

УДК 664.951.65

Н.В. Дементьева, В.Д. Богданов, О.В. Сахарова

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

ОЦЕНКА ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ СКУМБРИИ И ТЕРПУГА

*По результатам проведенных исследований установлено, что скумбрия и терпуг являются ценным пищевым сырьем: исследования общего химического состава скумбрии (лат. *Scomber japonicas*) и терпуга (лат. *Pleurogrammus tonopterygius*) показали, что в скумбрии по сравнению с терпугом содержится меньше белка и липидов и больше воды. Особенностью мяса скумбрии является пониженное рН мяса, которое составляет 5,5, вероятно, это связано с повышенным содержанием в белке аминокислоты – гистидина. Рыбы являются богатым источником биологически ценного белка, в котором содержатся все незаменимые аминокислоты. По количественному содержанию аминокислот рыбы схожи. Тем не менее скумбрия отличается повышенным содержанием гистидина и изолейцина. Данные проведенных исследований показывают, что скумбрия и терпуг по биологической ценности обладают выраженными положительными характеристиками, приближенными к эталонному белку – казеину. Относительная биологическая ценность скумбрии составляет 100,2 %, у терпуга – 89,5 %. На всем этапе эксперимента инфузория активна, подвижна, замедление роста, мутаций и гибели единичных клеток не наблюдалось. Полученные данные подтверждают, что скумбрия и терпуг – биологически безопасное сырье, не оказывающее мутагенного или токсичного действия на живую клетку инфузории *Tetrahymena pyriformis*.*

Ключевые слова: скумбрия, терпуг, химический состав, аминокислотный состав, биологическая ценность.

N.V. Dementeva, V.D. Bogdanov, O.V. Sakharova

EVALUATION OF THE NUTRITIONAL AND BIOLOGICAL VALUE OF MACKEREL AND TARP

*According to the results of the research showed that the mackerel and lingcod is a valuable food raw materials: study of the chemical composition of mackerel and Atka mackerel showed that mackerel in comparison with the rasp contains less protein and lipid and more water. A feature of mackerel meat is a low pH of meat, which is 5.5, probably due to the increased content in the protein amino acid – histidine. Fish are a rich source of biologically valuable protein, which contains all the essential amino acids. Quantitative amino acid content of fish is similar. Nevertheless, mackerel has a high content of histidine and isoleucine. These studies show that mackerel and lingcod biological values have strong positive characteristics similar to those of the reference protein casein. The relative biological value of mackerel is 100.2%, in terpug - 89.5%. At all stages of the experiment, the ciliate was very active, and slowing growth, mutations and death of single cells was observed. On the basis of obtained data it is possible to assert with confidence that the mackerel and lingcod biologically safe raw material does not have mutagenic or toxic effects on a live cell of the ciliate *Tetrahymena pyriformis*.*

Key words: mackerel, terpug, chemical composition, amino acid composition, biological value.

Введение

Правильным питанием как одним из самых важных элементов здорового образа жизни с каждым днем интересуется все больше людей. Выбор рациона становится насущной задачей для тех, кто задается вопросом снижения веса и улучшения самочувствия в целом. К «правильным» продуктам можно отнести рыбные. Представить грамотно составленное еженедельное меню без рыбы сложно. Рыба, особенно морская, является источником легкоусвояемого белка, микроэлементов, витаминов, полиненасыщенных жирных кислот

(омега 3 и омега 6). Морская рыба, помимо того, что она богата йодом и бромом, насыщает наш организм фосфором, калием, магнием, натрием, серой, фтором, медью, железом, цинком, марганцем, кобальтом, молибденом. Витаминный ряд, содержащийся в мышечной ткани морской рыбы, значителен, это витамины группы В (В1, В2, В6, В12), витамин РР, Н, в незначительных количествах витамин С, а также жирорастворимые витамины А и D [1]. Потребление рыбы и рыбных продуктов позволяет насытить организм высококачественным белком; нормализовать функции свертывания крови; снизить уровень холестерина в крови; нормализовать функции щитовидной железы; улучшить зрение; нормализовать работу нервной системы, улучшить память, нормализовать сон; улучшить состояние кожи, волос, ногтей, костей и зубов; нормализовать обмен веществ; способствовать профилактике сердечнососудистых заболеваний и укреплению сердечнососудистой системы. Кроме того, рыба не приводит к увеличению веса, даже жирная рыба благодаря своим ненасыщенным жирным кислотам не способствует набору веса, при ее употреблении можно похудеть.

В Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2017 г. добыто свыше 2,976 млн т рыбы, что на 16 тыс. т больше прошлогоднего улова. Основными промысловыми объектами добычи стали скумбрия, сардина-иваси, сельдь тихоокеанская, сайра, минтай, терпуг, лососевые [2].

В 2018 г. прогнозируется увеличение вылова этих ценных промысловых видов рыб, что обуславливает поиск условий их промышленной переработки. К недоиспользуемым видам рыб можно отнести скумбрию и терпуга [3].

Для разработки рациональных технологий производства продуктов питания возникает необходимость в исследовании пищевой и биологической ценности сырья.

Общеизвестным фактом является то, что химический состав рыб весьма вариативен, и зачастую сочетание определенных химических компонентов может привести к неоднозначным, а порой и негативным откликам у живого организма. Поэтому определение пищевой и биологической ценности сырья является необходимым условием перед его переработкой.

Целью научной работы являлось исследование пищевой и биологической ценности скумбрии японской (лат. *Scomber japonicas*) и терпуга северного одноперого (лат. *Pleurogrammus monopterygius*).

Для реализации поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- исследовать химический и аминокислотный состав скумбрии и терпуга;
- исследовать биологическую ценность скумбрии и терпуга на тест-культуре инфузории *Tetrahymena pyriformis*.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследования использовали мороженую скумбрию японскую и терпуг северный одноперый, которые по показателям качества соответствовали ГОСТ 32366-2013 «Рыба мороженая» [4].

Определение азота общего, содержание воды, липидов, минеральных веществ осуществляли по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» [5].

Определение рН среды производили потенциометрическим методом, на иономере марки Н-130.

Аминокислотный состав исследовали на аминокислотном анализаторе ААА-835 («Hitachi», Япония) методом жидкостной хроматографии на колонке Biosil-400 после предварительного гидролиза образцов 6NНCl в течение 24 ч при температуре 105 °С и выпаривания на роторном испарителе при температуре водяной бани не более 60 °С.

При биологической оценке рыбы использовали стандартные синхронизированные культуры инфузорий вида *Tetrahymena pyriformis*. Скумбрию японскую и терпуг северный

одноперый исследовали на биологическую безопасность. Контроль проводили по казеину. Пробы сырья и казеина разводили до получения концентрации протеина 0,2 %, затем вносили в пробирки с двумя миллилитрами стерильной воды, содержимое закрывали стерильными пробками. Культуру инфузории предварительно синхронизировали двое суток теплом и холодом, разводили водой в десять раз, а затем вносили по 0,05 мл в пробирки с пробами. Наличие роста и развития инфузории в исследуемых образцах контролировали каждые сутки методом микроскопии. Культивирование *Tetrahymena pyriformis* в исследуемых пробах проводили в течение четырех суток. На четвертые сутки проводили количественный учет выросших особей в счетной камере Горяева [6].

Результаты и обсуждения

В табл. 1 приведены данные по химическому составу и pH мышечной ткани японской скумбрии и северного одноперого терпуга. Проведенные нами исследования общего химического состава скумбрии и терпуга показали, что в скумбрии по сравнению с терпугом содержится меньше белка и липидов и больше воды. Полученные результаты согласуются с данными, приведенными в литературе [7, 8].

Таблица 1

Химический состав и pH скумбрии японской и терпуга северного одноперого

Table 1

Chemical composition and pH of Japanese mackerel and Atka mackerel Northern

Содержание, %	Наименование сырья	
	Скумбрия	Терпуг
Вода	75,40	70,00
Белок	16,60	17,50
Липиды	6,60	11,07
Минеральные вещества	1,38	1,43
pH	5,5	6,4

Особенностью мяса скумбрии является пониженное pH мяса, которое составляет 5,5, вероятно, это связано с повышенным содержанием в белке аминокислоты – гистидина.

Важным показателем сырья является аминокислотный состав белков, так как он определяет биологическую ценность продукта. Сравнительный анализ аминокислотного состава скумбрии и терпуга приведен в табл. 2.

