

<https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-2-222-231>
УДК 664.951(261.5)

Оригинальная статья
<http://fptt.ru/>

Анализ данных технохимического состава европейской химеры (*Chimaera monstrosa*) Северной Атлантики

А. М. Мухортова*^{ORCID}, О. Р. Узбекова^{ORCID}, И. И. Лыжов^{ORCID}



Дата поступления в редакцию: 07.03.2020
Дата принятия в печать: 29.05.2020

Полярный филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»,
183038, Россия, г. Мурманск, ул. Академика Книповича, 6

*e-mail: mukhort@pinro.ru



© А. М. Мухортова, О. Р. Узбекова, И. И. Лыжов, 2020

Аннотация.

Введение. Непреходящую актуальность для развития пищевой индустрии имеют малоизученные глубоководные объекты промысла Северной Атлантики. Одним из таких гидробионтов является европейская химера (*Chimaera monstrosa*), составляющая значительную долю рыб прилова при траловом и ярусном промысле традиционных объектов. Цель исследования – определение технохимического состава и биохимических свойств органов и тканей европейской химеры.

Объекты и методы исследования. Размерно-массовый и общий химический состав определяли стандартными методами. Аминокислотный состав белков устанавливали методом хроматографического разделения производных аминокислот, полученных по реакции с ортофталевым альдегидом и β-меркаптоэтанолом. Фракционный состав липидов определяли методом одномерной тонкослойной хроматографии. Анализ жирнокислотного состава липидов проводили на газожидкостном хроматографе С-180 фирмы «Yanaco» (Япония). Жирорастворимые витамины определяли омылением проб щелочью, экстракцией и отделением неомыляемой части. Фракционный состав белков определяли методом планарного электрофореза в полиакриламидном геле на установке для электрофореза «MultiPhor II» (Швеция).

Результаты и их обсуждение. Выполнены исследования по определению размерно-массового и химического составов частей тела, фракционного и аминокислотного состава белков, фракционного и жирнокислотного состава липидов, витаминов, а также тяжелых металлов и хлорорганических соединений в тканях и органах европейской химеры. Вкусовые достоинства рыбы на рабочих дегустациях получили высокую оценку. Это позволяет считать наиболее целесообразным использование тушки химеры в качестве столовой рыбы, при приготовлении закусочной продукции и продукции горячего копчения. Отходы при разделке составляют более 50 % от массы тела и могут быть использованы для производства рыбной муки (в кормопроизводстве) как белоксодержащее сырье для получения гидролизатов микробиологического, медицинского, пищевого и кормового назначения.

Выводы. Проведены комплексные биохимические исследования органов и тканей европейской химеры. Выполненные технохимические исследования позволили дать предварительные рекомендации по направлениям наиболее рационального комплексного использования европейской химеры (*Chimaera monstrosa*).

Ключевые слова. Глубоководные рыбы, жирнокислотный состав липидов, технохимические исследования, размерно-массовый состав, аминокислотный состав белков, Северная Атлантика, рациональное использование

Для цитирования: Мухортова, А. М. Анализ данных технохимического состава европейской химеры (*Chimaera monstrosa*) Северной Атлантики / А. М. Мухортова, О. Р. Узбекова, И. И. Лыжов // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50, № 2. – С. 222–231. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-2-222-231>.

Original article

Available online at <http://fptt.ru/eng>

Technological Composition Analysis of the Rabbitfish (*Chimaera monstrosa*) in the North Atlantic

A.M. Mukhortova*^{ORCID}, O.R. Uzbekova^{ORCID}, I.I. Lyzhov^{ORCID}

Received: March 07, 2020
Accepted: May 29, 2020

Polar branch of the Russian Federal Research
Institute of Fisheries and Oceanography,
6, Akademika Knipovicha Str., Murmansk, 183038, Russia

*e-mail: mukhort@pinro.ru



© А.М. Мухортова, О.Р. Узбекова, И.И. Лыжов, 2020

Abstract.

Introduction. Deep-sea fauna of the North Atlantic has a great potential for the development of food industry. Rabbitfish (*Chimaera monstrosa*) is a hydrobionts that makes up a significant proportion of bycatch in the traditional trawl and longline fishery. The research objective was to determine the technochemical composition and biochemical properties of organs and tissues of rabbitfish.

Study objects and methods. The size-mass and total chemical composition was performed by standard methods. The amino acid composition of proteins was determined by chromatographic separation of amino acid derivatives obtained by reaction with orthophthalic aldehyde and β -mercaptoethanol. The method of one-dimensional thin-layer chromatography made it possible to determine the fractional composition of lipids. The fatty acid composition was determined using an S-180 gas-liquid chromatograph (Yanaco, Japan). The fat-soluble vitamins were determined by the saponification of samples with alkali, extraction, and separation of the unsaponifiable part. The fractional composition of proteins became clear after a planar polyacrylamide gel electrophoresis on (MultiPhor II, Sweden).

Results and discussion. The research featured the size-mass and chemical composition of body parts, the fractional and amino acid composition of proteins, as well as the fractional and fatty acid composition of lipids, vitamins, heavy metals, and organochlorine compounds in the tissues and organs of the rabbitfish. The sensory properties of the samples proved quite high. Hot smoked rabbitfish meat can be recommended for snack foods. Waste (heads, entrails, skin, cartilage, fins) makes up more than 50% of total body weight and can be used in feed production or as a protein-containing raw material for hydrolysates in microbiology, medicine, and food industry.

