

ВНИТИП; под общ. ред. В. И. Фисинина, И. А. Егорова. – Сергиев Посад, 1992. – 24 с.

6. Турецкова, В. Ф. Осина обыкновенная как перспективный источник получения препаратов противоязвенного и противовоспалительного действия. / В. Ф. Турецкова, И. Ю. Лобанова, С. С. Рассыпнова // Бюллетень сибирской медицины, 2011 – № 5 – 106 – 111 с.

7. Фаустова, Н. М. Химический состав коры и древесины осины *Populus tremula* L.: автореф. дис...канд. хим. наук. СПб., 2005. – 20 с.

8. Эрнст, Л. К. Перспективы использования в животноводстве кормов из нетрадиционного сырья / Л. К. Эрнст. Нетрадиционные корма и добавки: сб. ст. – Ленинград, 1984. – 3 – 8 с.

## **ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ В КОМБИКОРМАХ ДЛЯ РЫБ**

**Алексеева Е.А., Четвертакова Е.В., Коломейцев А.В.**  
Красноярский государственный аграрный университет

**Аннотация.** Анализ содержания жирных кислот в комбикормах для рыб показал, что наибольшее содержание мононенасыщенных жирных кислот в липидах было в корме для форели (№2) и экструдированном корме для форели (№6), полиненасыщенных жирных кислот в образцах Coppens Supreme-21 (№3) и Coppens intensive (№4). Повышенное содержание  $\omega$ -3 полиненасыщенных жирных кислот было в комбикормах Coppens Supreme-21 (№3), Coppens intensive (№4) и Coppens Supreme-22 (№5). Несбалансированным жирнокислотным составом липидов обладали образцы комбикормов экструдированный корм для форели (№ 6) и экструдированный корм для рыб (№ 1).

В настоящее время в аквакультуре ведется активный поиск технологий и способов обеспечения потребностей форели высококачественными и экономически эффективными кормами. Состав комбикормов должен обеспечивать получение продукции, соответствующей качеству рыбы, добываемой в дикой природе. Особое внимание уделяется содержанию в мясе рыб незаменимых для человека полиненасыщенных жирных кислот, которые оказывают профилактическое действие по отношению к сердечно-сосудистым заболеваниям и нарушениям нервной системы у человека [0, 0, 0].

В состав комбикормов вводят жиры, содержащие ненасыщенные (полиеновые) жирные кислоты. Они не образуются в организме рыб и их источником являются корма [0, 0].

Так как состав комбикормов влияет на жирнокислотный состав мяса рыб, обеспечивает его биологическую ценность для человека, нами были проведены исследования по определению жирных кислот в комбикормах, применяемых в аквакультуре.

Цель работы – изучение содержания насыщенных, моно- и полиненасыщенных жирных кислот в комбикормах для рыб.

Задачи: изучение жирнокислотного состава комбикормов; определение

содержания ненасыщенных жирных кислот семейств  $\omega$ -9,  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3 в липидах исследуемых образцов комбикормов для рыб.

**Материал и методика исследования.** Объект исследования – девять образцов комбикорма разных производителей (табл. 1).

Отбор проб проводили в соответствии с ГОСТ Р ИСО 6497-2011 «Корма для животных. Отбор проб». Объемом взятой пробы составлял 450 мл.

Биохимические исследования комбикормов проводили в Научно-исследовательском испытательном центре ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ по общепринятым методикам.

