

КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ, ПОЛУЧАЕМОЙ ОТ ЧИРА (*COREGONUS NASUS PALLAS*) РЕЧНОЙ ФОРМЫ, ВЫЛАВЛИВАЕМОГО В НИЗОВЬЯХ БАСЕЙНА РЕКИ ЕНИСЕЙ, ПО ОЦЕНКЕ СОГЛАСНО КРИТЕРИЮ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ

А. А. Гнедов

Приведены результаты биохимических исследований в образцах продукции, получаемой от чира (*Coregonus nasus Pallas*), обитающего в низовьях бассейна реки Енисей. Определено содержание широкого спектра биологически активных веществ, включающих в себя макро- и микроэлементы, жирные кислоты, аминокислоты и витамины. Определена пищевая ценность мяса чира в соответствии с общепринятыми ее составляющими: энергетическая ценность, биологическая ценность, биологическая эффективность, физиологическая ценность. Показатели качества печени и непищевой части чира определены согласно критериям пищевой ценности по причине перспективного их использования для производства кормовой продукции.

Введение

Чир (*Coregonus nasus Pallas*) низовий бассейна р. Енисей – это довольно крупный, мясистый промысловый вид рыб, населяющий многие северные водоемы. В акватории р. Енисей встречается две его формы: речная и озерно-речная. Эти два подвида очень схожи по морфометрическим признакам и различаются лишь размерами, которые находятся в прямой зависимости от мест обитания и образа жизнедеятельности. Озерно-речная форма большую часть жизни проводит в озерах и только для размножения выходит в реки. Линейные размеры этого подвида достигают 70 см и более, а масса – до 10–16 кг. Но наиболее массовая величина, имеющая промысловое значение, составляют рыбы размером 45–55 см при массе 3–5 кг [1]. Чаще всего – это речная форма чира [2].

Изучение качественных показателей и пищевой ценности этого вида является актуальным, так как в доступных библиографических источниках данных по биохимии чира не зарегистрировано. В работе проведен анализ показателей качества подвида чира речной формы как наиболее массовой рыбы в общем годовом вылове.

Цель работы – изучить биохимические показатели и некоторые аспекты пищевой ценности продукции от чира низовий бассейна р. Енисей. Биохимическому анализу подвергнуты пищевая и непищевая части рыбы. К пищевой части продукции отнесли чистое мясо и печень, к непищевой – головы, плавники, внутренности.

Результаты исследований и их обсуждение

Исследования проводили на промысловых точках в низовьях бассейна реки Енисей: п. Воронцово, п. Караул, п. Носок, п. Усть-Порт. Отбор образцов продукции проводили методом выборки из каждой партии характерных мерных экземпляров согласно 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 (Шевченко В.В., 2006). 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 [3,4,5,6].

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. Новосибирск.

Химический состав мяса, печени и непищевой части определяли по комплексу методов: жир – по Сокслету, общий белок – модифицированным методом Къельдаля.

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 (1969) с использованием пакетов прикладных компьютерных программ STAT 1, а также встроенных функций пакета MS Excel [8].

По результатам исследований проведен расширенный анализ биохимических показателей, отражающих пищевую ценность мяса, печени и непищевой части чира:

- 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-, микроэлементов, витаминов, азотистых веществ и ферментов.

Полученные результаты химического состава мяса исследованных видов рыб подвергнуты анализу на предмет оценки их пищевой и биологической ценности по методикам А.А. Покровского (1974).

Рыбы реки Енисей достигают половой зрелости позднее своих видовых сородичей, обитающих в более теплых водоемах. Следовательно, линейный рост у них замедлен [7]. 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 (таблица 1).

Таблица 1 – Некоторые биологические параметры и технологические условия промысла чира низовий бассейна реки Енисей (n=24)

Средний промысловый размер и масса			Время хранения на открытом воздухе, ч		
Возраст, год	Размер, см	Масса, г	Температура окружающей среды, °С		
8	M±m	M±m	+10	+5	0
	57±3,1	3500±210	2–4	10–15	30

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.

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

Морфометрические показатели фактически вылавливаемой чира – длина и масса – с учетом возраста достижения промысловых размеров, соответствуют среднему показателю промысловой меры.