Conclusion. The research involved a complex biochemical study of the rabbitfish organs and tissues. The performed technochemical studies made it possible to give preliminary recommendations on the directions of its most rational integrated use.

Keywords. Deep-sea fish, fatty acid composition of lipids, technochemical studies, size and mass composition, amino acid composition of proteins, North Atlantic, rational use

For citation: Mukhortova AM, Uzbekova OR, Lyzhov II. Technological Composition Analysis of the Rabbitfish (*Chimaera monstrosa*) in the North Atlantic. Food Processing: Techniques and Technology. 2020;50(2):222–231. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-2-222-231>.

Введение

Выявление дополнительной сырьевой базы для отечественного рыболовства в открытой части Мирового океана за счет производства продукции из мало или совсем неиспользуемых водных биологических ресурсов является одним из важнейших направлений Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса РФ и Морской доктрины РФ [1, 2].

Глубоководные малоизученные объекты промысла Северной Атлантики (СА) представляют большой интерес в качестве нового дополнительного сырья для расширения ассортимента выпускаемой рыбопродукции.

Российский промысел глубоководных рыб в Северо-Восточной Атлантике (СВА) ведется на Срединно-Атлантическом хребте (САХ) и в Фареро-Хаттонском районе (ФХР). На больших глубинах СВА отечественный флот работает как в международных водах (САХ, плато Хаттон, юго-западные склоны банок Аутер-Бейли и Роколл), так и в рыболовной зоне Фарерских островов (банки Билл-Бейлис, Аутер-Бейли, Фере и Фареро-Исландский порог) [3]. Результаты анализа состояния сырьевой базы и мер регулирования промысла позволяют оценить ежегодный отечественный вылов глубоководных рыб в ФХР величиной 3–6 тыс тонн [4].

Одним из таких глубоководных малоизученных объектов является европейская или обыкновенная химера – *Chimaera monstrosa*. Химера встречается во всех районах СВА и составляет значительную массу рыб прилова при траловом и ярусном промысле

традиционных объектов. Однако особенности изменений химического состава и биохимических свойств европейской химеры на различных этапах ее жизненного цикла с учетом размерной группы, половой принадлежности, этапов физиологического развития, района обитания и сезона вылова изучены мало.

Целью настоящего исследования стало определение размерно-массового и химического составов частей тела, фракционного и аминокислотного состава белков, фракционного и жирнокислотного состава липидов, а также тяжелых металлов и хлорорганических соединений в тканях и органах европейской химеры.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования являлась европейская химера – *Chimaera monstrosa*. Относится к семейству Химеровые – *Chimaeridae*. Европейская химера – хрящевая рыба. Она обитает в Атлантическом океане от Марокко и Средиземного моря до Баренцева моря, встречается у Азорских островов, Мадейры и Исландии.

Придонный, бореально-европейский вид, предпочитает глубины более 300 м. Длина до 150 см (с хвостовой нитью), масса до 2,5 кг. Питается донными беспозвоночными (иглокожие, крабы, креветки и моллюски) [5].

Тело химеры удлинненное, хвостовая часть оканчивается тонким жгутиком. Грудные плавники очень велики, доходят до основания брюшных, анальный плавник маленький. Первый спинной плавник вооружен крепким шипом. Глаза

крупные. Кожа голая; лишь изредка встречаются рудиментарные шипики. Спина темно-коричневая с красноватым оттенком, бока пятнистые, брюхо светлое [6]. Химеры живут вблизи дна на глубинах от 300 до 500 м, в летнее время встречаются на глубине 100 м. Химера откладывает по 2 яйца в длинных (15–18 см) лентовидных капсулах светлорыжевого цвета весной и летом [7].

Сбор гидробионтов проводили в научно-исследовательских экспедициях Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н. М. Книповича) (ПИНРО) в районах СА (плато Хаттон, район Сере банки, Фулей банки и район Билл-Бейлис, Ирландский шельф) в весенний и зимний периоды

и доставляли в лабораторию в неразделанном замороженном виде при температуре –18 °С.

Подготовка проб осуществлялась в лаборатории технологии переработки водных биоресурсов ПИНРО.

Определение размерно-массового и общего химического состава выполняли по методическим рекомендациям ВНИРО и ГОСТ 7636-85 [8].

Содержание белков устанавливали, используя системы автоматического определения азота и белка, методом Кьелдаля на анализаторе Kjeltec™ 8400 фирмы Foss Tecator (Швеция).

