

ISSN 2311-6447

ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВОЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ АПК- ПРОДУКТЫ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ

TECHNOLOGIES FOR THE FOOD AND PROCESSING INDUSTRY OF AIC - HEALTHY FOOD

№ 4, 2022



ЛЕТ

**Ассоциация
Технологическая платформа «Технологии пищевой
и перерабатывающей промышленности АПК –
продукты здорового питания»
(Ассоциация «ТППИ АПК»)**

**Association
«Technology platform «Technologies of Food and Processing Industries
of Agro-industrial Complex– Healthy Food»
(Association «TFPI AIC»)**

**ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВОЙ
И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ АПК –
ПРОДУКТЫ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ**

**TECHNOLOGIES FOR THE FOOD
AND PROCESSING INDUSTRY
OF AIC – HEALTHY FOOD**

№ 4, 2022

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

SCIENTIFIC-THEORETICAL JOURNAL

**Воронеж
2022**

**2022
Voronezh**

**Журнал включен в перечень изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией
Министерства образования и науки Российской Федерации
для опубликования диссертационных исследований**

Журнал издается при информационной поддержке Министерства здравоохранения РФ
Материалы журнала размещаются в БД РИНЦ (<http://elibrary.ru>, л/д № 234-04/2014)
БД AGRIS (ЦНСХБ <http://www.cnsnb.ru/>)
ЭБС Лань (<http://e.lanbook.com>, л/д № 11/08)
ЭБ КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>, л/д № 32325-01)

**РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА
РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА**

Главный редактор:

Чертов Евгений Дмитриевич - д.т.н., профессор, председатель Правления Ассоциации «ГППП АПК», советник при ректорате ФГБОУ ВО «ВГУИТ»

Заместитель главного редактора:

Антипов Сергей Тихонович – д.т.н., профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств ФГБОУ ВО «ВГУИТ»

Члены редакционного совета:

Лисицын Андрей Борисович – д.т.н., профессор, академик РАН, лауреат Государственной премии РФ, Председатель Экспертного совета Ассоциации «ГППП АПК», научный руководитель ФГБНУ «ФНЦ Пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

Панфилов Виктор Александрович – д.т.н., академик РАН, руководитель рабочей группы «Машиностроение» Экспертного совета Ассоциации «ГППП АПК», профессор кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Трунов Юрий Викторович – д.т.н., заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

Завражнов Анатолий Иванович – д.т.н., профессор, почетный работник высшего образования, заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, академик РАН, заместитель Председателя Экспертного совета Ассоциации «ГППП АПК», главный научный сотрудник университета ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

Антипова Людмила Васильевна – д.т.н., Заслуженный деятель науки РФ, руководитель рабочей группы «Производство пищевых продуктов» Экспертного совета Ассоциации «ГППП АПК», профессор кафедры технологии продуктов животного происхождения ФГБОУ ВО «ВГУИТ»

Сычева Ольга Владимировна – д.с.-х.н., профессор, академик Российской Академии продовольственной безопасности, Почетный работник АПК РФ, заведующая кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «СтГАУ»

Васильева Лидия Михайловна - д.с.-х.н., доцент, заместитель председателя Экспертного совета Ассоциации «ГППП АПК», руководитель научно-образовательного центра «Осетроводство» ФГБОУ ВО «АГУ»

Дворянинова Ольга Павловна – д.т.н., доцент, руководитель рабочей группы «Аквакультура» Экспертного совета Ассоциации «ГППП АПК», заведующая кафедрой управления качеством и технологии водных биоресурсов ФГБОУ ВО «ВГУИТ»

Корнеева Ольга Сергеевна – д.б.н., профессор, Заслуженный работник высшей школы РФ, заместитель Председателя Экспертного совета Ассоциации «ГППП АПК», проректор по научной и инновационной деятельности ФГБОУ ВО «ВГУИТ»

Алексамян Игорь Юрьевич – д.т.н., профессор кафедры технологических машин и оборудования ФГБОУ ВО «АГТУ»

Росляков Юрий Федорович – д.т.н., Заслуженный изобретатель РФ, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, профессор кафедра пищевой инженерии ФГБОУ ВО «КубГТУ»

Романова Елена Михайловна – д.б.н., профессор, заведующая кафедрой биологии, экологии, паразитологии, водных биоресурсов и аквакультуры ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Федоренко Борис Николаевич – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой прикладной механики и инжиниринга технических систем ФГБОУ ВО «МГУПП»

Нухкади Ибрагимович Рабазанов - д.б.н., профессор, Заслуженный деятель науки РД, директор Прикаспийского института биологических ресурсов Дагестанского Федерального Исследовательского Центра РАН

Пучков Михаил Юрьевич - д.с.-х.н., доцент, заведующий лабораторией селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур ФГБОУ ВО «АГУ»

Захаров Вячеслав Леонидович - д.с.-х.н., доцент кафедры технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «ЕГУ им. И.А. Бунина»

Алиев Таймасхан Гасан-Гусейнович - д.с.-х.н., профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

Бобрович Лариса Викторовна - д.с.-х.н., профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

Ламонов Сергей Александрович - д.с.-х.н., профессор кафедры технологии производства, хранения и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

Сушков Василий Степанович - д.с.-х.н., профессор кафедры технологии производства, хранения и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

Скоркина Ирина Алексеевна - д.с.-х.н., профессор кафедры технологии производства, хранения и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

Международный состав:

Барулин Николай Валерьевич – д.н., заведующий кафедрой ихтиологии и рыбоводства Учреждение образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», респ. Беларусь

Асылбекова Сауле Жангировна – д.б.н., ассоциированный профессор, заместитель генерального директора «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», респ. Казахстан

Дьякун Ярослав – д.т.н., профессор Кошалинского политехнического университета, Польша

Оспанов А.А. – д.т.н., академик КазНАЕН, профессор КазНАУ, руководитель научно-исследовательского центра технологии перерабатывающих производств, респ. Казахстан

Акулич А.В. – д.т.н., профессор УО «МГУП», заслуженный изобретатель РБ, респ. Беларусь

Варади Ласло – д.б.н., президент сети центров аквакультуры Центральной и Восточной Европы (НАСИ), президент Венгерской ассоциации аквакультуры, Венгрия

Кизатова Майгуль Жалеловна – д.т.н., профессор, профессор кафедры фармацевтической технологии Казахского национального медицинского университета имени С.Д. Асфендиярова, республика Казахстан

РЕДАКЦИОННЫЕ КОЛЛЕГИИ РУБРИК**Сельскохозяйственная продукция**

Белозеров Г.А. (гл. ред.), Григорьева Л.В., Савельева Н.Н., Василенко В. Н., Причко Т.Г., Черемушкина И.В.

Аквакультура

Дворянинова О.П. (гл. ред.), Васильева Л.М., Соколов А.В., Мукатова М.Д., Иванова Е.Е.

Производство пищевых продуктов

Антипова Л.В. (гл. ред.), Чернуха И. М., Елисеева Л.Г., Родионова Н.С., Пономарева Е.И.

Машиностроение

Панфилов В.А. (гл. ред.), Остриков А.Н., Шаззо А.Ю., Шахов С.В., Мокрозуб В.Г., Федоренко Б.Н., Магомедов Г.О.

Ответственный секретарь: Лутова А.О.

Учредитель: Ассоциация «Технологическая платформа «Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания» (Ассоциация «ТППП АПК»)

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор): Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-61466 от 10 апреля 2015 г.