Таблица 2

Аминокислотный состав (г на 100 г белка) и аминокислотный скор (%) белков мышечной ткани японской скумбрии и терпуга северного одноперого

Table 2

Amino acid composition (g per 100 g of protein) and amino acid scores (%) of proteins in muscle tissue of Japanese mackerel and Atka mackerel Northern

Аминокислота	Справочная шкала ФАО/ВОЗ		Скумбрия		Терпуг	
	А	С	А	С	А	С
1	2	3	4	5	6	7
<i>Незаменимые аминокислоты</i>						
Валин	5,0	100	5,56	111,20	5,17	103,40
Изолейцин	4,0	100	6,11	152,75	4,59	114,75
Лейцин	7,0	100	8,89	127,0	8,13	116,40

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
Лизин	5,5	100	8,33	151,45	9,19	167,09
Метионин + Цистин*	3,5	100	4,44	126,86	4,02	114,86
Триптофан	1,0	100	1,0	100,0	1,11	111,0
Треонин	4,0	100	4,44	111,0	4,37	109,25
Фенилаланин + Тирозин*	6,0	100	7,78	129,60	7,28	121,33
Сумма незаменимых аминокислот	36,0		46,55		43,86	
<i>Заменяемые аминокислоты</i>						
Аспарагиновая кислота			11,11		10,25	
Глутаминовая кислота			14,44		14,93	
Серин			5,0		4,06	
Глицин			3,89		4,81	
Аланин			7,78		6,06	
Гистидин			4,44		2,96	
Аргинин			5,56		6,01	
Пролин			4,44		3,53	
Сумма заменимых аминокислот			56,57		52,61	
Сумма аминокислот			103,12		96,47	

Примечание. А – содержание аминокислоты, г/100 г белка; С – химический скор, % относительно шкалы ФАО/ВОЗ (1973).

* Потребность организма человека в метионине удовлетворяется на 80–89 % заменимой аминокислотой цистином, а в фенилаланине – на 70–75 % заменимой аминокислотой тирозином, поэтому данные аминокислоты оцениваются в сумме.

Результаты исследований аминокислотного состава белков скумбрии и терпуга показывают, что их белки являются биологически полноценными, так как содержат все незаменимые аминокислоты, аминокислотный скор которых превышает сто процентов. По количественному содержанию аминокислот рыбы схожи. Тем не менее скумбрия отличается повышенным содержанием гистидина и изолейцина.

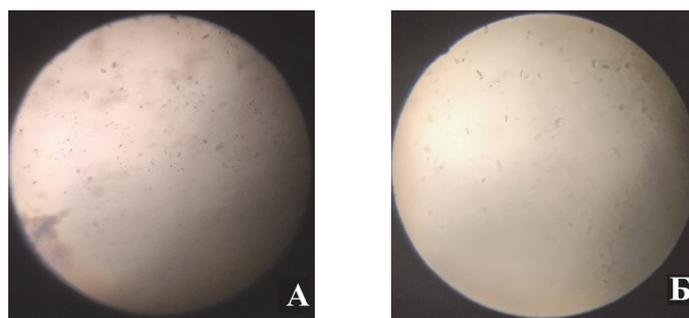
Для потребителя особое значение имеет безопасность продукта питания (БПП) и его относительная биологическая ценность (ОБЦ). Более быстрым и достоверным методом определения БПП и ОБЦ является метод исследования продукта на живой клетке инфузории *Tetrahymena pyriformis* класса Ciliata.

Tetrahymena pyriformis как тест-объект признана всемирным научным сообществом и востребована из-за своих уникальных характеристик, которые обуславливают ее абсолютную рациональность как при использовании, так и при содержании, что очень важно для высокой достоверности полученных результатов.

Если в процессе культивирования инфузории происходит угнетение подвижности, наличие гибели единичных особей, деформация клеточной стенки инфузории, это говорит о токсичности исследуемых проб продукта, т.е. они биологически не безопасны для здоровья человека.

Исследовали на биологическую безопасность измельченную мышечную ткань скумбрии и терпуга. Согласно установленной методике из подготовленных образцов брали навески, где концентрация протеина соответствовала 0,2 %.

Исходя из полученных данных, представленных на рис. 1, через 6 ч экспозиции в образце А (скумбрия) выявлено 13,1 клеток *Tetrahymena pyriformis* в одном поле зрения. В свою очередь образец Б (терпуг) дал прирост *Tetrahymena pyriformis* 10,7 клеток в одном поле зрения, что показывает положительный отклик живой клетки (рис. 1).

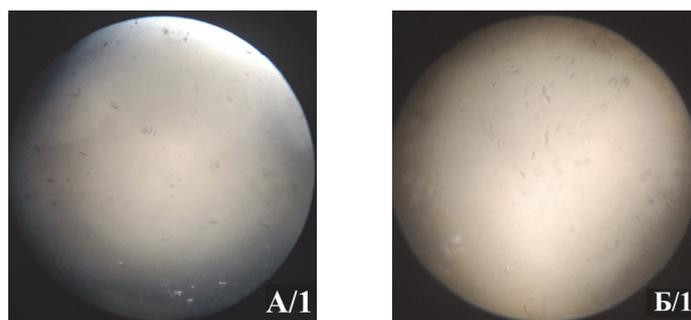


А – скумбрия, Б – терпуг

Рис. 1. Рост и развитие *Tetrahymena pyriformis* в образцах мышечной ткани скумбрии японской и терпуга северного одноперого (6 ч генерации инфузории)

Fig. 1. The growth and development of *Tetrahymena pyriformis* in samples of muscle tissue of mackerel Japanese and the rasp of the North (6 hours of generation of the infusoria)

Установленная тенденция отклика *Tetrahymena pyriformis* на исследуемые образцы со скумбрией и терпугом сохранялась и через 24 ч экспозиции (рис. 2).



