ч соответственно.

Таким образом, при изучении скорости диффузионных процессов в составных частях пресервов установлено, что выдерживание пресервов для полной пропитки содержимого банки заливкой составляет не менее 72 ч при температуре 0-(+4) °С.

Результаты проведенных выше экспериментов определили режимы основных операций разрабатываемой технологии пресервов из молок лососевых рыб, которая включает следующие этапы: прием сырья, размораживание, мойку, посол, порционирование, внесение компонентов и заливки, укупоривание, созревание и хранение.

На основании данной технологии было изготовлено 11 опытных образцов пресервов, где учитывались органолептические показатели готового продукта, сбалансированность

его по аминокислотному, жирно-кислотному составам, соотношению белков, жиров, углеводов, минеральных веществ, а также цене и качеству используемых компонентов.

Из проведенных исследований мы выяснили, что в молоках лососевых наблюдается дефицит следующих аминокислот: метионин + цистин, изолейцин и фенилаланин + тирозин, поэтому добавление в пресервы овощей, морской капусты, различных соусов позволит сбалансировать готовые продукты по аминокислотному составу. Внесение моркови, лука, перца сладкого, цветной капусты, морской капусты позволяет дополнительно повысить их пищевую и биологическую ценность, так как овощи богаты клетчаткой, пектиновыми веществами, витаминами, углеводами, а морские водоросли являются источником полисахаридов, водорастворимых пищевых волокон, минеральных веществ, дефицит которых прослеживается в современных проблемах питания.

Выявлено, что сохраняют и усиливают природные свойства молок масляные, сметанные, душистые, пряные заливки в результате процессов обмена влаги и вкусовых веществ между молоками, гарниром и заливкой. Повышение влагосодержания тканей молок и гарнира в процессе набухания приводит к увеличению его сочности. В результате перераспределения соли и других вкусовых веществ достигается хорошее сочетание вкуса молок, гарнира и заливки. Постепенное перераспределение и взаимодействие небелковых экстрактивных веществ компонентов рецептуры, в том числе свободных аминокислот, усиливает вкус и аромат, свойственный деликатесным пресервам.

На основе проведенных дегустаций были выбраны наиболее сочетаемые и гармоничные по вкусу компоненты, соуса и заливки для пресервов: образец № 1 – «Пресервы из молок лососевых в ароматизированном масле», № 2 – «Пресервы из молок лососевых в икорном соусе», № 3 – «Пресервы из молок лососевых с овощами в душистой заливке», № 4 – «Пресервы из молок лососевых с морской капустой в белом соусе». Рецептуры пресервов представлены в табл. 8.

Оценка органолептических показателей пресервов из молок лососевых была достаточно высокой (табл. 9).

По органолептическим показателям пресервы из молок лососевых должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 10.

Пищевая ценность пресервной продукции представлена в табл. 11.

Таблица 8

Рецептуры пресервов из молок лососевых, %

Table 8

Compoundings of preserved food from salmon milt %

Наименование компонента	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4
Молоки лососевые соленые п/ф	75,0	75,0	60,0	60,0
Морская капуста маринованная	-	-	-	15,0
Специи, маринованные лук, морковь, перец, лимон, цветная капуста	5,0	5,0	-	10,0
Специи, пассированные перец, лук, морковь, цветная капуста	-	-	25,0	-
Ароматизированное масло	20,0	-	-	-
Икорный соус	-	20,0	-	-
Душистая заливка	-	-	15,0	-
Белый соус	-	-	-	15,0
Итого	100	100	100	100

Таблица 9

Дегустационная оценка экспериментальных образцов

Table 9

Tasting assessment of experimental samples

№ образца	Наименование пресервов	Комплексные показатели, баллы				
		Внешний вид	Вкус	Запах	Консистенция	Σ
1	Пресервы из молок лососевых в ароматизированном масле	4,8±0,2	4,7±0,4	4,9±0,3	4,7±0,2	19,1±0,3
2	Пресервы из молок лососевых в икорном соусе	4,7±0,3	4,8±0,3	4,8±0,4	4,6±0,4	18,9±0,4
3	Пресервы из молок лососевых с овощами в душистой заливке	4,8±0,3	4,8±0,3	4,9±0,2	4,8±0,2	19,3±0,3
4	Пресервы из молок лососевых с морской капустой в белом соусе	4,9±0,2	4,9±0,3	4,8±0,3	4,8±0,2	19,4±0,2

Таблица 10

Органолептические показатели пресервов из молок лососевых

Table 10

Organoleptic indicators of preserved food from salmon milt

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид - состояние молок - состояние заливки	Поверхность чистая, кусочки правильной формы с ровными краями Свойственное данному виду заливки, соуса или масла Допускается оформление пресервов зеленью, ломтиками лимона, овощами или другими компонентами
Консистенция - молок - гарнира	Нежная, сочная, упругая От мягкой до плотной
Запах	Приятный, свойственный пресервам данного вида с ароматом используемых компонентов, соусов или заливок; без постороннего запаха
Вкус	Приятный, свойственный пресервам данного вида с привкусом используемых компонентов, соусов или заливок; без постороннего привкуса
Порядок укладывания	Плотно; поперечным срезом к донышку в один или два ряда
Наличие посторонних примесей	Не допускается

