

**Министерство науки и образования Российской Федерации  
Федеральное агентство научных организаций России**

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ИРРИГАЦИОННОГО РЫБОВОДСТВА**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение ВО  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОЦИАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**Представительство Россотрудничества в Республике Молдова  
Российский Центр науки и культуры в Кишиневе  
Республиканский центр по исследованию водных генетических ресурсов  
«АКВАГЕНРЕСУРС»**

**Международная научно-практическая конференция**

**Интегрированные технологии  
аквакультуры в фермерских хозяйствах**

**г. Москва, 9 декабря 2016 г.**

УДК 639.3

## ОСОБЕННОСТИ ОТКОРМА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ НА ТЕПЛЫХ ВОДАХ

Есавкин Ю.И., Грикшас С.А., Шеховцов Д.С.

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Дроздов А.А. ООО «Десна»

## FEATURES FEEDING RAINBOW TROUT IN WARM WATERS

Esavkin Y.I., Grikschas S.A., Shekhovtsov D.S.

**Резюме.** Приведены морфометрические, морфологические и физиологические показатели радужной форели при интенсивном откорме.

**Ключевые слова:** форелеводство, радужная форель, корма, эффективность, интенсивный откорм

**Sammury.** Results morphometric, morphological and physiological characteristics of rainbow trout in intensive fattening.

**Key words:** trout farming, rainbow trout, feed efficiency, intensive fattening

В настоящее время актуален вопрос о значительной интенсификации производства рыбной продукции за счет увеличения скорости роста, плотности посадки, кислородной емкости воды, кормления калорийными кормами и других мероприятий.

Для увеличения скорости роста, сокращения технологических этапов производства продукции необходимо решить проблему качества кормов. В отечественном рыбоводстве она должна решаться на основе разработки эффективных рецептов с повышенным уровнем энергии (липидов), включением в состав кормов биологически активных веществ, каротиноидов, токоферола и др. (Остроумова, 2001; Щербина, Гамыгин, 2006).

Увеличение количества энергии в кормах за счет введения в гранулированные корма жира, повышает скорость роста, способствует более эффективному использованию питательных веществ, снижает количество выделяемых экскрементов, оказывает протеиносберегающее действие, но при этом может снизить резистентность организма рыб (Остроумова, 2001; Тимошина и др. 1988; Есавкин, др., 2014). Отмечено, что аккумуляция жира в организме форели повышается с увеличением энергопротеинового отношения, т.е. установлена прямая корреляция не с увеличением липидов в корме, а с увеличением их отношения к уровню белка в корме. Однако, при этом развивается анемия (Краснов, Полина, Рыжков, 1984; Остроумова, 2001).

Для молодежи форели энерго-протеиновое отношение составляет 6,9 - 7,5 ккал (28,9-31,4 кДж), для двухлеток 10-12 ккал (41,9-50,3 кДж) на 1 г протеина.

Для улучшения физиологического состояния, повышающего резистентность организма рыб за счет нормализации гематологических показателей применяются соли кобальта.

Таблица 1 - Энерго-протеиновое отношение в кормах для радужной форели (кДж/1г протеина)

Тип корма	Норма*	АК	Stella 1P	Aquarex
Корма для молоди от 1 г до 50 г	28,9-31,4	30,0-37,1	34,0- 54,9	30,3-52,2
Производственные от 50 г до 1000 г и более	41,9-50,3	35,1-41,3	44,1-73,0	55,8-71,4

\* - Краснов, Полина, Рыжков, 1984; Остроумова, 2001

Кобальт участвует в процессах кроветворения. Он входит в молекулу витамина В<sub>12</sub> (кобаламина), который представляет собой сложную молекулу с атомом кобальта в центре:

- Является активатором кроветворения - стимулирует выработку эритроцитов, участвует в усвоении железа, таким образом, предотвращая развитие анемии;

- Регулирует функции нервной системы - кобальт в составе витамина В<sub>12</sub> участвует в строительстве белковых и жировых структур защитного миелинового слоя нервной клетки, предотвращая неврологические симптомы: раздражительность, утомление, обострение нервных заболеваний;