Подписной индекс в объединенном каталоге «ПРЕССА РОССИИ» 38920

Адрес Ассоциации «Технологическая платформа «Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания»

394036, Воронеж, пр. Революции, 19, ауд. 409

тел./факс: (473) 255-55-57

E-mail: red.platforma@mail.ru

платформа-апк.рф

Адрес редакции, издателя: 394036, Воронеж, пр. Революции, 19, ауд. 409

Адрес типографии: 394036, Воронеж, Средне-Московская улица, 32Е

Сдано в набор 02.12.2022.

Дата выхода в свет 28.12.2022.

Формат 70×100 1/8.

Усл. печ. л. 26,5. Тираж 1000 экз. Заказ 955

Цена – свободная.

© Ассоциация «Технологическая платформа «Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания», 2022

12+

Любое воспроизведение материалов и их фрагментов возможно только с письменного разрешения редакции.

| | |
|--|-----|
| <i>Войтенко Л.Г., Виташова А.Р., Челбина А.С.</i> Клинико-морфологическая диагностика новообразований молочной железы у собак | 166 |
| <i>Аксеновская Ю.М., Аксеновский А.В., Криволапов И.П., Щербаков С.Ю.</i> Сохранение товарного качества плодов при использовании лазерной обработки яблони в процессе выращивания, уборки и закладки на хранение | 171 |
| <i>Марков Ю.Ф., Ересько Л.Г., Буряк А.Н.</i> Изменение уровня кислотного числа жира в кукурузной крупе при различных, искусственно созданных условиях ее хранения | 178 |
| <i>Чаунина Е.А., Пельц Н.Н.</i> Точность организации кормления крупного рогатого скота – залог полноценного рациона | 184 |
| <i>Войтенко Л.Г., Кизиева Г.А.</i> Мастит овец. Диагностика, лечение | 190 |
| <i>Кузякина Л.И., Лыбенко Е.С., Емелев С.А.</i> Оценка питательности зерна узколистного люпина селекции ФНЦ ВИК, выращенного в условиях Кировской области | 195 |
| <i>Чаунина Е.А.</i> Эффективность роста цыплят-бройлеров при использовании кормовых добавок | 200 |
| <i>Бузов С.В.</i> Динамика биохимического анализа крови собак в зависимости от применения разработанных рационов | 207 |
| <i>Бобрович Л.В., Тарова З.Н., Мацнев И.Н., Пальчиков Е.В., Андреева Н.В., Картечина Н.В., Никонова, Л.И.</i> Структура затрат энергии при производстве плодов яблони в средней зоне садоводства Российской Федерации | 212 |
| АКВАКУЛЬТУРА | |
| <i>Рязанова Т.В.</i> Повышение эффективности работы траловой рыболовной системы путём улучшения гидродинамического качества гибких траловых щитков | 218 |
| <i>Кучихин Ю.А.</i> Перспектива и возможности применения белого люпина (<i>lupinus albus</i>) в кормах аквакультуры для ценных видов рыб | 225 |
| <i>Кучихин Ю.А., Размочаев Е.А., Скудова Н.А., Николаева М.А.</i> Исследование эффективности экструдированных кормов, содержащих бобы Люпина (<i>Lupinus Albus</i>), прошедшие Барогидротермическую обработку, на примере садкового выращивания Радужной форели (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) в акватории Ладожского озера | 231 |
| МАШИНОСТРОЕНИЕ | |
| <i>Соколов С.А., Яшонков А.А.</i> Разработка математической модели позиционирования ультразвукового излучателя в камере для реализации комбинированных процессов стерилизации жидких пищевых продуктов | 248 |
| <i>Максименко Ю.А., Свирина С.А., Мемедейкина Н.П., Теличкина Э.Р., Феклунова Ю.С.</i> Конвективно-радиационная распылительная сушилка для пищевых материалов | 254 |
| <i>Шубкин С.Ю., Сухарев И.Н.</i> Математическое моделирование процесса вакуумного насыщения пряно-копильными ароматизаторами экструдированных продуктов | 262 |
| <i>Мегада Е.В., Ким И.Н., Мунтян К., Трофимова Н.М.</i> Технологическое оборудование и приборы, используемые при изготовлении кулинарных изделий молекулярной гастрономии | 271 |
| <i>Максименко Ю.А., Свирина С.А., Мемедейкина Н.П., Теличкина Э.Р.</i> Экспериментально-аналитическое исследование теплопроводности пищевых концентратов функционального назначения | 278 |
| <i>Наузов В.А., Великанов Н.Л., Шарков О.В.</i> Подача рабочей жидкости в камеру обработки пищевых продуктов высоким давлением | 287 |
| <i>Яшонков А.А., Косачев В.С.</i> Инженерная модель сушки высоковлажных морепродуктов | 296 |
| <i>Ямпилев С.С., Цыбенков Ж.Б., Хандакова Г.Ж., Жигжитов А.О.</i> Оптимизация комплекса машин для очистки зерновых культур | 304 |



УДК 639.312; 639.3.043.2
DOI 10.24412/2311-6447-2022-4-231-247

Исследование эффективности экструдированных кормов, содержащих бобы Люпина (*Lupinus Albus*), прошедшие Барогидротермическую обработку, на примере садкового выращивания Радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) в акватории Ладожского озера

A study of the effectiveness of extruded feeds containing Lupin beans that have undergone Barohydrothermic treatment, using the example of cage cultivation of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in the waters of Lake Ladoga

Аспирант Ю.А. Кучихин,
МГУТУ им. К.Г. Разумовского, институт биотехнологий и рыбного хозяйства,
KuchihinYA@melkom.ru

директор НТЦ разработки и внедрения новых технологий кормления
Е.А. Размочаев, директор службы контроля качества и новых разработок Н.А. Скудова, начальник производственной лаборатории М.А. Николаева
ООО «АгроАльянсРазвития», RazmochaevEA@melkom.ru

Postgraduate Student Yu.A. Kuchikhin,
Moscow State Technical University named after K.G. Razumovsky, Institute of Biotechnology and Fisheries, KuchihinYA@melkom.ru

Director of the Science and Technical development and implementation of new feeding technologies E.A. Razmochaev, Director of Quality Control and New Developments Service N.A. Skudova, Head of the Production Laboratory M.A. Nikolaeva
Agroalliance Development LLC, RazmochaevEA@melkom.ru

Аннотация. Исследовали эффективность использования белого люпина (*Lupinus Albus*) в экструдированных кормах с частичной заменой рыбной муки. Так как цены на рыбную муку постоянно растут, а поиск качественного сырья затруднен, определение новых компонентов становится как никогда актуально. В разных странах производственные затраты на выращивание форели, связанные с кормлением при интенсивном коммерческом росте, составляют 50–60 % всех затрат. Поэтому необходимо, чтобы кормление рыб дало высокий экономический эффект. В производстве кормов для экспериментальной группы использовали зерна белого люпина, прошедшие барогидротермическую обработку. Их добавляли в рецептуры кормов в количестве 5 % для каждого экспериментального корма, и определяли эффективность кормления в сравнении с обычным кормом. Темпы роста показали незначительное увеличение прироста опытной группы по сравнению с экспериментальной. По итогам контрольного взвешивания на финал эксперимента средний вес в опытной группе был на 8,63 % больше, чем в группе контроля, наряду с этим внедрение в корм для радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) БГТО люпина не оказывает негативного влияния на физиологические показатели рыб и не вызывает повышенной смертности особей.

Abstract. This scientific article presents a study on the effectiveness of the use of white Lupin (*Lupinus Albus*) in extruded feeds with partial replacement of fish meal. Since the prices of fishmeal are constantly growing, and the search for high-quality raw materials is becoming more and more difficult, the definition of new components is becoming more relevant than ever. In different countries, the production costs of trout cultivation associated with feeding with intensive commercial growth account for 50-60 % of all production costs, so it is necessary that feeding fish has a high economic effect. In the production of feed for the experimental group, White Lupine grains that have undergone barohydrothermic treatment were used. BGTO Lupine was added to the feed formulations in an amount of 5 % for each experimental feed, and the feeding efficiency was compared in comparison with conventional feed. A comparison of growth rates showed a slight increase in the growth of the experimental group compared to the experimental one.

