

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ
АНТАРКТИЧЕСКОГО КРИЛЯ (*EUPHAUSIA SUPERBA*)

А. В. Андрюхин, М. П. Андреев, В. А. Галдукевич

IMPROVING THE TECHNOLOGY OF ANTARCTIC KRILL (*EUPHAUSIA SUPERBA*) COMPLEX PROCESSING

A. V. Andriukhin, M. P. Andreev, V. A. Galdukevich

Приведены данные по изменению химического состава, содержания депротеинизированного панциря, выхода фарша и панцирьсодержащих отходов при пресс-сепарировании антарктического криля в зависимости от степени прижатия ленты к перфорированному барабану пресс-сепаратора с диаметром отверстий 3 мм. С учетом полученных данных выявлено необходимое условие последовательного применения двух пресс-сепараторов с различными диаметрами отверстий рабочего барабана для производства фарша с приемлемыми качественными показателями. Отмечено изменение содержания формольно-титруемого и небелкового азота при предварительном ферментативном гидролизе биологической жидкости, выделенной из целого криля-сырца при центрифугировании. Исследован химический состав биологической жидкости (сока), образующейся при центрифугировании. Внесение добавок позволило замедлить процессы гидролиза липидов фарша криля, что выразилось в меньших значениях кислотного числа на протяжении всего срока хранения. Предварительная ферментативная обработка дала возможность увеличить выход липидной фракции более чем на 20 %. Исследовано влияние степени прижатия ленты пресс-сепаратора на химический состав панцирьсодержащих отходов. Увеличение степени прижатия способствует повышенному содержанию липидов. Показано изменение качественных показателей фарша криля и панцирьсодержащих отходов при холодильном хранении с использованием вакуум-упаковки и стабилизирующих добавок. Применение добавок позволило замедлить процессы гидролиза липидов фарша криля, что выразилось в меньших значениях кислотного числа на протяжении всего срока хранения. Сохранение влагоудерживающей способности выше 60 % в течение 120 сут при использовании пищевых добавок даст возможность расширить ассортимент выпускаемой продукции относительно фарша без добавок. Внесение пищевых добавок позволяет замедлить динамику снижения качественных показателей фарша криля при холодильном хранении.

антарктический криль, крилевый жир, сыромороженный фарш, пресс-сепарирование, панцирьсодержащие отходы, ферментативная обработка, депротеинизированный панцирь

The paper presents data on change of chemical composition, content of deproteinized shell and output of mince and shell-containing wastes at press-separation of Antarctic krill depending on degree of pressing of belt of perforated drum of press-separator with diameter of holes 3 mm. Taking into account the obtained data, the necessary condition for sequential use of two press separators with different diameters of holes of the working drum for mince production with acceptable qualitative parameters has been revealed. Change of formol-titrated nitrogen and non-protein nitrogen content during preliminary enzymatic hydrolysis of biological liquid isolated from whole crude krill during centrifugation is shown. Chemical composition of biological fluid (juice) formed during centrifugation has been investigated. A clear dependence of the use of krill mince on the production of molded, culinary products or stuffed products has been determined, depending on the water-holding capacity. The use of additives made it possible to slow down the hydrolysis of krill mince lipids, which was expressed in lower values of the acid number throughout the shelf life. Preliminary enzymatic treatment made it possible to increase the yield of the lipid fraction by more than 20% and intensify the process of destruction of protein substances. The paper also shows a change in the quality of krill mince during refrigeration storage using vacuum packaging and stabilizing additives. Maintaining water-retaining capacity above 60% for 120 days when using food additives will expand the range of products relative to mince without using additives. Introduction of food additives in a certain amount from the mass of krill mince makes it possible to slow down dynamics of decrease of quality indices of krill mince during refrigeration storage.

antarctic krill, krill oil, raw-frozen minced meat, press separation, shell-containing waste, enzymatic treatment, deproteinized shell

ВВЕДЕНИЕ

Необходимость расширения океанического рыболовства в Атлантическом океане делает актуальным освоение дополнительной сырьевой базы, способной обеспечить устойчивый долговременный рост добычи и переработки водных биологических ресурсов. В антарктической части Атлантики таким ресурсом является антарктический криль (*Euphausia superba*). Липиды криля обладают рядом уникальных свойств, в частности, относительно высоким (до 58 %) содержанием фосфолипидов, наличием растворенных в жире каротиноидов, обусловленных особенностями его химического состава, в связи с чем криль является сырьем для производства высокоценных пищевых и кормовых продуктов [10].)

На данный момент наиболее распространенное использование криля – сырье для производства крилевой муки с целью замены рыбной муки в рецептурах кормов для аквакультуры [11, 12].

