

В.Т. ВАСИЛЬЕВА, А.А. ЕФИМОВА,
Т.В. СЛЕПЦОВА, С.М. ТИМОФЕЕВ

Аминокислотный скор сиговых рыб Якутии

*Приведены результаты исследований аминокислотного сгора филе и теши следующих сиговых рыб Якутии: нельма – *Stenodus leucichthys nelma*, чир – *Coregonus nasus*, омуль арктический (ледовитоморский) – *Coregonus autumnalis*, муксун – *Coregonus muksun*, сибирская ряпушка – *Coregonus sardinella*, пелядь – *Coregonus peled*, сиг-пыжьян – *Coregonus lavaretus pidschian*. Установлено, что белковая ценность аминокислотного сгора этих рыб значительно превосходит таковую идеального белка. Теши сиговых рыб богаче незаменимыми и заменимыми аминокислотами, чем филе рыб и идеальный белок.*

Ключевые слова: сиговые рыбы, биологическая ценность, аминокислотный скор, содержание и соотношение аминокислот, идеальный белок.

Amino-acid fast of whitefishes of Yakutia. V.T. VASILYEVA, A.A. EFIMOVA, T.V. SLEPTSOVA, S.M. TIMOFEEV (M.G. Safronov Scientific Yakut Research Institute of Agriculture, Yakutsk).

*This article presents the results of studies of the amino-acid score of the fillet and the fish belly of the following whitefishes of Yakutia: nelma – *Stenodus leucichthys nelma*, chir – *Coregonus nasus*, Arctic cisco – *Coregonus autumnalis*, muksun – *Coregon muksun*, Siberian whitefish – *Coregonus sardinella*, peled – *Coregonus peled*, sig-pydschian – *Coregonus lavaretus pidschian*. It has been established that the protein value of amino-acid score of these fishes significantly exceeds the protein value of the ideal protein. Whitefish belly is richer in essential and interchangeable amino acids than fish fillets and ideal protein.*

Key words: whitefishes, biological value, amino-acid score, content and ratio of amino acids, ideal protein.

Введение

В водоемах Якутии, где насчитывается более 300 тыс. рек и почти 700 тыс. озер различного генезиса и размеров, обитает 39 видов и подвидов рыб (включая проходных и полупроходных) 14 семейств. Рыбы распределяются по водоемам неравномерно: в р. Лена – 37 видов, р. Яна – 31, р. Колыма – 30, р. Индигирка – 29, р. Оленек – 29, р. Анабар – 26, р. Алазея – 22 вида. Основные промысловые виды сиговых рыб – нельма, муксун, омуль, чир, пелядь, сиг и ряпушка [3–6, 10]. Пресноводные рыбы имеют большое значение в питании населения Якутии как основной источник полноценных белков. К настоящему времени получены данные о пищевой ценности караса якутского (*Carassius carassius*), чира обыкновенного (*Coregonus nasus*) [1, 2], изучен аминокислотный состав

*ВАСИЛЬЕВА Валентина Тихоновна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ЕФИМОВА Александра Аркадьевна – кандидат сельскохозяйственной наук, ведущий научный сотрудник, СЛЕПЦОВА Татьяна Васильевна – научный сотрудник, ТИМОФЕЕВ Семен Меркурьевич – научный сотрудник (Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова, Якутск). *E-mail: vasvalt@mail.ru

Работа выполнена в рамках государственного задания на 2018 год ФГБНУ ЯНИИСХ им. М.Г. Сафронова 0821-2018-0005 «Изучить влияние технологических процессов на комбинированные рыбные, мясные продукты из местного сырья».

мышечной ткани сига обыкновенного (*Coregonus lavaretus* L.) Кольского полуострова [8]. Остальные виды сиговых рыб Якутии в этом направлении изучены недостаточно. Нами впервые исследована пищевая и биологическая ценность сиговых рыб в условиях Якутии.

Качество пищевого белка определяется его биологической ценностью и усвояемостью, а биологическая ценность белков зависит от содержания и соотношения входящих в их состав аминокислот. Из 28 существующих аминокислот наиболее подробно изучено значение для человеческого организма 8 важнейших, незаменимых (валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин), а также заменимых аминокислот (аланин, аргинин, гистидин, глицин, глутаминовая кислота, пролин, серин, тирозин и цистин). Содержание и соотношение этих важнейших аминокислот в исходном сырье или продукте отражает степень их соответствия потребностям организма человека в аминокислотах [9].

Белки рыбы отличаются наиболее полноценным аминокислотным составом, сбалансированностью, переваримостью и доступностью для процессов обмена в организме человека. Таким образом, население республики в суровых климатических условиях Крайнего Севера, питаясь рыбой семейства сиговых, обеспечивает потребность своего организма белками высокой биологической ценности [7].