© Кучихин Ю.А., Размочаев Е.А., Скудова Н.А., Николаева М.А., 2022



According to the results of the control weighing at the end of the experiment, the average weight in the experimental group was 8.63 % higher than in the control group, along with this, the introduction of BGTO Lupine into the feed for Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) does not have a negative effect on the physiological indicators of fish and does not cause increased mortality of individuals.

Ключевые слова: экструдирование, радужная форель, белый люпин, аквакультура, кормление, садковое хозяйство, Ладожское озеро, барогидротермическая обработка

Keywords: extrusion, rainbow trout, white lupin, aquaculture, feeding, cage farming, Lake Ladoga, barohydrothermic treatment

В разных странах производственные затраты на выращивание форели, связанные с кормлением при интенсивном коммерческом росте, составляют 50–60 % всех затрат. Поэтому необходимо, чтобы кормление рыб дало высокий экономический эффект. Питательные вещества, содержащиеся в диете, должны не только поддерживать деятельность организма, но и способствовать его росту [4]. Наряду с белками, жирами и углеводами, витамины и минералы важны для поддержания жизненно важных функций. Если какое-либо необходимое вещество отсутствует или содержится в рационе в недостаточном количестве, то это препятствует нормальному функционированию организма.

Корма содержат более 60 различных структурных элементов, в том числе витаминные премиксы, минеральные вещества, антиокислители, связывающие вещества (укрепляющие консистенцию корма), крилевый жир и пигмент астаксантин (для придания окраски мясу форели), лекарственные средства и ферментные препараты (для лечения и повышения перевариваемости питательных веществ корма). Кроме того, в корма вводят вещества, создающие привлекающий запах и положительное вкусовое ощущение, — аспарагиновую кислоту, тирозин, серин, глутаминовую кислоту, валин [2].

Следует отметить, что цены на традиционные компоненты кормов для форели постоянно растут, поэтому исследование возможностей замены одних компонентов другими, особенно дефицитной рыбной муки, всегда было актуальной задачей. В следствие закрытия импортных поставок рыбной муки найти ей замену становится как никогда актуально.

В основе производств кормов для аквакультуры лежат технологии гранулирования, экспандирования и экструдирования. На сегодняшний день в корма для форели вводят различные нестандартные кормовые компоненты. Одним из таких компонентов является белый люпин, прошедший барогидротермическую обработку. Были проведены исследования на молодняке птицы, свиньях и других сельскохозяйственных животных по эффективности данного продукта. В последствии данное сырье было использовано в гранулированных кормах для таких видов рыб, как карп (*Cyprinus carpio*) и пестрый толстолобик (*Hypophthalmichthys nobilis*).

Барогидротермическая обработка (БГТО) – метод обработки зерна, при котором сырье загружается в камеру, камера герметизируется, подается под давлением пар. После истечения заданного времени камеру мгновенно разгерметизируют, и сырье перемещается с избыточным давлением в приемный бункер и при этом вспучивается. Время обработки сырья составляет от 3 до 300 с, давление пара от 0,3 до 3,0 МПа, а температура от 50 до 400 °С. Такая обработка приводит к деструкции природных полимеров, входящих в состав зерна, под действием термических, механических и химических процессов.

Барогидротермическая обработка люпина повышает доступность крахмала и тем самым повышает энергетическую ценность корма. При барогидротермической обработке люпина удаляется оболочка, тем самым снижается показатель клетчатки и алкалоидов. В исследовании люпин, прошедший БГТО, загружали в молотковую дробилку, в следствие работы которой сырье приобретало вид крупки. Полученный продукт для производства кормов получил название «БГТО Люпина».

Активно в производстве кормов для рыб использовали сою и горох. Наряду с ними БГТО люпина является относительно новым компонентом в производстве кор-



мов для рыб. Наиболее важным компонентом в комбикормах для всех видов рыб считается белок, основным источником которого в настоящее время является дорогостоящая рыбная мука. В качестве альтернативы белку рыбной муки может быть использован растительный белок обработанного зерна люпина, содержание которого составляет 32-46 %, что в 3 раза больше, чем в зерне злаковых культур. Люпин является источником жира, макро-, микроэлементов, каротина. Включение люпина в корма для рыб положительно влияет на показатели их физиологического состояния. По литературным данным, с включением люпина с частичной заменой им рыбной муки, соевого шрота и пшеничной муки снижается общая стоимость сырья на единицу прироста биомассы. Полученные литературные данные позволяют рассматривать люпин как один из перспективных источников полноценного белка для рыбы в аквакультуре. Проводились исследования совместно с научными институтами на эффективность люпина в комбикормах для ленского осетра (*Acipenser baeri Brandt*) с заменой 25 % рыбной муки на белковый концентрат из белого люпина в комплексе с мясокостной мукой (Руцкая, Тимошенко «Опыт использования люпина в комбикормах»). В опытной группе наблюдалось незначительное снижение интенсивности роста молоди сибирского осетра. Однако в связи с более низкой стоимостью потребляемого рыбой корма уровень рентабельности производства ихтиомассы в опытной группе был выше на 2,8 %, чем в контрольной, а себестоимость производства была ниже на 7,0 р. [2].

Так как люпин БГТО имеет высокое содержание каротиноидов, его используют в кормах для форели, которым для получения окраски мяса необходимо наличие красящего пигмента в получаемой продукции. Проводились опыты на базе форелевого завода АО «Адлер» с использованием люпина в кормах, однако результаты так и не были представлены.

Цель исследования - проведение оценки эффективности использования сухих экструдированных кормов с добавлением люпина, прошедшего барогидротермическую обработку (БГТО), для выращивания товарной форели.

Опыты проводили на территории предприятия садкового выращивания Радужной форели ООО «Ладожская форель», Республика Карелия, г. Питкяранта. Используются корма марки «Аquaгех» производства ОАО «Мелькомбинат», г. Тверь.

Эксперимент начался 1 июня 2022 г. и закончился окончательным подведением итогов 3 ноября 2022 г.

Эксперимент проводился на особях радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) (определен по Н.А. Мягков «Атлас-определитель рыб»). Для проведения эксперимента было взято 2 садка диаметром по 12,7 м каждый и с установленными стойками высотой по 1 м от водной поверхности. В садки установили безузловые дели с размером ячейки 18 мм (специальные препараты для обработки сетной камеры не применялись, т.к. дели использовались новые). Глубина просадки дели в месте установки составляла 7 м от водной поверхности. Глубина в местах установки садков составляла 11 м. Анализ гидрохимического режима водоема показал, что в период проведения эксперимента показатели были стабильны и отвечали требованиям ГОСТ 15.312.87 «Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы» для выращивания радужной форели.

Для эксперимента было отобрано 12 000 особей, которые были помещены в садки в количестве по 6 000 шт. Подсчет и перенос особей осуществлялся вручную. После переноса группам были присвоены названия 1М – группа контроля и 2М – группа опыта. Плотность посадки рассчитывалась по формуле определения объема стандартного параболоида:

$$V_{\text{станд. параб.}} = \frac{1}{2} abH, \quad a = \sqrt{2pH}, \quad b = \sqrt{2qH}$$

Таким образом, объем воды в ограниченной делью территории составляет 443 м³, следовательно, плотность посадки форели в эксперименте не превышает 14 рыб на 1 м³, что соответствует нормам плотности посадки форели в садковых хозяйствах (ВНИИРО, СХХХУ1). Перед началом эксперимента рыб кормили обычным кор-



мом без добавления люпина (табл. 1).