- Нормализуя обмен веществ - кобальт регулирует работу эндокринной системы, входит в состав металлоэнзимов, во многих реакциях обмена является активатором ферментов;

- В тесном взаимодействии с витамином С, фолиевой кислотой (витамином В<sub>9</sub>) и пантотеновой кислотой (витамином В<sub>5</sub>) участвует в синтезе белков, жиров и углеводов;

- Способствует обновлению клеток организма - кобаламин во взаимодействии с другими веществами запускает основной жизненный процесс - синтез дезоксирибонуклеиновой и рибонуклеиновой кислот (ДНК и РНК), из которых состоят клеточные ядра, и которые содержат всю наследственную информацию. Они поддерживают и стимулируют синтез белковых веществ;

- Стимулирует рост костной ткани - достаточный запас в остеобластах (клетках костной ткани) кобаламина имеет важное значение для образования костей. Это особенно важно для детей, в период активного роста, и женщин, в климактерическом периоде, у которых происходит гормонально обусловленная потеря костной массы;

- Проявляет антиатеросклеротическое действие - кобальт способствует снижению уровня холестерина в крови и выведению его из кровеносных сосудов, предупреждая его отложение на стенках сосудов в виде атеросклеротических бляшек;

- Иммуностимулирующее - органические соединения кобальта оказывают благоприятное влияние на иммунитет, повышая фагоцитарную активность лейкоцитов.

Поэтому при контроле над физиологическим состоянием объектов выращивания при интенсивном откорме и оценке качества выращиваемой

рыбы при воспроизводстве ценных видов рыб определение показателей крови является одним из надежных и оперативных методов.

Цель данной работы заключалась в разработке методов повышения эффективности интенсивного откорма радужной форели в условиях теплых вод.

### Методы и схема исследований

Опыт проводился в производственных условиях в садках ООО «Десна» с ноября по февраль. Опытным материалом служили годовики форели средней массой 95,8 г, 103,0 тыс. шт. Площадь каждого садка составляла 10 м<sup>2</sup>, глубина – 2,5 м. Контроль скорости роста осуществлялся 1 раз в 10 - 15 дней путем вылова и взвешивания 10% рыб.

Морфометрические показатели определялись путем измерений различных структур тела рыб (Правдин, 1966). Рыб вскрывали и подвергали полному морфологическому анализу (Смирнов и др., 1972; Кублицкас, 1976). Рассчитывали относительную массу отдельных органов и частей тела в процентах от массы тела. Гематологические показатели определяли по Т.Н. Ивановой (1983).

Исследования были проведены в условиях интенсивного откорма (скорость роста  $K_m = 0,09$  и более). Скорость роста оценивали по коэффициенту массонакопления ( $K_m$ , Купинский, Баранов, 1985). Так как коэффициент массонакопления является константой, он позволяет легко сравнивать скорость роста рыбы с различной массой. Диапазона использования коэффициента массонакопления имеет некоторые ограничения:

1. Масса рыбы должна быть 1 г и более. Это чисто математическое ограничение, связанное с особенностями формул, используемых для расчетов.
2. Рыба должна находиться на ювенальном этапе онтогенеза (то есть быть неполовозрелой). Можно использовать  $K_m$  и на половозрелой рыбе, но точность расчетов в этом случае будет намного ниже, так как рост половозрелой рыбы отличается ярко выраженной периодичностью.

Таблица 2 - Схема опыта

Вариант	Период (дата)	Посадка, шт./м <sup>2</sup>	Температура, °С	Кислород, мг/л	Марка корма
1-2	1-1.11-10.12	200,0	18-15	9,5-10,2	Aquarex 43/27
1-2	2-11.12-21.01	140.0	15-5	10.2-12.8	Aquarex 43/27
1	3-21.01-11.04	50	5-18	12.8-9.5	Aquarex 43/27
2					Aquarex43/27+0,5mg/kg CoCl <sub>2</sub>

Полученные экспериментальные данные подвергнуты биометрической обработке по методам, предложенным Н.А. Плохинским (1980), уровень достоверности принят равным 95,0%. Обработка проведена с использованием

программного пакета MS Excel 2003.

