УДК 664

Ирина Сергеевна Клочкова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, кандидат технических наук, доцент кафедры «Пищевая биотехнология», SPIN-код: 2633-3993, AuthorID: 999213, Россия, Владивосток, e-mail: Klochkova.IS@dgtru.ru

Марина Борисовна Клипак

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, магистрант, группа ТПм-222, Россия, Владивосток, e-mail: marina.81928@gmail.com

Перспективы использования вторичных материальных ресурсов икорного производства в технологии дрожжевых изделий

Аннотация. Рассмотрены перспективы использования вторичных материальных ресурсов икорного производства, таких как икорный тузлук, в технологии мучных кондитерских изделий. Дана химическая характеристика исследуемого объекта, определено количество основных нутриентов. Исследовано влияние икорного тузлука на процесс тестоприготовления, а именно влияние на активность дрожжей и процесс кислотонакопления на этапе приготовления опары.

Ключевые слова: икорный тузлук, химический состав, активность дрожжей, опара, кислотонакопление, мучные кондитерские изделия.

Irina S. Klochkova

Far Eastern State Technical Fisheries University, PhD in engineering science, associate professor of the department of food biotechnology, SPIN-код: 2633-3993, AuthorID: 999213, Russia, Vladivostok, e-mail: Klochkova.IS@dgtru.ru

Marina B. Klipak

Far Eastern State Technical Fisheries University, master's degree student, TPm-222, Russia, Vladivostok, e-mail: marina.81928@gmail.com

Perspective for using secondary material resources of caviar production in the technologies of yeast products

Abstract. Research of biochemical characteristics of caviar brine, its influence on yeast activity and prospects of its use in the food industry.

Keywords: caviar brine, dough, yeast activity, acid accumulation.

Введение

В настоящее время вопрос о безотходном производстве является одним из наиболее актуальных, поэтому рациональная организация пищевого производства позволяет не только минимизировать отходы в технологическом процессе, но и расширять ассортимент производимых товаров. Кроме того, использование нетрадиционного сырья или пищевых отходов производства дает возможность создания различных продуктов функциональной направлен-

ности, обладающих повышенной пищевой и биологической ценностью и (или) лечебно-профилактическими свойствами.

Перспективным источником макро- и микронутриентов может служить тузлук, остающийся после посола зернистой икры. Его количество после завершения технологического процесса составляет около 50 % от общего количества сырья [1]. В процессе посола в тузлук переходит от 8 до 12 % икорных компонентов, таких как лопанец и икорный джус [2, 3].

Первичный биохимический анализ показал, что икорный джус уступает биохимическому составу самой икры: отмечается высокое содержание белка (17–18 %), жира (4–8 %) и минеральных веществ (3–10 %). Среди незаменимых аминокислот отмечается высокое содержание лейцина (4,8–7,2 г/100 г белка), фенилаланина и тирозина (6,7–8,2 г/100 г белка) и валина (4,8–5,9 г/100 г белка), а из заменимых аминокислот – аспарагиновая (5,2–6,6 г/100г белка) и глутаминовая кислоты (7,2–8,9 г/100 г белка), аланин (4,7–5,7 г/100 г белка), таурин (0,6–0,7 г/100 г белка), а также минеральных веществ, в первую очередь, магния, натрия и железа (82,4–105,5; 142,3–189,2 мг/100 г и 224,1–314,2 мг/100 г соответственно), а также среди витаминов преобладающим является жирорастворимый витамин А (147,5–198,2 мг/100 г) [3].

По окончании посола икры тузлук обычно утилизируется, что может приводить к загрязнению окружающей среды и в дальнейшем влиять на состояние флоры и фауны. Связано это с тем, что тузлук содержит в своем составе достаточно высокое количество твердых частиц, органических соединений, солей, липидов [4], а также различную микрофлору (галотолерантную и галофильную), которая способна развиваться при концентрациях солей 14–24 %. Поэтому икорный тузлук является благоприятной средой для их развития. Помимо этого, сброс тузлука в прибрежные акватории приводит к тепловому и солевому загрязнению, вследствие чего происходит снижение содержания кислорода в воде и гибель растительного и животного мира. При утилизации на берегу отходы могут проникать в подземные воды, загрязняя их путем просачивания через почву [5]. Повышенное содержание солей, органических веществ и обсемененность микроорганизмами затрудняет повторное (многократное) использование тузлука для посола следующих партий икры.