Мировое производство продукции пищевого и медицинского назначения из криля (в основном так называемое «крилевое масло» и варено-мороженое мясо) в количественном выражении составляет менее 1 %, при этом в стоимостном ее доля достигает 45 %, что обуславливает актуальность исследований, связанных с глубокой переработкой данного биоресурса.

В период ведения СССР промысла криля советскими судами были успешно созданы и промышленно апробированы технологии его переработки на пищевые, кормовые, технические и иные цели, однако в настоящее время миро-

вой промышленный выпуск продукции из него ограничивается производством целого мороженого криля, кормовой муки, крилевого жира и варено-мороженого мяса [1]. Несмотря на имеющийся технологический задел в области переработки криля, остающийся сегодня отчасти актуальным, необходимо проводить исследования по совершенствованию технологии его глубокой переработки [2].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работы проводили на СТМ «Атлантида» в антарктической части Атлантики (АЧА) с использованием свежельвовленного антарктического криля *Euphausia superba*, а в береговых условиях – сыромороженого фарша.

Фарш в этом рейсе заготавливали в проливе Дрейка в марте 2020 г. пресс-сепарированием криля на сепараторе с диаметром отверстий рабочего барабана 3 мм с последующим интенсивным промыванием морской и ополаскиванием пресной водой, отделением влаги на вибросите и дальнейшим центрифугированием.

При пресс-сепарировании использовали несколько степеней прижатия ленты к барабану сепаратора. Степень прижатия регулировали в зависимости от угла поворота ролика натяжения ленты: 0° – слабое прижатие, 45° – среднее, 90° – сильное.

При проведении исследований по выделению липидной фракции из жидкости, полученной при центрифугировании, криль-сырец в количестве 1 кг помещался в сетчатые мешки и подвергался центрифугированию до прекращения отделения биологической жидкости (сока), в которой определялось содержание влаги, жира, азотистых веществ.

Приготовленный сок перемешивали и разделяли на две части. В одной из них растворялся ферментный препарат протосубтилин F20X в количестве, равном 5,0 % к содержанию сырого протеина. Во вторую часть сока ферментный препарат не вносился. Из обеих частей отбирали пробы в количествах, равных емкостям градуированных пробирок лабораторной центрифуги, и помещали на водяную баню с температурой 45 °С. Сок в пробирках подвергается гидролизу под действием собственных ферментов и фермента протосубтилина 20XГ (проба 1) и только собственных ферментов (проба 2) в течение 150 мин. Через каждые 30, 60, 90, 120, 150 мин ферментативного гидролиза пробирки извлекали из водяной бани и подвергали центрифугированию в течение 20 мин при скорости 12000 об/мин. В них определяли количество выделившейся липидной фракции. Далее пробирки с содержимым нагревали на водяной бане до температуры 90 °С в течение 5 мин и охлаждали на водяной бане до 40 °С, затем вновь центрифугировали, после чего проводили замер количества липидов.

В отдельных пробирках параллельно проводился гидролиз, и каждые 30 мин определялось количество небелкового и формольно-титруемого азота (НБА и ФТА).

По полученным данным устанавливалось влияние продолжительности процесса гидролиза на количество выделившегося из сока липидной фракции.

Для исследования динамики изменения качественных показателей фарша при холодильном хранении были использованы коммерческие образцы смесей пищевых добавок: «Стабифреш» (регуляторы кислотности – ацетат натрия Е262, цитрат натрия Е331; антиокислители – аскорбат натрия Е301, пиросульфит натрия

Е223), «Рутафиш» (глюконо-дельта-лактон Е575, лактат кальция Е327, антиокислитель Е316 – изоаскорбат натрия). Пищевые добавки вносили в количестве 0,3 % от массы фарша согласно спецификации производителя. В качестве контроля использовали образцы фарша криля без добавок. Обе партии фарша упаковывали в полимерные пакеты. Панцирьсодержащие отходы (ПСО), полученные после пресс-сепарирования криля, упаковывали под вакуумом. Все образцы фарша и ПСО замораживали в установке «шокового замораживания» при температуре минус 45 °С и далее хранили при температуре не выше минус 18 °С. Через определенные временные интервалы образцы фарша размораживали при комнатной температуре до температуры минус 1,5 °С и направляли на исследование качественных показателей.

Отбор проб и лабораторных образцов для исследования проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 31339 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб» [3].

Накопление свободных жирных кислот фиксировали по кислотному числу (КЧ), определенному в хлороформенном экстракте липидов [4], степень разрушения высоконенасыщенных жирных кислот липидов – по йодному числу методом Вииса титрованием хлороформенной мисцеллы тиосульфатом натрия в присутствии КС1 и крахмала [4].

