

влияет на содержание суммы низкомолекулярных антиоксидантов и рутина в полученной растительной муке. За исключением увеличения на 27% содержания рутина при условии обработки в режиме 30 об./с в течение 2–3 мин.

В полученных лиофилизированных экстрактах после механообработки исходного биосырья содержание рутина увеличивается в 1,2–4,0 раза, содержание НМАО сохраняется на уровне контроля и наблюдается понижение содержания кверцетина в 5–15 раз.

Работа выполнена в рамках НИР VI.62.1.9. «Создание лекарственных и профилактических средств повышенной усвояемости из природного северного биосырья с применением механохимических биотехнологий. № госрегистрации 0376-2014-0007.

Литература

1. Boldyreva E., Boldyrev V. (Eds.) *Reactivity of Molecular Solids* / E. Boldyreva, V. Boldyrev. London: John Wiley & Sons, 1999. 328 p.

2. *Фундаментальные основы механической активации, механосинтеза и механохимических технологий* / Под ред. Е.Г. Авакумова. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009.

3. *Изменение супрамолекулярной структуры клеточной стенки Saccharomyces cerevisiae при механоферментативной обработке* / А.Л. Бычков [и др.] // *Химия в интересах устойчивого развития*. 2009. № 5. С. 479–486.

4. *Способ лечения гипокальциемий, остеопорозов, переломов: пат. № 2268053 РФ* / Г.Н. Коньгин [и др.]; заявитель и патентообладатель Коньгин Г.Н.; заявка № 2004113712/14 зарегистр. 05.05.2004 г. // *Изобретения. Полезные модели*. 2006. № 02.

5. *Ломовский О.И., Белых В.Д.* Механохимическая экстракция водорастворимых компонен-

тов из растительного липидсодержащего сырья // *Периодический сборник научных трудов «Обработка дисперсных материалов и сред»*. Одесса: НПО «Вотум». 2000. №10. С. 71–75.

6. *Chuev V.P., Kameneva O.D., Chikalo T.M.* Use of mechanochemical activation to modify properties of bioactive compounds // *Сибирский химический журнал*. 1991. Вып. 5. С. 156–157.

7. *Vedernikov N., Karlivans V., Roze I., Rolle A.* Mechanochemical destruction of plant raw materials polysaccharides in presence of small amounts of concentrated sulfuric acid // *Сибирский химический журнал*. 1991. Вып. 5. С. 67–72.

8. *Panic G., Winter R.* A comparative study of the effect of hydrostatic pressure up to 4 GPa on the monoclinic and the orthorhombic polymorphs of paracetamol // *Biochemistry*. 2000. Vol. 39. P. 1862–1869.

9. *Васильченко А.И.* *Amaranthus retroflexus* L. Щирица запрокинутая // *Флора СССР*. 1936. Т. VI. С. 362–363.

10. *Зеленков В.Н., Гульшина В.А., Терешкова Л.Б.* Амарант. Биохимический и химический портрет в онтогенезе. М.: РАЕН, 2011. 104 с.

11. *Кислова Н.М.* Полезные свойства сорняков. М.: АСТ-ПРЕСС, 2009. 288 с.

12. *Шейн А.А., Прокопьев И.А., Филиппова Г.В., Журавская А.Н.* Влияние техногенного загрязнения на содержание фотосинтетических пигментов и флавоноидов у *Matricaria chamomilla* (Asteraceae) // *Растительные ресурсы*. 2014. Т. 50 (2). С. 235–241.

13. *Ермаков А.И.* Методы биохимического исследования растений. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.

14. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. М.: Высшая школа, 1980. 293 с.

Поступила в редакцию 04.02.2016

УДК 639.21: 639.38 (571.56)

Пищевая и биологическая ценность чира *Coregonus nasus* (Pallas) индигирской популяции в Республике Саха (Якутия)

А.Ф. Абрамов, Т.В. Слепцова, А.А. Ефимова

Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, г. Якутск

*Даны результаты исследований пищевой и биологической ценности филе и теши чира *Coregonus nasus* (Pallas) индигирской популяции. Чир – один из основных промысловых видов рыб, ежегодный*

АБРАМОВ Алексей Федорович – д.б.н., проф., e-mail: uniicx@mail.ru; СЛЕПЦОВА Татьяна Васильевна – н.с., e-mail: uniicx@mail.ru; ЕФИМОВА Александра Аркадьевна – к.с.-х.н., в.н.с., e-mail: alekefim@mail.ru.

