

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛАРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Учреждение образования
«ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ПРИМЕНЕНИЕ
ПРЕПАРАТА ЙОДИНОЛ
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ линя
В УСЛОВИЯХ САДКОВОЙ
АКВАКУЛЬТУРЫ**

*Рекомендации
для научных сотрудников, аспирантов, преподавателей
и студентов сельскохозяйственных вузов и колледжей,
специалистов сельскохозяйственного производства
и рыбопромышленных комплексов*

Горки
БГСХА
2020

УДК 639.371.53(083.13)

ББК 47.2я73

П75

*Утверждено коллегией Комитета по сельскому хозяйству
и продовольствию Могилевского облисполкома.
Постановление № 99-2 от 2 декабря 2019 г.*

Рекомендовано Научно-техническим советом БГСХА.

Протокол № 8 от 19 ноября 2019 г.

Авторы:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *M. В. Шалак*;

магистр биологических наук *Ю. М. Гончарик*;

доктор сельскохозяйственных наук, доцент *A. И. Козлов*;

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *A. Г. Марусич*

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры

микробиологии и эпизоотологии УО ГГАУ *T. В. Козлова*;

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой

ихтиологии и рыбоводства УО БГСХА *H. В. Барулин*

П75 **Применение препарата Йодинол при выращивании линя
в условиях садковой аквакультуры : рекомендации /**
M. В. Шалак [и др]. – Горки : БГСХА, 2020. – 20 с.
ISBN 978-985-467-991-4.

Изложен способ повышения продуктивности и товарных качеств линя в условиях садковой аквакультуры при применении препарата Йодинол.

Для научных сотрудников, аспирантов, преподавателей и студентов сельскохозяйственных вузов и колледжей, специалистов сельскохозяйственного производства и рыбопромышленных комплексов.

УДК 639.371.53(083.13)

ББК 47.2я73

ISBN 978-985-467-991-4

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2020

ВВЕДЕНИЕ

Основными видами рыб, которые выращиваются в Республике Беларусь, являются карп, карась, растительноядные рыбы (белый и пестрый толстолобик и их гибриды, белый амур) и хищные виды рыб (щука, судак, сом). Как правило, лидирующую позицию занимает поликультура карповых видов рыб.

Определенный интерес при разведении карповых видов рыб представляет линь. Несмотря на медленные темпы роста, он заслуживает более детального внимания со стороны исследователей и рыбоводов благодаря высокобелковой ценности и вкусовым качествам мяса и неприхотливости содержания [1–3, 23, 30].

Интенсивные технологии выращивания рыбы в установках замкнутого водообеспечения (УЗВ) требуют значительных финансовых вложений. Именно поэтому выращивание карповых видов рыб в открытых водоемах по-прежнему остается основным видом ведения рыбного хозяйства в Республике Беларусь.

Одним из выходов в сложившейся ситуации может служить переход на выращивание рыбы в рыбоводных садках. Садковая аквакультура – это один из самых эффективных способов выращивания рыбы в прудовых хозяйствах во многих европейских странах, таких как Польша, Чехия и Испания [2, 14, 19, 32].

Переход на сбалансированные экологически чистые комбикорма и выращивание рыбы в открытых водоемах позволяет, в свою очередь, плавно перейти к органическому ведению рыбного хозяйства, которое сейчас так популярно в развитых европейских странах. Успешное выращивание рыбы в таких условиях подразумевает получение качественной товарной продукции [28, 29, 33].

Йод является необходимым элементом в питании рыб, хотя потребность в нем исчисляется очень малыми величинами. Более половины всего йода организма входит в состав гормонов щитовидной железы тироксина и трийодтиронина, регулирующих метаболическую активность рыб [24, 26].

Йод, являясь эссенциальным элементом, поступает в организм рыб из воды через жабры и извлекается из кормов в пищеварительном тракте. Пресная вода содержит йода в десятки раз меньше, чем морская, поэтому пресноводные рыбы зависят от источника йода в корме. Биологические свойства йода многообразны. Основной функцией его как микробиоэлемента является проявление биологической активности через тиреоидные гормоны щитовидной

железы на важные физиологические функции организма – рост, развитие, скорость метаболизма, обмен веществ [22, 24, 25].

Скармливание рыбе йодистых добавок стимулирует не только рост ее и набор живой массы, но также увеличивает содержание йода в мясе рыбы.