Для решения данной проблемы на предприятиях используются специальные установки для очистки сбрасываемых вод, а также различные техники, позволяющие регенерировать тузлук и использовать его повторно [6–8]. Несмотря на разнообразие способов по регенерации тузлука, в конечном итоге многократность его использования ограничена. Помимо этого, использование специальных установок требует дополнительных затрат, что приводит к повышению себестоимости готовой продукции. Поэтому разработка способов использования икорного тузлука в качестве функционального ингредиента является весьма актуальным направлением.

На основании имеющихся данных было принято решение исследовать химический состав икорного тузлука, остающегося после посола икры лососевых рыб (кеты и горбуши), а также возможности его дальнейшего использования в технологии дрожжевых изделий.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являлся икорный тузлук, остающийся в результате посола икры лососевых рыб (кеты и горбуши).

Для химической характеристики объекта использовались следующие методы: определение белка по методу Лоури [9]; определение массовой доли влаги арбитражным методом, массовая доля золы, массовая доля соли аргентометрическим методом по ГОСТ 7636-85 [10]; количество свободных аминокислот и каротиноидов [11]; массовая доля жира [12].

Влияние икорного тузлука на свойства дрожжей определяли по активности дрожжей ускоренным способом – ГОСТ Р 54731-2011 [13], а также накоплению кислоты в процессе приготовления опары [14].

Результаты исследования и их обсуждение

Исследуемые образцы тузлука были получены в результате производства зернистой икры лососевых рыб (кеты и горбуши), посол которой проходил в посольном аппарате с предварительно прокипячённым и отстоянным солевым раствором плотностью 1,2 г/см^3 (35 % солевой раствор) и температурой не выше 10 ºС, соотношение солевого раствора и икры составляло 4 : 1, продолжительность – 20 мин. По окончании посола использованный солевой раствор (тузлук) сливали и проводили исследования.

Химическая характеристика икорного тузлука, полученная в результате проведенных исследований, представлена в табл. 1.

Таблица 1

Химическая характеристика икорного тузлука

Table 1

Chemical characteristics of caviar brine

Образец	Содержание, %						
	воды	минеральных веществ (в том числе NaCl)	NaCl	белка	свободных аминокислот	жира	астаксантина
Тузлук от посола икры кеты	81,5	3,0	1,0	3,4	0,4	1,3	0,018
Тузлук от посола икры горбуши	77,9	6,0	2,6	3,6	0,7	3,5	0,240

Из табл. 1 следует, что при посоле икры горбуши и кеты в солевой раствор переходят такие необходимые организму человека вещества, как белок, жир, минеральные вещества и др.

Содержание белка в тузлуке после посола составляло около 3,5 %, при этом количество свободных аминокислот в тузлуке посола икры кеты и горбуши – 0,4 и 0,7 % от общей массы образцов, что в свою очередь составляет 11,8 и 19,5 % от общей массы белка соответственно. Кроме того, содержание минеральных веществ без учета NaCl составляло 2,0 и 3,4 % в зависимости от используемого сырья. В тузлуке содержался каротиноид астаксантин, обладающий антиоксидантными свойствами и оказывающий благоприятное воздействие на иммунную систему организма человека.

Сравнивая два образца, можно сделать вывод, что тузлук икры горбуши в своем составе содержит большее количество нутриентов, в отличие от тузлука икры кеты, поэтому в дальнейших исследованиях использовали икорный тузлук посола икры горбуши.

Одним из важных факторов сырья, используемого при производстве пищевой продукции, является его микробиологическая обсемененность, поэтому было проведено определение количества санитарно-показательных микроорганизмов в исследуемом икорном тузлуке [15]. В результате посева количество микроорганизмов составило не более 1800 клеток, что соответствует требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [16].