**Таблица 1**

**Характеристика образцов комбикормов, заявленная производителями**

Номер образца	Наименование, указанное на упаковке	Физико-химические свойства, заявленные производителем
1	Экструдированный корм для рыб (корм для форели СТАРТ 1 мм)	гранула 1 мм, протеин сырой 48-50 %; жир сырой 7,0 %; зола сырая 7,2 %; клетчатка сырая 2,1 %; перевариваемая энергия 16,1 %
2	Корм для форели (гранула 3 мм)	гранула 3 мм
3	Coppens Supreme-21, Alltech Coppens (Нидерланды)	гранула 3 мм; энергия: общая энергия 21,2-23,2 МДж/кг; перевариваемая энергия 18,8-19,2 МДж/кг; чистая энергия 14,2 МДж/кг
4	Coppens intensive, Coppens International BV, Германия-Нидерланды	гранула 4,5 мм; энергия: общая энергия 18,8 МДж/кг; перевариваемая энергия 15,5 МДж/кг
5	Coppens Supreme-22, Alltech Coppens (Нидерланды)	гранула 3 мм; энергия: общая энергия 21,4-23,4 МДж/кг; перевариваемая энергия 19,2-19,5 МДж/кг; чистая энергия 14,4 МДж/кг
6	Экструдированный корм для форели, тунуций, 4.0 мм	гранулы 4 и 6 мм; сырой протеин, не менее – 44,0 %; сырой жир, не менее – 20,0 %; сырая клетчатка, не более – 1,4 %; сырая зола, не более – 10,0 %; лизин, не менее – 3,0 %; метионин +цистин, не менее – 2,0 %; энергетическая ценность – 21,2 МДж; крошимость, не более – 2 %
7	Комбикорм для рыб сухой по ТУ 10.91.10-001 –	гранула 6 мм; массовая доля сырого протеина, не менее – 40 %, массовая

	60896942-2023	доля сырого жира, не менее – 10 %; массовая доля сырой золы, не более – 10 %
8	Аquarlex. Комбикорм полнорационный для осетров и форели	гранула 4 мм, влажность 10,6 %, протеин не менее 42%, жир не менее 12 %, клетчатки не более 3 %
9	Аquarlex. Комбикорм полнорационный для осетров и форели	гранула 8 мм, влажность 10,6 %, протеин не менее 50 %, жир не менее 18 %, клетчатки не более 3 %

**Результаты исследования.** Определение жирнокислотного состава в образцах комбикормов (табл. 2) показало, что наибольшим содержанием насыщенных жирных кислот характеризовались образцы комбикорма № 6 (32,6487%), № 1 (30,5891%), № 8 (26,3913%), № 4 (26,3146%) и № 2 (24,7457%).

**Таблица 2**

**Жирнокислотный состав исследованных образцов комбикормов (% от суммы жирных кислот без пересчета на абсолютно сухое вещество)**

Показатель	Номер образца исследуемого комбикорма				
	1	2	3	4	5
<b>Насыщенные жирные кислоты</b>					
Каприловая (8:0)	0,0025	0	0,0073	0	0
Каприновая (10:0)	0,0051	0,0036	0,0066	0,0055	0,0050
Лауриновая (12:0)	0,0687	0	0,3400	0,0088	0,2882
Тридекановая (13:0)	0,1120	0	0	0	0
Миристиновая (14:0)	2,2400	0,0800	3,1400	2,0200	2,3200
Миристолеиновая (14:1)	0,0174	0	0,0321	0,0275	0,0367
Пентадекановая (15:0)	0	0,0177	0	0	0
Пальмитиновая (16:0)	23,3724	16,7621	17,2097	20,7134	24,2406
Маргариновая (17:0)	0,2173	0,0404	0,17	0,11	0,24
Стеариновая (18:0)	3,9421	6,1771	3,2400	3,0800	3,4100
Арахидиновая (20:0)	0,1680	0,2703	0,1302	0,1627	0,1719
Бегеновая (22:0)	0,1605	1,1683	0,1605	0,1867	0,1496
Лигноцериновая (24:0)	0,2831	0,2262	0	0	0
<b>Всего</b>	<b>30,5891</b>	<b>24,7457</b>	<b>24,4364</b>	<b>26,3146</b>	<b>30,862</b>
<b>Мононенасыщенные жирные кислоты</b>					
Пальмитолеиновая (16:1 $\omega$ 9)	11,7532	13,1807	3,1914	3,1271	3,7208
Олеиновая (18:1 $\omega$ 9)	20,9218	28,2072	25,0346	30,1107	27,9083
Гондоиновая (20:1 $\omega$ 9)	1,9124	0,8117	3,2092	3,2614	3,7801
Эруковая (22:1 $\omega$ 9)	1,0164	2,4804	0,0812	0,0738	0,0673
Нервоновая (24:1 $\omega$ 9)	2,1972	0,5761	0	0	0
<b>Всего</b>	<b>37,801</b>	<b>45,2561</b>	<b>31,5164</b>	<b>36,573</b>	<b>35,4765</b>
<b>Полиненасыщенные жирные кислоты</b>					