Аминокислотный состав белков определяли методом хроматографического разделения произ-

Таблица 1. Химический состав частей тела европейской химеры из разных районов вылова Северной Атлантики

Table 1. Chemical composition of the body parts of the European rabbitfish from different catch areas of the North Atlantic

Характеристика		Часть тела (средняя проба)	Содержание, %			
длина, см	пол		влага	жир	белок	зола
Плато Хаттон, апрель						
83,0–91,0	♂	мясо	78,2	1,20	18,6	1,14
		гонады	79,2	4,13	15,6	0,99
		печень	14,6	82,3	3,03	0,09
		внутренности	78,9	3,73	14,8	2,48
95,0–105,0	♀	мясо	77,7	1,09	19,2	1,10
		печень	14,2	82,4	3,21	0,03
		внутренности	78,5	2,72	15,1	2,62
95,0		гонады	72,6	6,23	18,6	1,23
99,0		гонады	78,6	11,1	9,24	0,91
105,0		гонады	75,6	5,75	17,1	1,20
район Билл-Бейлис, май						
86,0	♂	мясо	79,1	1,20	18,1	1,23
		печень	12,3	83,7	3,51	0,21
		гонады	81,0	2,02	14,3	1,29
		внутренности	67,3	21,3	9,30	1,77
96,0	♂	мясо	80,3	0,92	17,5	1,18
		печень	15,5	82,5	1,78	0,15
		гонады	80,3	4,55	13,1	1,15
		внутренности	80,3	7,81	10,3	1,27
115,0	♂	мясо	79,7	0,89	18,2	1,21
		печень	7,63	90,2	2,06	0,12
		гонады	83,5	4,35	11,1	1,06
		внутренности	78,2	3,44	14,9	2,58
Сере банка, декабрь						
69,0	♀	мясо	80,2	0,60	22,2	0,88
		печень	16,6	80,6	3,85	следы
		внутренности	78,4	2,40	15,9	2,40
83,0–88,0	♀	мясо	80,0	0,38	22,8	1,06
		печень	12,9	84,8	4,17	0,23
		гонады	84,8	2,05	14,8	0,95
		внутренности	78,4	2,40	15,9	2,40
Фулей банка, декабрь						
89,0–103,0	♀	мясо	79,2	0,35	19,8	0,60
		печень	7,52	91,0	1,15	0,18
		гонады	76,4	2,93	19,5	1,14
		внутренности	79,1	1,58	15,9	3,12

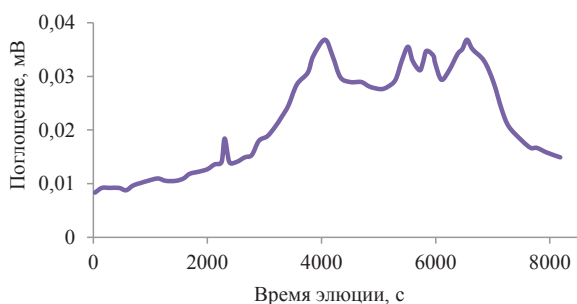


Рисунок 1. Кривая профиля элюции водорастворимых белков мышечной ткани европейской химеры

Figure 1. Elution profile curve of water-soluble muscle tissue proteins of the European rabbitfish

водных аминокислот, полученных по реакции с ортофталевым альдегидом и β-меркаптоэтанолом [9, 10]. Разделение модифицированных аминокислот проводили на хроматографической колонке Supelcosil LC-18 (30 см × 4 мм) и с использованием жидкостного хроматографа LC-10Avr фирмы «Shimadzu» (Япония) с флуориметрическим детектором.

Фракционный состав липидов исследуемых объектов выявляли методом одномерной тонкослойной хроматографии. Липиды экстрагировали по методу Блайя-Дайэра, затем разделяли на пластинках фирмы «Merck» (Германия) в системе растворителей для общих липидов: гексан – эфир – уксусная кислота (45:10:5); для фосфолипидов (ФЛ): бутанол – этанол – вода (25:5:20). Пятна общих и индивидуальных фосфолипидов проявляли 50 % H₂SO₄, сканировали с помощью прибора CS-9000 фирмы «Shimadzu» (Япония) при длине волны 540 нм. Идентификацию фракций осуществляли с помощью стандартов фирмы «Sigma» (США) [11].

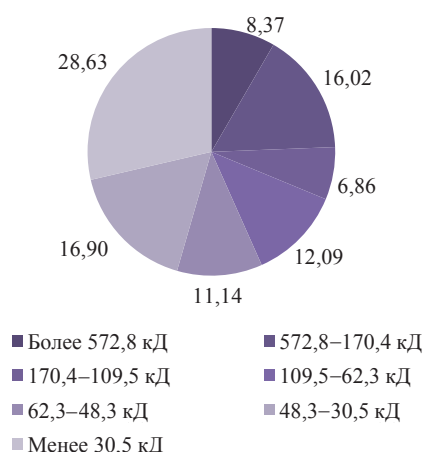


Рисунок 2. Распределение белковых фракций с разной молекулярной массой в мышечной ткани европейской химеры, %

Figure 2. Distribution of protein fractions with different molecular weights in the muscle tissue of the European rabbitfish, %

Определение жирнокислотного состава липидов проводили на газо-жидкостном хроматографе C-180 фирмы «Yanaco» (Япония) в Мурманском Центре стандартизации и метрологии [12–15].