Таблица 1

Показатели общего корма до начала эксперимента

| Наименование | Расчет |
|--------------------|--------|
| Влажность, % | 7,14 |
| Сырой протеин, % | 44,53 |
| Сырой жир, % | 23,00 |
| Сырая клетчатка, % | 1,09 |
| Сырая зола, % | 6,13 |
| Крахмал, % | 10,10 |
| Лизин, % | 2,63 |
| Метионин, % | 0,88 |
| Метионин+цистин, % | 1,50 |
| Треонин, % | 1,87 |
| Триптофан, % | 0,45 |
| Аргинин, % | 2,30 |
| Изолейцин, % | 1,54 |
| Валин, % | 2,33 |
| Гистидин, % | 1,31 |
| Са, % | 1,36 |
| Р, % | 0,96 |
| Na, % | 0,29 |
| Витамин С, мг/кг | 400,00 |

После рассадки рыб было проведено измерение среднего веса рыб. Для этого из каждого садка было отобрано по 50 особей (Гамыгин, 2009). Перед взвешиванием рыб с вечера не кормили. Взвешивание проводилось на платформенных весах ВСП-5КС с погрешностью измерений +/- 10 грамм, рыбу переместили в тару с водой, установленную на весах. Был определен средний вес в садке: 1М – 304 г, 2М – 303 г. Перед началом эксперимента были проведены вскрытия для проверки на отклонения среднего веса органов и возможного наличия болезней. На это было заложено по 10 рыб с каждого садка, и первоначальная посадка не изменилась.

Достоверность различий между полученными результатами определяли по методике Стьюдента. Результаты вскрытия особей с группы 1М приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты вскрытий группы 1М

| № рыбы | Вес рыбы, г* | Печень, г | Печень, % | ЖКТ, г | ЖКТ, % | Почка, г |
|------------------|--------------|-----------|-----------|--------|--------|----------|
| 1 | 326 | 5 | 1,5 | 12 | 3,7 | 5 |
| 2 | 279 | 4 | 1,4 | 9 | 3,2 | 4 |
| 3 | 284 | 4 | 1,4 | 11 | 3,9 | 4 |
| 4 | 302 | 5 | 1,7 | 13 | 4,3 | 5 |
| 5 | 311 | 5 | 1,6 | 13 | 4,2 | 5 |
| 6 | 290 | 4 | 1,4 | 10 | 3,4 | 5 |
| 7 | 320 | 5 | 1,6 | 13 | 4,1 | 5 |
| 8 | 307 | 4 | 1,3 | 14 | 4,6 | 5 |
| 9 | 297 | 4 | 1,3 | 15 | 5,1 | 4 |
| 10 | 308 | 5 | 1,6 | 12 | 3,9 | 4 |
| Сред- ний вес | 302,4 | 4,4 | 1,4 | 12,8 | 4,2 | 4,6 |

*г – вес в граммах, % - вес в процентах от массы, ЖКТ – желудочно-кишечный тракт, очищенный



Стандартное отклонение по среднему весу в группе составляют 4,8 %. Результаты вскрытия особей с группы 2М приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты вскрытий группы 2М

| № рыбы | Вес рыбы, г | Печень, г | Печень, % | ЖКТ, г | ЖКТ, г | Почка, г |
|--------------------|--------------|------------|------------|-------------|------------|------------|
| 1 | 283 | 4 | 1,4 | 11 | 3,9 | 4 |
| 2 | 292 | 4 | 1,4 | 11 | 3,8 | 5 |
| 3 | 331 | 5 | 1,5 | 12 | 3,6 | 5 |
| 4 | 307 | 5 | 1,6 | 13 | 4,2 | 5 |
| 5 | 298 | 4 | 1,3 | 13 | 4,4 | 5 |
| 6 | 309 | 5 | 1,6 | 12 | 3,9 | 5 |
| 7 | 296 | 4 | 1,4 | 14 | 4,7 | 4 |
| 8 | 324 | 4 | 1,2 | 12 | 3,7 | 5 |
| 9 | 302 | 4 | 1,3 | 13 | 4,3 | 5 |
| 10 | 283 | 3 | 1,1 | 14 | 4,9 | 4 |
| Средний вес | 302,5 | 4,0 | 1,3 | 13,0 | 4,3 | 4,6 |

Стандартное отклонение по среднему весу в группе составило 4,6 %. Разница в выборках групп 1М и 2М по параметрам веса органов и тушки показывает отсутствие достоверного различия по методу Стьюдента, следовательно, можно проводить исследование на корма, так как группы идентичны на начало опыта.

Взвешивания на вскрытиях проводили на весах AND NP-5000S с погрешностью измерения +/-1 г. Так как погрешность данных весов ниже, чем у платформенных, происходит расхождение среднего веса в группах. При вскрытиях не были обнаружены физиологические отклонения или проявления болезней. В процессе эксперимента проводились вскрытия на 15-й, 45-й и последний день проведения эксперимента для проверки влияния кормосмеси на организм рыб (по рек. Щербина, Гамыгин, 2006, по рек. Скляров, 2008). Кормление на протяжении всего времени эксперимента проводили дважды в день. Для исследования использовали по 3 партии корма на каждую группу рыб. Показатели кормов для групп 1М и 2М приведены в табл. 4–9.

Таблица 4

Корм 1 для группы 1М. Гранула 5 мм

| Наименование | Расчет |
|--------------------|--------|
| Влажность, % | 7,14 |
| Сырой протеин, % | 44,53 |
| Сырой жир, % | 23,00 |
| Сырая клетчатка, % | 1,09 |
| Сырая зола, % | 6,13 |
| Крахмал, % | 10,10 |
| Лизин, % | 2,63 |
| Метионин, % | 0,88 |
| Метионин+цистин, % | 1,50 |
| Треонин, % | 1,87 |
| Триптофан, % | 0,45 |
| Аргинин, % | 2,30 |
| Изолейцин, % | 1,54 |
| Валин, % | 2,33 |
| Гистидин, % | 1,31 |
| Са, % | 1,36 |
| Р, % | 0,96 |
| Na, % | 0,29 |
| Витамин С, мг/кг | 400,00 |



Таблица 5

Корм 2 для группы 1М. Гранула 5 мм

| Наименование | Расчет |
|--------------------|--------|
| Влажность, % | 7,13 |
| Сырой протеин, % | 44,23 |
| Сырой жир, % | 23,00 |
| Сырая клетчатка, % | 1,01 |
| Сырая зола, % | 5,89 |
| Крахмал, % | 12,05 |
| Лизин, % | 2,63 |
| Метионин, % | 0,90 |
| Метионин+цистин, % | 1,50 |
| Треонин, % | 1,87 |
| Триптофан, % | 0,45 |
| Аргинин, % | 2,29 |
| Изолейцин, % | 1,52 |
| Валин, % | 2,32 |
| Гистидин, % | 1,31 |
| Са, % | 1,42 |
| Р, % | 0,88 |
| Na, % | 0,32 |
| Витамин С, мг/кг | 400,00 |

Таблица 6

Корм 3 для группы 1М. Гранула 7 мм

| Наименование | Расчет |
|--------------------|--------|
| Влажность, % | 7,28 |
| Сырой протеин, % | 44,10 |
| Сырой жир, % | 23,00 |
| Сырая клетчатка, % | 1,15 |
| Сырая зола, % | 5,93 |
| Крахмал, % | 11,68 |
| Лизин, % | 2,63 |
| Метионин, % | 0,88 |
| Метионин+цистин, % | 1,50 |
| Треонин, % | 1,87 |
| Триптофан, % | 0,46 |
| Аргинин, % | 2,29 |
| Изолейцин, % | 1,54 |
| Валин, % | 2,33 |
| Гистидин, % | 1,30 |
| Са, % | 1,32 |
| Р, % | 0,92 |
| Na, % | 0,008 |
| Витамин С, мг/кг | 400,00 |



