

УДК 639.371.2:591.1.05

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА РАЗЛИЧНЫХ ТКАНЕЙ И ОРГАНОВ ОСЕТРА СИБИРСКОГО (ACIPENSER BAERI (BRANDT))**Гнедов А.А.**

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

Приведены результаты биохимических исследований различных тканей и органов сибирского осетра низовой р. Енисей. Установлено, что данная продукция является высококалорийной и хорошо сбалансированной по наличию жизненно необходимых биологически активных веществ, включающих в себя белок, жир, аминокислоты, жирные кислоты, витамины, макро- и микроэлементы. **Ключевые слова:** осетр, жир, жирные кислоты, аминокислоты, витамины, макро- и микроэлементы, биологически активные вещества.

BIOCHEMICAL INDICATORS OF THE QUALITY OF VARIOUS TISSUES AND ORGANS OF THE SIBERIAN STURGERY (ACIPENSER BAERI (BRANDT))**Gnedov A.A.**

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

The results of biochemical studies of various tissues and organs of the Siberian sturgeon in the lower reaches of the river are presented. Yenisei. It has been established that these products are high-calorie and well-balanced in terms of the presence of vital biologically active substances, including protein, fat, amino acids, fatty acids, vitamins, macro- and microelements. **Keywords:** sturgeon, fat, fatty acids, amino acids, vitamins, macro- and micronutrients, biologically active substances.

Введение. На Таймыре сибирский осетр постоянно обитает в Енисейской и Хатангской губах. В небольшом количестве отмечен в р. Пясина. Енисейский осетр является пресноводной рыбой и представлен двумя формами - немногочисленной жилой и полупроходной. Жилая форма осетра в Енисее распространена до г. Саяногорска, северная граница ареала не установлена. Весь жизненный цикл жилого осетра проходит в реках. Ареал полупроходного осетра включает средний и нижний Енисей, дельту, губу и южную часть залива. Выше р. Ангара не поднимается.

Осетр является самой крупной рыбой в р. Енисей. За последние 40 лет отмечены единичные случаи обнаружения осетра с длиной тела более 2 м и массой более 100 кг. В современных уловах средние размеры осетра не превышают 100-120 см в длину и массы 8-12 кг [1].

Цель работы – изучение показателей качества некоторых тканей и органов сибирского осетра. В доступных библиографических источниках аналогичных данных не зарегистрировано.

Материалы и методы исследований. Для проведения биохимических исследований были отобраны образцы мяса, печени, вязиги, желудков с кишечником и жир из гонад. 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 0,04-0,07 мм. Биохимические исследования проводили на современном аналитическом оборудовании в аккредитованной лаборатории биохимии СибНИПТИЖ г. Новосибирск.

Для определения жирнокислотного состава осетровый жир вытапливали на водяной бане при температуре +15 °С и 50 °С. Исследования жирнокислотного состава жира проводили во Всероссийском научно-исследовательском институте жиров г. Санкт-Петербург методом газожидкостной хроматографии - по ГОСТ 51483-99 на хроматографе Perkin-Elmer 8410 с пламенно-ионизационным детектором [2-5].

Результаты исследований. По результатам биохимических исследований проведен расширенный анализ биохимического состава образцов продукции. Результаты общего зооанализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Показатели общего зооанализа продукции осетра сибирского, %

Показатель	Части рыбы			
	мясо	печень	вязига	желудок
Влага	1,55	5,03	6,30	5,17
Белок	46,16	57,96	82,12	74,07
Жир	49,89	33,89	3,21	17,95
Зола	2,40	3,12	8,37	2,81

По существующей классификации рыба с содержанием жира до 2 % считается маложирной, от 2 до 8 % - средней жирности, 8-15 % - жирной и свыше 15 % - особо жирной. Исходя из этого, согласно табличным данным, сибирский осетр относится к особо жирному виду рыб [6].