Цель работы – изучить полноценность белков по скору аминокислот в филе и в теше сиговых рыб Якутии. В задачи исследования входит определение содержания незаменимых и заменимых аминокислот, проведение сравнительного анализа аминокислотного сора.

Материал и методы

Метод исследования – экспериментально-лабораторный. Объект исследования – пресноводные рыбы Якутии из семейства сиговых: нельма – *Stenodus leucichthys nelma*, чир – *Coregonus nasus*, омуль арктический (ледовитоморский) – *Coregonus autumnalis*, муксун – *Coregonus muksun*, сибирская ряпушка – *Coregonus sardinella*, пелядь – *Coregonus peled*, сиг-пыжьян – *Coregonus lavaretus pidschian*. Материал – филе и теша сиговых рыб.

В местах вылова методом выборки из каждой партии отобраны характерные экземпляры рыб согласно ГОСТ 31339-2006* и быстро заморожены. Для проведения биохимических анализов целые туши быстрозамороженной рыбы предварительно размораживали при комнатной температуре, отделяли чешую и плавники.

Биохимический состав рыбного сырья исследован на инфракрасном анализаторе Spectra Star модели 2200 фирмы Unity Scientific США, калиброванном на основе общепринятых стандартных химических методов в лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции и биохимических анализов ЯНИИСХ им. М.Г. Сафронова. Полученные данные обработаны биометрически с использованием программы Microsoft Excel 2007 для Microsoft Windows 2007.

Полноценность белков в сиговых рыбах по скору аминокислот рассчитали на основе анализов, т.е. путем определения соотношения количества каждой аминокислоты в испытуемом белке и количества этой же аминокислоты в гипотетическом белке с идеальной аминокислотной шкалой**:

$$\text{Аминокислотный скор} = \frac{\text{АК, мг в 1 г исследуемого белка}}{\text{АК, мг в 1 г идеального белка}} \times 100 \%,$$

* ГОСТ 31339-2006 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб (с Изменениями № 1, 2).

** Шкала ФАО/ВОЗ (1973). ФАО – продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН; ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения.

Таблица 1

Скор аминокислот белков филе сиговых рыб Якутии

Аминокислоты	Нельма		Чир		Муксун		Омуль		Пелядь		Сиг		Ряпушка	
	АК, г/100 г белков	АКС, %	АК, г/100 г белков	АКС, %	АК, г/100 г белков	АКС, %	АК, г/100 г белков	АКС, %	АК, г/100 г белков	АКС, %	АК, г/100 г белков	АКС, %	АК, г/100 г белков	АКС, %
Белки, г	14,96		14,70		15,30		14,90		14,80		15,40			
Незаменимые аминокислоты														
Валин	7,29	146	7,78	156	7,12	142	7,32	146	7,32	146	7,36	147	7,14	143
Изолейцин	6,90	173	7,00	175	6,86	172	5,98	150	5,98	150	6,96	174	6,82	171
Лейцин	13,91	199	13,95	199	13,92	199	13,87	198	13,95	199	13,92	199	13,83	198
Лизин	13,09	238	13,94	253	13,00	236	13,10	238	13,20	240	13,18	240	12,92	235
Метионин	4,15	415	4,15	415	4,18	418	4,16	416	4,16	416	4,12	412	4,16	416
Треонин	8,30	208	8,30	208	8,36	209	8,32	208	8,32	208	8,31	208	8,38	210
Триптофан	2,07	207	2,04	204	2,11	211	2,08	208	2,08	208	2,09	209	2,08	208
Фенилаланин	7,48	249	6,87	229	7,58	153	7,45	248	7,52	251	7,57	252	7,53	251
Заменимые аминокислоты														
Аланин	13,12	437	13,13	438	13,20	440	13,08	436	13,15	438	13,01	434	13,18	439
Аргинин	4,88	98	4,90	98	4,86	97	4,88	98	4,89	98	4,92	98	4,84	97
Аспарагиновая кислота	14,63		14,69		14,38		14,63		14,70		14,66		14,55	
Гистидин	7,30	487	4,42	295	4,51	301	4,43	295	4,50	300	4,45	297	4,48	299
Глицин	4,53	91	4,49	90	4,58	92	4,50	90	4,56	91	4,53	91	4,61	92
Глутаминовая кислота	20,76		20,68		20,98		20,74		20,81		20,68		20,91	
Пролин	8,46	121	8,44	121	8,56	122	8,46	121	8,46	121	8,45	121	8,57	122
Серин	7,91	264	7,82	261	8,04	268	7,85	262	7,92	264	7,84	261	8,05	268
Тирозин	7,01	234	6,94	231	7,19	240	6,98	233	7,45	248	6,96	232	7,21	240
Цистин	1,78	89	1,78	89	1,83	92	1,79	90	1,89	94	1,78	89	1,82	91