Таблица 7

Корм 1 (БГТО люпина 5 %) для группы 2М. Гранула 5 мм

| Наименование | Расчет |
|--------------------|--------|
| Влажность, % | 6,91 |
| Сырой протеин, % | 44,00 |
| Сырой жир, % | 23,00 |
| Сырая клетчатка, % | 1,35 |
| Сырая зола, % | 5,21 |
| Крахмал, % | 11,49 |
| Лизин, % | 3,45 |
| Метионин, % | 1,29 |
| Метионин+цистин, % | 1,97 |
| Треонин, % | 2,41 |
| Триптофан, % | 0,65 |
| Аргинин, % | 4,22 |
| Изолейцин, % | 2,31 |
| Валин, % | 3,00 |
| Гистидин, % | 1,66 |
| Са, % | 1,19 |
| Р, % | 0,8 |
| Na, % | 0,26 |
| Витамин С, мг/кг | 400,00 |

Таблица 8

Корм 2 (БГТО люпина 5 %) для группы 2М. Гранула 5 мм

| Наименование | Расчет |
|--------------------|--------|
| Влажность, % | 6,78 |
| Сырой протеин, % | 44,10 |
| Сырой жир, % | 23,00 |
| Сырая клетчатка, % | 1,42 |
| Сырая зола, % | 5,74 |
| Крахмал, % | 10,07 |
| Лизин, % | 3,58 |
| Метионин, % | 1,27 |
| Метионин+цистин, % | 1,93 |
| Треонин, % | 2,61 |
| Триптофан, % | 0,67 |
| Аргинин, % | 4,30 |
| Изолейцин, % | 4,32 |
| Валин, % | 3,00 |
| Гистидин, % | 1,66 |
| Са, % | 1,32 |
| Р, % | 1,16 |
| Na, % | 0,265 |
| Cl, % | 0,2 |



Таблица 9

Корм 3 (БГТО люпина 5 %) для группы 2М. Гранула 7 мм

| Наименование | Расчет |
|--------------------|--------|
| Влажность, % | 6,92 |
| Сырой протеин, % | 44,10 |
| Сырой жир, % | 23,00 |
| Сырая клетчатка, % | 1,58 |
| Сырая зола, % | 5,56 |
| Крахмал, % | 10,74 |
| Лизин, % | 3,58 |
| Метионин, % | 1,26 |
| Метионин+цистин, % | 1,95 |
| Треонин, % | 2,51 |
| Триптофан, % | 0,66 |
| Аргинин, % | 4,27 |
| Изолейцин, % | 2,33 |
| Валин, % | 3,00 |
| Гистидин, % | 1,66 |
| Ca, % | 1,03 |
| P, % | 0,80 |
| Na, % | 0,23 |
| Cl, % | 0,21 |

Сильные различия в показателях кормов наблюдали по изменению размера гранулы, остальные показатели достоверно не отличали. Размер гранулы менялся в соответствии с ростом рыб. В производстве кормов для экспериментальной группы использовали зерна белого люпина, прошедших барогидротермическую обработку, в процессе которой с зерен удалялась внешняя оболочка. После очищенные зерна помещали в молотковую дробилку ДРМ-11. В результате получалась крупка, которой было присвоено наименование «БГТО Люпина» (табл. 10).

Таблица 10

Показатели «БГТО люпина»

| Показатели | Значение показателей |
|--|----------------------|
| Влажность, % | 8,5 |
| Сырой протеин в АСВ, % | 44 |
| Сырая клетч. в АСВ, % | 5,2 |
| Сырой жир в АСВ, % | 11 |
| Общая зола в АСВ, % | 3,7 |
| Содержание фосфора, % | 0,52 |
| Содержания кальция, % | 0,58 |
| <i>Аминокислоты г/кг натурального вещества</i> | |
| Аспарагиновая кислота+аспарагин | 57,2 |
| Глутаминовая кислота +глутамин | 72,7 |
| Серин | 35,9 |
| Гистидин | 8,2 |
| Глицин | 16,9 |
| Треонин | 16 |
| Аргинин | 47,6 |
| Аланин | 15,1 |
| Тирозин | 21,6 |
| Валин | 16,5 |
| Метионин | 1,5 |
| Цистин | 4,5 |
| Изолейцин | 20,1 |
| Фенилаланин | 16,9 |
| Лейцин | 31,4 |
| Лизин | 24,03 |
| Триптофан | 3,2 |



*АСВ – абсолютно сухое вещество

БГТО люпина добавлялся в рецептуры кормов в количестве 5 % для каждого экспериментального корма, снижая при этом объемы внесения рыбной муки и пшеницы, а так как он дешевле указанных компонентов, его внесение снижало себестоимость корма. Корма по рецептам производились в экструдере BUNLER ВСТН 125/260.

Стоимость сырья корма составляет: 1М (1) – 112 437 р. за 1 т, 1М (2) – 106 775 р. за 1 т, 1М (3) – 116 094 р. за 1 т, 2М (1) – 102 748 р. за 1 т, 2М (2) – 107 951 р. за 1 т, 2М (3) – 103 782 р. за 1 т. Так как стоимость компонентов отличается в связи с разницей цен на сырье при производстве определенных партий корма в разное время, для нахождения экономической целесообразности внесения Люпина в корма для форели будут использованы усредненные ценовые значения: 1М – 111 769 р. за тонну, 2М – 104 827р. за 1 т.

Показатели эффективности оценивали по изменениям роста весовых значений рыб, коэффициенту упитанности, экономической целесообразности и сохранности поголовья. Коэффициент упитанности определялся по формуле Фультона:

$$K_y(k) = \frac{P \cdot 100}{L^3}$$

где P – масса порки; L – длина тела по Смиуту.

Экономическая эффективность выращивания радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) рассчитана по методике, предложенной МСХ СССР и ВАСХНИЛ (1983).

За время проведения эксперимента было использовано 3 таблицы расчета рационов питания на весну, лето и осень. Временные сдвиги использования таблиц обоснованы поздним прогревом воды. В табл. 11–13 приведены используемые рационы кормления и временные промежутки их использования (Желтов «Кормление рыб», 2006). Корректировка рациона проводилась каждые 10 дней согласно результатам контрольных взвешиваний.