На основании полученных данных провели подсчет энергетической ценности образцов продукции сибирского осетра с учетом энергетических коэффициентов питательных веществ, установленных ФАО/ВОЗ. В результате подсчета калорийность мяса составила 633,65 ккал/г, печени – 536,85 ккал/г, вязиги – 357,37 ккал/г и желудка – 457,83 ккал/г, что позволяет отнести их к высококалорийной продукции.

Анализом липидной фракции выявлено от 6 до 9 жирных кислот. Установлено, что в мясе отсутствуют лауриновая, миристиновая и арахиновая, а в печени - лауриновая жирные кислоты (таблица 2). Сумма жирных кислот составила в мясе 103,54 г/кг, печени – 98,89 г/кг, вязиге – 87,63 г/кг и желудке – 88,07 г/кг. Во всех образцах продукции преобладают ненасыщенные жирные кислоты. Коэффициент отношения их к насыщенным кислотам составляет: в мясе - 2,79, печени – 2,2, вязиге – 1,01 и желудке – 1,65.

Отмечается высокое содержание жизненно необходимых полиненасыщенных жирных кислот, обладающих витаминной активностью (линолевая и линоленовая) в мясе и печени. Концентрация их в мясе составляет 13,8 г/кг, печени – 9,81 г/кг. Достаточно 100 г данного продукта для восполнения суточной потребности организма. В вязиге и желудке их уровень существенно ниже.

Среди насыщенных кислот доминируют пальмитиновая и стеариновая жирные кислоты, доля которых от общей суммы насыщенных кислот составляет 100 %, 93,2 %, 94,8 % и 94,2 % в мясе, печени, вязиге и желудке, соответственно.

Таблица 2 - Содержание жирных кислот в продукции сибирского осетра, г/кг

Кислота	Части рыбы			
	мясо	печень	вязига	желудок
Лауриновая	-	-	1,19	1,39
Миристиновая	-	1,90	0,97	0,49
Пальмитиновая	16,87	21,93	34,84	25,03
Пальмитолеиновая	14,23	12,90	4,12	9,34
Стеариновая	10,42	6,93	6,38	6,31
Олеиновая	48,22	45,23	38,00	44,51
Линолевая	13,73	8,91	1,86	0,81
Линоленовая	0,07	0,90	0,20	0,14
Арахиновая	-	0,19	0,07	0,05
Насыщенные	27,29	30,95	43,45	33,27
Ненасыщенные	76,25	67,94	44,18	54,80

У осетра отмечается довольно высокое содержание внутреннего жира, сосредоточенного в гонадах, который в процессе переработки почти не используется.

Известно, что в настоящее время все более широкое применение находит использование разного рода биологически активных добавок к пище для восполнения дефицита эссенциальных факторов питания, повышения неспецифической резистентности организма к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, осуществления иммунокоррекции, максимального индивидуализирования питания. В составе липидов такими факторами являются полиненасыщенные жирные кислоты. Одним из таких источников может служить жир сибирского осетра.

Результаты исследований жирнокислотного состава жира осетра сибирского, полученного при различных температурных режимах, приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание жирных кислот в жире осетра сибирского, % от общей суммы кислот при различных режимах вытопки

Кислота	Режим вытопки, °С	
	15	50
Лауриновая C _{12:0}	0,1	0,1
Миристиновая C _{14:0}	5,3	5,4
Миристоленовая C _{14:1}	0,3	0,4
Пентадекановая C _{i 15:0}	0,1	0,1
Пентадекановая C _{ai 15:0}	0,1	0,1
Пентадекановая C _{15:0}	0,5	0,5
Пальмитиновая C _{16:0}	14,6	14,6
Пальмитолеиновая C _{16:1}	21,4	21,5
Гексадекадиеновая C _{16:2}	1,3	1,3

