

Рыбоводство

УДК 639.219: 637.5 (282.256.6) (571.56)

DOI:10.31857/S2500262720050142

**БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ
МУКСУНА НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ЛЕНА****А.Ф. Абрамов**, доктор биологических наук, **Т.В. Слепцова**,
А.А. Ефимова, кандидат сельскохозяйственных наук,
В.Т. Васильева, кандидат биологических наук, **М.В. Прудецкая***Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова,
677001, Якутск, ул. Бестужева-Марлинского, 23/1
E-mail: SlepsovaTV@yandex.ru*

Исследования проводили с целью определения биохимического состава и пищевой ценности муксуна (Coregonus muksun (Pallas)) нижнего течения реки Лена. Это ценная промысловая рыба, в реке Лена добывается 90% от ее общего вылова по Якутии, в остальных реках численность низкая и продолжает сокращаться в результате чрезмерного вылова. Ежегодный вылов муксуна в Якутии в среднем составляет 450 т, общие допустимые уловы – 510-590 т. Отмечено, что филе и теша муксуна по количеству белков относятся к белковым продуктам (15-20%). Содержание белков в филе составило 16,05±0,003%, в теше – 18,72±0,009%. По содержанию жиров в теше (22,67±0,009%) муксун относится к особо жирным сортам рыб (более 15%). По питательной ценности муксун является высококалорийным продуктом питания (более 200-300 ккал/100 г). Белки филе и теша муксуна обладают высокой биологической ценностью, так как сумма аминокислотного сора выше эталона идеального белка (более 100%). Проведенные исследования дают основание отнести мясо муксуна к качественному и хорошо сбалансированному пищевому продукту.

**BIOCHEMICAL COMPOSITION AND NUTRITIONAL VALUE OF MUKSUN
OF THE LOWER REACHES OF THE LENA RIVER****Abramov A.F., Sleptsova T.V., Efimova A.A.,
Vasilyeva V.T., Prudetskaya M.V.***Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after Safronov M.G.,
677001, Yakutsk, ul. Bestuzheva-Marlinskogo, 23/1
E-mail: SlepsovaTV@yandex.ru*

Research was conducted to determine the biochemical composition and nutritional value of the lower reaches of the Lena river muksun (Coregonus muksun (Pallas)). This is a valuable commercial fish, especially numerous in the Lena river, where 90% of its total catch in Yakutia is extracted, in other rivers the number is low and continues to decrease as a result of overfishing. The average annual catch of muksun in Yakutia is 450 tons, and the total allowable catches are 510-590 tons. It is noted that the fillet and tesh of muksun are protein products (15-20%) in terms of the number of proteins. Thus, the protein content in the fillet was 16.05±0.003%, in the tesh-18.72±0.009%. According to the fat content in tesh (22.67±0.009%), muksun belongs to particularly fatty fish varieties (more than 15%). In terms of nutritional value, muksun is a high-calorie food (more than 200-300 kcal/100g). Fillet and teshi muksun proteins have a high biological value, since the amount of amino acid score is higher than the ideal protein standard (more than 100%). The conducted research gives grounds to attribute the meat of muksun to a high-quality and well-balanced food product.

Ключевые слова: рыбы, муксун, Лена, аминокислоты, витамины, минеральные вещества, биологическая и пищевая ценность

Key words: fish, muksun, Lena, amino acids, vitamins, minerals, biological and nutritional value

Муксун заселяет узкую прибрежную полосу опресненных участков морей Лаптевых и Восточно-Сибирского (примерно до 10 км ширины), дельты всех рек, впадающих в них, и поднимается по рекам до их нижних или средних течений. Для нагула использует шельф северного Ледовитого океана [1-3]. Половой зрелости муксун достигает в возрасте 9-14 лет. Плодовитость – 17-108 тысяч икринок. Нерестовый ход происходит с июня по сентябрь, более выраженный характер имеет в сентябре. В Якутии достигает длины тела 71 см, массы 4,08 кг [4].

Муксун в Республике Саха (Якутия) является одной из основных промысловых рыб, запасы его, кроме ленокской популяции, сильно подорваны и нуждаются в охране [1,5]. Основные показатели вылова муксуна в бассейнах рек Республики Саха (Якутия) представлены в таблице 1.

