

*Приведены результаты биохимических исследований в образцах продукции, получаемой от нельмы (*Stenodus leucichthys nelma* (Pallas)), обитающей в низовьях бассейна р. Енисей. Определено содержание широкого спектра биологически активных веществ, включающих в себя макро- и микроэлементы, жирные кислоты, аминокислоты и витамины.*

Установлена пищевая ценность мяса нельмы в соответствии с общепринятыми ее составляющими: энергетическая ценность, биологическая ценность, биологическая эффективность, физиологическая ценность.

***Ключевые слова:** рыба, нельма, качество, пищевая ценность, биологически ценные вещества, аминокислотный состав, жирные кислоты, белок, витамины.*

КАЧЕСТВО МЯСА НЕЛЬМЫ (*STENODUS LEUCICHTHYS NELMA* (PALLAS)), ВЫЛАВЛИВАЕМОЙ В НИЗОВЬЯХ АКВАТОРИИ РЕКИ ЕНИСЕЙ

**УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной
медицины», г. Витебск, Республика Беларусь**

А. А. Гнедов, доктор технических наук, доцент кафедры частного животноводства

Нельма (*Stenodus leucichthys nelma* (Pallas)) распространена в широком ареале: обитает циркумполярно в бассейнах северных рек Европы, Сибири и Северной Америки. Подвид, обитающий в бассейне р. Волги, — белорыбица (*Stenodus leucichthys leucichthys* (Guldenstadt)) [1].

По образу жизни нельма является проходной рыбой, но в р. Енисей образовалась жилая форма [2].

Нельма — самая крупная рыба из семейства сиговых с максимальной длиной тела 150 см и массой 28 кг (редко до 40 кг). Половозрелой становится в возрасте 8-14 лет при достижении длины 65-75 см и массы 4-5 кг. В виде прилова вылавливается в разном возрасте и различного размера, как половозрелая, так и неполовозрелая. Обычные средние промысловые размеры — 60-70 см и масса 3-10 кг. Рыбы старше 25 лет в р. Енисей встречаются редко.

От представителей многочисленного семейства сиговых нельма отличается большим, косым, конечно-верхним ртом с многочисленными мелкими зубами, удлинённой нижней челюстью. Сочленение нижней челюсти находится за задним краем глаза. Нижняя челюсть выдается вперед. Спереди она круто загибается вверх, образуя крюк, который входит в выемку на верхней челюсти. Зубы имеются на челюстях, сошнике, небных костях и языке.

Строение и химический состав мяса промысловых видов рыб низовий бассейна р. Енисей не одинаковы. Отличия присущи как видам, относящимся к одному семейству, так и представителям одного вида, но находящимся в разных условиях обитания. Поэтому характеристики пищевой и биологической ценности так же отличаются.

В научной литературе встречаются данные о пищевой ценности нельмы из бассейнов рек Волга и Обь. Но данных по нельме, вылавливаемой в низовьях бассейна р. Енисей в доступных источниках не зарегистрировано. Актуальность работы характеризуется новизной проведенных нами исследований.

Цель работы: изучить биохимические показатели и пищевую ценность мяса нельмы, вылавливаемой в низовьях бассейна р. Енисей.

Материал и методы исследований. Исследования проводили на промысловых точках в низовьях бассейна р. Енисей: п. Воронцово, п. Караул, п. Носок, п. Усть-Порт. Отбор образцов продукции проводили методом выборки из каждой партии характерных мерных экземпляров, со-

гласно ГОСТ 7631-2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей». Все образцы рыбной продукции были измерены и взвешены, согласно ГОСТ 1368-2003 «Рыба. Длина и масса». Отобранные экземпляры рыб были разделаны для определения массового состава [3]. Полученные части рыб объединили в однородные партии и привели к средней пробе каждого вида согласно ГОСТ 31339-2006 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб». Из каждой средней пробы выделили средний образец [4, 5, 6, 7].