1	2	3
Маргариновая C _i 17:0	0,4	0,4
Маргариновая C _{ai} 17:0	0,2	0,3
Маргариновая C _{17:0}	0,7	1,3
Маргаролевая C _{17:1}	0,7	0,7
Стеариновая C _{18:0}	1,1	1,1
Олеиновая C _{18:1}	27,3	26,8
Линолевая C _{18:2}	2,0	2,1
Линоленовая C _{18:3}	2,2	2,1
Конифероновая C _{18:4}	0,9	0,9
Арахидиновая C _{20:0}	следы	сл,
Гадолеиновая C _{20:1}	2,6	2,6
Эйкозодиеновая C _{20:2}	0,9	0,9
Эйкозатриеновая C _{20:3}	0,7	0,7
Арахидоновая C _{20:4 ω3}	0,6	0,6
Арахидоновая C _{20:4ω6}	1,1	1,1
Эйкозапентаеновая C _{20:5}	8,6	8,5
Бегеновая C _{22:0}	следы	сл,
Докозодиеновая C _{22:2}	0,2	0,2
Докозатриеновая C _{22:3}	0,3	0,3
Докозатетраеновая C _{22:4}	0,6	0,5
Клупадоновая C _{22:5}	2,7	2,5
Докозагексаеновая C _{22:6}	2,6	2,4
Сумма кислот	100	

Примечание: *i, ai* - кислоты с разветвленной цепью на конце.

Анализ табличных данных показывает, что в жире содержится 31 жирная кислота. Отмечается преобладание, более чем в 3 раза, ненасыщенных жирных кислот, по сравнению с насыщенными кислотами (77 % против 23 %), что объясняет его очень низкую температуру плавления. Основную долю среди ненасыщенных жирных кислот составляют мононенасыщенные кислоты, суммарная концентрация которых в режиме вытапливания при 15 °С составляет 52,3 %, 50 °С – 52,0 %. На долю полиненасыщенных кислот приходится 24,7 % и 24,1 % соответственно.

Известно, что жиры рыб, наряду с хорошей усвояемостью организмом, служат носителями биологически активных веществ, одним из которых являются эссенциальные жирные кислоты, выполняющие витаминоподобные функции.

Заслуживает внимания высокая концентрация комплекса ненасыщенных жирных кислот, таких как линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты, обладающих витаминной активностью и входящих в состав витамина F. Считают, что для нормальной жизнедеятельности организма полноценная по содержанию витамина F пища должна содержать в своем составе 0,1 % арахидоновой или 1 % линолевой и линоленовой кислот. Суммарный уровень их в обоих образцах жира осетра составляет 5,9 %, что позволяет при употреблении с пищей 20 г жира осетра восполнить суточную потребность организма человека.

Важную роль в живом организме играют жирные кислоты с тремя – линоленовая, с четырьмя – арахидоновая, с пятью – эйкозапентаеновая, докозапентаеновая (клупадоновая) и шестью – докозагексаеновая двойными связями. Данные жирные кислоты относятся к комплексу омега 3 (ω3) и входят в состав препаратов «Омега-3», «Омеганол» и «Океанол», широко используемых в настоящее время при болезни Альцгеймера, сердечно-сосудистых заболеваниях, атеросклерозе, и как средство, улучшающее память. Концентрация этих кислот в жире осетра составляет в режиме вытапливания при 15 °С температурном режиме 17,4 %, при 50 °С - 17,2 %.

В комплексе «Омега -3» отмечается высокое содержание жирных кислот с пятью и шестью двойными связями, уровень которых составляет 13,9 % и 13,4 % при 15 °С и 50 °С соответственно. Среди них превалирует эйкозапентаеновая кислота. Эти кислоты обладают высокой физиологической активностью [7].

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что жир сибирского осетра низовий р. Енисей является ценным пищевым продуктом по содержанию жизненно необходимых жирных кислот, что позволяет использовать его в качестве ценной биологически активной пищевой добавки. Но для сохранения его первоначальных свойств рекомендуется использовать температурный режим вытопки жира в 15 °С и использование антиоксидантов для предотвращения его прогоркания.