Таблица 3 - Показатели качества корма Aquarex 43/27

Наименование	Содержание, %
Протеин	не менее 43
Жир	не менее 23
Зола	не более 10,0
Клетчатка	не более 2,0
Калорийность (переваримая энергия)	не менее 21,5 МДж/кг
Кдж/г	50

Таблица 4 - Рекомендуемые нормы кормления, кг на 100 кг рыбы в сутки

Масса рыбы, г	Размер гранул, мм	Температура воды, °С				
		2	6	10	14	16
80-200	4	0,6	1,0	1,4	1,8	2,0
200-500	5	0,5	0,9	1,3	1,7	1,9
500-1000	6-8	0,4	0,8	1,2	1,6	1,8

- Данные представленные в таблице, имеют рекомендательный характер и могут изменяться в зависимости от состояния рыбы, ее активности и условий содержания.

### Результаты

Водоем-охладитель Смоленской АЭС на котором базируется ООО «Десна» образован в 1980 году в верхнем течении реки Десны и в настоящее время водохранилище вытянуто вдоль образующей его реки и носит черты водоемов руслового типа с небольшими заливами вдоль долин, впадающих в него рек. Он в настоящее время имеет площадь 4,2 тыс. га при длине 55 и наибольшей ширине - 4,5 км. Максимальная глубина водоема составляет 18 м, средняя- 4 м, объем водной массы- 300 млн. м<sup>3</sup>. площадь активного охлаждения водоема составляет 25%.

Таблица 5 - Результаты выращивания форели 1 этап (варианты 1 и 2)

Показатель	Дата				
	1.11	15.11	29.11	10.12	1.11-10.12
Продолжительность опыта, сутки	0	14	15	10	39
Средняя масса рыбы, г	95,8	127,1	160,4	206,2	206,2
Израсходовано корма, кг	-	2825	4350	3450	10625
Выживаемость, %	-	100	100	98	98
Выход иктиомассы, кг / м <sup>3</sup>	19,7	26,2	33,0	41,6	41,6
Коэффициент массонакопления, Км	-	0,097	0,081	0,142	0,102
Относительная скорость роста, %	-	2,04	1,56	2,54	1,99
Суточный рацион, %	-	1,76	1,96	1,86	1,79
Затраты корма, кг/кг	-	0,88	1,27	0,80	0,97
Затраты протеина на 1 кг прироста	-	378	543	344	417

В этот период отмечена очень высокая скорость роста. Затраты корма составили чуть меньше 1 кг на 1 кг привеса. При относительно хорошей сохранности рыбы.

### *Температурный и кислородный режимы*

На протяжении эксперимента условия содержания (температурный и кислородный режимы) находились в пределах технологической нормы. Температура воды изменялась от 18<sup>0</sup>С до 5<sup>0</sup>С, концентрация растворенного в воде кислорода не опускалась ниже 100 % насыщения, независимо от температуры.

В соответствии с изменениями температурного режима в период исследований нами выделены три этапа в технологическом процессе.

Первый – ноябрь - первая декада декабря;

Второй - вторая декада декабря – января;

Третий – третья декада января – по апрель

### *Рост форели*

Установлено, что скорость роста годовиков радужной форели находится в тесной зависимости от температуры воды и продолжительности кормления высококалорийными кормами. При понижении температуры воды и длительном кормлении кормом «Aquarex 43/27» скорость роста форели снижается с 2,0-2,5% в сутки до 1,0-1,2%. При этом у годовиков форели выявлены признаки развития анемии (визуальные наблюдения).

Этап 2 (10.12 – 21.01) Понижение температуры воды в этот период значительно снизило значения скорости роста (до 1,0%), что привело к ухудшению эффективности выращивания. Затраты корма на прирост увеличились с 0,9 -1,3 единиц за первый период до 1,3 – 1,9 (на 44 – 46%). При этом сохранность (выживаемость) рыбы составила всего 96,0%.

В конце этого периода при ихтиопатологическом осмотре рыбы была выявлена анемия.