Химический состав рыбы не постоянен и зависит от времени и места вылова, возраста, пола, физиологического состояния. Обладая исключительными вку-

совыми качествами, муксун имеет повышенный спрос у населения республики. По пищевой и биологической ценности мясо муксуна не уступает мясу наземных животных, а во многих отношениях и превосходит его. В муксуне содержатся необходимые для человека аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, витамины, микро- и макроэлементы, другие нутриенты, в т.ч. минорные компоненты пищи [6-8]. Пищевая и биологическая ценность муксуна, вылавливаемого в Якутии, мало изучена. Так, некоторыми учеными был

Табл. 1. Основные показатели вылова муксуна, т

Год	Всего	В т.ч. по бассейнам рек				
		Анабар	Лена	Яна	Индигирка	Колыма
2000	381,4	3,2	358,0	0,8	15,8	3,6
2004	402,8	-	350,8	19,0	25,2	7,8
2014	440,3	9,9	328,6	21,0	40,1	0,36

исследован его химический состав, в т.ч. содержание минеральных веществ [9,10].

Цель – изучить биохимический состав и пищевую ценность муксуна (*Coregonus muksun (Pallas)*) нижнего течения реки Лена.

Методика. Для исследования были отобраны рыбы осенне-зимнего улова 2013 г. низовья бассейна реки Лена у п. Жиганск Жиганского улуса Республики Саха (Якутия), быстрозамороженные при температуре не выше –30 °С в модульной установке для замораживания продуктов (МУЗ-07-10) с последующим хранением в ледниках и морозильных камерах с температурой не выше –15 °С [11].

Отбор образцов продукции проводили непосредственно на местах вылова методом выборки из каждой партии характерных мерных экземпляров, согласно ГОСТ 7631-2008. Все образцы рыбной продукции были измерены и взвешены согласно ГОСТ 1368-2003. Полученные образцы от всех частей рыб объединили в однородные партии и привели к средней пробе, в соответствии с ГОСТ 31339-2006. В лаборатории перед исследованием биохимического состава цельные замороженные тушки рыб предварительно размораживали на воздухе при комнатной температуре, очищали от чешуи и внутренностей. Из отобранных проб удаляли кости и хрящи. На исследование брали мышечную ткань из спинной и брюшной части рыб.

Определение биохимического состава рыбы устанавливали методом инфракрасной спектроскопии на инфракрасном анализаторе Spectra Star 2200, калиброванном на основе общепринятых стандартных химических методов в лаборатории переработки сельскохозяйственных продуктов и биохимических анализов ЯНИИСХ.

Аминокислотный скор (АС) рассчитывали по формуле [12]:

$$AC = \frac{\text{Количество аминокислоты в 100 г исследуемого белка, г}}{\text{Количество аминокислоты в 100 г идеального белка, г}} \times 100$$

Результаты исследований обработаны методом вариационной статистики с учетом критерия Стьюдента при $p \leq 0,05$ [13].

Результаты и обсуждение. Живая масса муксуна в среднем составила 1302±12,00 г, масса филе – 690,02±4,50 г (52,9%), теши – 296,9±5,40 г (22,9%), отходов – 315,08±2,70 г (24,2%), в т.ч. внутренности – 92,02±1,10 г (29,2%), голова – 105,4 ±2,05 г (30,4%), плавники – 19,11±2,00 г (6,0%), чешуя – 22,13±1,30 г (7,02%), шкура – 35,15±1,50 г (11,15%), кости – 61,19±1,60 г (16,2%).

Химический состав и энергетическая ценность определены на основе исследования биохимического состава. По результатам проведенных исследований филе и теши муксуна по количеству белков отнесены к белковым продуктам (15-20%) (табл. 2). Так, содержание белков в филе составило 16,05±0,003%, в теши – 18,72±0,009%. По содержанию жира в теши (22,67±0,009%) муксун относится к особо жирным сортам рыб (более 15%), по содержанию белков и жиров – к высококалорийным продуктам питания (более 200-300 ккал/100 г).