Таблица 11

Используемые рационы кормления форели на период с 01.06 до 15.06. В процентах от массы рыб

| Вес, г | Температура, °С | | | | | |
|--------|-----------------|------|------|------|------|------|
| | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| 300 | 0,76 | 1,31 | 1,85 | 2,23 | 2,84 | 2,89 |
| 350 | 0,74 | 1,28 | 1,82 | 2,15 | 2,81 | 2,85 |
| 400 | 0,72 | 1,23 | 1,76 | 2,10 | 2,73 | 2,78 |
| 450 | 0,71 | 1,21 | 1,71 | 2,05 | 2,63 | 2,73 |
| 500 | 0,70 | 1,19 | 1,68 | 2,00 | 2,63 | 2,63 |
| 550 | 0,68 | 1,17 | 1,62 | 1,89 | 2,58 | 2,52 |

Таблица 12

Используемые рационы кормления форели на период с 16.06 до 15.09. В процентах от массы рыб

| Вес, г | Температура, °С | | | | | | |
|--------|-----------------|------|------|------|------|------|------|
| | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| 400 | 1,10 | 1,52 | 1,76 | 2,21 | 2,23 | 1,31 | 0,9 |
| 450 | 1,07 | 1,47 | 1,72 | 2,18 | 2,16 | 1,28 | 0,88 |
| 500 | 1,05 | 1,42 | 1,70 | 2,12 | 2,10 | 1,24 | 0,86 |
| 550 | 1,02 | 1,35 | 1,65 | 2,05 | 2,02 | 1,20 | 0,83 |
| 600 | 1 | 1,29 | 1,57 | 2 | 1,93 | 1,18 | 0,80 |
| 650 | 0,99 | 1,22 | 1,52 | 1,90 | 1,86 | 1,11 | 0,7 |
| 700 | 0,97 | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 1,75 | 1,06 | 0,76 |
| 750 | 0,95 | 1,17 | 1,45 | 1,7 | 1 | 0,72 | 0,95 |
| 800 | 0,93 | 1,15 | 1,43 | 1,65 | 1,65 | 0,98 | 0,7 |
| 850 | 0,9 | 1,12 | 1,4 | 1,6 | 1,6 | 0,95 | 0,68 |
| 900 | 0,87 | 1,07 | 1,38 | 1,55 | 1,55 | 0,92 | 0,66 |



Таблица 13

Используемые рационы кормления форели на период с 16.09 до окончания эксперимента. В процентах от массы рыб

| Вес, г | Температура, °С | | | | | | |
|--------|-----------------|------|------|------|------|------|------|
| | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| 750 | 0,4 | 0,5 | 0,76 | 0,96 | 1,20 | 1,4 | 1,4 |
| 800 | 0,4 | 0,49 | 0,74 | 0,93 | 1,17 | 1,35 | 1,35 |
| 850 | 0,4 | 0,48 | 0,72 | 0,91 | 1,15 | 1,3 | 1,3 |
| 900 | 0,3 | 0,47 | 0,7 | 0,87 | 1,12 | 1,25 | 1,25 |
| 1000 | 0,3 | 0,46 | 0,66 | 0,8 | 1,09 | 1,2 | 1,2 |
| 1200 | 0,3 | 0,44 | 0,62 | 0,72 | 1 | 1,1 | 1,1 |

В течение всего эксперимента ежедневно учитывались показатели, такие как: температура, растворенный кислород, отход (погибшие рыбы). Каждую неделю производили групповые завешивания рыб. Единожды произведена процедура смены дели.

На протяжении всего эксперимента кормление осуществлялось с применением гранул 4,5, 5 и 7 мм. Временные промежутки использования гранул представлены в табл. 14.

Таблица 14

Временные промежутки использования гранул

| Даты | Размер гранул, мм | |
|-------------|-------------------|-----|
| | 1М | 2М |
| 01.06–20.06 | 4,5 | 4,5 |
| 21.06–19.07 | 5 | 5 |
| 20.07–03.11 | 7 | 7 |

Изменение размера гранул проводили в соответствии рекомендациям по кормлению Радужной форели в садковых хозяйствах (Гамыгин, 2006) и регулировали в зависимости от размера особей.

Кормление рыб осуществляли по кормовым таблицам в зависимости от температуры воды и корректировалось в соответствии с растворенным в воде кислородом. Измерения проводили с использованием оксиметра Milwaukee MW605 MAX и электронного термометра ТП700 с погрешностью измерений в 1°С.

Данные по температурным и кислородным колебаниям приведены на рис. 1 и 2.



Рис. 1. Температурные колебания во время эксперимента



Рис. 2. Кислородные колебания

Ежедневные кормления проводили дважды в день, и распределение корма делось в равных долях на утренний и вечерний период. Данные по внесению корма приведены на рис. 3.



Рис. 3. Объемы внесения корма по дням

Как видно из рис. 3 кормления не проводилось с 19.08 по 24.08 и с 26.08 по 30.08. Это связано с превышением максимальных данных по температуре и падением кислорода ниже отметки 7 мг/л из-за плохой растворимости в теплой воде. Садки спускали, и рыба опустилась на большую глубину и не реагировала на корм. Различия в объемах внесения корма произошли в пользу увеличения в опытной группе начиная с 23.06 в следствие увеличения средних навесок рыб. Данные средних навесок и отклонения приведены в табл. 15. Линейные темпы роста контрольной и опытной группы приведены на диаграмме 4.

Таблица 15

Результаты средних навесок, г

| Группа | Дата | | | | | | |
|----------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| | 01.06 | 10.06 | 20.06 | 30.06 | 10.07 | 20.07 | 30.07 |
| Контроль | 302±11 | 328±12 | 378±12 | 437±10 | 477±14 | 521±16 | 580±19 |
| Опыт | 302±10 | 330±13 | 380±15 | 440±14 | 482±16 | 532±15 | 590±17 |
| | 09.08 | 31.08 | 10.09 | 20.09 | 30.09 | 10.10 | 20.10 |
| Контроль | 658±16 | 738±17 | 791±21 | 867±24 | 948±31 | 1028±32 | 1110±37 |
| Опыт | 668±17 | 744±19 | 806±22 | 885±27 | 975±28 | 1057±33 | 1152±39 |
| | 03.11 | - | - | - | - | - | - |
| Контроль | 1170±47 | - | - | - | - | - | - |
| Опыт | 1271±64 | - | - | - | - | - | - |

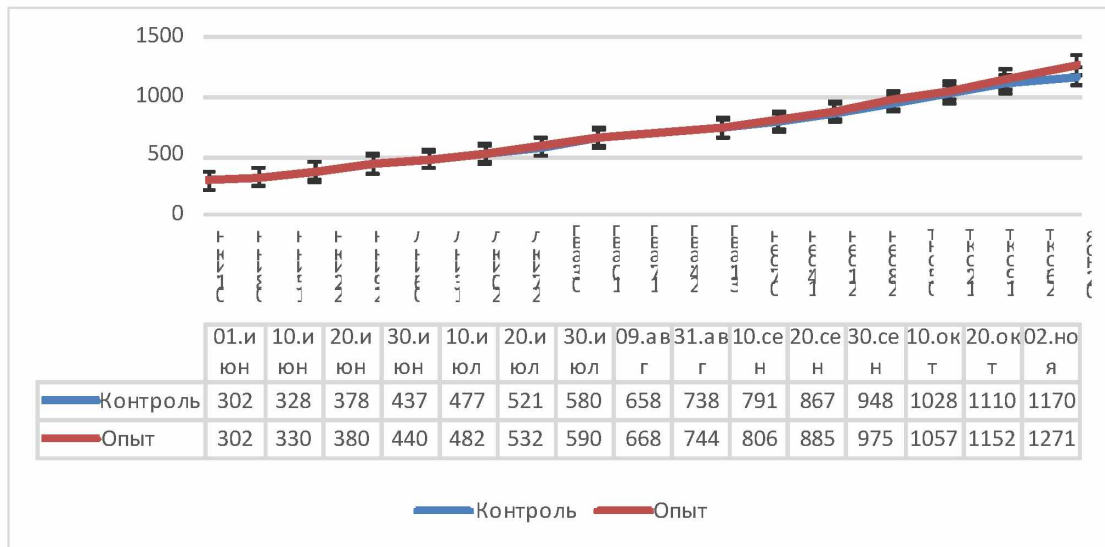


Рис. 4. Линейные темпы роста групп, г

Сравнение темпов роста показало незначительное увеличение прироста опытной группы по сравнению с экспериментальной. По итогам контрольного взвешивания на финал эксперимента средний вес в опытной группе был на 8,63 % больше, чем в группе контроля. При анализе линейных значений прироста в опытной и контрольной группе по системе оценки Стьюдента прирост до 14.09 находился в зоне незначимости данных ($P \geq 95 \%$), следовательно, для этих дат прирост в опытной группе достоверно не отличался от группы контроля, однако в процессе эксперимента данные по выборке по шкале перешли в зону неопределенности ($P \geq 95 \%$), а под конец достигли зоны значимости ($P \geq 99 \%$), следовательно, можно судить о получении положительных достоверных данных по эффективности БГТО люпина в кормах для радужной форели.