Таблица 6 -. Результаты выращивания форели 2 этап (варианты 1 и 2)

Показатель	Дата					
	10.12	21.12	31.12	11.01	21.01	10.12-21.01
Продолжительность опыта, сутки	0	11	10	11	10	42
Средняя масса рыбы, г	206,2	229,9	260,0	288,7	321,3	321,3
Израсходовано корма, кг		3825	3750	3750	4325	15650
Выживаемость, %	-	98	96	100	100	96
Выход ихтиомассы, кг / м <sup>3</sup>	30,3	33,2	36,8	40,8	45,4	45,4
Коэффициент массонакопления, Км		0,059	0,077	0,062	0,072	0,067
Относительная скорость роста, %	-	0,99	1,24	0,96	1,08	1,06
Суточный рацион, %	-	1,58	1,55	1,26	1,43	1,43
Затраты корма, кг/кг	-	1,93	1,82	1,32	1,34	1,37
Затраты протеина на 1 кг прироста		830	783	567	576	

В целях предотвращения этого процесса нами было принято решение дополнительно в корма ввести соль хлористого кобальта (0,5 мг на 1 кг корма).

Таблицы 7 - Результаты выращивания рыбы на 3 этапе

Вариант	1-2	1 - к	2	% 2 к 1-к
	Дата			
Показатель	21.01	11.04	11.04	
Продолжительность опыта, сутки	0	80	80	-
Средняя масса рыбы, г	321,3	518,2	612,0	118,1
Количество, шт.	500	450	475	105,6
Израсходовано корма, кг		98,5	98,5	100
Выживаемость, %	-	90	95	+5
Прирост ихтиомассы, кг	-	72,5	130,0	179,3
Выход ихтиомассы, кг / м <sup>3</sup>	16,1	23,3	29,1	124,8
Среднесуточный прирост, г/шт.	-	2,46	3,63	147,6
Коэффициент массонакопления, Км	-	0,044	0,061	138,6
Относительная скорость роста, %	-	0,60	0,81	135,0
Суточный рацион, %	-	0,65	0,56	86,2
Затраты корма, кг/кг	-	1,36	0,76	55,9
Затраты протеина на 1 кг прироста		585	327	55,8

Кобальт принимает участие в процессах кроветворения. Его физиологическая функция непосредственно связана с витамином В<sub>12</sub>, в состав которого кобальт входит в количестве 4,5%. При недостатке кобальта в рационе возникает тяжелая форма анемии вследствие сильного угнетения синтеза витамина В<sub>12</sub>. Кобальт активизирует ферменты аргиназу, фосфатазу и многие гормоны. Кобальт токсичен: 25–30 мг на 1 кг массы тела считается смертельной дозой.

Применение этого вещества позволило существенно улучшить физиологическое состояние рыбы и увеличить сохранность на 5,0%, выход ихтиомассы на 24,8%, скорость роста на 35,0% при снижении затрат корма на прирост на 44,0%.

Изучение морфофизиологических показателей в данной работе не являлось целью, а - средством позволяющим использовать полученные данные при разработке технологическим норм, методов, режимов, способов и приемов искусственного культивирования в контролируемых и регулируемых условиях для получения максимально возможного и эффективного технологического продукта (пищевая продукция, технология производства).

Представленные данные показывают, что увеличение скорости роста форели в варианте 2 позволило вырастить более крупную форель (разница достоверна), Это превосходство по массе рыбы соответственно повлияло и на различия по другим показателям.