Непосредственно производственный интерес представляют данные о массовом составе

чира, вылавливаемого в низовьях реки Енисей. Массовый состав – соотношение массы отдельных частей тела и органов, выраженное в процентах от массы целой рыбы.

При характеристике съедобной части рыбы, не подразумевая какой-либо определенный конечный продукт, нельзя останавливаться только лишь на мясе. Массовый состав позволяет прогнозировать способы глубокой переработки всего получаемого сырья. Поэтому в процессе изучения учитывались такие условно съедобные части, как гонады, печень, головы.

Масса мышц, внутренностей, голов зависит как от вида рыб, так и от стадии их роста. Соответственно, соотношение этих частей не постоянно. Поэтому целесообразно применять усредненные величины, соответствующие промысловым размерам рыбы (таблица 2).

Таблица 2 – Массовый состав чира низовий бассейна реки Енисей, %

п	Мясо с кожей	Чешуя	Голова	Кости, плавники	Внутренности		
					Кишечник, пленки, плавательный пузырь, почки	Гонады	Печень
24	63,1±4,6	5,2±0,4	7,2±2,2	16,2±1,2	7,3±1,9	0,6±0,3	1,2±0,4

Чир – крупная, мясистая рыба. Выход мяса от рыб средних размеров составляет 60–65 %. По мере роста этот показатель изменяется несущественно. На долю внутренностей приходится 7–8 %. Но не используемый в промышленной переработке нутряной жир чира в общей массе внутренностей иногда составляет более 30 %.

Голова небольшая, характерная для сиговых, но ее массовая доля уменьшается по мере линейного роста. Средняя величина головы у рыб промысловых размеров составляет 7–8 %.

Массовая доля чешуи чира составляет около 5 % и по мере роста эта величина практически не изменяется.

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

Массовая доля ястыков с икрой колеблется в широких пределах – от 0,5 до 1,5 % от общей массы, хотя средняя величина составляет 0,5–0,7 %. Заготовка икры промышленным способом не производится по причине нерегулярности вылова рыбы – промысел ведется нецеленаправленно.

В результате биохимических исследований сухого остатка определили содержание в образцах белка, жира и золы. Общим зооанализом установлено, что по содержанию белка наиболее богато мясо чира – 78,02 %. В печени и непищевой части данный показатель несколько ниже и составляет 64,83 % и 61,29 %, соответственно (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание белка, жира и зольных элементов в продукции чира низовий бассейна реки Енисей, %

Показатели	мясо	непищевая	печень
Белок	78,02	61,29	64,83
Жир	8,05	14,20	22,06
Зола	6,21	16,56	4,58

По наличию жира эту форму чира можно отнести к среднежирному виду рыб [9]. Содержание жира в мясе составляет 8,05 %, в непищевой части – 14,20 %, печени – 22,06 %. По концентрации зольных элементов превалирует непищевая часть – 16,56 %, что в 2,5–3,5 раза выше по сравнению с остальными образцами продукции. Факт объясним – наличие костей, имеющих минеральную основу.

Величина концентрации составляющих компонентов наглядно просматривается на диаграмме (рисунок 1).

Одним из критериев оценки пищевой ценности продукции является содержание липидов, отражающее биологическую эффективность продукта. Основной составляющей липидной фракции являются жирные кислоты. Исследованиями установлено, что пищевая и непищевая продукция чира является значительным источником жирных кислот (таблица 4).