А/1 – терпуг, Б/1 – скумбрия

Рис. 2. Рост и развитие *Tetrahymena pyriformis* в образцах мышечной ткани скумбрии японской и терпуга северного одноперого (24 ч генерации инфузории)

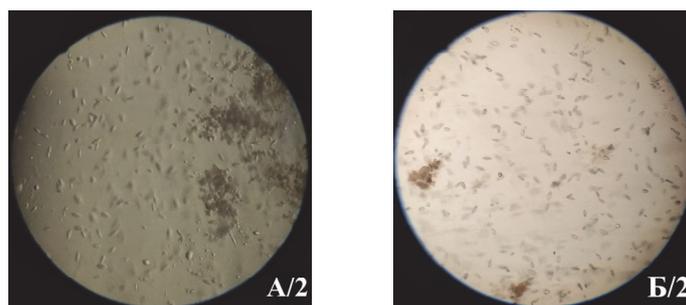
Fig. 2. The growth and development of *Tetrahymena pyriformis* in samples of muscle tissue of mackerel Japanese and the rasp of the North (24 hours of generation ciliates)

В обоих образцах наблюдалось увеличение роста инфузории. В образце А/1 (терпуг) через 24 ч прирост инфузории составил 20,3 клеток в одном поле зрения, а в образце Б/1 (скумбрия) – 21,9 клеток *Tetrahymena pyriformis*.

Полученные данные свидетельствуют, что скумбрия и терпуг – биологически безопасное сырье, не оказывающее мутагенного или токсичного действия на живую клетку инфузории *Tetrahymena pyriformis*.

Дальнейшую динамику роста и развития простейших наблюдали еще в течение четырех суток, для того чтобы рассчитать относительную биологическую ценность (ОБЦ) исследуемых образцов согласно методике [6].

На всем этапе эксперимента инфузория была активна, подвижна, замедление роста, мутаций и гибели единичных клеток не наблюдалось. Наибольший прирост клеток простейшего наблюдался в образце А/2 (скумбрия) – 98,2 шт. в одном поле зрения, в образце Б/2 (терпуг) прирост был меньше и составил 87,7 шт. в одном поле зрения (рис. 3).



А/2 – скумбрия, Б/2 – терпуг

Рис. 3. Рост и развитие *Tetrahymena pyriformis* в образцах мышечной ткани скумбрии японской и терпуга северного одноперого (4 сут генерации инфузории)
 Fig. 3. The growth and development of *Tetrahymena pyriformis* in samples of muscle tissue of mackerel Japanese and the rasp of the North (4 days generation ciliates)

Согласно стандартной методике на четвертые сутки экспозиции рассчитывали ОБЦ, которое представляет собой процентное отношение количества выросших инфузорий в исследуемых пробах и казеине. Данные проведенных исследований показывают, что скумбрия и терпуг по биологической ценности обладают выраженными положительными характеристиками, приближенными к эталонному белку – казеину. Относительная биологическая ценность скумбрии составляет 100,2 %, у терпуга меньше – 89,5 %.

Таблица 3

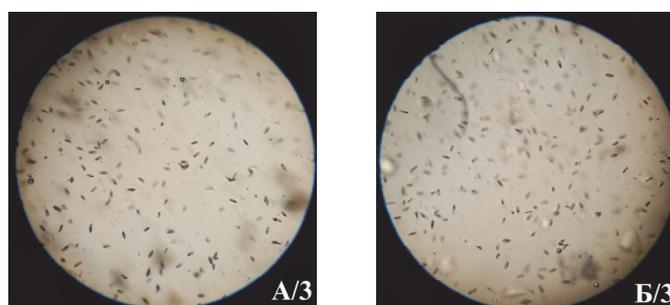
Относительная биологическая ценность скумбрии и терпуга

Table 3

The relative bioavailability of mackerel and lingcod

Исследуемый продукт	Время генерации инфузории, сут					ОБЦ,%
	0	1	2	3	4	
Скумбрия	5	21,9	49	71,8	98,2	100,2
Терпуг	5	20,3	46,5	68,2	87,7	89,5

За образцами продолжали вести наблюдение, установлено, что на седьмые сутки экспозиции имеет место незначительное снижение количества особей инфузории (рис. 4). В образце А/3 (скумбрия) выявлено 96 клеток, а в образце Б/3 (терпуг) – 85,1 клеток в одном поле зрения.