Отобранные образцы после измельчения и гомогенизации высушили при температуре +45 °С с использованием ИК-установки - СКВ 04.00.000. Полученную сухую массу измельчили на истирателе УХЛ-4 до получения мелкодисперсного нативного порошка с размером частиц до 0,07–0,04 мм. Биохимические исследования проводили в аккредитованной лаборатории биохимии СибНИПТИЖ г. Новосибирска.

Химический состав мяса рыбы определяли по комплексу методов: жир – по Сокслету, общий белок – модифицированным методом Кьельдаля.

Физико-химические свойства образцов проводили по методикам общего зооанализа согласно ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» и ГОСТ Р 52421-2005 «Рыба, морепродукты и продукция из них. Метод определения массовой доли белка, жира, воды, фосфора, кальция и золы». Макро-, микроэлементный и биохимический состав определяли атомно-абсорбционным методом на приборе Perkin Elmer – 306.

Определение аминокислотного и витаминного состава проводили методом инфракрасной спектроскопии на автоматическом многофункциональном анализаторе инфракрасной области спектра «ИК 4500».

Обработку данных проводили по методике А. Н. Плохинского [8] с использованием пакетов прикладных компьютерных программ STAT 1, а также встроенных функций пакета MS Excel [8].

По результатам исследований проведен расширенный анализ показателей, отражающих пищевую ценность мяса нельмы:

энергетическая ценность – суммарное количество энергии, используемой для поддержания физиологических функций организма и выделяемое при биологическом окислении питательных веществ, содержащихся в 100 г продукта;

биологическая ценность – отражает качество белка, по сбалансированности его аминокислотного состава относительно идеальной шкалы аминокислот гипотетического белка (ФАО/ВОЗ), и способности к оптимальной усвояемости организмом;

биологическая эффективность – показатель качества жировых компонентов продукта, отражающий содержание в них полиненасыщенных (незаменимых) жирных кислот;

физиологическая ценность – характеризует способность составных компонентов стимулировать и активизировать основные процессы жизнеобеспечения физиологических систем организма с помощью активных веществ: макро-, микроэлементы, витамины, азотистые вещества и ферменты.

На основании полученных результатов химического состава проведена оценка пищевой и биологической ценности мяса исследованных рыб по методикам А. А. Покровского [9].

Результаты исследований. На основании изучения степени посмертного окоченения путем измерения угла прогиба определены сроки хранения рыбы при различной температуре на открытом воздухе. Для каждого вида в силу индивидуальных особенностей время хранения на открытом воздухе разное.

На время хранения рыбы на открытом воздухе существенно влияют индивидуальные характеристики: содержание жира в мышцах, влагонасыщенность, физическое состояние при вылове, степень механических повреждений и другие.

Нельма – крупная рыба, ткани которой содержат относительно много жира и влаги. Поэтому время хранения на открытом воздухе индивидуально только для этого вида (табл. 1).

Таблица 1. Время хранения нельмы бассейна р. Енисей на открытом воздухе, ч

Вид	Температура окружающей среды, °С		
	+10	+5	0
Нельма	3-5	10-17	35

В связи с ограниченностью лимита времени на сохранение первоначального качества рыбы, докамеральная обработка производилась в течение 5 часов после вылова.

Рыбы р. Енисей достигают половой зрелости позднее своих видовых сородичей, обитающих в более теплых водоемах. Следовательно, линейный рост у них замедлен [10].

Морфометрические показатели фактически вылавливаемой нельмы – длина и масса – с учетом возраста достижения промысловых размеров, приведены к среднему показателю (табл. 2).

Таблица 2. Средний промысловый размер и масса нельмы низовий бассейна р. Енисей

Количество исследованных образцов	Размер, см M±m	Масса, г M±m
21	75±4,2	5980±320

Непосредственно производственный интерес представляют данные о массовом составе нельмы, вылавливаемой в низовьях р. Енисей.

Массовый состав – соотношение массы отдельных частей тела и органов, выраженное в процентах от массы целой рыбы.

Массовый состав позволяет прогнозировать способы их глубокой переработки (табл. 3).