В Республике Беларусь проблема йодной недостаточности является весьма актуальной, что подтверждается наличием практически повсеместного дефицита йода в почвах и водах страны. По результатам изучения йодной обеспеченности в широкомасштабном исследовании, проведенном под эгидой Всемирной организации здравоохранения, Республика Беларусь отнесена к странам с легкой и средней степенью йодной недостаточности [15, 17].

Получение качественной, обогащенной йодом рыбы и другой продукции аквакультуры очень важно, в особенности для населения Республики Беларусь, проживающего на территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению после Чернобыльской аварии, так как употребление качественной рыбной продукции способствует выведению радионуклидов из организма людей [22, 23].

Основными природными источниками йода для человека являются пищевые продукты. Йоддефицитными заболеваниями называются все патологические состояния, развивающиеся в результате дефицита йода в питании, которые могут быть предотвращены при нормальном потреблении йода [5, 20].

Достаточное содержание йода в пищевых продуктах, в том числе в пресноводной рыбе, обеспечило бы полноценное функционирование щитовидной железы и нормальную выработку ее гормонов, влияющих на эффективную жизнедеятельность многих органов и систем организма.

В настоящих рекомендациях приводятся результаты исследования по влиянию йодсодержащего препарата Йодинол на продуктивность и товарные качества линя (*Tinca tinca*) при выращивании его в условиях садковой аквакультуры.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫЕ СВОЙСТВА ПРЕПАРАТА ЙОДИНОЛ

Йодинол – это водный раствор, состоящий из йода (0,1 %), йодистого калия (0,3 %) и поливинилового спирта. Имеет очень характерный запах йода, хорошо пенится и смешивается с водой. Йод, входящий в состав препарата, в комплексе с высокополимерами утрачивает свою токсичность [7–10; 14]. Автор разработки – кандидат химических и доктор биологических наук, бывший директор Дальневосточного филиала Института химии АН СССР Владимир Онуфриевич Мохнач. Именно он впервые стал использовать смесь йода с крахмалом для лечения целого ряда заболеваний. Первая публикация В. О. Мохнача по применению синего йода вышла в печать в 1959 году. Новой лекарственной форме йода Фармакологический комитет Министерства здравоохранения СССР в 1960 году присвоил название «Йодинол», а в мае 1962 года разрешил применение в медицинской практике. За прошедшие годы уникальные свойства Йодинола реализованы в большом количестве изобретений.

При отсутствии Йодинола его можно приготовить самостоятельно по методу, описанному в наставлении по приготовлению и применению Йодинола [10]. Приготовление данного препарата описанным выше способом не требует специального высокотехнологичного обо-рудования и инвентаря.

Йодинол обладает широким антимикробным спектром действия по отношению к грамположительной и грамотрицательной микрофлоре. В состав препарата входят: йод кристаллический, йодистый калий и поливиниловый спирт. Основным действующим веществом препарата является молекулярный йод. Поливиниловый спирт задерживает выделение йода из Йодинола, что удлиняет действие препарата и ослабляет раздражающие свойства йода. Йодинол побочных явлений и осложнений не вызывает. Противопоказаний к применению препарата не установлено [7-10].

Следует отметить, что в состав Йодинола входит как кристаллический йод, так и йодистый калий. Известно, что йодистый калий – более стабильное соединение, чем другие соединения йода (йодистый натрий, йодистый кальций), применяемые в зоологической и животноводческой практике. Именно поэтому Йодинол имеет

несомненное преимущество перед другими йодсодержащими препаратами.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА ЙОДИНОЛ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛИНЯ (*TINCA TINCA*) В УСЛОВИЯХ САДКОВОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ

Производственную проверку проводили в условиях второй рыбоводной зоны в рыбоводных прудах в период с апреля по октябрь 2018 года.

Для производственной проверки отобрали 240 особей линя по методу аналогов и разделили их на две группы (контрольную и опытную), которые были размещены в два садка. Контрольная группа получала основной рацион (ОР), а опытная – ОР с добавкой Йодинола из расчета 350 мкг йода на 1 кг массы рыбы в сутки (табл. 1).

Таблица 1. Схема проведения опыта

Группа	Количество особей, шт.	Характеристика кормления
Контрольная	120	ОР
Опытная	120	ОР + Йодинол (350 мкг йода на 1 кг массы рыбы в сутки)

Садки были изготовлены из безузловой латексированной дели и имели размеры 2,2×2,2×2,0 м. Размер ячей стенок садка составлял 10 мм, а дна – 5 мм. Садки были расположены в водоеме прудового типа. В садках были установлены специальные кормовые полочки. В период проведения производственной проверки линей кормили в светлое время суток 2 раза в день (в 07:00 и 19:00 ч). Суточную дозу корма рассчитывали по общепринятой в рыбоводстве методике, с учетом температуры воды, массы рыбы и концентрации растворенного кислорода в воде. Продолжительность проведения опыта составила 186 дней.