Линолевая (18:2 ω6)	14,2371	20,5318	25,4565	20,0739	16,4831
Альфа-линоленовая (18:3 ω3)	1,7813	0,4776	3,6381	3,8019	3,5795
Гамма-линоленовая (18:3 ω6)	0,3402	0,7127	0,6672	0,9364	0,7575
Эйкозодиеновая (20:2 ω6)	2,7841	1,0836	1,9037	1,6933	2,1109
Арахидоновая (20:4 ω6)	0,4712	0,5073	0,9531	0,7712	0,9874
Эйкозатриеновая (20:3 ω3)	0	0	0	0	0
Эйкозапентаеновая (20:5 ω3)	2,6154	2,3502	2,7235	2,2347	2,7751
Докозагексаеновая (22:6 ω3)	2,6547	1,7587	5,8663	5,0872	5,7291
Всего	24,884	27,4219	41,2084	34,5986	32,4226
Прочие жирные кислоты	6,7259	2,5763	2,8388	2,5138	1,2389
Показатель	номер образца исследуемого комбикорма				
	6	7	8	9	
Насыщенные жирные кислоты					
Каприловая (8:0)	0	0	0	0	0
Каприновая (10:0)	0,0074	0,0067	0,0031	0,0027	0,0027
Лауриновая (12:0)	0,0056	0,0084	0,0069	0,0052	0,0052
Тридекановая (13:0)	0	0,012	0	0	0
Миристиновая (14:0)	4,6402	3,4739	3,8171	3,3529	3,3529
Миристолеиновая (14:1)	0,0123	0,0187	0,0163	0,0207	0,0207
Пентадекановая (15:0)	0,0157	0	0	0	0
Пальмитиновая (16:0)	20,2941	17,5074	16,9358	17,0587	17,0587
Маргариновая (17:0)	0,202	0,2814	0,3764	0,3275	0,3275
Стеариновая (18:0)	6,9327	2,1687	4,7301	4,9831	4,9831
Арахидиновая (20:0)	0,2039	0,2113	0,1924	0,1995	0,1995
Бегеновая (22:0)	0,1973	0	0,1804	0,1833	0,1833
Лигноцериновая (24:0)	0,1375	0	0,1328	0,141	0,141
Всего	32,6487	23,6885	26,3913	26,2746	26,2746
Мононенасыщенные жирные кислоты					
Пальмитолеиновая (16:1ω9)	14,0571	12,6483	14,7509	13,6591	13,6591
Олеиновая (18:1ω9)	22,3627	25,3917	24,5834	24,4083	24,4083
Гондоиновая (20:1ω9)	1,9357	0,8102	1,1382	1,2308	1,2308
Эруковая (22:1ω9)	1,0115	0,0372	0,0791	0,0607	0,0607
Нервоновая (24:1ω9)	0,6138	0,5512	0,4705	0,4398	0,4398
Всего	39,9808	39,4386	41,0221	39,7987	39,7987
Полиненасыщенные жирные кислоты					
Линолевая (18:2 ω6)	10,7834	21,7598	20,67	19,9	19,9
Альфа-линоленовая (18:3 ω3)	3,3635	2,1351	1,9	2,2	2,2

Гамма-линоленовая (18:3 ω6)	0,3738	0,5447	0,61	0,63
Эйкозодиеновая (20:2 ω6)	1,7311	1,6709	1,34	1,47
Арахидоновая (20:4 ω6)	1,2269	1,2733	0,98	0,84
Эйкозатриеновая (20:3 ω3)	0,0073	0	0,0065	0,0071
Эйкозапентаеновая (20:5 ω3)	1,7632	1,1763	1,9821	1,8386
Докозагексаеновая (22:6 ω3)	3,7234	3,1687	2,1708	2,5047
Всего	22,9726	31,7288	29,6594	29,3904
Прочие жирные кислоты	4,3979	5,1441	2,9272	4,5363

Наибольшее содержание мононенасыщенных жирных кислот в липидах было в образцах комбикормов № 2 и № 6. Полиненасыщенные жирные кислоты в большем количестве присутствовали в образцах № 3 и № 4 (табл. 2).