Количество хитинового (депротеинизированного панциря – ДП) в продукте характеризовали по методике ВНИРО [4].

Органолептические свойства продукции из криля оценивали по 5-балльной шкале по четырем органолептическим показателям [5].

Количество саркоплазматических водорастворимых белков (ВРБ), миофибриллярных солерастворимых белков (СРБ) определяли минерализацией навески в серной кислоте при температуре 420 °С в минерализаторе Velp DK-6 и последующей отгонкой паром в аппарате Velp UDK139 экстрактов, полученных при последовательной экстракции белков из пробы дистиллированной водой и растворами хлористого и едкого натрия [6]. Водоудерживающую способность (ВУС) определяли весовым методом [7], реакцию среды pH в образцах – потенциометрическим.

Содержание небелковых азотистых веществ (НБА) и азота летучих оснований (АЛО) определяли из трихлоруксусного экстракта методом Кьельдаля (для НБА) и дистилляцией в титрованный раствор кислоты (для АЛО).

Для статистической обработки результатов исследований и построения графических зависимостей использовали программное обеспечение из пакета Microsoft Office и программный набор для статистической обработки данных XLStat.

Результаты выражались как значение показателя $\pm$ стандартное отклонение трех параллельных измерений. Достоверность разницы между значениями проверяли с помощью t-критерия независимой выборки. Значение считалось статистически значимым при $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальные работы по установлению влияния степени прижатия ленты пресс-сепаратора к барабану с диаметром отверстий 3 мм на количество в фарше ДП показали, что с ослаблением прижатия ленты содержание ДП снижает-

ся. Наименьший выход панциря отмечен при слабом прижатии. При этом фарш содержал 2,7–4,2 % ДП в зависимости от кратности сепарирования (табл. 1).

Снижению органолептической оценки способствовало наличие избыточного количества панциря, что отчетливо ощущалось при разжевывании образцов. Фарш, полученный по всем испытываемым технологическим схемам, при взятии проб на варку имел приемлемые баллы органолептической оценки по цвету и запаху, обладая светло-розовым цветом и креветочным запахом.

Таблица 1. Влияние кратности обработки (сепарирования) и степени прижатия на содержание депротеинизированного панциря в продукте

Table 1. Influence of the frequency of processing (separation) and the degree of pressing on the content of deproteinized shell in the product

Степень прижатия ленты	Кратность обработки (сепарации)	Депротеинизированный панцирь, % от сырья
Слабая	1	4,2± 0,3
	2	3,8± 0,1
	3	2,7± 0,4
Средняя	1	5,3± 0,3
	2	4,3± 0,1
	3	3,6± 0,2
Сильная	1	6,7± 0,1
	2	5,0± 0,2
	3	4,6± 0,3

Проведенные экспериментальные работы выявили, что при диаметре отверстий барабана 3 мм для обеспечения приемлемых по органолептическим показателям значений необходимая кратность сепарации составляет не менее шести, что нетехнологично и труднореализуемо на практике в судовых условиях, при этом содержание ДП в фарше составило 1,2–1,5 %.

С учетом полученных данных для производства фарша с приемлемыми качественными показателями применение последовательно двух пресс-сепараторов с различными диаметрами отверстий рабочего барабана является необходимым условием.

Изучено влияние кратности сепарирования и степени прижатия ленты на химический состав и выход готовой продукции (табл. 2).

При повторном сепарировании происходит увеличение влажности фарша на 3,8 % для слабого и 1,5 % – для сильного прижатия. При этом выход готового фарша снижается.

В образцах фарша криля с внесенными стабилизирующими добавками отмечена меньшая динамика снижения содержания ВРБ и СРБ относительно первоначального, чем в фарше без внесения добавок. На 180-е сутки хранения содержание ВРБ в образцах без добавок составляло 82,8 % от начального, в образцах с добавками – 88,9 %. Содержание СРБ в образцах без добавок снизилось с 3,5 до 3,0 %, в образцах с добавками осталось практически неизменным, разница между

начальным и конечным содержанием находилась в пределах величины стандартного отклонения. Внесение добавок позволило также замедлить динамику снижения ВУС фарша (табл. 3).