Таблица 3. Массовый состав нельмы низовий бассейна р. Енисей, %

п	Мясо с кожей	Чешуя	Голова	Кости, плавники	Внутренности		
					Кишечник, пленки, плавательный пузырь, почки	Гонады	Печень
21	72,3±7,1	1,8±0,4	8,7±1,9	9,9±1,3	6,9±1,8	1,7±0,4	1,3±0,3

Примечание: п – количество исследованных образцов, экземпляров

Выход мяса рыб средних размеров составляет около 70 % от массы целой рыбы. По мере роста этот показатель увеличивается. Средняя величина головы у нельмы промысловых размеров – 7–9 % от массы целой рыбы. У мелких особей массовая доля головы может составлять более 10 % от массы целой рыбы.

Доля несъедобной части внутренностей составляет 5–8 % от массы целой рыбы. Этот показатель стабилен практически в любом возрасте нельмы. Только у максимально больших по величине рыб он несколько меньше. Не используемый в промышленной переработке нутряной жир нельмы в общей массе внутренностей иногда составляет более 30 %.

В сравнении с другими представителями сиговых нельма обладает крупной печенью – до 2 % от общей массы, но в переработке печень не используется.

В связи с тем, что нельма вылавливается нецеленаправленно, особи с созревшими гонадами попадают крайне редко. Но в нерестовой кондиции средняя величина ястыков с икрой составляет 1,2–2 %.

К важнейшим показателям биохимического состава относятся содержание жира, белка, наличие биологически активных веществ (макро- и микроэлементов, жирных кислот, аминокислот и витаминов).

Белок и жиры в различных видах рыб составляют основную структурную массу, а их количество характеризует величину энергетической ценности (табл. 4) [11].

Энергетическая ценность мяса нельмы позволяет отнести его к высококалорийным продуктам, а по содержанию белка и жира – к высокобелковым, особожирным видам рыб. Отношение белка к жиру составило 4,9.

Таблица 4. Состав и энергетическая ценность мяса нельмы низовий бассейна р. Енисей

Показатели	Количество, г/100г	Энергетический коэффициент, ккал/г	Энергетическая ценность компонентов, ккал/100г
Белок	73,43±0,62	4	293,72±0,89
Жир	15,11±0,21	9	135,99±0,67
Энергетическая ценность рыбы, ккал/100г			429,71±0,78

Оценка качества белка является основным критерием для определения полноценности продукта.

Для определения биологической ценности был исследован аминокислотный состав мяса нельмы. Определено 16 аминокислот (табл. 5).

Таблица 5. Аминокислотный состав мяса нельмы низовий бассейна р. Енисей, г/100 г

Аминокислота	Содержание
Триптофан	0,82
Оксипролин	0,082
Изолейцин	3,28
Треонин	2,29
Серии	1,91
Глицин	3,02
Алании	3,96
Валин	3,40
Метионин	1,43
Метион.+цистин	3,95
Лейцин	6,28
Глутамин	7,38
Пролин	1,85
Фенилаланин	1,84
Лизин	5,46
Аргинин	3,47
Сумма незаменимых кислот	28,75
Сумма заменимых кислот	23,1

Аминокислотный состав белка мышечной ткани определяет биологическую полноценность мяса. Существенное значение имеет количественное и качественное соотношение содержащихся в продукте незаменимых и заменимых аминокислот. Этот показатель составил для мяса нельмы 1,24 – соотношение, характерное для мяса млекопитающих, что указывает на предпочтительный белковый баланс.

Для подтверждения достоверности такого вывода проведено изучение биологической ценности мяса нельмы в сравнительном аспекте по качественному белковому показателю (КБП) и аминокислотному скору.

Величина качественного белкового показателя (КБП) – это отношение количества триптофана к оксипролину. Этот метод позволяет определить соотношение мышечных и соединительно-тканых белков. Известно, что все мышечные белки содержат триптофан, отсутствующий в соединительной ткани, при этом в коллагене присутствует до 14 % заменимой аминокислоты оксипролина, отсутствующего в полноценных белках мяса.