**Заключение.** По результатам исследования по содержанию и соотношению жирных кислот в образцах комбикормов, наиболее сбалансированным составом обладают образцы (от лучшего результата к худшему) № 2, № 7, № 8, №9. С уклоном в сторону содержания ω-3 полиненасыщенных жирных кислот сбалансирован состав липидов комбикормов № 3, № 4 и № 5. Наиболее несбалансированным жирнокислотным составом липидов обладали образцы комбикормов № 6 и № 1.

### Использованная литература

1. Абсалямов Р.Б. Испытания современных комбикормов для осетровых рыб в условиях замкнутого цикла водообеспечения // Тез.докл. VI ежегодной научной конференции студентов и аспирантов базовых кафедр ЮНЦ РАН. – Ростов-на-Дону, 2010. – С. 5-6.

2. Бахарева А.А., Грозеску Ю.Н. Кормление рыб в индустриальном рыбоводстве // Научно-производственное и социально-экономическое обеспечение развития комплексных мелиораций Прикаспия: Мат-лы докладов междунар. науч.-практ. конф. – с. Соленое Займище Астраханской области, 2006. – С. 560-567.

3. Махутова О.Н., Гладышев М.И. Незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты в физиологии и метаболизме рыб и человека: значение, потребности, источники // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2020. – Т. 106. – №. 5. – С. 601–621.

4. Четвертакова Е.В., Алексеева Е.А., Коломейцев А.В. Анализ содержания аминокислот и жирных кислот в комбикормах для лососевых рыб // Высокоэффективные научно-технологические разработки в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции (в рамках реализации программы "Приоритет - 2030"): Сборник научных трудов по материалам III международной научно-практической конференции,

Махачкала, 21 февраля 2024 года. – Махачкала: Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джамбулатова, 2024. – С. 380-391.

5. Comparative analysis of content of omega-3 polyunsaturated fatty acids in food and muscle tissue of fish from aquaculture and natural habitats / Gladyshev M. I. et al. // Contemporary problems of ecology. – 2018. – Т. 11. – С. 297-308.

## **БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ЛИПИДОВ В КОМБИКОРМАХ ДЛЯ ФОРЕЛИ**

**Четвертакова Е.В., Алексеева Е.А., Коломейцев А.В.**  
Красноярский государственный аграрный университет

**Аннотация.** Состав комбикормов для аквакультуры должен обеспечивать потребность рыб в нутриентах, в частности в липидах, от биологической ценности которых зависит метаболизм у рыб, пищевая ценность их мяса. Нами изучены девять образцов комбикормов для форели и установлено разное содержание насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, а также полиненасыщенных  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6 жирных кислот. Отношение насыщенных жирных кислот к ненасыщенным в образцах разных производителей варьировало от 1:1,50 до 1:3,49,  $\omega$ -3 к  $\omega$ -6 полиненасыщенным жирным кислотам также изменялось от 1:1,59 до 1:4,98. Полученные результаты говорят о несбалансированности комбикормов по насыщенным и ненасыщенным жирным кислотам.

Полиненасыщенные жирные кислоты  $\omega$ -3 являются важнейшими функциональными элементами мембран клеток организма животных и человека, предшественниками эйкозаноидов, участвуют в обеспечении нормального гомеостаза липидов в организме [0; 0; 0; 0]. Такие полиненасыщенные жирные кислоты как докозагексаеновая кислота (22:6) и эйкозапентаеновая кислота (20:5) необходимы для нормального функционирования организма рыб. Они обеспечивают высокую биологическую и пищевую ценность товарной рыбы для человека, оказывая профилактические и терапевтические эффекты. Поэтому должны являться одним из важнейших компонентов полнорационных комбикормов для рыб. Однако, единого мнения о балансе насыщенных и ненасыщенных жирных кислот в комбикормах для рыб в литературе не приводится [0; 0; 0; 0; 0]. В связи с этим изучение данного вопроса актуально.

Цель работы – определение биологической ценности липидов в комбикормах для форели.

В задачи исследования входило определение: баланса насыщенных жирных кислот к ненасыщенным; баланса омега-3 ( $\omega$ -3) к омега-6 ( $\omega$ -6) полиненасыщенным жирным кислотам.

**Материал и методика исследования.** Объектом исследования были девять образцов комбикорма разных производителей (табл. 1).