Определение жирорастворимых витаминов проводили методом, заключающемся в омылении проб щелочью, экстракции и отделении неомыляемой части липидов [16]. Содержание витаминов устанавливали с применением метода нормально-фазной ВЭЖХ на хроматомасс-спектрометрической системе фирмы Shimadzu (Япония), модель LC-10Avr. Для определения витаминов использовали колонки Supelcosil LC-SI (25 см × 4,6 мм; 5 мкм). Элюент системы: гексан-2-пропанол (99:1). Экстракцию проводили диэтиловым эфиром со скоростью потока 2 мл/мин. Определение α-токоферола выполняли в УФ спектре при длине волны – 292 нм, ретинола – 324 нм. Содержание каротиноидов определяли тем же методом. Определение их содержания осуществляли

Таблица 2. Жирнокислотный состав липидов печени европейской химеры (Ирландский шельф, весенний период), % к сумме жирных кислот

Table 2. Fatty acid composition of the lipids of the liver of the European rabbitfish (Irish shelf, spring), % of the total fatty acids

Жирные кислоты	Жир печени
Насыщенные	10,1
В том числе:	
C13:0 (тридекаеновая)	0,01
C14:0 (миристиновая)	0,59
C15:0 (пентадекановая)	0,57
C16:0 (пальмитиновая)	1,11
C17:0 (пальмитиновая)	1,22
C18:0 (стеариновая)	5,29
C19:0 (нанодекановая)	0,52
C20:0 (арахиновая)	0,52
C22:0 (бегеновая)	0,28
Мононенасыщенные	76,6
В том числе:	
C14:1 (миристолеиновая)	0,01
C15:1 (пентадеценивая)	0,01
C16:1 (пальмитолеиновая)	3,46
C17:1 (гептадеценивая)	25,4
C18:1 (олеиновая)	37,7
C19:1 (нанодеценовая)	0,69
C20:1 (гадолеиновая)	7,18
C22:1 (эруковая)	2,18
Полиненасыщенные	13,3
В том числе:	
C18:2 (линолевая)	0,65
C18:3 (линоленовая)	0,57
C20:2 (эйкозациеновая)	2,96
C20:4 (арахидоновая)	0,94
C20:5 (эйкозапентаеновая)	1,59
C22:2 (эйкозациеновая)	0,51
C22:5 (докозапентаеновая)	1,75
C22:6 (докозагексаеновая)	4,33

Таблица 3. Фракционный состав липидов печени и гонад европейской химеры по районам и сезонам вылова, % от суммы липидов

Table 3. Fractional composition of the lipids of the liver and gonads of the European rabbitfish by region and catch season, % of the total lipids

Вид ткани	Общие липиды						ФЛ			
	ДГ	ТГ	СЖК	стерины	эфирные стерин	Неидент. фракции	сумма	в том числе		
								лецитин	кефалин	другие
Ирландский шельф, апрель										
Печень	0,5	17,2	4,5	4,4	3,7	76,7	0,5	–	–	–
Плато Хаттон, апрель										
Печень ♂	3,3	5,9	3,2	1,2	3,8	74,7	0,7	0,2	0,3	0,2
Печень ♀	4,4	7,8	5,7	2,1	3,5	81,9	1,8	0,4	0,7	0,7
район Билл-Бейлис, май										
Печень ♂ > 110 см	1,8	12,2	3,1	1,7	1,2	76,8	3,1	1,3	0,3	1,5
Печень ♂ 90–100 см	2,4	12,0	3,1	1,6	4,0	74,2	0,6	0,2	0,2	0,2
Печень ♂ < 90 см	4,9	11,0	3,8	1,7	3,8	69,3	1,1	0,4	0,5	0,2
Фулей банка, декабрь										
Печень	5,70	14,8	5,04	10,0	–	–	18,5	15,3	3,22	–
Гонады	–	31,6	21,6	21,0	–	–	25,6	5,34	20,3	–

на колонках Supelcosil LC-SI (30 см × 4,0; 5 мкм) при длине волны 450 нм, скорость элюции – 0,6 мл/мин. В качестве элюента использовали смесь ацетонитрил-метанол-дихлорметан (50:45:5).

Фракционный состав белков в образцах устанавливали методом планарного электрофореза в полиакриламидном геле на установке для электрофореза «MultiPhor II» (Швеция) [17].

Результаты и их обсуждение

Содержание воды, липидов, белков и минеральных веществ (зола) в органах и тканях европейской химеры представлено в таблице 1.

По химическому составу мышечной ткани европейская химера, выловленная в весенний период, относится к белковым тощим рыбам (белок – 17,5–19,2 %, жир – 0,89–1,20 %), в то время как выловленная в зимний период – к категории тощих высокобелковых рыб (белок – 19,8–22,8 %, жир – 0,35–0,60 %). Химера имеет среднюю

обводненность мышечной ткани (77,7–80,3 %). Химический состав печени европейской химеры характеризуется необычно высокой жирностью – от 80,6 до 91,0 % (в среднем 84,7 %).

Определен фракционный состав веществ белковой природы мышечной ткани европейской химеры. Профиль элюции водорастворимых белков и распределение белковых фракций мяса европейской химеры представлены на рисунках 1 и 2.

В мышечной ткани химеры масса высокомолекулярной фракции достигает 572,8 кД (8,37 %). Также в мясе рыбы присутствуют средне- и низкомолекулярные фракции – с пиками 48,3 и 30,5 кД соответственно. Содержание низкомолекулярных белков достаточно высоко и составляет 28,6 %.

Жирнокислотный состав липидов печени европейской химеры отражен в таблице 2. Большая половина жирных кислот в липидах печени европейской химеры приходится на долю мононенасыщенных жирных кислот (76,6 %), представленных олеиновой (37,7 %) и гептадеценовой (25,4 %) кислотами. Содержание гадолеиновой кислоты (7,2 %) в жире печени химеры почти в 2 раза выше, чем пальмитолеиновой (3,5 %). Сумма полиненасыщенных жирных кислот в исследованном жире составила 13,3 % и незначительно превышала сумму насыщенных кислот (10,1 %). Для насыщенных жирных кислот характерно высокое содержание стеариновой кислоты (5,3 %), для полиненасыщенных – докозагексаеновой (4,3 %) и эйкозодиеновой (2,9 %) жирных кислот.