Наиболее высокое содержание макро- и микроэлементов наблюдалось в теши (табл. 3): концентрация кальция составила 68,61±0,039 мг/100 г, фосфора – 295,68±0,121 мг/100 г, калия – 296,76±0,094

Табл. 2. Химический состав (%) и энергетическая ценность филе и теши муксуна

Показатель	Филе	Теши
Вода	71,44±0,009	84,67±0,009
Белок	16,05±0,003	18,72±0,009
Жир	9,99±0,006	22,67±0,009
Зола	2,52±0,003	0,99±0,003
Энергетическая ценность, ккал/100 г	154	341,91

Табл. 3. Содержание макро- и микроэлементов, жирорастворимых витаминов в филе и теши муксуна

Показатель	Единица измерения	Количество	
		в филе	в теши
Макроэлементы			
Кальций	мг/100 г	37,19±0,021	68,61±0,039*
Фосфор	мг/100 г	197,47±0,062	295,68±0,121*
Калий	мг/100 г	223,10±0,048	296,76±0,094*
Микроэлементы			
Фтор	мкг/100 г	1,99±0,003	3,91±0,003*
Йод	мкг/100 г	12,31±0,006	19,67±0,009*
Селен	мкг/100 г	32,91±0,015	55,99±0,027*
Хром	мкг/100 г	34,37±0,015	58,92±0,031*
Молибден	мкг/100 г	10,77±0,007	19,61±0,012*
Кобальт	мкг/100 г	107,72±0,054	196,11±0,111*
Железо	мг/100 г	13,42±0,009	26,43±0,015*
Марганец	мг/100 г	0,79±0,003	1,28±0,003*
Цинк	мг/100 г	14,16±0,009	27,42±0,018*
Медь	мг/100 г	0,35±0,003	0,68±0,003*
Жирорастворимые			
A	мкг/100 г	85,04±0,038	137,41±0,072*
D	мкг/100 г	16,95±0,009	29,38±0,019*
E	мг/100 г	1,15±0,003	1,96±0,003*
Водорастворимые			
H (биотин)	мкг/100 г	6,05±0,003	10,77±0,007*
PP (ниацин)	мг/100 г	5,67±0,003	9,80±0,007*
B ₃ (пантотеновая кислота)	мг/100 г	7,21±0,007	9,99±0,041*
B ₆ (пиридоксин)	мг/100 г	4,66±0,006	5,70±0,023*
B ₁₂ (цианокобаламин)	мкг/100 г	7,02±0,003	12,43±0,009*
*p ≤ 0,05			

Табл. 4. Аминокислотный скор белка филе и теша муксуна

Показатель	Филе		Теша		Идеальный белок (ФАО/ВОЗ), г/100 г белка
	г/100 г белка	скор, %	г/100 г белка	скор, %	
Валин	7,12	142,4	5,29	105,8	5,0
Изолейцин	6,86	171,5	6,36	159,0	4,0
Лейцин	13,92	198,8	15,82	226,0	7,0
Лизин	13,00	236,3	13,21	240,2	5,5
Метеонин	4,18	418	5,29	529,0	1,0
Треонин	8,36	209,0	10,53	263,25	4,0
Триптофан	2,11	211,0	1,07	107,0	1,0
Фенилаланин	7,58	252,6	10,53	351,0	3,0
Аланин	13,20	440,0	16,36	545,3	3,0
Глицин	4,58	91,6	6,10	122,0	5,0
Пролин	8,56	122,2	11,40	162,8	7,0
Серин	8,04	268,0	11,18	372,6	3,0
Тирозин	7,19	239,6	10,80	360,0	3,0
Цистин	1,83	91,5	2,56	128,0	2,0
Аргинин	4,86	97,2	5,29	105,8	5,0

мг/100 г. В теше муксуна содержание микроэлементов намного выше, чем в филе.

Витаминный состав мяса муксуна сбалансирован и наглядно демонстрирует, что мясо этого вида рыбы обладает высокой биологической ценностью. Уровень жирорастворимых витаминов в филе составил 1,25 мг/100 г, в теше – 2,12 мг/100 г. Сумма водорастворимых витаминов в филе – 17,55 мг/100 г, в теше – 25,51 мг/100 г (табл. 3). Такая концентрации витаминов позволяет восполнить их дефицит в организме человека в условиях Крайнего Севера при использовании в рационе питания 200-300 г в сутки продукции из муксуна.

Белок считается полноценным, если в нем присутствуют все незаменимые аминокислоты в сбалансированном соотношении. К полноценным белкам по своему химическому составу приближаются белки молока, мяса, рыбы, яиц, усвояемость которых около 90%. Белки растительного происхождения (мука, крупа, бобовые) не содержат полного набора незаменимых аминокислот и поэтому относятся к разряду неполноценных. В частности, в них содержится недостаточное количество лизина. Усвоение таких растительных белков составляет, по некоторым данным, около 60% [14, 15].