Поэтому считается, что чем выше полученное значение, тем качественнее мясо. Если ориентироваться на аналоги, соответствующие мясу млекопитающих, то этот показатель составляет 12,0 – 15,0.

Данные по качественному белковому показателю мяса нельмы приведены в табл. 6.

Таблица 6. Качественный белковый показатель (КБП) мяса нельмы низовий бассейна р. Енисей

Триптофан	Оксипролин	КБП
0,82	0,082	10

Анализируя полученный качественный белковый показатель, можно сделать положительный вывод о сбалансированности и наличии мышечных волокон – величина достаточно высокая.

Среди химических методов, определяющих биологическую ценность продукта, наиболее показателен метод аминокислотного сора (scoг — счет, подсчет). Суть метода – сравнение (отношение) аминокислотного состава белка оцениваемого продукта с аминокислотным составом стандартного (идеального) белка.

Аминокислотный скор определяли для каждой незаменимой аминокислоты (табл. 7).

Таблица 7. Аминокислотный скор мяса нельмы низовий бассейна р. Енисей

Аминокислота	Идеальный белок ФАО/ВОЗ		Мясо нельмы	
	г/100 г белка	СКОР, %	г/100 г белка	СКОР, %
Триптофан	1,0	100	0,82	82,0
Изолейцин	4,0	100	3,28	82,0
Треонин	4,0	100	2,29	57,25
Валин	5,0	100	3,40	68,0
Метионин+цистин	3,5	100	5,38	153,71
Лейцин	7,0	100	6,28	89,71
Фенилаланин+тирозин	6,0	100	1,84	30,67
Лизин	5,5	100	5,46	99,09
Сумма	36,0	100	28,75	79,86

Результаты подсчета аминокислотного сора указывают на пониженную биологическую ценность мяса нельмы относительно эталона: сумма и скор почти всех аминокислот имеют показатели несколько ниже гипотетического «идеального белка». Тем не менее, этот показатель не является низким. Комплекс «метионин+цистин» значительно выше эталона, а триптофан, изолейцин, лейцин и лизин – близки к эталонному значению.

Высокомолекулярные жирные кислоты, в молекулах которых содержится не менее двух двойных связей, не могут синтезироваться в организме человека и должны поступать с пищей. К ним относится линолевая, линоленовая, арахидоновая кислоты и другие. Рыба отличается большим содержанием этих незаменимых и других ненасыщенных жирных кислот.

Биологическая эффективность просчитывается на основании содержания жирных кислот (табл. 8).

Таблица 8. Содержание жирных кислот в мясе нельмы низовий бассейна р. Енисей, мг/100г

Жирные кислоты	Содержание
Пальмитоолеиновая	1,78±0,02
Олеиновая	7,00±0,06
Линолевая	1,13±0,01
Линоленовая	0,1±0,01
Сумма ненасыщенных кислот	10,01±0,27
Лауриновая	Следы

Окончание табл. 8

Жирные кислоты	Содержание
Миристиновая	0,31±0,01
Пальмитиновая	2,13±0,27
Стеариновая	1,32±0,09
Арахидиновая	0,01±0,01
Сумма насыщенных кислот	3,87±0,22

Характеристика нельмы как рыбы, обладающей исключительными вкусовыми качествами, подтверждается результатами качества жира. Отношение ненасыщенных жирных кислот к насыщенным составило коэффициент 2,6, что указывает на высокую биологическую эффективность.

Для стимулирования и активизирования основных процессов жизнеобеспечения физиологических систем организма, потребляющего рыбу, основную роль играют макро-, микроэлементы, жиро- и водорастворимые витамины, которые способствуют укреплению сердечно-сосудистой системы, нормализации процессов пищеварительной системы, усилению иммунной системы.

В мясе нельмы определен широкий спектр макро- и микроэлементов, комплекса жиро- и водорастворимых витаминов (табл. 9).