Таблица 2

Скор аминокислот белков теш сиговых рыб Якутии

Аминокислоты	Нельма		Чир		Муксун		Омуль		Пеядь		Сиг		Япушка	
	АК, г/100 г белков	АКС, %	АК, г/100 г белков	АКС, %	АК, г/100 г белков	АКС, %	АК, г/100 г белков	АКС, %	АК, г/100 г белков	АКС, %	АК, г/100 г белков	АКС, %	АК, г/100 г белков	АКС, %
Белки, г	13,74		12,90		18,70		18,40		14,80		10,70		14,90	
Незаменимые аминокислоты														
Валин	5,81	116	5,89	118	5,29	106	5,33	107	5,61	112	5,79	112	5,67	113
Изолейцин	7,85	196	8,22	206	6,36	159	6,46	162	7,43	86	9,44	236	7,44	186
Лейцин	15,95	225	16,00	229	15,82	226	15,82	226	15,87	227	15,98	228	15,91	227
Лизин	13,78	251	13,90	253	13,21	240	13,81	240	13,65	248	14,48	262	13,62	248
Метионин	5,28	528	5,20	520	5,29	529	5,27	527	5,20	520	5,23	523	5,20	523
Треонин	10,44	261	10,40	260	10,53	263	10,54	264	10,47	262	10,30	258	10,47	262
Триптофан	1,16	116	1,16	116	1,07	107	1,09	109	1,15	115	1,31	131	1,14	114
Фенилаланин	9,49	316	9,40	313	10,53	351	9,72	324	9,52	370	9,25	308	9,53	318
Заменимые аминокислоты														
Аланин	16,38	546	18,60	620	16,36	545	16,20	543	16,35	545	16,54	551	16,38	546
Аргинин	5,80	116	5,93	119	5,29	106	5,31	106	5,66	113	6,37	127	5,65	113
Аспарагиновая кислота	17,42		17,36		15,88		15,92		17,03		19,16		16,98	
Гистидин	5,66	377	5,58	372	5,78	385	5,76	384	5,68	378	5,51	368	5,70	380
Глицин	5,82	116	5,58	112	6,10	122	6,09	122	5,88	118	5,51	112	5,91	118
Глутаминовая кислота	26,06		25,97		26,31		26,30		19,39		25,98		26,11	
Пролин	10,88	155	10,70	153	11,40	163	11,41	163	11,01	157	10,37	148	11,00	157
Серин	10,35	345	10,16	339	11,18	373	11,14	371	10,54	351	9,53	318	10,54	351
Тирозин	9,47	316	9,16	305	10,80	360	10,71	357	9,80	327	8,13	271	9,80	327
Цистин	2,29	115	2,52	126	2,56	126	2,39	120	2,16	108	2,40	120	2,35	117

где АК – любая аминокислота.

В идеальном (стандартном) белке аминокислотный скор каждой аминокислоты принимается за 100 %. Биологическая ценность – показатель качества белка, который определяется наличием в нем полного набора незаменимых аминокислот в определенном соотношении как между собой, так и с заменимыми аминокислотами (МР 2.3.1.2432-08)***.

Величина аминокислотного сора определяется отношением аминокислотного состава исследуемого рыбного продукта и аминокислотной шкалы идеального белка [11].

Результаты и обсуждение

Исследован аминокислотный состав пресноводных рыб Якутии из семейства сиговых. Как известно, аминокислоты участвуют в строении белков и служат предшественниками многих сложных соединений – гормонов, ферментов, коферментов, алкалоидов, пигментов, медиаторов, выполняющих важные биологические функции. Особое значение имеет определение содержания наиболее важных для организма незаменимых аминокислот, которые поступают только с пищей.

Выявлены незначительные различия в количественном соотношении незаменимых аминокислот в филе сиговых рыб, а именно: валин 7,12 г/100 г (муksун) – 7,78 г/100 г (чир); изолейцин 5,98 г/100 г (омуль, пелядь) – 7,00 г/100 г (чир); лейцин 13,83 г/100 г (ряпушка) – 13,95 г/100 г (чир, пелядь); лизин 12,92 г/100 г (ряпушка) – 13,94 г/100 г (чир); метионин 4,18 г/100 г (муksун) – 4,12 г/100 г (сиг); треонин 8,30 г/100г (нельма) – 8,38 г/100 г (ряпушка); триптофан 2,04 г/100 г (чир) – 2,11 г/100 г (муksун); фенилаланин 6,87 г/100 г (чир) – 7,58 г/100 г (муksун). Различия в содержании аминокислот у исследуемых сиговых рыб могут быть связаны с видовой особенностью и разной кормовой базой изучаемых объектов.