Липиды печени европейской химеры, в зависимости от сезона и района вылова, содержат 0,5–5,70 % диглицеридов (ДГ), 5,90–17,2 % триглицеридов (ТГ), 3,1–5,70 свободных жирных кислот (СЖК), 1,20–10,0 % эфиров стерин и 0,50–18,5 % фосфолипидов (ФЛ). Гонады характеризуются

Таблица 4. Показатели качества жира из печени европейской химеры

Table 4. Quality indicators of fat from the liver of the European rabbitfish

Показатели	Результаты анализа	Допустимый уровень по СанПиН
Кислотное число	0,58 мг КОН/г	не более 4 мг КОН/г
Перекисное число	2,25 ммоль активного кислорода на кг жира	не более 10 ммоль активного кислорода на кг жира
Йодное число	60, 42 % I	
Альдегиды	0,026 Е 1 г/100см ³ на 1 см	

Таблица 5. Размерно-массовый состав частей тела европейской химеры из разных районов вылова Северной Атлантики

Table 5. Dimensional-mass composition of body parts of the European rabbitfish from different areas of the North Atlantic

№	Абсолютная длина рыбы, см	Масса тела, г	Пол	Соотношение частей тела, %									
				голова		тушка			плавники	внутренности			
				целиком	в т. ч. прирезки	целиком	в том числе			целиком	в том числе		
					мясо	кожа	хрящи		печень	гонады			
Плато Хаттон, апрель													
1	83,0	1244	♂	28,5	–	38,0	29,3	4,30	4,38	9,00	23,5	17,5	0,94
2	91,0	1200	♂	27,7	–	39,1	31,3	4,22	3,55	8,83	23,5	17,1	0,89
3	95,0	1800	♀	26,9	–	38,1	29,9	4,92	3,31	6,08	28,1	19,9	4,58
4	99,0	1578	♀	26,6	–	38,4	30,1	5,30	2,96	6,84	27,3	20,7	2,35
5	105,0	1900	♀	26,8	–	37,4	30,1	4,56	2,72	8,05	26,7	15,8	4,61
Средние значения				27,3	–	38,2	30,1	4,66	3,38	7,76	25,8	18,2	2,67
район Билл-Бейлис, май													
6	86,0	952	♂	24,4	–	37,6	29,8	4,84	2,92	12,3	24,4	16,0	1,76
7	96,0	2080	♂	24,0	–	44,3	36,5	4,35	3,42	7,50	21,9	18,6	0,70
8	115,0	2948	♂	25,1	–	41,8	34,7	3,76	3,34	6,78	25,9	22,0	1,32
Средние значения				24,5	–	41,2	33,7	4,32	3,23	8,86	24,1	19,0	1,26
Сере банка, декабрь													
9	83,0	1672	♀	19,1	2,93	48,4	38,7	5,19	4,48	5,36	25,8	19,4	1,71
10	88,0	1422	♀	19,4	3,41	49,2	39,9	5,00	4,32	4,29	25,8	19,0	0,92
11	69,0	340	♀	23,6	3,90	48,0	37,4	5,34	5,21	5,59	21,6	12,2	0,03
Средние значения				20,7	3,41	48,5	38,7	5,18	4,67	5,08	24,4	17,0	0,89
Фулей банка, декабрь													
12	89,0	1990	♀	24,6	6,03	37,7	30,0	5,10	2,61	6,56	30,3	18,6	2,26
13	93,0	2135	♀	25,3	3,04	40,7	34,0	4,07	2,76	6,56	26,5	18,3	2,38
14	103,0	2410	♀	25,6	5,81	39,1	31,0	4,68	3,41	6,43	28,0	18,2	4,08
Средние значения				25,2	4,96	39,2	31,7	4,62	2,93	6,52	28,2	18,4	2,91

высоким содержанием ТГ и ФЛ – 31,6 и 25,6 % соответственно (табл. 3).

Показатели качества жира печени химеры соответствуют требованиям ТР ЕАЭС 040/2016¹ (табл. 4).

Содержание витамина А в жире европейской химеры составляет 1,42 мг/100 г ткани.

Размерно-массовый состав частей тела европейской химеры представлен в таблице 5. Выход тушки у исследованной химеры, в зависимости от района и сезона вылова, составил 38,2–48,5 %, выход мяса – 30,1–38,7 % за счет крупной головы (20,7–27,3 %). Необходимо отметить большую массу печени 17,0–19,0 % за счет которой внутренности химеры составили значительную величину (24,1–28,2 %).

Белок мышечной ткани европейской химеры является полноценным. В нем присутствуют все незаменимые аминокислоты, которые указаны в шкале, разработанной экспертами Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (ФАО) и Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) для «идеального белка» –

¹ ТР ЕАЭС 040/2016. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции». – 2016. – 129 с.