Таблица 9. Содержание макро-, микроэлементов, жиро- и водорастворимых витаминов в мясе нельмы низовий бассейна р. Енисей

Показатель	Содержание
Макро- и микроэлементы, мг/кг	
Кальций	1000,00±76
Фосфор	7800,00±300
Калий	15000,00±700
Натрий	2080,00±126
Железо	25,00±1,6
Марганец	1,20±0,07
Медь	1,00±0,03
Цинк	21,0±0,1
Магний	0,76±0,02
Витамины, мг/кг	
А	1,06±0,04
Е	26,67±0,29
В1	10,67±0,32
В2	6,40±0,27
В3	11,96±0,30
В5	81,50±0,78
В6	7,11±0,02
В12, мкг/кг	106,7±1,33

Анализ данных показал, что мясо нельмы обладает полным спектром витаминов, макро-, микроэлементов и прекрасно сбалансировано по содержанию этих составляющих, что указывает на хорошую физиологическую ценность.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено следующее:

1. Энергетическая ценность мяса нельмы позволяет отнести его к высококалорийным продуктам. А по содержанию белка и жира - к высокобелковым, особожирным видам рыб.

2. Мясо нельмы содержит полный спектр жирных кислот, а отношение ненасыщенных жирных кислот к насыщенным составило коэффициент 2,6, что указывает на его высокую биологическую активность.

3. Биологическая ценность образцов по сумме аминокислотного сгора стремится к идеалу – 79,86 %. Отмечается значительное содержание таких аминокислот, как комплекс метионин+цистин (153,7) и лизин (99,09).

4. Содержание полного комплекса макро-, микроэлементов и витаминов свидетельствует о хорошей физиологической ценности.

5. В рационе питания мясо нельмы по критериям пищевой ценности может служить полноценным пищевым продуктом.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Берг, Л. С.* Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран / Л. С. Берг. – М. Л.: Изд-во АН СССР. – 1948. – Ч. 1. – 466 с.
2. *Подлесный, А. В.* Рыбы Енисея, условия их обитания и использование / А. В. Подлесный // Изв. ВНИОРХ. – 1958. – Т. 44. – С. 97–178.
3. Товароведение и экспертиза потребительских товаров / В.В. Шевченко [и др.]; под ред. В.В. Шевченко. – М.: Инфра-М, 2006. – 544с.
4. ГОСТ 1368-2003 Рыба. Длина и масса.
5. ГОСТ 31339-2006 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб.
6. ГОСТ 7631-2008 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей.
7. ГОСТ Р 52421-2005 Рыба, морепродукты и продукция из них. Метод определения массовой доли белка, жира, воды, фосфора, кальция и золы.
8. *Плохинский, Н. А.* Руководство по биометрии для зоотехников / Н. А. Плохинский. – М.: Колос, 1969. – 255 с.
9. *Покровский, А. А.* Роль биохимии в развитии науки о питании. Некоторые закономерности ассимиляции пищевых веществ на уровне клетки и целостного организма / А. А. Покровский. – М. Наука. – 1974. – 89 с.
10. *Моисеев, П. А.* Ихтиология / П. А. Моисеев, Н. А. Азизова, И.И. Куранова. – М.: Легкая и пищевая промышленность. – 1981. – 383 с.
11. *Родина, Т. Г.* Справочник по товароведению продовольственных товаров / Т. Г. Родина. – М.: Колос С. – 2003. – 608 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 06.06.2017

A. A. Gnedov

QUALITY OF SHEEFISH (*STENODUS LEUCICHTHYS NELMA* (PALLAS)), LIQUIDED IN THE LOWS OF THE AREA OF THE YENISEI RIVER, AS ASSESSED UNDER THE FOOD VALUE CRITERIA

The Broughted results of the biochemical studies in sample of the product, got from sheefish (*Stenodus leucichthys nelma* (Pallas)), dwelling in lower reached of the pool r. Enisey. The content of a wide range of biologically active substances, including the macro-and micronutrients, fatty acids, amino acids and vitamins.

Determined the nutritional value of meat sheefish in accordance with generally accepted its components: energy value, bioavailability, biological efficiency, physiological value.

Keywords: fish, nelma, quality, nutritional value, biologically valuable substances, amino acid composition, fatty acids, protein, vitamins.