Таблица 8 - Относительные показатели экстерьера и морфологии форели

Вариант	Вариант1(без кобальта)		Вариант 2 (с кобальтом)	
	М ± м	С <sub>v</sub> , %	М ± м	С <sub>v</sub> , %
Смитта, см	32,8±0,5	2,8	34,1±1,1	5,6
% к длине по Смитту				
Малая длина	69,9±0,5*	1,2	78,4±4,6	10,1
Длина головы	20,2±0,1	1,0	20,0±0,4	3,3
Высота тела	27,4±1,0	6,1	27,4±0,6	3,7
Толщина тела	12,2±0,06	0,8	12,9±0,6	2,4
Обхват	67,1±2,4	6,3	67,7±2,4	6,0
Длина желудка	30,9±1,4	8,0	30,2±2,7	15,7
Длина кишечника	65,2±4,3	11,3	70,2±2,3	5,6
Ку	1,47±0,02	2,8	1,54±0,09	10,4
Масса, г	518,2±12,1*	7,4	612,0±18,8	9,7
% к массе рыбы				
Порка	84,0±0,8	1,6	84,8±0,3	0,6
Голова	10,0±0,09	1,5	9,8±0,3	5,6
Жабры	2,4±0,09	6,5	2,3±0,09	6,7
Плавники	1,9±0,1	10,5	1,9±0,2	18,8
Сердце	0,13±0,018	25,4	0,12±0,009	12,4
Селезенка	0,19±0,08	69,6	0,28±0,03	17,9
Почки	0,7±0,06	14,3	0,8±0,07	13,9
Полостной жир	5,8±0,3	10,2	5,8±0,3	10,0
Жкт**	3,4±0,3*	15,3	6,2±0,5	12,6
Гонады	0,26±0,08	49,6	0,09±0,02	52,7
Тушка	68,3±0,8	2,1	69,6±0,9	2,3
Кожа	6,5±0,4	11,6	6,7±0,2	4,3
Мускулатура	55,2±0,4	1,3	56,8±0,8	2,4
Печень*	1,1±0,12*	18,4	1,5±0,07	7,9

\* - разница достоверна при  $p < 0,05$ , \*\* ЖКТ – желудочно-кишечный тракт

Морфофизиологические и гематологические исследования выращенной рыбы показали, что использование кобальта для кормления не вызывает патологических изменений в организме рыб. Индекс печени у опытных рыб был на уровне 1,5%. Концентрация гемоглобина в опытных рыб составила 95,7 г/л, другие гематологические показатели (количество лейкоцитов, тромбоцитов) достоверно различались, но находились в пределах физиологической нормы (Яржомбек и др., 1986).

Таблица 9 - Гематологические показатели

Вариант	Вариант 1 без кобальта		Вариант 2 с кобальтом	
	М ± м	С <sub>v</sub> , %	М ± м	С <sub>v</sub> , %
Гемоглобин, г/л	77,0±4,0*	9,1	95,7±9,1	16,4
Эритроциты, шт. * 10 <sup>12</sup>	1,16±0,06	9,1	1,07±0,04	6,1
Тромбоциты, шт. * 10 <sup>9</sup>	43,3±2,3*	13,3	20,0±0,0	0,0
Лейкоциты, шт. * 10 <sup>9</sup>	9,7±1,5*	26,9	6,2±0,5	12,6
Цветовой показатель, ед.	1,63±0,13*	14,1	1,93±0,07	6,0

\* - разница достоверна при  $p < 0,05$

Эффективности выращивания радужной форели на разных кормах:

Исходные данные

1. Начальная масса годовиков радужной форели – 321,3 г.
  2. Конечная масса товарной форели в варианте 1 (без кобальта) – 518,2 г.
  3. Конечная масса товарной форели в варианте 2 (с кобальтом) – 612,0 г.
  4. Площадь садка –  $10 \text{ м}^2$  (2,5м×4м).
  5. Начальная плотность посадки форели в садках – 500 шт./ садок.
  7. Плотность посадки в конце выращивания – 450 шт./садок (вариант 1).
  8. Плотность посадки в конце выращивания – 475 шт./садок (вариант 2).
- Расчет ведется по формуле И.Л. Фридмана (1986):

$$\mathcal{E}_3 = \Pi_2 * N * \mathcal{C} - \Pi_1 * N * \mathcal{C}, \text{ где}$$

$\mathcal{E}_3$  – экономический эффект, руб

$\Pi_1$  – прирост массы тела форели в садках в варианте 1:

$$(0,518 \text{ кг} * 450 \text{ шт.} * 10 \text{ м}^2 - 0,321 \text{ кг} * 500 \text{ шт./м}^2 * 10 \text{ м}^2) = 72,6 \text{ кг}$$

$\Pi_2$  – прирост массы тела форели в садках в варианте 2:

$$(0,612 \text{ кг} * 475 \text{ шт.} * 10 \text{ м}^2 - 0,321 \text{ кг} * 500 \text{ шт./м}^2 * 10 \text{ м}^2) = 130,1 \text{ кг}$$

$\mathcal{C}$  – цена 1 кг товарной форели – 250 руб.