По изначальному регламенту были запланированы вскрытия рыб на 15, 49 и последний день проведения эксперимента. Вскрытия производили с отсечением стенки брюшной полости и жаберной крышки (по рук. Чернышева). Элементы процесса вскрытия показаны на рис. 1 и 2.



Рис. 5. Процесс вскрытия группы контроля



Рис. 6. Процесс вскрытия группы опыта



Данные по вскрытиям контрольной группы представлены в табл. 16-18.

Таблица 16

Вскрытие контрольной группы на 15-й день

| № рыбы | Вес рыбы, г | Печень, г | Печень, % | ЖКТ, г | ЖКТ, % | Почка, г |
|--------|-------------|-----------|-----------|--------|--------|----------|
| 1 | 347 | 5 | 1,4 | 21 | 6,1 | 5 |
| 2 | 369 | 6 | 1,6 | 18 | 4,9 | 6 |
| 3 | 372 | 6 | 1,6 | 17 | 4,6 | 6 |
| 4 | 335 | 5 | 1,5 | 14 | 4,2 | 5 |
| 5 | 355 | 5 | 1,4 | 18 | 5,1 | 5 |
| 6 | 378 | 6 | 1,6 | 21 | 5,6 | 6 |
| 7 | 382 | 6 | 1,6 | 13 | 3,4 | 6 |
| 8 | 354 | 5 | 1,4 | 12 | 3,4 | 6 |
| 9 | 339 | 5 | 1,5 | 14 | 4,1 | 6 |
| 10 | 360 | 6 | 1,7 | 15 | 4,2 | 6 |

Таблица 17

Вскрытие контрольной группы на 49-й день

| № рыбы | Вес рыбы, г | Печень, г | Печень, % | ЖКТ, г | ЖКТ, % | Почка, г |
|--------|-------------|-----------|-----------|--------|--------|----------|
| 1 | 509 | 8 | 1,6 | 21 | 4,1 | 6 |
| 2 | 531 | 9 | 1,7 | 19 | 3,6 | 6 |
| 3 | 524 | 8 | 1,5 | 23 | 4,4 | 6 |
| 4 | 517 | 8 | 1,5 | 20 | 3,9 | 6 |
| 5 | 520 | 8 | 1,5 | 21 | 4,0 | 6 |
| 6 | 528 | 9 | 1,7 | 22 | 4,2 | 7 |
| 7 | 533 | 9 | 1,7 | 18 | 3,4 | 6 |
| 8 | 507 | 7 | 1,4 | 24 | 4,7 | 6 |
| 9 | 529 | 8 | 1,5 | 25 | 4,7 | 6 |
| 10 | 511 | 7 | 1,4 | 21 | 4,1 | 6 |

Таблица 18

Вскрытие контрольной группы на последний день

| № рыбы | Вес рыбы, г | Печень, г | Печень, % | ЖКТ, г | ЖКТ, % | Почка, г |
|--------|-------------|-----------|-----------|--------|--------|----------|
| 1 | 1177 | 16 | 1,36 | 61 | 5,18 | 9 |
| 2 | 1066 | 15 | 1,41 | 52 | 4,88 | 7 |
| 3 | 1198 | 19 | 1,59 | 58 | 4,84 | 10 |
| 4 | 1020 | 12 | 1,18 | 46 | 4,51 | 7 |
| 5 | 1272 | 21 | 1,65 | 56 | 4,40 | 12 |
| 6 | 1050 | 17 | 1,62 | 52 | 4,95 | 8 |
| 7 | 1136 | 18 | 1,58 | 71 | 6,25 | 11 |
| 8 | 1069 | 14 | 1,31 | 44 | 4,12 | 7 |
| 9 | 1021 | 19 | 1,86 | 46 | 4,51 | 7 |
| 10 | 1042 | 14 | 1,34 | 49 | 4,70 | 8 |

Результаты вскрытий опытных групп представлены в табл. 19-21.



Таблица 19

Вскрытие опытной группы на 15-й день, г

| № рыбы | Вес рыбы, г | Печень, г | Печень, % | ЖКТ, г | ЖКТ, % | Почка, г |
|--------|-------------|-----------|-----------|--------|--------|----------|
| 1 | 371 | 6 | 1,6 | 12 | 3,2 | 5 |
| 2 | 351 | 6 | 1,7 | 14 | 4,0 | 5 |
| 3 | 397 | 6 | 1,5 | 13 | 3,3 | 5 |
| 4 | 374 | 6 | 1,6 | 12 | 3,2 | 6 |
| 5 | 364 | 6 | 1,6 | 15 | 4,1 | 6 |
| 6 | 361 | 6 | 1,7 | 16 | 4,4 | 6 |
| 7 | 352 | 6 | 1,7 | 14 | 4,0 | 5 |
| 8 | 358 | 5 | 1,4 | 16 | 4,5 | 6 |
| 9 | 341 | 5 | 1,5 | 17 | 5,0 | 6 |
| 10 | 360 | 6 | 1,7 | 15 | 4,2 | 5 |

Таблица 20

Вскрытие опытной группы на 49-й день, г

| № рыбы | Вес рыбы, г | Печень, г | Печень, % | ЖКТ, г | ЖКТ, % | Почка, г |
|--------|-------------|-----------|-----------|--------|--------|----------|
| 1 | 552 | 9 | 1,63 | 32 | 5,80 | 4 |
| 2 | 537 | 7 | 1,30 | 27 | 5,03 | 4 |
| 3 | 539 | 8 | 1,48 | 29 | 5,38 | 4 |
| 4 | 519 | 11 | 2,12 | 19 | 3,66 | 6 |
| 5 | 509 | 6 | 1,18 | 21 | 4,13 | 6 |
| 6 | 511 | 10 | 1,96 | 22 | 4,31 | 5 |
| 7 | 543 | 9 | 1,66 | 23 | 4,24 | 6 |
| 8 | 540 | 9 | 1,67 | 20 | 3,70 | 6 |
| 9 | 542 | 9 | 1,66 | 24 | 4,43 | 6 |
| 10 | 527 | 8 | 1,52 | 21 | 3,98 | 5 |

Таблица 21

Вскрытие опытной группы на последний день, г

| № рыбы | Вес рыбы, г | Печень, г | Печен, % | ЖКТ, г | ЖКТ, % | Почка, г |
|--------|-------------|-----------|----------|--------|--------|----------|
| 1 | 1425 | 23 | 1,61 | 64 | 4,49 | 11 |
| 2 | 1387 | 16 | 1,15 | 56 | 4,04 | 12 |
| 3 | 1197 | 17 | 1,42 | 58 | 4,85 | 11 |
| 4 | 1319 | 25 | 1,90 | 59 | 4,47 | 14 |
| 5 | 1154 | 20 | 1,73 | 54 | 4,68 | 10 |
| 6 | 1178 | 15 | 1,27 | 57 | 4,84 | 10 |
| 7 | 1337 | 17 | 1,27 | 61 | 4,56 | 15 |
| 8 | 1211 | 33 | 2,73 | 52 | 4,29 | 11 |
| 9 | 1283 | 33 | 2,57 | 52 | 4,05 | 7 |
| 10 | 1219 | 17 | 1,39 | 47 | 3,86 | 12 |

По данным различных авторов размеры и вес органов у форели варьируется в отношении к весу рыбы и времени года. Средние показатели по желудочно-кишечному тракту колеблются в пределах 3–10 % по отношению к массе рыбы, по



печени в пределах 1,2–2,0 % по отношению к массе. Общий вес внутренних органов (масса порки) колеблется в пределах 13,5–20,0 % по отношению к массе рыб. В группах опыта и контроля не было обнаружено резких увеличений внутренних органов, и показатели достоверно не отличались ($P \leq 95\%$). Печень варьировалась в нормальных весовых пределах, признаков патологических изменений в группе опыта выявлено не было, в группе контроля на финальном вскрытии присутствовало 2 повтора кровоизлияния в печени, кроме того на большинстве образцов цвет печени выходил за допустимые пределы и был слишком светлым. Желудочно-кишечный тракт вскрывали продольно и промывали, пелорические придатки прочищали компрессионным методом. В группе опыта патологических изменений выявлено не было, в группе контроля 1 повтор отличался ослабленным и увеличенным желудком и 1 повтор имел язву, в следствие которой в желудке содержалось большое количество слизи с примесью крови.