вылов которого составляет в среднем 400 т, в т.ч. в бассейне р. Индигирка 130 т. Заселяет не только реки и озера, но встречается иногда и в солоноватых водах дельты северных рек Якутии. Рыбные продукты занимают лидирующее место среди других продуктов питания, поэтому являются объектами тщательного изучения. Отмечено, что филе и теши чира по количеству белка относятся к среднебелковым продуктам (10–15%). Так, содержание белка в филе составило $14,74 \pm 0,003\%$, в теши – $12,88 \pm 0,030\%$. По содержанию жира в теши ($22,94 \pm 0,033\%$) чир относится к особо жирным сортам рыб (более 15%), по содержанию белка и жира – к высококалорийным продуктам питания (более 200–300 ккал). Установлено содержание широкого спектра биологически активных веществ, включающих в себя макро- и микроэлементы, жирные кислоты, аминокислоты и витамины. Дана оценка биологической ценности белков по аминокислотному скору, биологической эффективности жирных кислот, по содержанию различных жирных кислот, а также дана сравнительная оценка содержания витаминов в филе и теши чира.

Ключевые слова: чир, пищевая ценность, энергетическая ценность, биологическая ценность, белки, жирные кислоты, аминокислоты, макро- и микроэлементы, витамины, Якутия.

Nutritional and Biological Value of Broad Whitefish *Coregonus Nasus* (Pallas) of Indigirka Population in the Republic of Sakha (Yakutia)

A.F. Abramov, T.V. Sleptsova, A.A. Efimova

Yakut Scientific Research Institute of Agriculture, Yakutsk

*The article presents the results of studies of nutritional and biological value of broad whitefish (*Coregonus nasus* (Pallas) of Indigirka fish population. Whitefish (*Coregonus nasus* (Pallas)) is one of the main trade types. The annual catch of the whitefish is about 400 tons, including in the Indigirka river basin of 130 tons. The fish occupies not only rivers and lakes, but occurs sometimes and in saltish waters of the deltas of northern rivers of Yakutia. Fish products for peoples of the North take a leading place among other food and therefore are objects of careful studying. It is noted that fillet and belly flaps by the amount of protein are middle-protein products (10–15 %). So, the protein content in the fillets amounted to 14.74 ± 0.003 %, in the belly flaps – to 12.88 ± 0.030 %. By the fat content in belly flaps (22.94 ± 0.033 %) the whitefish refers to a particularly fatty sorts of fish (over 15 %), by the content of protein and fat it refers to high-calorie foods (more than 200–300 kilocalories). It is established the content of a wide range of biologically active substances, including macro- and microelements, fatty acids, amino acids and vitamins. The assessment of biological value of proteins on an amino-acid score and assessment of biological efficiency of fatty acids according to the content of various fatty acids are given.*

Key words: whitefish, nutritional value, energy value, biological value, protein, fatty acids, amino acids, macro- and microelements, vitamins, Yakutia.

Введение

Чир заселяет не только пресноводные реки и озера Якутии, но и встречается иногда в солоноватых водах дельты и авандельты [4]. Половозрелым становится на пятом году жизни, нерестует в первой половине октября. Абсолютная плодовитость варьирует в пределах 15–124 тыс. икринок. Достигает массы 12 кг. Важный объект промысла. В уловах представлен особями размерами 400–520 мм. Ежегодный вылов чира составляет в среднем 400 т (261–698 т). Запасы его недоиспользуются, общие допустимые уловы 700–750 т [5].

Обладая исключительными вкусовыми качествами, чир пользуется повышенным спросом у населения республики. По пищевой и биологи-

ческой ценности мясо рыбы не уступает мясу наземных животных, а во многих отношениях и превосходит его. В рыбе содержатся необходимые для человека аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, витамины, микро- и макроэлементы, другие нутриенты, в т. ч. минорные компоненты пищи [2].

По скорости перевариваемости рыбные и молочные продукты идентичны. Рыбные продукты для народов Севера занимают лидирующее место среди других продуктов питания, поэтому являются объектами тщательного изучения.

Пищевая и биологическая ценность чира в Якутии мало изучена. Так, некоторыми якутскими учеными был исследован его химический состав, в т.ч. содержание минеральных веществ [5, 8].