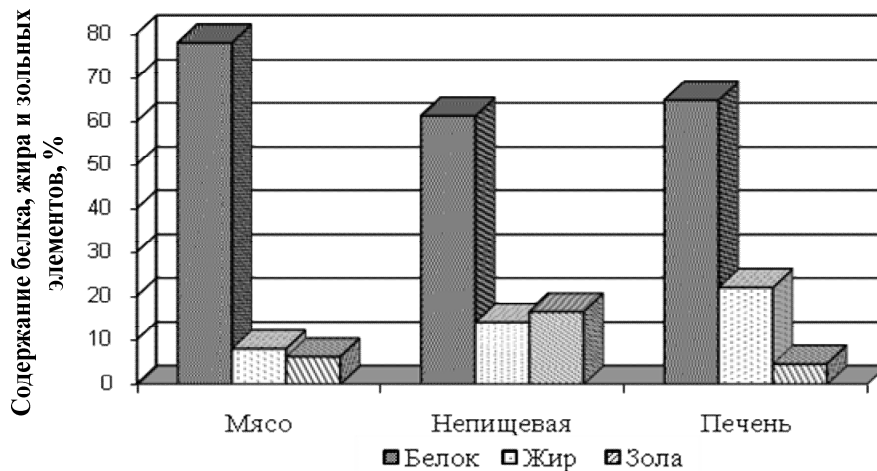


Рисунок 1 – Содержание белка, жира и зольных элементов в пищевой и непищевой части продукции речной формы чира низовий бассейна реки Енисей

Таблица 4 – Жирнокислотный состав пищевой и непищевой части продукции чира низовий бассейна реки Енисей, г/100 г

Кислота	мясо	непищевая	печень
Лауриновая	1,19	1,17	0,95
Миристиновая	0,65	0,55	0,32
Пальмитиновая	24,56	26,07	21,82
Пальмитоолеиновая	7,70	8,04	8,82
Стеариновая	5,65	6,34	7,34
Олеиновая	21,70	21,44	22,69
Линолевая	1,35	12,81	11,71
Линоленовая	1,50	1,33	0,96
Арахидиновая	0,66	0,56	0,49
Насыщенные	32,71	34,69	30,92
Ненасыщенные	32,25	43,62	44,18

Анализ показал, что содержание жирных кислот в 100 г продукта составляет: в мясе – 64,96 г, в непищевой части – 78,31 г, в печени – 75,10 г. Продукция от чира является весомым источником ненасыщенных жирных кислот и в первую очередь полиненасыщенных, обладающих провитаминой активностью. Суммарный их уровень в мясе составляет 2,85 г, в непищевой части – 14,14 г, в печени – 12,67 г на 100 г продукта. Высокая биологическая эффективность мяса чира показывает, что включение его в ежедневный рацион питания 100 г позволяет восполнить суточную потребность организма в жизненно необходимых полиненасыщенных кислотах (2–6 г) [3]. Непищевую часть продукции можно использовать в качестве источника ценной кормовой добавки.

Витамины представляют собой биологически активные вещества, обеспечивающие нормальное течение биохимических и физиологических процессов в организме. Состав их отражает физиологическую ценность продукта. Веществами липидной фракции являются жирорастворимые витамины, а белковой – водорастворимые. Витаминный комплекс пищевой и непищевой части представлен в таблице 5.

Анализ данных таблицы 5 показывает, что продукция чира является достаточно хорошо сбалансированной по витаминному составу. Наиболее полноценной в пищевом отношении является печень, а затем мясо. В печени отмечается преобладание практически всех витаминов, за исключением витамина В₂. Уровень жирорастворимых витаминов в мясе составил 9,12 мг/кг, непищевой части – 14,29 мг/кг, в печени – 10,42 мг/кг. Сумма водорастворимых витаминов по видам продукции следующая: мясо – 15,11 мг/кг, непищевая часть – 14,29 мг/кг, печень – 16,71 мг/кг.

Таблица 5 – Содержание витаминов в пищевой и непищевой части продукции речной формы чира низовий бассейна реки Енисей, мг/кг

Витамины	мясо	непищевая	печень
A	0,27	0,25	0,30
D ¹	107,20	98,30	121,30
E	8,93	8,18	10,00
B ₁	0,59	0,54	0,67
B ₂	1,34	1,92	1,51
B ₃	2,06	1,83	2,25
B ₅	9,33	8,35	10,25
B ₆	1,78	1,64	2,02
B ₁₂ ¹	8,93	8,18	10,10

¹ – концентрация указана в мкг/кг

Такая величина концентрации витаминов позволят восполнить их дефицит в организме человека в условиях Крайнего Севера при использовании в рационе питания продукции из чира 200–350 г.