Исследования аминокислотного состава показали, что в белке мяса муксуна содержатся все незаменимые аминокислоты, в наибольшем количестве такие как лейцин, треонин, причем суммарный их уровень в теше выше (26,3 г/100 г) по сравнению с филе рыбы (22,2 г/100 г) (табл. 4). Если исходить из оптимальной потребности взрослого человека в незаменимых аминокислотах в сутки (изолейцин – 4,5 г/100 г, лейцин – 8,6 г/100 г, лизин – 9,3 г/100 г, треонин – 4,5 г/100 г, триптофан – 1,1 г/100 г, валин – 5,0 г/100 г), то результаты исследований показывают, что употребление 100 г мяса муксуна в 1,5–1,9 раза позволяет превысить суточную потребность взрослого человека в незаменимых аминокислотах.

Анализ концентрации заменимых аминокислот показал, что по количественному содержанию доминируют аланин, пролин, серин, на долю которых приходится от 29,8 до 38,9 г/100 г белка в филе и теше рыбы от общей суммы заменимых аминокислот соответственно.

Расчет аминокислотного сора выявил, что белки мяса муксуна отличаются высокой биологической ценностью. Так, содержание всех незаменимых аминокислот, кроме цистина, превосходит их уровень в идеальном белке в 1,0–5,3 раза (табл. 4).

Таким образом, муксун по содержанию белков относится к белковым, а по содержанию жиров – к жирным продуктам питания. Содержание полного комплекса макро- и микроэлементов, витаминов в филе и теше свидетельствует о высокой биологической ценности рыбы. Муксун является высококачественным пищевым продуктом, необходимым для здоровья человека, живущего в экстремальных климатических условиях.

Литература

1. Карпова Л.Н., Кириллов А.Ф., Сивцева Л.В. Результаты мониторинга водных биологических ресурсов на водоемах Республики Саха (Якутия) // Вестник рыбохозяйственной науки. – 2015. – Т. 2. – №2 (6). – С. 3-17.
2. Абрамов А.Ф., Салова Т.А., Степанов К.М. Пищевая и биологическая ценность пресноводных рыб рек Якутии. – Новосибирск: СибАК, 2018. – 154 с.
3. Кириллов А.Ф. Промысловые рыбы Якутии. – М.: Научный мир, 2002. – 194 с.
4. Кириллов А.Ф., Книжин И.Б. Современный состав и история формирования ихтиофауны реки Лена (Бассейн моря Лаптевых) // Вопросы ихтиологии. – 2014. – Т. 54. – №4. – С. 413–425.
5. Кириллов А.Ф. Влияние промысла на состояние популяций рыб в водоемах Якутии // Вестник Якутского государственного университета. – 2005. – Т. 2. – №2. – С. 48–57.
6. Гнедов А.А. Сравнительный анализ содержания полиненасыщенных жирных кислот омега 3 и омега 6 в мясе северных рыб // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2018. – №4 (5). – С. 12–20.
7. Ефимова А.А., Степанов К.М., Петрова Л.В. Энергетическая и биологическая ценность промысловых рыб Якутии // Наука и образование. – 2013. – № 4 (72). – С. 86–89.
8. Будагяна Ф.Е. Таблицы химического состава и питательной ценности пищевых продуктов. М.: Медгиз, 1961. – 602 с.
9. Тяптурьянов М.М., Тяптурьянова В.М. Пищевая

- ценность рыб Якутии // Вопросы питания. – 2015. – Т. 84. – № 53. – С. 169.*
10. Слепцов Я.Г. *Промысловое рыболовство Якутии. Новосибирск, 2002. – 112 с.*
11. Абрамов А.Ф. *Использование естественного холода в производстве, переработке и хранении продуктов питания в экстремальных климатических условиях Республики Саха (Якутия). – Якутск: Октаэдр, 2015. – 136 с.*
12. Лысиков Ю.А. *Аминокислоты в питании человека // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2012. – №2. – С. 88–104.*
13. Лебедев П.Т., Усович А.Т. *Методы исследования кормов, органов и тканей животных. – М.: Россельхозиздат, 1969. – 476 с.*
14. Лебедева У.М., Абрамов А.Ф. *Основы рационального питания населения Якутии. – Якутск: Изд-во СВФУ, 2015. – 248 с.*
15. Степанов К.М., Лебедева У.М. *Основы рационального питания в условиях воздействия низких температур // Якутский медицинский журнал. – 2018. – № 2. – С. 70-73.*

Поступила в редакцию 24.06.20

После доработки 03.07.20

Принята к публикации 10.07.20