Полученные данные свидетельствуют о том, что тузлук перспективно рассматривать как вторичный материальный ресурс и использовать его при производстве различной продукции, а также рационально использовать отходы икорного производства [17].

Поскольку мучные кондитерские и хлебобулочные изделия часто изготавливаются опарным способом, где в качестве разрыхлителя используются дрожжи, на жизнедеятельность которых влияет химический состав используемого сырья, было необходимо определить воздействие икорного тузлука на активность дрожжей. Этот показатель характеризуется временем всплытия шарика, умноженным на эмпирический коэффициент 3,5 (чем меньше времени требуется для всплытия шарика, тем активнее дрожжи).

При определении активности дрожжей готовили контрольный образец из муки, соли поваренной пищевой, дрожжей и воды и опытные образцы, в состав которых кроме стандартного сырья входил тузлук от посола икры горбуши. При изготовлении образцов воду заменяли на икорный тузлук полностью или частично (соотношение тузлук : вода – 1 : 3; 1 : 1 и 3 : 1).

Результаты исследования активности дрожжей представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатель активности дрожжей

Table 2

Yeast activity index

Показатель	Образец				
	контрольный	1 (тузлук : вода 1 : 3)	2 (тузлук : вода 1 : 1)	3 (тузлук : вода 3 : 1)	4 (тузлук : вода 1 : 0)
Время всплытия шарика, мин	8,6	4,30	4,50	5,3	5,4
Активность дрожжей	30,0	15,1	15,8	18,4	18,7

Из табл. 2 видно, что использование икорного тузлука позволило увеличить активность дрожжей в 1,6–2,0 раза по сравнению с контрольным образцом. Однако с увеличением количества тузлука увеличивалось время всплытия шарика, что свидетельствует о снижении активности дрожжей, поэтому опару готовили из муки, дрожжей, воды и тузлука в количестве 25 % от массы воды.

Одним из основных показателей готовности опары является кислотность, поэтому в процессе брожения определяли накопление в ней кислоты. При замесе опары расчетное количество воды на 25 % заменяли икорным тузлуком.

По технологической инструкции кислотность готовой опары составляет 6,5–7,9 град., поэтому для измерения процесса кислотонакопления проводили исследования контрольного образца (опара, изготовленная в соответствии с технологической инструкцией из воды, дрожжей и муки) и опытного образца (опара, изготовленная из дрожжей, муки, воды и икорного тузлука). Замешивали опару в течение 10 мин и оставляли на брожение при температуре 37 °С и влажности 80 % в течение 3 ч. Кислотность опары определяли каждые полчаса. Результаты исследования представлены на рисунке.

Из рисунка видно, что начальная кислотность опары опытного образца почти в 1,5 раза выше, чем контрольного, что благоприятно сказывается на жизнедеятельности дрожжей.

Установлено, что процесс брожения сокращается практически в 2 раза – спустя 1,5 ч кислотность опары с икорным тузлуком составляет 6,6 град. (что соответствует минимальному значению готовности опары), а контрольного образца – 4,6 град. Через 3 ч объем опары опытного образца увеличился почти в 2 раза и кислотность составляла 7,4 град., в то время как объем опары контрольного образца практически не изменился и кислотность составляла 5,2 град. Для достижения показателей готовности опары контрольному образцу потребовалось 6,5 ч.

Таким образом, использование икорного тузлука позволило сократить время приготовления опары в 2,2 раза за счет повышенной кислотности, которая способствует увеличению активности ферментов муки, вследствие чего повышается набухаемость и растворимость клейковинных белков в полуфабрикате, а также содержания минеральных веществ (магния, кальция, которые переходят в тузлук при разрыве икорной оболочки, и натрия), обладающих каталитическим эффектом при брожении [2]. Магний активирует действие фосфотаз и энолаз

и способствует потреблению глюкозы дрожжами в процессе брожения [18], кальций и натрий повышают бродильную активность дрожжей и их стойкость. Кальций также является активатором и стабилизатором α-амилазы муки и амилолитичесих ферментов [19].

