

ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ ПРИ ВВЕДЕНИИ В РАЦИОН КОНЦЕНТРАТА РАПСОВОГО БЕЛКА

Анподист А.В., аспирант

**Поддубная И.В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
тел.: 88452233292, kozak510@sgau.ru**

**ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет
генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»**

Ключевые слова: радужная форель, комбикорм, кормление, мышечная ткань, жирные кислоты

Представлены результаты исследования содержания жирных кислот в мышечной ткани радужной форели. Выявлено накопление насыщенных и мононенасыщенных жирных кислот, входящих в триацилглицерины, являющиеся источниками энергии. Отмечено более высокое накопление полиненасыщенных линолевой (18:2 n-6) и линоленовой (18:3 n-3) жирных кислот в опытной группе, которой вводился в рацион концентрат рапсового белка в количестве 6 % по сравнению с контролем на 3,96 и 0,43 %, соответственно, которые могут подвергаться трансформации с образованием длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот: арахидоновой кислоты (20:4 n-6), эйкозопентаеновой (20:5 n-3) и докозапентаеновой (22:5 n-3) докозагексаеновой (22:6 n-3), выполняющих важнейшие физиологические функции в организме рыб.

Введение. Рыбы относятся к пойкилотермным животным. Поэтому у них при достаточно низкой температуре тела в его составе присутствуют липиды с большим количеством углеродных атомов (12-24) и углеродных связей. Так у пресноводных холодноводных рыб количество полиненасыщенных жирных кислот ряда линолената (n-3) с 5 и 6 двойными связями выше, чем у тепловодных животных. Это поддерживает нормальную проницаемость клеточных мембран при более низких температурах, чем у тепловодных рыб, обитающих в пресных водоемах [1].

Пресноводные холодноводные рыбы в основном нуждаются в n-3 кислотах линоленового ряда: линоленовой (18:3 n-3), эйкозапентаеновой (20:5 n-3) и докозагексаеновой (22:6 n-3).

Мышцы и внутренний жир являются основными тканями для запасаания липидов у лососевых рыб [2].

Материалы и методы исследований. Объектом исследования явились годовики радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) средней массой 250 г, которую выращивали с использованием в кормлении концентрата рапсового белка на рыбозаводном предприятии «IRON FISH» PCO Осетия-Алания г.

Таблица 1 - Состав комбикормов, используемых в опыте

Показатель	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Компонентный состав, %			
Зародыш пшеничный	6,0	6,0	6,0
Мука пшеничная	8,0	8,0	8,0
Соевая мука	7,0	7,0	7,0
Шрот соевый	13,0	9,0	7,0
Глютен кукурузный	11,0	11,0	11,0
Рыбная мука	20,0	20,0	20,0
Мясная мука	10,0	10,0	10,0
Мясокостная мука	4,0	4,0	4,0
Рыбий жир	17,0	17,0	17,0
Концентрат рапсового белка	-	4,0	6,0
Премикс форелевый	1,0	1,0	1,0
Функциональные добавки	3,0	3,0	3,0
Химический состав, %			
Сырой протеин	45,75	43,44	42,0
Сырой жир	21,2	23,0	24,0
Сырая клетчатка	1,8	1,8	1,8
Сырая зола	10,9	9,0	9,0

Ардон в бетонных чеках. Было сформировано 3 группы: контрольная и две опытные. Контрольная группа получала производственный корм для радужной форели марки «Рост», опытные группы получали этот же комбикорм, но с заменой соевого шрота в количестве 4 и 6 % рапсового белка (таблица 1).

Результаты исследований и их обсуждение. Насыщенные жирные кислоты (НЖК) и мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК) входят в состав триацилглицеринов (ТАГ), используемых в качестве источников энергии [3]. Так у рыб 1-й опытной группы

насыщенные и мононенасыщенные жирные кислоты, кроме эруковой кислоты в мышцах форели преобладали по сравнению жирными кислотами контрольной группы, что указывало на высокий уровень ТАГ в данных тканях (таблица 2).

Таблица 2- Содержание жирных кислот в мышечной ткани радужной форели при введении в рацион концентрата расового белка

Показатель	Группа			
	Формула IUPAC	контрольная	1-опытная	2-опытная
Насыщенные жирные кислоты (НЖК), %				
Пальмитиновая	16:0	21,93±2,37	24,20±0,76	14,70±0,91*
Стеариновая	18:0	6,97±0,41	8,87±0,49*	8,70±0,06*
Итого НЖК		28,87	33,07	23,40
Мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК)				
Гексадеценовая (пальмитолеиновая)	16:1n-7	36,2±44,5	35,8±4,5	45,40±4,1
Олеиновая	18:1 n-9	22,17±3,46	22,43±1,94	26,11±0,12
Эруковая	22: 1 n-9	2,47±0,55	1,3±0,06	3,33±0,20
Итого МНЖК		60,7	59,53	74,84
Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК n-6), %				
Линолевая	18:2 n-6	7,17±1,1	4,63±0,09	11,13±0,85*
Арахидоновая	20:4 n-6	1,07 ± 0,23	1,23 ± 0,09	0,87 ± 0,13
Докозадиеновая	22:2n-6	13,77 ± 1,21	13,7 ± 0,49	13,13 ± 0,30
Итого ПНЖК ω6		22,01	19,58	25,13
Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК n-3), %				
Линоленовая	18:3n-3	2,1± 0,44	1,2± 0,12	2,53± 0,09
Эйкозапентаеновая	20:5n-3	7,93±2,9	9,03±0,15	4,53± 0,09
Итого ПНЖК ω3		10,03	10,23	7,06

* $P \geq 0,95$

У рыб 2-й опытной группы также наблюдается повышение количества стеариновой кислоты и незначительное увеличение МНЖК по сравнению с контролем

Согласно литературным данным высокий уровень эруковой кислоты характерен для ракообразных и рапсового масла [2]. По-видимому, во 2-й опытной группе, где концентрат рапсового белка вводился в рацион в количестве 6 %, количество эруковой кислоты оказалось выше.