Таблица 11

Пищевая ценность пресервов из молок лососевых

Table 11

Nutrition value of preserved food from salmon milt

Показатели	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4
1	2	3	4	5
Химический состав, %				
Вода	70,0±0,22	71,4±0,23	72,1±0,28	67,2±0,24
Белок	15,9±0,12	17,1±0,13	15,8±0,13	16,8±0,12
Липиды	9,6±0,06	5,7±0,06	4,9±0,07	6,8±0,05
Углеводы	2,2±0,03	3,2±0,02	4,8±0,01	6,4±0,03
Минеральные вещества	2,3±0,04	2,6±0,03	2,40 ±0,05	2,8±0,02

Окончание табл. 11

1	2	3	4	5
Аминокислотный состав, г/100 г белка				
Лейцин	7,1±0,12	8,5±0,10	7,6±0,10	8,25±0,11
Изолейцин	4,1±0,20	4,62±0,14	4,06±0,16	4,71±0,10
Лизин	7,19±0,34	8,15±0,27	7,21±0,28	8,01±0,25
Метионин + цистин	2,1±0,18	3,02±0,14	2,23±0,17	3,1±0,16
Фенилаланин + тирозин	6,1±0,14	6,72±0,13	6,2±0,12	7,38±0,11
Треонин	4,18±0,16	4,87±0,17	4,56±0,2	4,79±0,18
Валин	5,4±0,15	5,6±0,16	5,41±0,16	5,49±0,15
Жирно-кислотный состав, % от суммы всех жирных кислот				
Сумма насыщенных ЖК	16,17±0,06	15,3±0,14	19,7±0,03	18,9±0,14
Сумма мононенасыщенных ЖК	21,6±0,09	21,4±0,14	24,3±0,10	23,8±0,14
Сумма полиненасыщенных ЖК	60,9±0,12	62,1±0,11	54,3±0,14	56,2±0,14
Другие кислоты	1,33	1,2	1,7	1,1
Витаминный состав, мг/100 г				
Тиамин (В ₁)	0,19±0,02	0,22±0,02	0,2±0,02	0,24±0,02
Рибофлавин (В ₂)	0,39±0,01	0,46±0,01	0,44±0,012	0,49±0,01
Пиридоксин (В ₆)	0,74±0,03	0,79±0,03	0,78±0,02	0,81±0,03
Аскорбиновая кислота(С)	0,069±0,01	0,084±0,01	0,076±0,01	0,09±0,01
Токоферол (Е)	2,9±0,12	2,85±0,12	2,1±0,14	2,7±0,12
Витамин (Д)	0,01±0,01	0,0095±0,01	0,011±0,01	0,012±0,01
Ниацин (РР)	5,11±0,15	5,7±0,15	5,31±0,16	5,27±0,15
Минеральный состав, мг/100 г				
Калий	134±25,4	140±25,4	139±22,0	147±25,4
Кальций	139±7,8	148 ±7,8	141±7,4	152±7,8
Натрий	28,8±3,9	29,9±3,7	29,3±3,7	30,8±3,6
Фосфор	311±14,0	311±14,0	304±16,0	311±14,0
Железо	2,9±0,20	3,02±0,21	3,01±0,19	3,12±0,22
Магний	11,2±4,1	12,5±4,0	11,4±4,1	13,8±4,0
Йод	-	-	-	0,18±0,01
Энергетическая ценность на 100 г продукта, ккал	158,8±6,1	132,5±6,3	126,5±6,0	154,0±6,2

Проанализировав данные табл. 11, следует отметить, что пресервы из молок лососевых в различных соусах и заливках отличаются достаточно высоким содержанием белка, углеводов, минеральных веществ, витаминов группы В, витамина Е, РР, Д по сравнению с соленым п/ф молок лососевых. Более глубокий анализ химического состава пресервной продукции показал, что суммарная сбалансированность незаменимых аминокислот в белке разработанных продуктов соответствует статистически обоснованному эталону и является более благоприятной, чем в исходном сырье.

На основании результатов исследования жирно-кислотного состава липидов пресервов было установлено, что пресервы отличаются стабильно высоким содержанием полиненасыщенных и мононенасыщенных жирных кислот.

Изучение биологической ценности пресервов (табл. 12) показало, что все образцы по этому показателю находятся примерно на одном уровне, но образец № 4 с использованием морской капусты имеет наиболее высокий показатель ОБЦ.

В ходе работы определяли микробиологические и токсикологические показатели готовых продуктов, содержание которых находилось в пределах допустимых норм [2].