Таблица 2. Влияние технологических режимов на химический состав и выход сыромороженого фарша криля

Table 2. Influence of technological modes on the chemical composition and yield of raw frozen minced krill

Степень прижаривания	Номер схемы	Технологическая схема	Содержание, %			Выход фарша, %
			влаги	соли	панциря	
Слабая	1	Криль-сырец, пресс-сепарирование, промывка морской водой, ополаскивание пресной водой, механическое центрифугирование	79,8± 0,5	2,1± 0,1	3,2± 0,1	12,0± 0,4
Средняя			80,4± 1,0	2,1± 0,2	4,3± 0,3	13,9± 0,5
Сильная			78,5± 0,5	2,2± 0,1	4,7± 0,3	14,5± 0,5
Слабая	2	Криль-сырец, пресс-сепарирование, промывка морской водой, ополаскивание пресной водой, пресс-сепарирование, механическое центрифугирование	83,6± 0,5	1,8± 0,5	1,7± 0,2	9,9± 0,8
Средняя			83,3± 0,8	2,0± 0,5	2,8± 0,5	10,3± 0,5
Сильная			80,0± 1,2	2,6± 0,3	2,9± 0,4	11,2± 0,5

Таблица 3. Изменение качественных показателей фарша антарктического криля в процессе холодильного хранения

Table 3. Changes in the quality indicators of Antarctic krill minced meat during storage

Длительность холодильного хранения, сут	ВРБ, %		СРБ, %		Кислотное число, мг КОН/г	рН	АЛО, мг/%	ВУС, %
	от навески	от общего кол-ва белка	от навески	от общего кол-ва белка				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Без добавок								
0	7,0±0,3	100,0	3,5±0,1	100,0	23,4±0,6	7,1±0,1	8,4±0,2	80,2±2,3
30	5,8±0,1	82,9	3,1±0,2	88,6	28,2±0,5	6,9±0,1	9,2±0,3	69,2±1,4
60	-	-	-	-	35,2±0,5	7,2±0,2	13,6±0,5	54,5±1,0
180	5,8±0,1	82,8	3,0±0,2	85,7	-	7,3±0,2	16,5±0,1	50,2±2,5
С добавками								
0	6,3±0,2	100,0	3,0±0,2	100,0	24,3±0,4	7,6±0,2	7,9±0,3	79,4±1,3
30	5,5±0,2	87,3	2,8±0,2	93,3	26,6±0,3	7,3±0,2	8,7±0,1	74,6±2,6
60	-	-	-	-	30,1±0,7	7,5±0,2	10,3±0,4	68,1±2,1
180	5,6±0,1	88,9	2,8±0,2	93,3	-	7,5±0,1	16,7±0,3	60,8±1,9

Согласно проведенным ранее исследованиям фарш с показателем ВУС выше 65 % хорошо формуется и может быть использован как сырье для производства сосисок, колбас и других формованных изделий. При ВУС от 50 до 65 % целесообразно направлять сырье на производство кулинарных изделий [9].

Таким образом, при холодильном хранении вследствие снижения ВУС до значения 54,5 % на 60-е сутки фарш криля без внесения пищевых добавок целесообразно направлять на производство кулинарных изделий. В образцах фарша с внесенными добавками на 120-е сутки ВУС составила 65,2 %, что будет способствовать расширению ассортимента производимой из него продукции.

При применении добавок замедлились процессы гидролиза липидов фарша криля, что выразилось в меньших значениях кислотного числа на протяжении всего срока хранения. Кислотное число (КЧ) в образцах с добавками на 60-е сутки составило 30,1 мг КОН/г жира, без внесения добавок – 35,2 мг КОН/г.

В первые 60 сут холодильного хранения накопление АЛО в образцах фарша с добавками проходило менее интенсивно. На конечном этапе хранения содержание АЛО во всех образцах находилось фактически на одном уровне.

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности внесения исследуемых пищевых добавок в количестве 0,3 % от массы фарша криля.

Увеличение степени прижатия ленты пресс-сепаратора способствует снижению влагосодержания ПСО и увеличивает их выход. Одновременно с увеличением степени прижатия ленты повышается содержание липидов в ПСО в среднем на 1,1 % (табл. 4).

Таблица 4. Влияние степени прижатия ленты пресс-сепаратора на химический состав и выход панцирьсодержащих отходов от производства фарша антарктического криля

Table 4. Influence of pressing belt degree on the chemical composition and yield of shell-containing waste from Antarctic krill processing

Степень прижатия ленты*	Содержание, %			Выход ПСО, %
	влага	липиды	азотистые вещества	
Слабая	78,5±0,8	1,2±0,1	13,1±0,4	1,4±0,3
Средняя	76,6±0,5	1,4±0,1	10,7±0,2	4,0±0,2
Сильная	76,0±0,4	2,3±0,2	13,3±0,1	4,4±0,2

Примечание. *Степень прижатия регулировали в зависимости от угла поворота ролика натяжения ленты: 0° – слабая, 45° – средняя, 90° – сильная.

Таким образом, при использовании ПСО в качестве сырья для получения крилевого жира пресс-сепарирование следует проводить с максимальной степенью прижатия ленты к барабану.

Упаковка под вакуумом позволяет замедлить процессы гидролиза и окисления липидов ПСО при холодильном хранении, образующихся после пресс-сепарирования (табл. 5).