Для приготовления йодированной кормосмеси на основе гранулированного комбикорма брали чистую воду в количестве 10 % от массы корма. В воду добавляли необходимое количество препарата Йодинол (соответствующее массе рыб) и тщательно перемешивали. Полученным раствором орошили комбикорм до равномерного увлажнения всех гранул. Влажный корм просушивался в течение 8–

12 часов в защищенном от света месте, на не впитывающей влагу поверхности. Этот способ введения Йодинола в состав комбикорма аналогичен

общепринятым способу введения препаратов в комбикорма для рыб [26, 31]. При таком способе йодирования кормов потери питательности комбикорма минимальны.

На протяжении опыта изучались следующие показатели продуктивности рыб: живая масса, биохимические показатели, товарные качества, экстерьер и химический состав мышечной ткани.

Продуктивность оценивали по интенсивности и динамике изменения живой массы рыб за все время проведения опыта. Взвешивание рыб проводили согласно ГОСТ 1368-2003 «Рыба. Длина и масса». При оценке товарных качеств рыбы определяли: процент выхода съедобных и несъедобных частей, экстерьерные и органолептические показатели общепринятыми методами [4, 12, 13, 18, 21]. Исследования товарных качеств линя проводили согласно нормативно-технической документации: ГОСТ 7631-2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них», ГОСТ 31339-2006 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб».

Оценку экстерьерных качеств исследуемых рыб проводили путем внешнего осмотра и по промерам.

Химический состав мышечной ткани определяли согласно ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» и ГОСТ 31795-2012 «Рыба, морепродукты и продукция из них. Метод определения массовой доли белка, жира, воды, фосфора, кальция и золы спектроскопией в ближней инфракрасной области».

Содержание йода в мышечной ткани линя определяли согласно МУК 4.1.1106-02 «Определение массовой доли йода в пищевых продуктах и сырье титриметрическим методом».

Биохимические показатели крови рыб определяли в начале и в конце опыта по общепринятым в рыбоводстве методикам [6, 16]. Были взяты пробы на важнейшие биохимические показатели крови (общий белок, альбумины, глобулины, билирубин общий, АЛТ, АСТ, мочевина, глюкоза). Для дополнительной оценки гормонального статуса определяли уровень гормона щитовидной железы тироксина (свободного Т₄) и тиреотропного гормона гипофиза (ТТГ).

Кровь брали у голодной рыбы, предварительно выдержанной 10 минут в чистой, хорошо аэрируемой воде. Для забора крови рыбу

заворачивали в чистую марлю и с помощью скальпеля убирали слизь и чешую в месте взятия крови. Затем это место протирали ватным тампоном, смоченным 96%-м спиртом, и тщательно просушивали ватой. Делали прокол кожи в районе сердца и набирали в шприц кровь.

Взятие крови проводили с соблюдением правил асептики и антисептиков. Для биохимических и гормональных исследований кровь отбирали без гепарина для лучшей свертываемости.

Сыворотку крови получали после свертывания ее при температуре 18–20 °C, с последующим охлаждением до температуры 4 °C и центрифугированием в течение 10 минут при 3000 об/мин.

Биохимическое исследование сыворотки крови проводили на автоматическом биохимическом анализаторе с использованием наборов реактивов фирмы «Сортма».

Кровь в организме выполняет разнообразные функции: транспортную, дыхательную, защитную, терморегулирующую и др. Она отражает все процессы, происходящие в организме, изменяясь как количественно, так и качественно [16]. Кровь у рыб брали в начале и в конце эксперимента в каждой группе.

Результаты биохимических исследований сыворотки крови линя представлена в табл. 2.