Таблица 6. Аминокислотный состав белка мышечной ткани европейской химеры

Table 6. Amino acid composition of the muscle protein of the European rabbitfish

Аминокислота	Мясо		«Идеальный» белок, %
	%	мг/100 г кани	
Незаменимые аминокислоты, в том числе			
Валин	5,1	1008	4,0
Изолейцин	5,2	1031	3,0
Лейцин	7,3	1441	6,1
Лизин	7,8	1550	4,8
Метионин	3,5	687	2,3 (с цистином)
Треонин	4,6	912	2,5
Триптофан	0,2	45	0,66
Фенилаланин	2,9	575	4,1 (с тирозином)
Гистидин	4,5	901	1,6
Заменимые аминокислоты, в том числе			
Аланин	5,5	1088	
Аргинин	5,6	1117	
Аспарагиновая	10,7	2112	
Глицин	7,2	1419	
Глутаминовая	16,7	3316	
Серин	4,7	934	
Тирозин	2,3	463	
Всего	94,0	18612	

Таблица 7. Содержание тяжелых металлов в мышцах европейской химеры (мкг/г сырой массы)

Table 7. Heavy metals in the muscles of the European rabbitfish ($\mu\text{g/g}$ of wet weight)

Медь	Цинк	Никель	Хром	Марганец	Кобальт	Железо	Свинец	Кадмий	Ртуть	Мышьяк
Роккол банка, сентябрь										
0,36	3,60	< 0,20	< 0,20	0,34	< 0,20	1,80	< 1,00	< 0,04	0,75	–
Фулей банка, декабрь										
0,53	8,31	0,13	1,2	0,32	0,10	12,3	0,06	0,04	0,100	4,13

Таблица 8. Содержание ХОП и ПХБ в мышцах европейской химеры, мг/кг сырой массы (Фулей банка, декабрь)

Table 8. The content of OCPs and PCBs in the muscles of the European rabbitfish, mg/kg of wet weight (Fuley fish bed, December)

Вид ткани	Σ ГХЦГ	Σ ДДТ	Σ ПХБ
мышцы	0,001	0,001	0,001



Рисунок 3. Разделка европейской химеры

Figure 3. Filleting the European rabbitfish

оптимального белка для обеспечения потребностей взрослого человека [18]. Среди заменимых аминокислот в наибольших количествах присутствуют аспарагиновая и глутаминовая аминокислоты – 10,7 и 16,7 % соответственно (табл. 6).

В решении вопросов рационального использования объектов промысла первостепенное значение отводится оценке их экологической безопасности. Все нормированные тяжелые металлы (свинец, кадмий, ртуть, мышьяк), согласно ТР ТС 021/2011, в мышечной ткани европейской химеры не превышают допустимых уровней² (табл. 7). Наличие хлорорганических пестицидов (ХОП) и полихлорбифенилов (ПХБ) в мышцах европейской химеры также не превышают допустимых норм (табл. 8). Это свидетельствует об экологической безопасности данного объекта.

Полученные исследования о химическом составе и биохимических свойствах органов и тканей европейской химеры позволяют сделать предварительные рекомендации об их ценности, безопасности для пищевых целей и целесообразных способах ее использования.

Строение тела и неприглядный внешний вид – это те причины, по которым заготавливать европейскую химеру следует в виде тушки. Она составляет

38,2–48,5 % от массы тела. Выход мяса, в зависимости от района и сезона вылова, небольшой (30,1–38,7 %) за счет крупной головы, которая составляет 20,7–27,3 %. Химеру разделяют на тушку с удалением хвостовой части, которая вместе с плавником составляет 20–25 % от длины тела (рис. 3).

Европейская химера – крупная белковая и высокобелковая тощая рыба (в зависимости от сезона вылова). Консистенция мышечной ткани химеры водянистая (77,7–80,3 %), поэтому целесообразно частично удалять из нее воду или вводить водоудерживающие компоненты (для производства фаршевых изделий и консервов).

Вкусовые достоинства этой рыбы на рабочих дегустациях получили высокую оценку. Это позволяет использовать тушку химеры в качестве столовой рыбы при приготовлении закусочной продукции, горячего копчения, а также для производства широкого ассортимента продукции – кулинарных изделий, фарша особых кондиций, формованной и аналоговой продукции, стерилизованных фаршевых изделий в оболочке и др.

Особую ценность представляет печень европейской химеры. Ее выход составил большую величину 17,0–19,0 % (в среднем 18,0 %) и имеет очень высокое жиросодержание, которое в зимний период достигает 91,0 % (в среднем 84,7 %). Печень европейской химеры может служить сырьем для получения комплекса биологически активных веществ и быть использована для производства консервов натуральных, а также ветеринарного жира.

Отходы при разделке (головы, внутренности, кожа, хрящи, плавники) составляют более 50 % от всей массы тела и могут быть использованы для производства рыбной муки (в кормопроизводстве), а также как белоксодержащее сырье для получения гидролизатов микробиологического, медицинского, пищевого и кормового назначения.

Выводы

Проведен анализ данных по химическому составу и биохимическим особенностям органов и тканей европейской химеры Северной Атлантики, с учетом размерной группы, половой принадлежности, района и сезонов вылова. В силу изложенного европейская химера – один из перспективных для освоения объектов промысла СА. Полученные

² ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». – 2011. – 242 с

технохимические исследования позволили сделать предварительные рекомендации по направлениям рационального комплексного использования европейской химеры, а также для расширения ассортимента пищевой, кормовой и технической продукции.