Цель – изучить химический состав, энергетическую ценность и биологически активные вещества (макро- и микроэлементы, жирные кислоты, аминокислоты и витамины) чира, вылавливаемого промышленным способом в р. Индигирка.

Материалы и методы исследования

Для исследования были отобраны рыбы осенне-зимнего улова 2013 г. низовья бассейна р. Индигирка у п. Чокурдах Аллаиховского района Республики Саха (Якутия), быстрозамороженные при температуре не выше $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ в модульной установке для замораживания продуктов (МУЗ-07-10) с последующим хранением в ледниках и морозильных камерах с температурой не выше $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1].

Для анализа образцы проб были отобраны из 3 рыб разделением на филе и тешу, подготовленные по стандартным методикам ГОСТ 31339-2006 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб» [3]. Пищевая и биологическая ценность определена по результатам исследования биохимического состава методом инфракрасной спектроскопии на инфракрасном анализаторе SpectraStar модели 2200 фирмы «Unity Scientific», США, калиброванном на основе общепринятых стандартных химических методов в лаборатории биохимии и массового анализа ФГБНУ ЯНИИСХ.

Результаты исследований обработаны методом вариационной статистики с учетом контроля Стьюдента при $p \leq 0,05$ [7].

Аминокислотный скор рассчитан по формуле: (мг АК в 1 г исследуемого белка) / (мг АК в 1 г идеального белка · 100) [9].

Результаты исследования

Морфологический состав. Живая масса в среднем составила $1500,0 \pm 48,0$ г, выход массы филе $1091,5 \pm 32,7$ г (72,8 %), отходов $408,5 \pm 12,2$ г (27,2 %), в т.ч. внутренностей $106,4 \pm 2,7$ г (26,0 %), головы $124,2 \pm 3,1$ г (30,3%), плавников $23,7 \pm 0,6$ г (5,7%), чешуи $36,0 \pm 1,2$ г (8,8%), шкуры $61,7 \pm 2,0$ г (15,1%), костей $56,6 \pm 1,4$ г (13,8%).

Химический состав и энергетическая ценность. Химический состав и энергетическая ценность определены на основе исследования биохимического состава. В результате проведенных исследований филе и теша чира по количеству белка относятся к среднебелковым продуктам (10–15 %) (табл. 1). Так, содержание белка в филе составило $14,740 \pm 0,003\%$, в теше – $12,880 \pm 0,030\%$. По содержанию жира в теше ($22,940 \pm 0,033\%$) чир относится к особо жирным сортам рыб (более 15 %), по содержанию белка и жира – к высококалорийным продуктам питания (более 200–300 ккал).

Т а б л и ц а 1

Химический состав и энергетическая ценность филе и тешы чира, в сырой массе

Показатели	Единица измерения	Количество	
		в филе	в теше
Вода	%	$73,27 \pm 0,007^*$	$77,94 \pm 0,033$
Белки	%	$14,74 \pm 0,003^*$	$12,88 \pm 0,030$
Жиры	%	$8,22 \pm 0,003^*$	$22,94 \pm 0,033$
Зола	%	$2,22 \pm 0,003^*$	$0,67 \pm 0,001$
Энергетическая ценность	ккал/100 г	132,94	257,98

* $p \leq 0,05$.

Содержание макро- и микроэлементов. Результаты исследований и их анализ показали, что наибольшее содержание макро- и микроэлементов наблюдалось в теше (табл. 2).

Содержание тяжелых металлов в филе не превышало предельно допустимую концентрацию (ПДК), а в теше содержание свинца превышало незначительно (табл. 2). Содержание кадмия, ртути находилось в пределах ПДК.

Т а б л и ц а 2

Содержание макро- и микроэлементов в филе и теше чира, в сырой массе

Показатели	Единицы измерения	Количество	
		в филе	в теше
Макроэлементы			
Кальций	мг/100 г	$34,230 \pm 0,015^*$	$39,870 \pm 0,145$
Фосфор	мг/100 г	$188,220 \pm 0,048^*$	$205,830 \pm 0,455$
Калий	мг/100 г	$216,160 \pm 0,037^*$	$229,380 \pm 0,343$
Микроэлементы			
Фтор	мкг/100 г	$1,810 \pm 0,001^*$	$2,150 \pm 0,007$
Йод	мкг/100 г	$11,620 \pm 0,003^*$	$12,940 \pm 0,033$
Селен	мкг/100 г	$30,730 \pm 0,010^*$	$34,870 \pm 0,107$
Тяжелые металлы			
Свинец	мг/кг	$0,920 \pm 0,001^*$	$1,090 \pm 0,004$
Ртуть	мг/кг	$0,090 \pm 0,003^*$	$0,110 \pm 0,004$
Кадмий	мг/кг	$0,110 \pm 0,001$	$0,120 \pm 0,001$

Примечание. ПДК: свинец – 1,0 мг/кг; ртуть – 0,6; кадмий – 0,2 мг/кг (СанПин 2.3.2.560-96).