Аминокислотный комплекс представлен 16 аминокислотами (таблица 4).

Таблица 4 - Содержание аминокислот в продукции сибирского осетра, %

Аминокислота	Части рыбы			
	мясо	печень	вязига	желудок
Триптофан	0,37	0,58	0,75	0,63
Оксипролин	0,089	0,071	0,038	0,058
Изолейцин	3,28	1,36	3,03	2,64
Треонин	1,72	2,39	3,15	2,76
Серии	2,12	1,59	2,58	2,70
Глицин	2,30	1,72	3,06	2,90
Аланин	3,21	2,39	3,55	3,84
Валин	2,87	2,06	2,85	3,30
Метионин	1,08	1,57	1,36	1,19
Метионин+цистин	1,55	2,13	2,52	2,78
Лейцин	6,38	4,88	4,26	4,84
Глутамин	8,95	3,43	2,96	3,48
Пролин	2,22	2,06	3,37	2,71
Фенилаланин	2,33	1,69	1,85	2,60
Лизин	2,94	4,27	4,65	4,11
Аргинин	2,40	2,31	3,10	2,63
Незаменимые	22,52	20,93	24,42	24,85
Заменимые	21,29	13,57	18,66	18,32

Исследованиями установлено высокое содержание в продукции сибирского осетра аминокислот. Уровень их в мясе составил 43,81 %, печени – 34,50 %, вязиге – 43,08 % и желудке – 43,17 %. Во всех образцах отмечается преобладание незаменимых аминокислот.

Для определения биологической ценности использовали общепринятый для этих целей подсчет аминокислотного сора, который заключается в выявлении лимитирующих незаменимых аминокислот по отношению к эталону (таблица 5).

Таблица 5 - Аминокислотный сора продукции сибирского осетра, г/100 г белка

Незаменимые аминокислоты	Идеальный белок ФАО/ВОЗ		Виды продукции							
			Мясо		печень		вязига		кишечник	
	г/100г белка	СКОР, %	г/100г белка	СКОР, %	г/100г белка	СКОР, %	г/100г белка	СКОР, %	г/100г белка	СКОР, %
Триптофан	1,0	100	0,80	80,0	1,00	100	0,91	91,0	0,85	85,0
Изолейцин	4,0	100	7,10	177,5	2,35	58,75	3,69	92,25	3,56	89,0
Треонин	4,0	100	3,73	93,25	4,12	103,0	3,84	96,0	3,73	93,25
Валин	5,0	100	6,22	124,4	3,55	70,0	3,47	69,40	4,46	89,20
Метионин+цистин	3,5	100	5,69	162,57	6,38	182,28	4,72	134,85	5,36	153,14
Лейцин	7,0	100	13,82	197,43	8,42	120,28	5,19	74,14	6,53	93,28
Фенилаланин+тирозин	6,0	100	5,05	84,17	2,92	46,67	2,25	37,50	3,51	58,5
Лизин	5,5	100	6,37	115,82	7,37	134,0	5,66	102,90	5,55	100,90
Сумма	36,0	100	48,78	135,50	36,11	100,30	29,73	82,58	33,55	93,19

Анализом установлено, что в мясе и печени содержится по 5 незаменимых аминокислот, отвечающих требованиям эталона ФАО/ВОЗ, в вязиге и желудке - по 2 аминокислоты. Это говорит о том, что мясо и печень являются хорошо сбалансированными и ценными по наличию незаменимых аминокислот продуктами. Вязига и желудок в этом отношении - менее сбалансированная продукция.

Содержание витаминов представлено в таблице 6. Исследованиями выявлено отсутствие в мясе и печени витамина Д, но наряду с этим отмечается преобладание в них остального комплекса витаминов и особенно Е, В₁, В₃, В₅ и В₁₂. Вязига и желудок значительно беднее по содержанию всего комплекса витаминов. Исключением является то, что вязига очень богата по наличию витамина В₃, обладающего детоксицирующими свойствами, а желудок - витамина Д.