Селезёнка во всех образцах имела плотную структуру, не обводнена, размеры и положения в пределах нормы. В плавательном пузыре не отмечено следов налета различной этиологии. Почка не имела посторонних вкраплений, обводнений или малокровий. При исследовании не было обнаружено какой-либо паразитической фауны.

Для определения коэффициента упитанности рыб на последний день эксперимента проводили измерения длины рыб по методике Смита, и вычисляли показатели коэффициента по методике Фультонна. Данные по итоговым коэффициентам приведены в табл. 22.

Таблица 22

Коэффициенты упитанности рыб по Фультону

| Группа | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Контроль | 2,32 | 2,17 | 2,31 | 2,33 | 2,27 | 2,41 | 2,28 | 2,36 | 2,39 | 2,44 |
| Опыт | 2,41 | 2,42 | 2,61 | 2,34 | 2,29 | 2,36 | 2,41 | 2,12 | 2,17 | 2,34 |

На петлях кишечника присутствовали мощные жировые выросты, имелись редкие просветы. В обеих группах коэффициенты находились в пределах сезонных норм выхода на период зимовки. На исследуемом корме определялся хороший набор внутреннего жира по 4-му баллу шкалы определения жира (по Прозоровской).

На момент начала проведения эксперимента показатели по количеству особей в каждой исследуемой группе были идентичными. Оценка выживаемости в группах проводилась при помощи учета донного и поверхностного отхода рыбы.

Суммарный отход в группе контроля составил 415 рыб, в группе опыта - 423. Данные суммы отхода в процессе эксперимента достоверно не отличаются по критериям Стьюдента $P \leq 95\%$.

На момент начала эксперимента общий вес рыб в садке в каждой группе составлял 1 812 кг. Для определения экономической эффективности применения БГТО люпина использовался коэффициент оплаты корма, который ниже кормового коэффициента на 3-5 %. Следует отметить, что такие параметры, как вымывание корма течением и технические потери во время ручного кормления, в данном эксперименте отдельно не учитывались, так как используемый коэффициент включает данные потери. Коэффициент оплаты корма вычисляется по формуле

$$\text{ОК} = \text{Масса использованного корма, кг} : \text{Прирост биомассы, кг.}$$

За время проведения эксперимента в контрольной группе было затрачено 5 292 кг корма, а в группе опыта - 5 524 кг корма. Прирост биомассы в группе контроля составил 4 738 кг, а в группе опыта - 5 371 кг. Таким образом коэффициент оплаты корма в группе контроля составляет 1,12, а в группе опыта 1,02. Данные показатели фактические, и оценка достоверности для них не проводится.

Исходя из стоимости корма за 1 т можно вычислить стоимость набора 1 кг биомассы для каждой группы. В группе контроля стоимость набора 1 кг биомассы составляет 125,18 р/кг, в группе опыта - 106,92 р/кг. Стоимость корма с внедрением



БГТО люпина выходит на 14,62 % ниже стоимости обычного корма в следствие частичной замены дорогостоящей рыбной муки, а поскольку итоговый прирост биомассы с данного корма выше на 8,52 %, то корм с люпином эффективнее на 23,14 % в сравнении с обычным кормом.

Таким образом, введение в комбикорм для радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) БГТО люпина оказало положительное влияние на рыбоводно-биологические показатели, а именно живую массу, среднесуточный прирост, оплату корма продукции и экономическую эффективность. Так, экспериментальная группа в сравнении с контролем по итогам проведения эксперимента набрала на 8,52 % большую биомассу. На 1 кг прироста массы тела особи контрольной группы затрачивалось корма больше, чем на аналоги опытной группы. При этом все физиологические показатели варьировали по группам в пределах физиологических норм. Исходя из сказанного выше можно сделать следующие выводы.

Внедрение в корм для радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) БГТО Люпина не оказывает негативного влияния на физиологические показатели рыб и не вызывает повышенной смертности особей.

Изменение скорости роста в пользу увеличения биомассы при использовании корма с БГТО люпином достоверно изменяется только после нескольких месяцев кормления для первоначальных навесок в 300 г.

Корм с БГТО люпином показывает увеличение динамики роста и имеет более низкую стоимость единицы продукции, а также показывает более низкий коэффициент оплаты корма, который ниже на 8,93 %, чем обычный, а поскольку итоговый прирост биомассы с данного корма выше на 8,52 % и стоимость корма с внедрением БГТО люпина выходит на 14,62 % ниже стоимости обычного корма в следствие частичной замены дорогостоящей рыбной муки, то корм с люпином эффективнее на 23,14 % в сравнении с обычным кормом.

Впервые были получены положительные результаты применения белого люпина в кормах аквакультуры для хищных видов рыб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агеец В.Ю., Ловкие З.В., Кошак Ж.В., А.Э. Кошак Сырьё и технология производства комбикормов для ценных видов рыб в Республике Беларусь // ВесЦ Нацыянальнай акадэмп навук Беларусь Серыя аграрных навук. - 2020. - Т. 58. - № 1. - С. 79-89.
2. Гамыгин, Е.А. Корма и кормление рыб: учебно-методический комплекс дисциплины по специальности (направлению) 110901.65 «Водные биоресурсы и аквакультура»/Е.А. Гамыгин. — М.: МГУТУ, 2012. — 175 с.
3. ГОСТ Р 54632-2011. Люпин кормовой. Технические условия. — М.: Стандартинформ, 2013.
4. Жиенбаева С.Т. Использование нетрадиционного сырья в комбикормах для прудовых рыб [Электронный ресурс] / С.Т. Жиенбаева, А. М. Ермуканова // Материалы Международной научно-технической конференции «Современные научные исследования и разработки» (Modern Research and Development). — Нефтекамск, 2019. — С. 30-37.
5. Зверев С.В. Белый люпин: обрушение и термообработка зерна / С.В. Зверев, А.Э. Ставцев, А.С. Цыгуткин. — М.: ООО «Сам Полиграфист», 2019. — 128 с.
6. Костюничев, В.А. Искусственное воспроизводство рыб на Северо-Западе России // Аквакультура: труды ВНИРО. — СПб, 2015. — Т. 153. — С.26-41.
7. Кошак Ж. В. Комбикорма для радужной форели с различными видами протеина // Комбикорма. — 2019, — № 7-8. — С. 32-36.
8. Максимова О. С. Оценка темпа роста радужной форели, выращенной с использованием в рационах кормления гидролизата соевого белка / О.С. Максимова, Ю. А. Гусева // Аграрный научный журнал. — 2017. — № 3. — С. 14-17.
9. Николаев С. И. Применение комбикормов с использованием местных кор-