Важной составной частью белка являются аминокислоты, играющие многостороннюю роль в некоторых видах биохимического синтеза биологически активных веществ в организме. В пищевой и непищевой продукции чира выявлено 16 аминокислот (таблица 6).

Таблица 6 – Содержание аминокислот в продукции чира низовий бассейна реки Енисей, г/100 г белка

Аминокислота	мясо	непищевая	печень
Триптофан	0,87	0,73	0,77
Оксипролин	0,06	0,08	0,09
Изолейцин	2,27	2,43	2,27
Треонин	3,78	3,49	3,56
Серии	1,42	1,96	2,05
Глицин	1,62	2,15	2,22
Аланин	2,00	2,76	2,96
Валин	1,72	2,33	2,53
Метионин	1,62	1,47	1,51
Метион+цистин	3,00	2,66	2,75
Лейцин	4,35	4,01	3,95
Глутамин	5,60	7,41	8,05
Пролин	2,12	3,08	4,10
Фенилаланин	1,33	1,78	2,02
Лизин	5,60	5,35	6,02
Аргинин	2,58	3,26	2,84
Заменяемые	24,54	24,25	25,38
Незаменимые	15,40	20,70	22,31

В результате анализа установлено, что суммарная концентрация аминокислот в 100 г белка составляет: мясо – 39,94 г, непищевая часть – 44,95 г, печень – 47,69 г. Во всех образцах преобладают заменимые аминокислоты.

Среди них в мясе и непищевой части доминируют такие кислоты как глутамин, аргинин и пролин, доля которых от общей суммы заменимых аминокислот составляет 41,9 % (10,30 г), 56,7 % (13,75 г.), соответственно. В печени превалируют глутамин, пролин и аланин 59,5 % (15,11 г). Коэффициент отношения незаменимых кислот к заменимым аминокислотам составляет в мясе – 0,62, непищевой части – 0,85, печени – 0,88, соответственно.

Для определения достоверности такого вывода проведено изучение биологической ценности продукции чира 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. Для мяса млекопитающих этот показатель составляет 12,0–15,0. Данные по качественному белковому показателю продукции от чира приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Качественный белковый показатель (КБП) продукции от чира низовий бассейна реки Енисей

Продукция	Триптофан	Оксипролин	КБП
мясо	0,87	0,06	14,5
непищевая	0,73	0,08	9,1
печень	0,77	0,09	8,6

Анализируя качественный белковый показатель всех составляющих продукции от чира, можно сделать положительный вывод об аминокислотной сбалансированности и качестве мяса – величина достаточно высокая. Более скромные показатели второстепенной продукции соответствуют их морфохимическому составу и степени технологической востребованности.

Жизненно необходимыми в рационе питания являются незаменимые аминокислоты, дефицит которых приводит к серьезным нарушениям здоровья человека. Для оценки биологической ценности белкового продукта ФАО/ВОЗ принят критерий, определяющий его соответствие по сравнению с эталоном. Данным критерием служит расчет аминокислотного СКОРа, который позволяет выявить лимитирующие незаменимые аминокислоты, а именно СКОР которых меньше 100 % [9, 10]. Результаты расчета аминокислотного сора приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Аминокислотный скор продукции речной формы чира низовий бассейна реки Енисей

Незаменимые аминокислоты	Идеальный белок ФАО/ВОЗ		мясо		непищевая		печень	
	г/100 г белка	СКОР, %	г/100 г белка	СКОР, %	г/100 г белка	СКОР, %	г/100 г белка	СКОР, %
Триптофан	1,0	100	0,87	87,0	0,73	73,0	0,77	77,0
Изолейцин	4,0	100	2,27	56,8	2,43	60,8	2,27	56,8
Треонин	4,0	100	3,78	94,5	3,49	87,3	3,56	89,0
Валин	5,0	100	1,72	34,4	2,33	46,6	2,53	50,6
Метионин+цистин	3,5	100	4,62	132,0	4,13	118,0	4,26	121,7
Лейцин	7,0	100	4,35	62,1	4,01	57,3	3,95	56,4
Фенилаланин+тирозин	6,0	100	1,33	22,2	1,78	29,7	2,02	33,7
Лизин	5,5	100	5,60	101,8	5,35	97,3	6,02	109,5
Сумма	36,0	100	24,54	73,9	24,25	71,3	25,38	64,7

В результате проведенных исследований установлено, что в образцах мяса и печени содержится всего лишь две аминокислоты, отвечающие требованиям ФАО/ВОЗ (лизин и комплекс метионин+цистин), в непивцевой части – одна аминокислота (комплекс метионин+цистин). Это позволяет заключить, что пищевой белок продукции чира обладает пониженной биологической ценностью [11].