Таблица 5. Изменение качественных показателей липидов при холодильном хранении ПСО

Table 5. Changes of lipid quality during cold storage of shell containing waste

Показатель	Длительность холодильного хранения, сут	Кислотное число, мг КОН/г липидов	Йодное число, г йода на 100 г жира
Упаковка без вакуумиро- вания	0	26,5±0,3	155,3±0,9
	30	29,9±0,5	123,9±0,7
	90	37,3±0,6	107,0±0,7
Упаковка под вакуумом	0	23,2±0,6	163,6±0,4
	30	25,1±0,7	144,1±0,5
	90	34,5±0,7	123,3±0,5

КЧ липидов, содержащихся в ПСО, упакованных под вакуумом, на 30-е сутки хранения составило 25,1 мг КОН/г, что на 4,8 мг КОН/г ниже, чем КЧ липидов ПСО, подвергнутых хранению без вакуумирования. Динамика изменения йодного числа липидов ПСО, хранящихся в упаковке под вакуумом, в 1,6 раза ниже, чем в упаковке без вакуумирования. Таким образом, можно заключить, что использование вакуум-упаковки при хранении и транспортировании ПСО для дальнейшей обработки на берегу целесообразно.

Фарш при пробе на варку имел приемлемые баллы органолептической оценки, обладая светло-розовым цветом и креветочным запахом. Органолептическая оценка фарша, полученного при слабом прижатии ленты, по показателю «внешний вид» была ниже за счет значительного наличия включений глаз, в меньшей степени подвергавшихся разрушению при сепарировании, чем при сильном прижатии ленты.

При повторном сепарировании глаза подвергались дополнительному разрушению, что повышало значения органолептической оценки соответствующих образцов. Наибольшие средние значения органолептической оценки получили образцы при двукратном сепарировании со слабой и средней степенями прижатия ленты. За счет наличия избыточного количества панциря все образцы фарша были низко оценены по показателю «вкус», что существенно снизило их общую органолептическую оценку, делая ее неприемлемой по показателю «вкус».

В результате проведенных экспериментальных работ выяснилось, что при диаметре отверстий барабана 3 мм для обеспечения приемлемых по органолептическим показателям значений необходимая кратность сепарации составляла не менее шести, что нетехнологично и труднореализуемо на практике в судовых условиях, при содержании депротеинизированного панциря в фарше 1,2–1,5 %. С учетом полученных данных, а также исследований, проведенных ранее [7], для производства фарша с приемлемыми качественными показателями необходимым условием является применение последовательно двух пресс-сепараторов с различными диаметрами отверстий рабочего барабана (5 и 1,2 мм, соответственно).

Исследование химического состава биологической жидкости (сока), образующейся при центрифугировании, показало, что данное сырье является источником азотистых веществ (средний показатель 8,5 %) и липидов (средний показатель 1,6 %). В пересчете на сухое вещество содержание липидов составляет в среднем 14,3 %, азотистых веществ – до 70 % (табл. 6).

Таблица 6. Химический состав биологической жидкости, полученной при центрифугировании криля

Table 6. Chemical composition of the liquid fraction obtained by centrifuging krill

Влага, %	Липиды, %	Азотистые вещества (N*6,25), %	НБА, %
89,0 ± 0,9	1,6 ± 0,3	8,5 ± 0,2	0,8 ± 0,2

Проведены экспериментальные работы по исследованию влияния ферментного препарата протосубтилина Г20Х на выход липидной фракции из крилевого сока (жидкой фракции после центрифугирования). Добавление ферментного препарата интенсифицирует процесс деструкции белковых веществ.

Отмечено увеличение содержания НБА и ФТА в образцах сока с добавлением ферментного препарата. В образцах без внесенного ферментного препарата содержание НБА составило 725 мг/%, при внесении ферментного препарата – 871 мг%. Через 120 мин гидролиза содержание ФТА в образцах было 665 и 720 мг% соответственно для образцов с внесенным ферментным препаратом и без внесения фермента (рис. 1 и 2).