Зависимость кислотонакопления от времени брожения опары
Dependence of acid accumulation on the fermentation time of the sourdough

Заключение

В ходе проведенной работы была установлена перспективность использования тузлука в технологии мучных кондитерских изделий за счет содержания нутриентов, переходящих в него при посоле икры. Использование икорного тузлука в соотношении тузлук : вода 1 : 3 повышает активность дрожжей в 2 раза, что позволяет сократить время приготовления опары с 6,5 до 3 ч.

Список литературы

1. Нормы отходов, потерь, выхода готовой продукции и расхода сырья при производстве соленой лососевой икры. Приложение 18 [Электронный ресурс]. https://bazanpa.ru/goskomrybolovstvo-rossii-normy-ot29042002-h964417/prilozhenie18/ (дата обращения: 01.03.2021).

2. Дворянинова О.П., Соколов А.В., Бобрешова М.В. Икорный джус: источники, свойства и применение // Вестн. АГТУ. 2015. № 3. С. 126–135.

3. Клочкова И.С., Клипак М.Б. Использование вторичного сырья производства икры в пищевой промышленности // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: материалы III Нац. науч.-техн. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2020. С. 152–157.

4. Регенерация тузлука [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://me-system.ru/oborudovanie/eda-i-napitki/rassoly-tuzluki/ (дата обращения: 28.02.2021).

5. Сигора, Г.А. Обзор методов переработки рассолов, образующихся в результате работы дистилляционных установок / Г.А. Сигора, Л.А. Ничкова, Т.Ю. Хоменко и др. // Междунар. науч.-исслед. журн. 2017. Т. 1, № 12. С. 140–146.

6. Регенерация тузлука [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://mil-co.ru/wp-content/cache/all/ustanovki/regeneratsiya-tuzluka//index.html (дата обращения: 28.02.2021).

7. Очистка и регенерация отработанных посолочных растворов [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.zaobmt.com/index.php/mainareasmm/technologyffor-food-industry/cleaning-regeneration-spent-solutions-posolochnyh.html. (дата обращения: 01.03.2021).

8. Пат. 2093992 Российская Федерация. Устройство для тузлучного посола рыбы и регенерации тузлука / Иваней А.А., Никонова А.С., Тепляшина С.И., Похольченко В.А. Опубл. 27.10.1997.

9. Lowry O.H., Rosenbrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. Protein measurement with the Folin phenol reagent // J.Biol.Chem. 1951. Vol. 193. P. 265–75.

10. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М.: Стандартинформ, 2010. 125 с.

11. Старостина С.В. Химия биологически активных веществ. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2016. 104 с.

12. Давидович В.В. Технохимический контроль продуктов биотехнологии. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2016. 46 с.

13. ГОСТ Р 54731-2011. Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2013. 12 с.

14. ГОСТ 5898-87. Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности. М.: Стандартинформ, 2012. 26 с.

15. ГОСТ 26670-91. Продукты пищевые. Методы культивирования микроорганизмов. М.: Стандартинформ, 2008. 7 с.

16. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». М.: Комиссия Таможенного союза, 2011. 242 с.

17. Клипак М.Б. Повышение пищевой и биологической ценности мучных кондитерских изделий // Научный потенциал молодежи – развитию пищевых производств: материалы IV Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2020. С. 59–62.

18. Садыгова М.К. Основы биотехнологии хлебопечения и мучных кондитерских изделий: краткий курс лекций для студентов 3-го курса специальности (направление подготовки) 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья». Саратов: Саратовский ГАУ, 2016. 74 с.

19. Матвеева И.В., Белявская И.Г. Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители в производстве мучных изделий. М.: Издательский комплекс МГУПП, 2003. 115 с.

© Клочкова И.С., Клипак М.Б., 2021

Для цитирования: Перспективы использования вторичных материальных ресурсов икорного производства в технологии дрожжевых изделий // Научные труды Дальрыбвтуза. 2021. Т. 56, № 2. С. 37–42.

Статья поступила в редакцию 15.03.2021, принята к публикации 18.05.2021.