Таблица 6 - Содержание витаминов в продукции сибирского осетра, мг/кг

Витамин	Части рыбы			
	мясо	печень	вязига	желудок
1	2	3	4	5
А	1,05	1,03	0,30	0,59
Д	-	-	63,50	117,7

1	2	3	4	5
Е	26,50	25,87	5,29	9,80
В ₁	10,60	10,35	0,53	1,00
В ₂	7,96	7,75	1,60	1,47
В ₃	11,40	11,61	42,28	4,47
В ₅	77,50	79,00	7,79	15,26
В ₆	7,07	6,90	1,06	1,96
В ₁₂ мкг/кг	106,01	103,50	5,00	10,00

Исследованиями минерального состава установлено наличие комплекса, состоящего из 9 жизненно необходимых макро- и микроэлементов (таблица 7).

Таблица 7 - Содержание макро- и микроэлементов в продукции сибирского осетра низовий р. Енисей, мг/кг

Элемент	Части рыбы			
	мясо	печень	визига	желудок
Кальций	1700	800	4800	2500
Фосфор	4600	7100	2400	6600
Калий	6000	7000	4000	7000
Натрий	2080	2290	16070	3750
Магний	410	410	620	510
Железо	22,50	450,0	25,00	110,0
Марганец	0,80	2,50	1,70	3,30
Медь	1,20	54,20	1,20	3,70
Цинк	12,50	100,0	25,00	187,5

Результаты исследований показывают, продукция осетра богата по содержанию макро- и микроэлементов. Наиболее сбалансированными являются мясо и печень.

Закключение. В результате проведенных исследований установлено следующее:

- сибирский осетр относится к особо жирному виду рыб,
- продукция, получаемая от сибирского осетра низовий р. Енисей относится к высококалорийным пищевым продуктам,
- отмечается высокое содержание жизненно необходимых полиненасыщенных жирных кислот, обладающих витаминной активностью (линолевая и линоленовая) в мясе и печени. Уровень их в мясе составляет 13,8г/кг, печени – 9,81г/кг,
- мясо и печень являются хорошо сбалансированными по содержанию незаменимых аминокислот согласно требованиям ФАО/ВОЗ,
- в мясе и печени отсутствует витамин Д, но по наличию остального комплекса жиро- и водорастворимых витаминов они хорошо сбалансированы и значительно превосходят визигу и желудок,
- отмечается хорошая сбалансированность макро- и микроэлементов,
- жир сибирского осетра низовий р. Енисей является ценным пищевым продуктом по содержанию жизненно необходимых жирных кислот, и особенно омега-3 кислот и кислот, обладающих витаминной активностью, что позволяет использовать его в качестве ценной биологически активной пищевой добавки. Исследования показали, что предпочтительнее использовать температурный режим вытопки жира в 15 °С.

Литература. 1. Решетников, Ю. С. Экология и систематика сиговых рыб / Ю. С. Решетников. – Москва : Наука, 1980. - 300 с. 2. Рыба. Длина и масса : ГОСТ 1368-2003. - Введ. 01.01.05. - Москва : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2005. - 14 с. 3. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб : ГОСТ 31339-2006. - Введ. 01.07.08. - Москва : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2008. - 15 с. 4. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей : ГОСТ 7631-2008. - Введ. 01.01.09. - Москва : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2009. - 16 с. 5. Рыба, морепродукты и продукция из них. Метод определения массовой доли белка, жира, воды, фосфора, кальция и золы : ГОСТ Р 52421-2005. - Введ. 01.01.07. - Москва : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2007. - 8 с. 6. Товароведение и экспертиза продовольственных товаров : учебник / Под ред. проф. Л. Г. Елисеевой. – Москва : МЦФЭР, 2006. - 800 с. 7. Спиричев, В. Б. Что могут и чего не могут витамины / В. Б. Спиричев. - Москва : «Миклош», 2003. - 300 с.

Поступила в редакцию 15.09.2022.