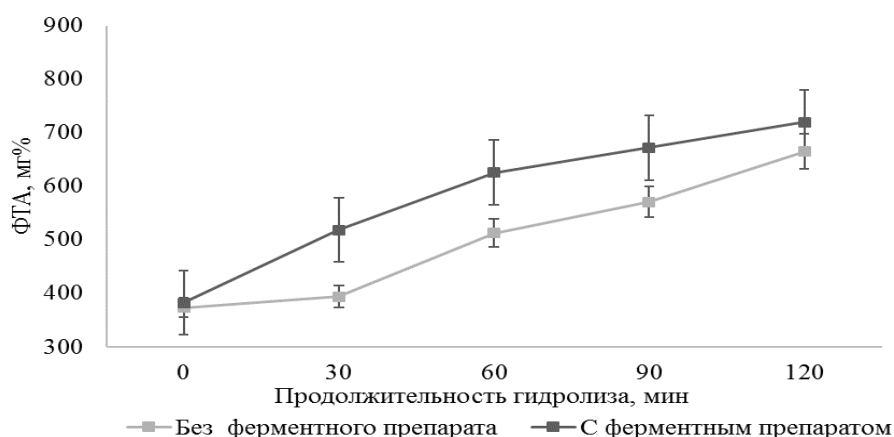


Рис. 1. Динамика накопления ФТА при ферментативном гидролизе сока, выделенного при центрифугировании криля

Fig. 1. Dynamics of formalin-titrated nitrogen accumulation during enzymatic hydrolysis of juice isolated during centrifugation

Параллельно в пробирках проводилось центрифугирование сока на лабораторной центрифуге при скорости 12000 об/мин с использованием четырех пробирок объемом 9 мл.

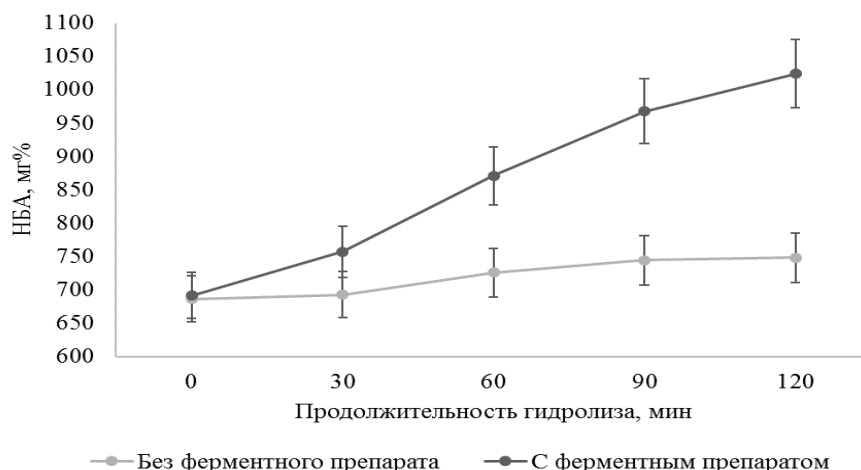


Рис. 2. Динамика накопления НБА при ферментативном гидролизе сока, выделенного при центрифугировании криля

Fig. 2. Dynamics of non-protein nitrogen accumulation during enzymatic hydrolysis of juice isolated during centrifugation of krill

Изначально выделенное центрифугированием количество липидной фракции составило в среднем 0,9 мл. Через 60 мин гидролиза наблюдалось увеличение количества отцентрифугированной фракции липидов до 1,8 мл, в то время как для образцов без добавления ферментного препарата количество выделенных липидов было 1,3 мл. Через 120 мин гидролиза количество выделенной липидной фракции в образцах 1 и 2 составило 2,1 и 1,7 мл соответственно (рис. 3).

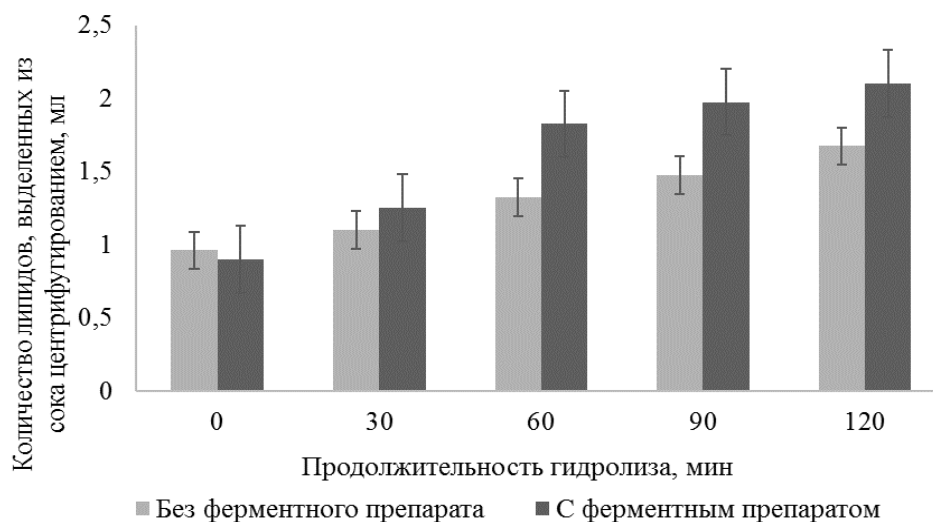


Рис. 3. Изменение выхода липидной фракции при ферментативном гидролизе

Fig. 3. Change in the yield of the lipid fraction during enzymatic hydrolysis

Таким образом, использование ферментного препарата позволяет увеличить выход липидной фракции из жидкой фракции, образующейся при центрифугировании промытого фарша, более чем на 20 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщая полученные в результате проведенных работ данные, можно заключить, что:

- для приготовления фарша из криля с допустимым содержанием депротенизированного панциря (не более 0,2 %) необходима дополнительная обработка фарша на пресс-сепараторе с диаметром отверстий рабочего барабана 1,2 мм;
- внесение пищевых добавок «Стабифреш» и «Рутафиш» в количестве 0,3 % от массы фарша криля позволяет замедлить динамику снижения качественных показателей фарша криля при холодильном хранении;
- вследствие снижения ВУС до 65 % после 60 сут холодильного хранения фарш криля без внесения пищевых добавок целесообразно направлять на производство кулинарных изделий; ВУС фарша с внесенными добавками на 120-е сутки составила 65,0 %, что способствует расширению ассортимента фаршевой продукции, в том числе выпуску кулинарных изделий из фарша криля;
- при использовании ПСО как сырья для получения крилевого жира пресс-сепарирование криля следует проводить с максимальной степенью прижатия ленты к барабану;
- для сохранения качественных характеристик липидов криля целесообразно использовать вакуум-упаковку для транспортирования и хранения ПСО до обработки в береговых условиях;
- внесение ферментного препарата протосубтилина 20 ГХ в количестве 5 % от содержания сырого протеина позволяет увеличить выход липидной фракции более чем на 20 % из жидкости, полученной при центрифугировании криля.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андреев, М. П. Антарктический криль (*Euphausia Superba*) – прошлое, настоящее и будущее развития технологии переработки / М. П. Андреев // Вопросы рыболовства. – 2021. – Т. 22, № 6. – С. 133–153.
2. Криль – сокровище Антарктики / Ю. А. Ситников, А. В. Уляшев, В. Н. Доровских, М. П. Андреев // Fishnews. – 2021. – № 3 (64). – С. 51–54.
3. ГОСТ 31339-2006 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб. Дата введения 2008-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2010. – 12 с.
4. Головин, А. Н. Контроль производства рыбной продукции: в 2 ч. / А. Н. Головин. – Москва: Пищевая пром-сть, 1978. – Ч. 1. – 496 с., ч. 2. – 584 с.
5. Методические указания по изучению техно-химического состава и технологических свойств объектов промысла в экспедиционных условиях / Л. И. Перова, Б. Н. Семенов, А. Б. Одинцов, В. Т. Смирнов. – Калининград: АтлантНИРО, 1983. – 76 с.
6. ГОСТ 7636–85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. Введ. 1986-01-01. – Москва: Изд-во стандартов, 1985. – 89 с.
7. Сафронова, Т. М. Справочник дегустатора рыбы и рыбной продукции / Т. М. Сафронова. – Москва: ВНИРО, 1998. – 244 с.

8. Рамбеда, Е. Ф. Влияние химического состава мяса рыбы на качество и сроки хранения пищевого мороженого рыбного фарша / Е. Ф. Рамбеда, Н. И. Рехина // Рыбное хозяйство. – 1980. – № 3. – С. 66–68.

9. Андреев, М. П. Разработка технологического процесса получения сыромороженого фарша из криля: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 «Технология мясных, молочных и рыбных продуктов» / Андреев Михаил Павлович; Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии «АтлантНИРО». – Москва, 1982. – 90 с.

10. Dan Xie. Antarctic krill (*Euphausia superba*) oil: A comprehensive review of chemical composition, extraction technologies, health benefits, and current applications / Dan Xie, Mengyue Gong, Wei Wei, Jun Jin, Xiaosan Wang, Xingguo Wang, Qingzhe Jin // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2019. – Vol. 18(2) – 514–534 p.

11. Yuting Wei. Replacement of dietary fishmeal by Antarctic krill meal on growth performance, intestinal morphology, body composition and organoleptic quality of large yellow croaker *Larimichthys crocea* / YutingWei Haohao Shen, Weiqi Xu, Ying Pan, Jia Chen, Wenbing Zhang // Aquaculture. – 2019. – vol. 512 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734281> (дата обращения: 25.09.2021).

12. SilviaTorrecillas. Replacement of fish meal by Antarctic krill meal in diets for European sea bass *Dicentrarchus labrax*: Growth performance, feed utilization and liver lipid metabolism / SilviaTorrecillas, Daniel Montero, MartaCarvalho, Tibiabin Benitez-Santana, Marisol Izquierdo // Aquaculture. – 2021. – vol. 545 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737166> (дата обращения: 25.09.2021).