А/3 – скумбрия, Б/3 – терпуг

Рис. 4. Рост и развитие *Tetrahymena pyriformis* в образцах мышечной ткани скумбрии японской и терпуга северного одноперого (7 сут генерации инфузории)
 Fig. 4. The growth and development of *Tetrahymena pyriformis* in samples of muscle tissue of mackerel Japanese and the rasp of the North (7 days of generation of the infusoria)

За жизнедеятельностью инфузории в исследуемых образцах вели наблюдение в течение 17 сут. В образце с терпугом *Tetrahymena pyriformis* прекратила свою жизнедеятельность из-за недостатка питательных веществ, а со скумбрией инфузория продолжала жить, на 17-е сутки экспозиции прирост составил 7 клеток в одном поле зрения (рис. 5).

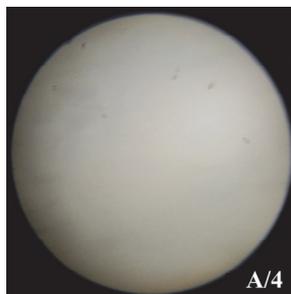


Рис. 5. Рост и развитие *Tetrahymena pyriformis* в образцах мышечной ткани скумбрии (17 сут генерации инфузории)

Fig. 5. The growth and development of *Tetrahymena pyriformis* in samples of muscular tissue of mackerel (17 days of generation of infusoria)

Выводы

По результатам проведенных исследований установлено, что скумбрия и терпуг являются ценным пищевым сырьем: исследования общего химического состава скумбрии и терпуга показали, что в скумбрии по сравнению с терпугом содержится меньше белка и липидов и больше воды. Особенностью мяса скумбрии является пониженное рН мяса, которое составляет 5,5, вероятно, это связано с повышенным содержанием в белке аминокислоты – гистидина. Рыбы являются богатым источником биологически ценного белка, в котором содержатся все незаменимые аминокислоты. По количественному содержанию аминокислот рыбы схожи. Тем не менее скумбрия отличается повышенным содержанием гистидина и изолейцина.

Данные проведенных исследований показывают, что скумбрия и терпуг по биологической ценности обладают выраженными положительными характеристиками, приближенными к эталонному белку – казеину. Относительная биологическая ценность скумбрии составляет 100,2 %, у терпуга – 89,5 %. На всем этапе эксперимента инфузория была активна, подвижна, замедление роста, мутаций и гибели единичных клеток не наблюдалось.

Исходя из полученных данных можно с уверенностью утверждать, что скумбрия и терпуг – биологически безопасное сырье, не оказывающее мутагенного или токсичного действия на живую клетку инфузории *Tetrahymena pyriformis*.

Список литературы

1. Репников Б.Т. Товароведение и биохимия рыбных товаров: монография. М.: Научная книга, 2010. 340 с.
2. <http://www.fish.gov.ru/component/tags/tag/707-skumbriya> (дата обращения 04. 04. 2018).
3. <http://www.fish.gov.ru/.../19870-vylov-sajry-skumbrii-i-ivasi-prevysil-22-6-tys-ton> (дата обращения 04. 04. 2018).
4. ГОСТ 32366-2013. Рыба мороженая. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2013.
5. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М.: Стандартинформ, 1985.

6. Игнатъев А.Д., Исаев М.К., Долгов В.А. и др. Модификация метода биологической оценки пищевых продуктов с помощью ресничной инфузории *Tetrahymena pyriformis* // Вопр. питания. 1980. № 1. С. 70–71.

7. Соколовский А.С., Дударев В.А., Соколовская Т.Г., Соломатов С.Ф. Рыбы российских вод Японского моря: аннотированный и иллюстрированный каталог. Владивосток: Дальнаука, 2007. 700 с.

8. Новиков Н.П., Соколовский А.С., Соколовская Т.Г., Яковлев Ю.М. Рыбы Приморья: монография. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. 552 с.

Сведения об авторах: Богданов Валерий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, e-mail: bogdanovvd@dgtru.ru;

Дементьева Наталья Валерьевна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: dnvdd@mail.ru;

Сахарова Ольга Валентиновна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: solo-78@bk.ru.