Критерии авторства

А. М. Мухортова руководила проектом. О. Р. Узбекова и И. И. Лыжов принимали участие в экспериментальных исследованиях.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что конфликта интересов нет.

Contribution

A.M. Mukhortova supervised the project. O.R. Uzbekova and I.I. Lyzhov took part in the experimental studies.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Список литературы

1. Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fish.gov.ru/files/documents/files/proekt-strategiya-2030.pdf>. – Дата обращения: 02.03.2020.
2. Стратегия развития морской деятельности Российской Федерации до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rg.ru/2010/12/21/mordeyatelnost-site-dok.html>. – Дата обращения: 02.03.2020.
3. Александров, Д. И. Глубоководные рыбы Фареро-Хаттонского района / Д. И. Александров // Состояние сырьевых биологических ресурсов Баренцева и Белого морей и Северной Атлантики в 2018 г. / Е. А. Шамрай. – Мурманск : ПИНРО. – 2018. – С. 81–82.
4. Александров, Д. И. Глубоководные рыбы Фареро-Хаттонского района / Д. И. Александров // Состояние сырьевых биологических ресурсов Баренцева и Белого морей и Северной Атлантики в 2019 г. / Е. А. Шамрай. – Мурманск : ПИНРО. – 2019. – С. 89–91.
5. Долгов, А. В. Атлас-определитель рыб Баренцева моря. 2-е издание / А. В. Долгов. – Мурманск : ПИНРО, 2012. – 188 с.
6. Константинова, Л. Л. Нетрадиционные объекты промысла Северной Атлантики и морей Северо-Европейского бассейна и перспективы их использования / Л. Л. Константинова. – Мурманск : ПИНРО, 2009. – 198 с.
7. Долгов, А. В. Атлас-определитель рыб Баренцева моря / А. В. Долгов. – Мурманск : ПИНРО, 2011. – 187 с.
8. Технохимическое исследование рыбы и беспозвоночных. Методические рекомендации. – М. : ВНИРО, 1981. – 93 с.
9. Alterman, A. M. Amino acid analysis: methods and protocols / M. A. Alterman. – New York : Humana, 2019. – 460 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9639-1>.
10. Raimbault, A. Analysis of free amino acids with unified chromatography-mass spectrometry-application to food supplements / A. Raimbault, A. Noireau, C. West // Journal of Chromatography A. – 2020. – Vol. 1616. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2019.460772>.
11. Reich, E. Thin-layer chromatography / E. Reich, V. Maire-Widmer // Encyclopedia of Analytical Science / P. Worsfold, A. Townshend, C. Poole [et al.]. – Elsevier, 2019. – P. 50–58. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409547-2.00538-2>.
12. Destailats, F. Fast analysis by gas-liquid chromatography: perspective on the resolution of complex fatty acid compositions / F. Destailats, C. Cruz-Hernandez // Journal of Chromatography A. – 2007. – Vol. 1169, № 1–2. – P. 175–178. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2007.08.073>.
13. Petrović, M. Optimization of the GC method for routine analysis of the fatty acid profile in several food samples / M. Petrović, N. Kezić, V. Bolanča // Food Chemistry. – 2010. – Vol. 122, № 1. – P. 285–291. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.02.018>.
14. Wei, G.-L. Gas chromatography-mass spectrometry and high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry in quantifying fatty acids / G.-L. Wei, E. Y. Zeng // TrAC Trends in Analytical Chemistry. – 2011. – Vol. 30, № 9. – P. 1429–1436. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trac.2011.05.005>.
15. Chiua, H.-H. Gas chromatography-mass spectrometry-based analytical strategies for fatty acid analysis in biological samples / H.-H. Chiua, C.-H. Kuo // Journal of Food and Drug Analysis. – 2019. – Vol. 28, № 1. – P. 60–73. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2019.10.003>.
16. Application of supercritical fluid chromatography coupled to mass spectrometry to the determination of fat-soluble vitamins in selected food products / J.-M. Oberson, E. Campos-Giménez, J. Rivière [et al.] // Journal of Chromatography B. – 2018. – Vol. 1086. – P. 118–129. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jchro.2018.04.017>.
17. Westermeier, R. Electrophoresis in practice / R. Westermeier. – Weinheim : WILEY-VCH, 2005. – 427 p.
18. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation. – Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013. – 66 p.