REFERENCES

1. Andreev M. P. Antarkticheskiy kril' (*Euphausia Superba*) – proshloe, nastoyashchee i budushchee razvitiya tekhnologii pererabotki [Antarctic krill (*Euphausia Superba*) – past, present and future of the processing technology development]. *Voprosy rybolovstva*, 2021, vol. 22, no. 6, pp. 133–153.

2. Sitnikov Yu., Ulyashev A., Dorovskikh V. N., Andreev M. P. Kril' – sokrovishche Antarktiki [Krill – a treasure of the Antarctic]. *Fishnews*, 2021, no. 3 (64), pp. 50–54.

3. State Standard 31339-2006. Fish, non-fish objects and products from them. Acceptance rules and sampling methods. Moscow, Standartinform Publ., 2008. 12 p. (In Russian)

4. Golovin A.N. *Kontrol' proizvodstva rybnoy produktsii* [Control over the production of fish products]. Moscow, Pishhevaya prom-st', part 1, 496 p., part 2, 584 p.

5. Perova L. I., Semenov B. N., Odintsov A. B., Smirnov V. T. *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu tekhnokhimicheskogo sostava i tekhnologicheskikh svoystv ob'ektov promysla v ekspeditsionnykh usloviyakh* [Methodical instructions for study of techno-chemical composition and technological properties of the target species in field conditions]. Kaliningrad, AtlantNIRO, 1983, 76 p.

6. State Standard 7636–85. Fish, marine mammals, marine invertebrates and products of their processing. Analysis methods. Moscow, Publishing house of standards Publ., 1985. 89 p. (In Russian)
7. Safronova T. M. *Spravochnik degustatora ryby i rybnoy produktsii* [Fish and Fish Products Taster Guide]. Moscow, VNIRO, 1998, 244 p.
8. Rambeza E. F., Rekhina N. I. Vliyanie khimicheskogo sostava myasa ryby na kachestvo i sroki khraneniya pishchevogo morozhenogo rybnogo farsha [Influence of the chemical composition of fish meat on the quality and shelf life of edible frozen fish mince]. *Ryb. khoz-vo*, 1980, no. 3, pp. 66–68.
9. Andreev M. P. *Razrabotka tekhnologicheskogo protsessa polucheniya syro-morozhenogo farsha iz krilya. Diss. kand. tekhn. nauk* [Development of a technological process for obtaining raw-frozen minced meat from krill. Diss. kand. tekhn. sci.]. Moscow, 1982, 90 p.
10. Dan Xie. Antarctic krill (*Euphausia superba*) oil: A comprehensive review of chemical composition, extraction technologies, health benefits, and current applications, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2019, vol. 18 (2), pp. 514–534.
11. Yuting Wei. Replacement of dietary fishmeal by Antarctic krill meal on growth performance, intestinal morphology, body composition and organoleptic quality of large yellow croaker *Larimichthys crocea*, *Aquaculture*, 2019, vol. 512. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734281> (Accessed 25 September 2021).
12. SilviaTorrecillas. Replacement of fish meal by Antarctic krill meal in diets for European sea bass *Dicentrarchus labrax*: Growth performance, feed utilization and liver lipid metabolism, *Aquaculture*, 2021, vol. 545. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737166> (Accessed 25 September 2021).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Андрюхин Анатолий Владимирович – Атлантический филиал
Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства
и океанографии («АтлантНИРО»); кандидат технических наук; зав. лабораторией
стандартизации и нормирования; E-mail: fishtech@atlantniro.ru

Andriukhin Anatoliy Vladimirovich – Atlantic branch of Research Institute
of Fisheries and Oceanography – VNIRO (AtlantNIRO); PhD; Head
of the laboratory of standardization and regulation;
E-mail: fishtech@atlantniro.ru

Андреев Михаил Павлович – Калининградский государственный технический
университет; доктор технических наук; профессор кафедры технологии
продуктов питания; E-mail: mpandreev49@gmail.com

Andreev Mikhail Pavlovich – Kaliningrad State Technical University; Doctor
of Engineering, Professor of the Department of Food Technology;
E-mail: mpandreev49@gmail.com

Галдукевич Владислав Артурович – Атлантический филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии («АтлантНИРО»); ведущий инженер лаборатории стандартизации и нормирования; E-mail: v.galdukevich@yandex.ru

Galdukevich Vladislav Arturovich – Atlantic branch of Research Institute of Fisheries and Oceanography – VNIRO (AtlantNIRO); Leading engineer at the laboratory of standardization and regulation; E-mail: v.galdukevich@yandex.ru