Таблица 2. Биохимические показатели сыворотки крови линя

Показатели	Контрольная группа		Опытная группа	
	Начало опыта ($M \pm m$)	Окончание опыта ($M \pm m$)	Начало опыта ($M \pm m$)	Окончание опыта ($M \pm m$)
Мочевина, ммоль/л	4,68 ± 0,13	4,76 ± 0,28	4,5 ± 0,20	6,10 ± 0,16**
Билирубин, мкмоль/л	3,16 ± 0,16	3,10 ± 0,13	3,06 ± 0,19	3,02 ± 0,10
Альбумины, г/л	16,00 ± 1,17	14,44 ± 1,11	15,60 ± 1,64	24,64 ± 1,77**
Глобулины, г/л	17,20 ± 1,14	15,92 ± 0,99	18,20 ± 1,71	27,24 ± 1,70***
Общий белок, г/л	33,20 ± 2,30	30,36 ± 1,83	33,80 ± 3,01	51,88 ± 2,91***
АСТ, ед/л	44,80 ± 1,78	48,60 ± 2,54	46,40 ± 1,52	38,20 ± 2,30
АЛТ, ед/л	26,20 ± 0,74	31,80 ± 2,72	27,40 ± 0,76	24,40 ± 1,72
Коэффициент де Ритиса	1,71 ± 0,04	1,55 ± 0,11	1,69 ± 0,03	1,51 ± 0,07
Глюкоза, ммоль/л	7,46 ± 0,27	8,34 ± 0,28	7,33 ± 0,31	3,11 ± 0,11***

В конце эксперимента уровень общего белка значительно возрос, в особенности у рыб опытной группы, которым скормливали в составе

комбикорма препарат Йодинол, и составил $(51,88 \pm 2,91)$ г/л (при $P \leq 0,001$).

Можно отметить некоторое увеличение глобулиновой фракции сыворотки крови в опытной группе, получавшей в своем рационе препарат Йодинол ($(27,24 \pm 1,70)$ г/л, $P \leq 0,01$), по отношению к контрольной группе на конец опыта, в которой уровень глобулинов был ниже ($(15,92 \pm 0,99)$ г/л), что указывает на усиление иммунобиологической реактивности живого организма под влиянием йода, входящего в состав Йодинола.

Все это свидетельствует о том, что защитная функция печени находится в физиологическом оптимуме.

Уровень мочевины в опытной группе, получавшей Йодинол, был выше, чем в контрольной, что вызвано, по нашему мнению, увеличением скорости протекания белково-углеводного обмена, в результате чего происходит повышение уровня мочевины как продукта обмена в крови.

Известно, что АЛТ и АСТ являются маркерами, свидетельствующими о нарушениях и повреждениях мышц, печени, сердца и других внутренних органов. Анализируя полученные данные, можно сказать, что АЛТ и АСТ находились во всех группах в физиологической норме.

При подсчете коэффициента де Ритиса было установлено, что во всех группах данный показатель находился в пределах физиологической нормы (значение коэффициента в норме составляет $0,91-1,75$).

Уровень глюкозы в крови рыб опытной группы, получавших Йодинол, был ниже, чем в контрольной, что, по нашему мнению, вызвано увеличением скорости метаболизма рыб и, как следствие, более быстрым расщеплением простых сахаров в крови рыб, в том числе и глюкозы.

Гормоны щитовидной железы и гипофиза оказывают влияние на белковый обмен. В физиологических дозах они стимулируют синтез белка и способствуют процессам роста. Результаты гормональных исследований сыворотки крови линей представлены в табл. 3.

Таблица 3. Содержание гормонов в сыворотке крови линей

Показатель	Контрольная группа		Опытная группа	
	Начало опыта ($M \pm m$)	Окончание опыта ($M \pm m$)	Начало опыта ($M \pm m$)	Окончание опыта ($M \pm m$)
ТТГ, мкМЕ/мл	$3,18 \pm 0,10$	$2,68 \pm 0,11$	$2,97 \pm 0,23$	$4,25 \pm 0,15^{***}$

T ₄ свобод., нмоль/л	9,79 ± 0,55	10,23 ± 0,68	10,03 ± 0,73	14,09 ± 0,52**
---------------------------------	-------------	--------------	--------------	----------------

Как свидетельствуют данные, приведенные в табл. 3, под действием препарата Йодинол в организме рыб опытной группы возрастает концентрация T₄ и ТТГ. Концентрация тироксина в опытной группе, получавшей Йодинол, в конце эксперимента составила (14,09 ± 0,52) нмоль/л, что на 3,86 нмоль/л выше, чем в контрольной.

Превращения T₄ в печени и почках и поступление в клетки организма оказывают регулирующее действие на рост и развитие тканей, а также способствуют усилиению секреции гормонов щитовидной железы, которое приводит к изменению процессов обмена и лучшему синтезу белка в организме исследуемых рыб.

Тиреотропный гормон гипофиза регулирует функциональную активность щитовидной железы. Из данных табл. 3 видно, что уровень ТТГ в опытной группе, получавшей Йодинол, в конце эксперимента выше, чем в контрольной. Уровень ТТГ в опытной группе составил (4,25 ± 0,15) мкМЕ/мл, что на 1,57 мкМЕ/мл выше, чем в контрольной.