Комплекс зольного остатка в продукции чира низовьев р. Енисей представлен группой макро- и микроэлементов (таблица 9).

Исследования пищевой продукции чира показали, что мясо богато по содержанию калия, натрия и фосфора, печень – кальция, железа, марганца, меди и цинка. Но несмотря на разницу в содержании макро- и микроэлементов, оба продукта являются хорошо сбалансированными.

Таблица 9 – Содержание минеральных элементов в продукции речной формы чира низовий бассейна реки Енисей

Показатель	мясо	непищевая	печень
Кальций, %	0,23	5,86	0,46
Фосфор, %	0,99	2,51	0,87
Калий, г/кг	13,00	8,00	3,80
Натрий, г/кг	2,92	5,00	2,08
Железо, мг/кг	70,00	120,0	115,00
Марганец, мг/кг	1,70	10,00	2,90
Медь, мг/кг	3,30	3,10	30,00
Цинк, мг/кг	24,20	87,50	54,20

В непищевой части продукции концентрация элементов значительно выше, за исключением калия и меди, что объясняется содержанием костистой части. Непищевая часть чира может служить хорошей минеральной кормовой добавкой.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что по наличию жира речную форму чира низовий бассейна реки Енисей можно отнести к среднежирным рыбам. Вся продукция от чира является хорошим источником ненасыщенных жирных кислот и в первую очередь полиненасыщенных, обладающих провитаминой активностью. Суммарный их уровень в мясе составляет 2,85 г, в непищевой части – 14,14 г, в печени – 12,67 г на 100 г продукта. Объективно, эти данные говорят о высокой биологической эффективности.

В образцах мяса и печени содержится всего лишь две аминокислоты отвечающие требованиям ФАО/ВОЗ (лизин и комплекс метионин+цистин), в непищевой части – одна (комплекс метионин+цистин). Остальные – лимитирующие. Это говорит о том, что пищевой белок продукции от чира обладает пониженной биологической ценностью.

Содержание полного комплекса макро-, микроэлементов и витаминов свидетельствует о хорошей физиологической ценности всех изученных образцов. Высокая биологическая эффективность мяса чира показывает, что включение 100 г его в ежедневный рацион питания позволяет восполнить суточную потребность организма в жизненно необходимых полиненасыщенных кислотах (2–6 г). Непищевую часть продукции можно использовать в качестве источника ценной кормовой добавки.

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 // М. Изв. ВНИОРХ. – 1958. – т. 44. – С. 97–178.
- 3 ГОСТ 1368-2003 Рыба. Длина и масса.
- 4 ГОСТ 31339-2006 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб.
- 5 ГОСТ 7631-2008 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей.
- 6 ГОСТ Р 52421-2005 Рыба, морепродукты и продукция из них. Метод определения массовой доли белка, жира, воды, фосфора, кальция и золы.
7. Моисеев, П.А. Ихтиология / П.А. Моисеев, Н.А. Азизова, И.И. Куранова // М. Легкая и пищевая промышленность. – 1981. – 383 с.
- 8 Плохинский, Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. – М.: Колос, 1969. – 255 с.
- 9 Родина, Т.Г. Справочник по товароведению продовольственных товаров. М.: Колос. – 2003. – 608 с.: ил.
- 10 Товароведение и экспертиза продовольственных товаров: учебник/ Под ред. проф. Л.Г. Елисейевой. – М.: МЦФЭР, 2006. – 800 с. (Серия «Высшая школа»).
- 11 Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов // И.А. Глотова, И.А. Рогов/ М.: Колос, 2001. – 376 с.

Поступила в редакцию 20.04.2017