Экономический эффект при выращивании находим по разности рыбопродукции -  $130,1 \text{ кг} - 72,6 \text{ кг} * 250 \text{ руб.} = 14375 \text{ руб.}$  или  $1437,5 \text{ руб/м}^2$

### Выводы

1. Температурный режим в период исследований существенно изменялся (от  $+18^{\circ}\text{C}$  до  $+5^{\circ}\text{C}$ ) в зависимости от режима работы станции.

2. Кислородный режим находился в пределах технологической нормы значения содержания кислорода в воде не опускалось менее 100% насыщения.

3. Скорость роста, уровень рыбопродукции, сохранность рыбы, затраты корма зависели от температурного режима и продолжительности кормления форели высококалорийным кормом «Aquarex 43/27».

4. Введение в корма «Aquarex 43/27» 0,5 мг на 1 кг корма хлористого кобальта способствует повышению эффективности выращивания форели, Скорость роста, выход иктиомассы, выживаемость рыбы увеличиваются на 5,0 – 32,2%, а затраты корма, протеина на прирост 1 кг иктиомассы снижаются на 13,8 – 44,1%.

5. Экономическая эффективность применения хлористого кобальта при кормлении форели позволяет получить прибыли на сумму 9775 руб. дополнительно товарной продукции в расчете на  $10 \text{ м}^2$  площади садков.

### Рекомендации производству

Рекомендуется для улучшения физиологического состояния форели при кормлении высококалорийным кормом «Aquarex 43/27» вводить дополнительно 0,5 мг на 1 кг корма хлористого кобальта.

## Литература

1. Есавкин Ю., Панов В., Золотова А. Пресноводное форелеводство Рыбоводно-биологическая характеристика радужной форели при интенсивном выращивании. LAP LAMBERT Academic publishing, 2014.-246 с.
2. Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб. Сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб. М., 1983. -110 с.
3. Краснов А.Н., Полина А.Н., Рыжков Л.П. Энергопротеиновое отношение в рационе лососевых рыб // Сб. научн. тр. - М.: ВНИИПРХ. - 1984. - Вып. 43. - С. 38-42.
4. Кублицкас А.К. Методика изучения жировых запасов, мясистой и весовых соотношений частей тела рыб // Типовые методики исследования продуктивности видов в пределах их ареалов. Вильнюс, 1976. Ч. II. С.104-109.
5. Купинский С.Б., Баранов С.А. Радужная форель – предварительные параметры массонакопления // Индустриальное рыбоводство в замкнутых системах. М., 1985. Вып. 46. С. 109-115.
6. Лавровский В. В. Пути интенсификации форелеводства.-М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.- 167 с.
7. Остроумова И.Н. Биологические основы кормления рыб. – С- Пб.: ГосНИОРХ. - 2001. – 372 с.
8. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 96 с.
9. Смирнов В.С. Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб / Смирнов В.С., Божко А.М., Рыжков Л.П., Добринская Л.А. // Труды СевНИОРХ. Петрозаводск, 1972. Т. 7. 215 с.
10. Тимошина Л.А., Мосейчук Е.Н., Михайлова Е.Н. Включение разного количества жира, витамина Е и других биостимуляторов в корма молоди форели//Сб. научн. Тр. ГосНИОРХ. – 1988. – Вып. 275. – С. 92-102.
11. Титарев Е.Ф. Холодноводное форелеводство. М., 2007. 280 с.
12. Фридман И.Л. Методические рекомендации по определению экономической эффективности мероприятий по рыбоводству и сырьевой базе пресноводных водоемов. – Л.: ГосНИОРХ, 1986 – 87 с.
13. Щербина М.А., Гамыгин Е.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. – М.: Изд-во ВНИРО. - 2006. – 360 с.
14. Яржомбек А.А., Лиманский В.В., Щербина М.А. Справочник по физиологии рыб. М.: Агропромиздат, 1986. 192с.