* $p \leq 0,05$.

Аминокислотный состав. Поступающий 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 недо-

статочное количество лизина. Усвоение таких растительных белков составляет, по некоторым данным, около 60% [6].

Исследования аминокислотного состава показали, что в чире преобладают также все незаменимые аминокислоты, такие как лейцин, треонин, причем суммарный уровень их в теше выше (23,0 г/100г) по сравнению с филе рыбы (22,2 г/100 г) (табл. 3). 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, метионин+цистин – 5,1 г/100г, фенилаланин+тирозин – 8,2 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 чира в 1,4–1,9 раза превышает оптимальный уровень, необходимый взрослому человеку в сутки [6].

Анализ заменимых аминокислот показал, что по количественному содержанию доминируют аланин, цистин, аргинин, на долю которых приходится от 79,6 до 86,2 г/100 г в филе и теше рыбы от общей суммы заменимых аминокислот соответственно.

Расчет аминокислотного сора показал, что белки чира отличаются высокой биологической ценностью. Так, сор всех незаменимых аминокислот, кроме глицина, превосходит аминокислотный сор идеального белка в 1,1–4,5 раза (табл. 3).

Жирнокислотный состав. Результаты анализа жирных кислот показали, что во всех образцах преобладают ненасыщенные кислоты, соотношение которых к насыщенным составляет 2:1 (табл. 4). Заслуживает внимания довольно высокое суммарное содержание в исследуемых образцах олеиновой, линолевой и линоленовой жирных кислот (в филе 1,79, 0,17, 0,16, а в теше 2,59, 0,22, 0,21 соответственно).

Т а б л и ц а 4
Содержание жирных кислот в филе и теше чира, г/100 г, в сырой массе

Показатели	Количество	
	в филе	в теше
Жирные кислоты, всего	9,36±0,007*	14,62±0,030
Насыщенные, всего	2,09±0,001*	2,85±0,007
Мононенасыщенные, всего	4,77±0,003*	8,18±0,013
в т.ч. олеиновая	1,79±0,001*	2,59±0,010
Полиненасыщенные, всего	2,50±0,003*	3,59±0,010
– линолевая C _{18:2}	0,17±0,00008*	0,22±0,0008
– линоленовая C _{18:3}	0,16±0,00008*	0,21±0,0007
– арахидоновая C _{20:4}	0,15±0,00007*	0,10±0,0002
Отношение ненасыщенных жирных кислот к насыщенным	3,47	4,12

* p ≤ 0,05.

Аминокислотный сор филе и тешы чира, в сырой массе

Показатели	Филе		Теша		Идеальный белок (ФАО/ВОЗ), г/100 г белка
	г/100 г белка	сор, %	г/100 г белка	сор, %	
Валин	7,38	147,8	5,18	103,6	5,0
Изолейцин	7,00	175,0	7,18	179,5	4,0
Лейцин	13,90	198,5	13,96	199,4	7,0
Лизин	13,16	239,2	12,17	221,2	5,5
Метионин	4,13	413,0	4,54	454,0	1,0
Метионин+цистин	6,82	194,8	7,77	222,0	3,5
Треонин	8,26	206,5	9,09	227,4	4,0
Триптофан	2,06	206,0	1,03	103,0	1,0
Фенилаланин	7,43	247,6	8,23	274,3	3,0
Фенилаланин+тирозин	7,69	128,2	8,61	143,5	6,0
Аланин	14,3	476,0	13,06	435,3	3,0
Глицин	5,02	100,4	4,49	89,8	5,0
Пролин	9,38	134,0	8,39	119,8	7,0
Серин	8,86	295,3	7,81	260,3	3,0
Тирозин	7,99	266,3	6,89	229,6	3,0
Цистин	20,1	1005,0	17,77	886,5	2,0
Аргинин	51,8	1036,0	48,80	976,0	5,0

Т а б л и ц а 3

Содержание витаминов. Витамины – жизненно важные вещества, необходимые нашему организму для поддержания многих его функций. Поэтому достаточное и постоянное поступление витаминов в организм с пищей крайне важно. Биологически активные вещества представлены комплексом жиро- и водорастворимых витаминов (табл. 5). Установлено, что суммарное содержание витаминов в теше несколько выше (324,28 мкг/100 г) по сравнению с филе (277,0 мкг/100г).