References

1. Strategiya razvitiya rybokhozyaystvennogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda [Development Strategy of the fishery complex of the Russian Federation for the period up to 2030] [Internet]. [cited 2020 Mar 02]. Available from: <https://fish.gov.ru/files/documents/files/proekt-strategiya-2030.pdf>.
2. Strategiya razvitiya morskoy deyatelnosti Rossiyskoy Federatsii do 2030 goda [Development Strategy of the marine activities of the Russian Federation up to 2030] [Internet]. [cited 2020 Mar 02]. Available from: <https://rg.ru/2010/12/21/mordeyatelnost-site-dok.html>.
3. Aleksandrov DI. Glubokovodnye ryby Farero-Khattonskogo rayona [Deep-sea fish of the Faroe-Hatton region]. In: Shamray EA, editor. Sostoyanie syr'evykh biologicheskikh resursov Barentseva i Belogo morey i Severnoy Atlantiki v 2018 g. [State of the raw biological resources of the Barents and White Seas and the North Atlantic in 2018]. Murmansk: Polar branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography; 2018. pp. 81–82. (In Russ.).
4. Aleksandrov DI. Glubokovodnye ryby Farero-Khattonskogo rayona [Deep-sea fish of the Faroe-Hatton region]. In: Shamray EA, editor. Sostoyanie syr'evykh biologicheskikh resursov Barentseva i Belogo morey i Severnoy Atlantiki v 2019 g. [State of the raw biological resources of the Barents and White Seas and the North Atlantic in 2019]. Murmansk: Polar branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography; 2019. pp. 89–91. (In Russ.).
5. Dolgov AV. Atlas-opredelitel' ryb Barentseva moray. 2-e izdanie [Key Atlas of the Barents Sea fish. 2nd edition]. Murmansk: Polar branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography; 2012. 188 p. (In Russ.).
6. Konstantinova LL. Netraditsionnye ob"ekty promysla Severnoy Atlantiki i morey Severo-Evropeyskogo basseyna i perspektivy ikh ispol'zovaniya [Non-traditional objects of fishing in the North Atlantic and the seas of the North European basin and prospects for their use]. Murmansk: Polar branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography; 2009. 198 p. (In Russ.).
7. Dolgov AV. Atlas-opredelitel' ryb Barentseva moray [Key Atlas of the Barents Sea fish]. Murmansk: Polar branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography; 2011. 187 p. (In Russ.).
8. Tekhnokhimicheskoe issledovanie ryby i bespozvonochnykh. Metodicheskie rekomendatsii [A technochemical study of fish and invertebrates. Guidelines]. Moscow: Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, 1981. 93 p. (In Russ.).
9. Alterman AM. Amino acid analysis: methods and protocols. New York: Humana; 2019. 460 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9639-1>.
10. Raimbault A, Noireau A, West C. Analysis of free amino acids with unified chromatography-mass spectrometry-application to food supplements. *Journal of Chromatography A*. 2020;1616. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2019.460772>.
11. Reich E, Maire-Widmer V. Thin-layer chromatography. In: Worsfold P, Townshend A, Poole C, Miró M, editors. *Encyclopedia of Analytical Science*. Elsevier; 2019. pp. 50–58. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409547-2.00538-2>.
12. Destaillets F, Cruz-Hernandez C. Fast analysis by gas-liquid chromatography: perspective on the resolution of complex fatty acid compositions. *Journal of Chromatography A*. 2007;1169(1–2):175–178. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2007.08.073>.
13. Petrović M, Kezić N, Bolanča V. Optimization of the GC method for routine analysis of the fatty acid profile in several food samples. *Food Chemistry*. 2010;122(1):285–291. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.02.018>.
14. Wei G-L, Zeng EY. Gas chromatography-mass spectrometry and high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry in quantifying fatty acids. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2011;30(9):1429–1436. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trac.2011.05.005>.
15. Chiua H-H, Kuo C-H. Gas chromatography-mass spectrometry-based analytical strategies for fatty acid analysis in biological samples. *Journal of Food and Drug Analysis*. 2019;28(1):60–73. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2019.10.003>.
16. Oberson J-M, Campos-Giménez E, Rivière J, Martin F. Application of supercritical fluid chromatography coupled to mass spectrometry to the determination of fat-soluble vitamins in selected food products. *Journal of Chromatography B*. 2018;1086:118–129. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2018.04.017>.
17. Westermeier R. *Electrophoresis in practice*. Weinheim: WILEY-VCH; 2005. 427 p.
18. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2013. 66 p.

Сведения об авторах

Мухортова Анна Михайловна


главный специалист лаборатории технологии переработки водных биоресурсов, Полярный филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», 183038, Россия, г. Мурманск, ул. Академика Книповича, 6, тел.: +7 (8152) 40-26-00, e-mail: mukhort@pinro.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0496-7035>

Information about the authors


Anna M. Mukhortova

Chief Specialist of the Laboratory for the Processing of Aquatic Bioresources, Polar branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, 6, Akademika Knipovicha Str., Murmansk, 183038, Russia, phone: +7 (8152) 40-26-00, e-mail: mukhort@pinro.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0496-7035>


Узбекова Ольга Раиловна

специалист лаборатории технологии переработки водных биоресурсов, Полярный филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», 183038, Россия, г. Мурманск, ул. Академика Книповича, 6, тел.: +7 (8152) 40-26-00, e-mail: uzbekova@pinro.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6797-5289>

Лыжов Иван Иванович

старший специалист лаборатории технологии переработки водных биоресурсов, Полярный филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», 183038, Россия, г. Мурманск, ул. Академика Книповича, 6, тел.: +7 (8152) 40-26-00, e-mail: lyzhov@pinro.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7395-222X>


Olga R. Uzbekova

Specialist of the Laboratory of Processing of Aquatic Bioresources, Polar branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, 6, Akademika Knipovicha Str., Murmansk, 183038, Russia, phone: +7 (8152) 40-26-00, e-mail: uzbekova@pinro.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6797-5289>

Ivan. I. Lyzhov

Senior Specialist of the Laboratory for the Processing of Aquatic Bioresources, Polar branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, 6, Akademika Knipovicha Str., Murmansk, 183038, Russia, phone: +7 (8152) 40-26-00, e-mail: lyzhov@pinro.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7395-222X>