Уровень линолевой кислоты в организме рыб напрямую зависит от ее экзогенного поступления [4].

Содержание линолевой и линоленовой кислот в мышцах радужной форели 2-й опытной группы было больше на 3,96 и 0,43 % по сравнению с контролем.

Другие же ПНЖК, такие как арахидоновая и эйкозапентаеновая были выше в 1-й опытной группе на 0,16 и 1,07 %, соответственно, по сравнению с контрольной группой. Арахидоновая кислота, наряду с эйкозапентаеновой, является предшественником простагландинов. Данные кислоты синтезируются во многих тканях в ответ на различные внеклеточные сигналы и участвуют в функционировании печени, нервной ткани, свертывании крови, иммунных и воспалительных реакциях [2].

Установлено значительно низкое содержание докозагексаеновой 22:6 (n-3) кислоты в тканях рыб подопытных групп, которое составило менее 1 %. По данным ряда исследователей, концентрация докозагексаеновой 22:6 (n-3) кислоты у сенегальской солеи обратно пропорциональна содержанию эйкозапентаеновой 20:5 (n-3) кислоты в корме [5]. По-видимому, введение эйкозапентаеновой 20:5 (n-3) кислоты вместе с кормом было достаточно высоким, что снизило количество докозагексаеновой 22:6 (n-3) кислоты.

Закключение. Проведенные исследования показывают, что, к концу опыта, к осени происходило накопление в мышечной ткани опытных групп мононенасыщенных жирных кислот, входящих в состав триацилглицеринов (ТАГ), используемых в качестве источников энергии. Также наблюдается преобладание полиненасыщенных жирных кислот: линолевой (18:2 n-6) и линоленовой (18:3n-3) во 2-й опытной группе по сравнению с контролем.

Трансформация путем ферментативной элонгации (удлинения цепи) и десатурации (образования двойных связей) экзогенных линоленовой и линолевой кислот до длинноцепочечных жирных кислот с 4–6 двойными связями, которыми являются арахидоновая кислота (20:4 n-6) и эйкозапентаеновая (20:5 n-3) в 1-й опытной группе происходила более интенсивно, так как содержание последних увеличилось в мышечной ткани с уменьшением количества линоленовой и линолевой кислот.

Библиографический список:

1. Щербина, М.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М.А. Щербина и Е.А. Гамыгин/ М : Издательство «Сельскохозяйственные технологии», 2016. –с. 304.
2. Sargent, J.R. The lipids. Fish nutrition / J.R. Sargent, D.R. Tocher, J.G. Bell. — San Diego : Academic Press, 2002. — p. 260.
3. Васильева, О.Б. Ассимиляция экзогенных жирных кислот в тканях радужной форели *Parasalmo mykiss* (Walbaum, 1792) в аквакультуре / О.Б.

Васильева, М.А. Назарова, Н.Н. Немова/ Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство - 2023. - № 1 - С. 98-104.

4. Bell, J.G. Growth, flesh adiposity and fatty acid composition of Atlantic salmon (*Salmo salar*) families with contrasting flesh adiposity: Effects of replacement of dietary fish oil with vegetable oils / J.G. Bell, J.Pratoomyot, F. Strachan, R.J. Henderson, R. Fontanillas, A. Hebard, D.R. Guy // *Aquaculture*. 2010. – № 306. – P. 225–232.

5. Villalta, M.A. Effects of dietary eicosapentaenoic acid on growth, survival, pigmentation and fatty acid composition in Senegal sole (*Solea senegalensis*) larvae during the *Artemia* feeding period / M.A. Villalta, A. Estévez, M.P. Bransde., J.G. Bell // *Aquaculture Nutrition*. - 2008. - Vol. 14. - № 3. - P. 232–241.

FATTY ACID COMPOSITION OF RAINBOW TROUT MUSCLE TISSUE WHEN INTRODUCING RAPESEED PROTEIN CONCENTRATE INTO THE DIET

Anpodist A.V., Poddubnaya I.V.

Keywords: *rainbow trout, compound feed, feeding, muscle tissue, fatty acids*

The results of the study of the fatty acid content in the muscle tissue of rainbow trout are presented. The accumulation of saturated and monounsaturated fatty acids included in triacylglycerols, which are sources of energy, was revealed. A higher accumulation of polyunsaturated linoleic (18:2 n-6) and linolenic (18:3 n-3) fatty acids was noted in the experimental group, which was introduced into the diet of rapeseed protein concentrate in the amount of 6% compared to the control by 3.96 and 0.43%, respectively, which can undergo transformation with the formation of long-chain polyunsaturated fatty acids: arachidonic acid (20:4 n-6), eicosapentaenoic (20:5 n-3) and docosapentaenoic (22:5 n-3) docosahexaenoic (22:6 n-3), which perform the most important physiological functions in the body of fish.