В исследованных пробах изучаемых объектов в количественном отношении из числа заменимых аминокислот доминирует глутаминовая кислота, являющаяся основой биосинтеза аминокислот: в филе – 20,68–20,91 г/100 г, в теше – 19,39–26,31 г/100 г. По результатам исследования аминокислотного состава белков филе и белков теш сиговых рыб произведен расчет аминокислотного сора по шкале ФАО/ВОЗ (1973).

Из данных табл. 1 и 2 видно, что аминокислотный скор в исследованных образцах превышает значение идеального белка: метионин в филе сиговых рыб в среднем в 4,15 раз, в теше – в 5,24 раза; аланин в филе – в 4,37 раз, в теше в 5,57 раз. Наибольший показатель превышения АКС идеального белка наблюдается в теше чира по заменимой аминокислоте аланин – в 6,2 раза. Наибольший показатель превышения АКС идеального белка отмечен в филе нельмы по аминокислоте гистидин – в 4,87 раз, в теше муksуна – в 3,85 раз.

Аминокислоты, по которым показатель ниже, чем идеальный белок – это аргинин (98,0 % в среднем по видам), глицин (91,0 %) и цистин (90,6 %).

Анализ аминокислотного состава филе и теш сиговых рыб Якутии показал, что пищевая ценность белков рыб по аминокислотному составу не уступает таковой белков мяса теплокровных животных.

Выводы

Аминокислотный состав филе и теш нельмы, чира, муksуна, омуля, пеляди, сига и ряпушки по незаменимым и заменимым аминокислотам значительно превосходят белковую ценность идеального белка, кроме заменимых аминокислот аргинина, глицина и цистина.

*** МР 2.3.1.2432-08 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации.

Существенных различий по аминокислотному скору в филе и тешах сигающих рыб между видами нет.

Содержание в теше незаменимых аминокислот выше, чем в филе, кроме валина и триптофана, содержание заменимых аминокислот выше, чем в филе, кроме гистидина в нельме.

Таким образом, белки сигающих рыб Якутии отличаются высокой биологической ценностью и являются источником белкового питания населения в экстремальных условиях Севера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов А.Ф., Ческидович А.Н., Слепцова Т.В., Егорова Е.А. Пищевая и биологическая ценность караса якутского (*Carassius carassius jacuticus* Kirillov). Новосибирск: АНС «СибАК», 2018. 112 с.
2. Абрамов А.Ф., Слепцова Т.В., Ефимова А.А. Пищевая и биологическая ценность чира *Coregonus nasus* (Pallas) индигирской популяции в Республике Саха (Якутия) // Наука и образование. 2016. № 1. С. 91–95.
3. Карпова Л.Н., Кириллов А.Ф., Сивцева Л.В., Жирков Ф.Н., Апсолихова О.Д., Венедиктов Е.Ю., Венедиктов С.Ю., Карпов С.О., Климовский А.И., Свешников Ю.А. Результаты мониторинга водных биологических ресурсов на водоемах Республики Саха (Якутии) // Вестн. рыбохоз. науки. 2015. Т. 2, № 2 (6). С. 3–17.
4. Кириллов А.Ф. Живое серебро Якутии. Якутск: Уранхай, 2010. 240 с.
5. Кириллов А.Ф. Промысловые рыбы Якутии. М.: Научный мир, 2002. 194 с.
6. Кириллов А.Ф., Ходулов В.В., Книжин И.Б. и др. Экологический мониторинг гидробионтов среднего течения реки Лены. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2009. 176 с.
7. Лебедева У.М., Абрамов А.Ф. Основы рационального питания населения Якутии. Якутск: Изд-во СВФУ им. М.К. Аммосова, 2015. 246 с.
8. Мишанина Л.А. Аминокислотный состав мышечной ткани сига обыкновенного (*Coregonus lavaretus* L.) Кольского полуострова // Вестн. МГТУ. 2018. Т. 21, № 2. С. 295–302.
9. Свойства аминокислот, значение аминокислот в спортивном питании. – <http://www.bioman.ru/list/list1.php> (дата обращения 01.02.2019).
10. Слепцов Я.Г. Промысловое рыболовство Якутии. Новосибирск: Наука, 2002. 112 с.
11. FAO/WHO Expert consultation on protein quality evaluation / Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 1990.