Т а б л и ц а 5
Содержание витаминов в филе и теше чира, в сырой массе

Показатели	Единица измерения	Количество	
		в филе	в теше
Жирорастворимые			
А	мкг/100 г	72,93±0,030*	83,50±0,273
Д	мкг/100 г	14,07±0,007*	16,58±0,065
Е	мг/100 г	0,97±0,003	1,13±0,003
Водорастворимые			
В ₁₂ (цианокобаламин)	мкг/кг	5,77±0,003*	6,86±0,030
Витамин С	мкг/кг	8,28±0,003*	9,65±0,037
Н (биотин)	мкг/кг	4,95±0,003*	5,91±0,023
РР (ниацин)	мг/100 г	4,72±0,003*	5,55±0,020

* p ≤ 0,05.

Выводы

1. Чир индигирской популяции по наличию жира можно отнести к жирным, высокобелковым рыбам.

2. Белки чира отличаются высокой биологической ценностью, а жиры богаты олеиновой кислотой (Омега-9) и полиненасыщенными линолевой, линоленовой жирными кислотами.

3. Содержание полного комплекса макро- и микроэлементов, витаминов свидетельствует о высокой физиологической ценности мяса чира.

4. Высокая пищевая и биологическая ценность пресноводных рыб рек Якутии, в т.ч. чира, является важнейшим источником воспол-

нения микронутриентов в рационе питания народов Крайнего Севера, живущих в экстремальных климатических условиях.

Литература

1. *Абрамов А.Ф.* Использование естественно-го холода в производстве, переработке и хранении продуктов питания в экстремальных климатических условиях Республики Саха (Якутия) / А.Ф. Абрамов, С.С. Зверев, И.Г. Буслаев. Якутск: Октаэдр, 2015. 136 с.

2. *Будагына Ф.Е.* Таблицы химического состава и питательной ценности пищевых продуктов / Ф.Е. Будагына. М.: Медгиз, 1961. 602 с.

3. *ГОСТ 31339-2006* «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб». М.: Госстандарт, 2006. 24 с.

4. *Кириллов Ф.Н.* Рыбы Якутии. М.: Наука, 1972. 360 с.

5. *Кириллов А.Ф.* Промысловые рыбы Якутии. М.: Научный мир, 2002. 194 с.

6. *Лебедева У.М.* Основы рационального питания населения Якутии / У.М. Лебедева, А.Ф. Абрамов. Якутск: Изд-во СВФУ, 2015. 248 с.

7. *Лебедев П.Т.* Методы исследования кормов, органов и тканей животных / П.Т. Лебедев, А.Т. Усович. М.: Россельхозиздат, 1969. 476 с.

8. *Слепцов Я.Г.* Промысловое рыболовство Якутии. Новосибирск, 2002. 112 с.

9. *СанПин 2.3.2.560-96* «Гигиенические основы питания, безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов».

Поступила в редакцию 14.01.2016

Общая биология

УДК 631.48

Пирогенные трансформации свойств и состава мерзлотной палевой серой почвы Центральной Якутии

А.П. Чевычелов

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск

В ландшафтно-климатических условиях Центральной Якутии лесные пожары являются периодически повторяющимися природными явлениями. В результате влияния сильных низовых лесных пожаров здесь в транс-аккумулятивных фациях мерзлотных ландшафтов формируются почвы с полициклическим профилем, содержащие помимо современного еще 2–3 погребенных гумусовых горизонта с обильным включением черных древесных углей. Изучены состав и свойства мерзлотной палевой серой почвы Центральной Якутии с полициклическим профилем. Показано, что в составе ее пирогенных погребенных гумусовых горизонтов отмечается увеличение содержания валовых оксидов каль-

ЧЕВЫЧЕЛОВ Александр Павлович – д.б.н., зав. лаб., chev.soil@list.ru.