Таблица 12

**Относительная биологическая ценность белков пресервов
из молок лососевых и соленых молок, %**

Table 12

**The relative biological value of proteins of preserved food
from salmon milt and salty milt, %**

Объект исследования	Кол-во микроорганизмов в одном квадрате счетной камеры	Относительная биологическая ценность, % к эталону
Казеин	72	100
Соленые молоки лососевых п/ф	52	81,1
Пресервы из молок лососевых в ароматизированном масле	57	86,5
Пресервы из молок лососевых в икорном соусе	60,5	88,05
Пресервы из молок лососевых с овощами в душистой заливке	62	88,2
Пресервы из молок лососевых с морской капустой в белом соусе	67	92,35

Выводы

Исследование технологических характеристик молок лососевых рыб показало, что данное сырье представляет собой полноценный комплекс основных пищевых факторов практически без специфического вкуса и запаха, что может служить мотивацией для его использования при разработке пресервов с добавлением различных компонентов в соусах и заливках.

На основании проведенных исследований разработана и обоснована технология производства пресервов, которая базируется на оценке качественных и количественных показателей молок лососевых, сбалансированности ингредиентов пищевых систем и использовании технологических приемов, внедрение которых в промышленность имеет существенное значение для развития рыбной отрасли.

Проведена оценка пищевой ценности разработанных пресервов из молок лососевых в различных соусах и заливках.

Список литературы

1. Акулин, В.Н. Консервированные продукты из лососевых – источник полиненасыщенных жирных кислот в питании человека / В.Н. Акулин, З.П. Швидкая, Ю.Г. Блинов // Изв. ТИНРО. – 1995. – Т. 118. – С. 48-54.
2. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности сырья и пищевых продуктов. Санитарные эпидемиологические правила и нормативы. – М.: ФГУП «Интер СЭН», 2001. – 168 с.
3. Лазаревский, А.А. Технохимический контроль в рыбообрабатывающей промышленности / А.А. Лазаревский. – М.: Пищ. пром-сть, 1955. – 518 с.
4. Баратова, Л.А. Определение аминокислотного состава белков. Методы биохимического эксперимента / Л.А. Баратова, Л.П. Белянова Л.П. // Материалы методического семинара межфакультетской лаборатории биоорганической химии МГУ им. Ломоносова. – М.: Изд-во МГУ, 1974. – С. 3-36.
5. Каверзнева, Е.Д. Стандартный метод определения протеолитической активности для комплексных препаратов протеаз / Е.Д.Каверзнева // Прикладная биохимия и микробиология. – 1971. – Т. 7, № 2. – С. 225-228.

6. Карклия, В.А. Количественное определение нуклеиновых кислот в молоках лососевых различными методами / В.А. Карклия, И.А. Бирска, Ю.А. Лимаренко // Химия природных соединений. – 1989. – Т. 1. – С. 122-126.
7. Ким, Г.Н. Сенсорный анализ продуктов из гидробионтов / Г.Н. Ким, И.Н. Ким, Т.М. Сафронова Т.М., Е.В. Мегеда. – М.: Колос, 2008. – 553 с.
8. Шульгин, Ю.П. Ускоренная биотис оценка качества и безопасности сырья и продуктов из водных биоресурсов / Ю.П. Шульгин, Л.В. Шульгина, В.А. Петров. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2006. – 124 с.
9. Заленский, А.О. Сравнительное исследование протамина лососевых рыб / А.О. Заленский, П. Буххольц, Р.Х. Ибрагимов // Цитология. – 1980. – Т. 22, № 6. – С. 727-729.
10. Гауровиц, Ф. Химия и функции белков / Ф. Гауровиц. – М.: Мир, 1965. – 530 с.
11. Акулин, В.Н. Жирно-кислотный состав некоторых видов тихоокеанских рыб / В.Н. Акулин, Т.А. Первунинская // Исслед. по технол. рыб. продуктов. – Владивосток: ТИНРО, 1974. – Вып. 5. – С. 39-42.
12. Куроптева, Л.А. Новые технологии в структуре питания населения, проживающего в условиях Крайнего Севера / Л.А. Куроптева // Междунар. журн. прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 9. – С. 46-47.
13. Галкин, В.В. Свойства кислой ДНК-азы из молок кеты *Oncorhynchus keta* / В.В. Галкин, Ю.М. Гафуров, В.А. Рассказов // Биологически активные вещества гидробионтов – новые лекарственные, лечебно-профилактические и технические препараты: тез. докл. Всесоюз. совещания. – Владивосток: ТИНРО, 1991. – С. 26.
14. Тутельян, В.А. Коррекция микронутриентного дефицита – важнейший аспект концепции здорового питания населения России / В.А. Тутельян, В.Б. Спиричев, Л.Н. Штанюк // Вопр. питания. – 1999. – № 1. – С. 3-11.
15. Биотехнология морепродуктов / под ред. О.Я. Мезеновой. – М.: Мир, 2006. – 560 с.
16. Борисочкина, Л.И. Технология продуктов из океанических рыб / Л.И. Борисочкина, Т.А. Дубровская. – М.: Агропромиздат, 1988. – 208 с.
17. Шендерюк, В.И. Перспективные направления улучшения качества, расширения ассортимента пресервов, соленой и копченой продукции, развития научных исследований в области посола и копчения рыбы / В.И. Шендерюк // Прогрессивная технология производства пресервов соленой и копченой продукции: сб. науч. тр. АтлантНИРО. – Калининград, 1989. – С. 5-24.

Сведения об авторе: Федосеева Елена Владимировна,
e-mail:elena-692008@mail.ru.