Таким образом, можно констатировать, что комбикорм, обогащенный препаратом Йодинол, способствует активизации работы гипофиза и железистых клеток, которые выполняют у линя функцию щитовидной железы.

Продуктивность – это скорость генерации биомассы в экосистеме, в основе которой лежит усвоение получаемой энергии с образованием органических веществ.

Продуктивность сельскохозяйственных животных и рыб оценивается по количеству и качеству получаемого от них мяса и способности трансформировать питательные вещества комбикормов в продукты животноводства. Количество мяса рыб определяется живой массой и убойным выходом [4, 21].

Именно поэтому необходимо контролировать прирост живой массы рыб, так как это один из важнейших показателей их продуктивности.

Взвешивание рыб проводили ежемесячно. Полученные данные позволяли корректировать режим кормления и количество внесения препарата в комбикорм.

Динамика изменения живой массы линей за весь период проведения опыта представлена в табл. 4.

Как видно из данных таблицы, в первые месяцы темпы роста линей были примерно одинаковые в контрольной и опытной группах. Это вызвано, по нашему мнению, довольно низкой температурой

окружающей среды и адаптацией рыб к новым условиям выращивания в садках.

Во второй и последующие месяцы темпы набора живой массы рыб опытной группы, получавшей Йодинол, были выше, чем контрольной. Так, в третий месяц выращивания средняя масса рыб в контрольной группе была на уровне $(88,24 \pm 2,05)$ г, а в опытной она была выше и составила $(95,01 \pm 2,03)$ г (при $P \leq 0,01$).

Таблица 4. Динамика живой массы линей

Период опыта	Результаты взвешивания особей рыб, г	
	Контрольная группа ($M \pm m$)	Опытная группа ($M \pm m$)
Начало опыта	$61,34 \pm 2,20$	$61,66 \pm 1,81$
1-й месяц	$69,54 \pm 2,15$	$70,76 \pm 1,74$
2-й месяц	$78,14 \pm 2,16$	$82,31 \pm 2,01$
3-й месяц	$88,24 \pm 2,05$	$95,01 \pm 2,03^{**}$
4-й месяц	$99,58 \pm 2,21$	$108,91 \pm 2,57^{**}$
5-й месяц	$109,48 \pm 1,96$	$122,01 \pm 2,27^{***}$
6-й месяц	$117,98 \pm 2,01$	$133,21 \pm 2,35^{***}$
Прирост за опыт, г	$56,64 \pm 0,54$	$71,55 \pm 0,76$
Прирост за опыт по отношению к контролю, %	100,0	112,9

С наступлением теплого периода и повышением среднесуточных температур динамика набора живой массы в обеих группах увеличилась.

В четвертый и последующий месяцы выращивания динамика набора живой массы рыб опытной группы, получавшей Йодинол в количестве 350 мкг йода на 1 кг массы рыбы, сохранилась на высоком уровне и была выше, чем в контроле.

Так как условия содержания рыб были одинаковыми для всех групп, то все колебания набора живой массы в опытной группе, получавшей в своем рационе Йодинол, можно отнести на счет положительного действия йода.

В конце эксперимента в опытной группе, получавшей Йодинол, набор живой массы был выше, чем в контрольной, и составил 112,9 % по отношению к контролю. Это доказывает эффективность использования препарата Йодинол в количестве 350 мкг йода на 1 кг живой массы рыбы.

Оценку товарных качеств выращенной рыбы проводили в конце производственного опыта. Нами были проведены убой, разделка и оценка товарных качеств линей из контрольной и опытной групп. Полученные результаты представлены в табл. 5.

Соотношение отдельных частей тела и органов рыб, получающихся при разделке, выраженное в процентах от массы целой рыбы, называется массовым составом или общей товарной массой рыбы.

Характерным показателем пищевой ценности рыбы является выход тушки или убойный выход (УВ). Убойный выход – это отношение

массы тушки к живой массе рыбы, выраженное в процентах. Масса тушки – это масса тела рыбы без головы, внутренних органов и чешуи [13, 18, 21].

Результаты разлелки линей показали, что в опытной группе, получавшей в своем рационе Йодинол, выход мышц был больше, чем в контрольной, и составил 51,7 % от всей массы рыбы, что на 5,3 % больше, чем в контрольной.

Таблица 5. Товарные показатели выращенных линей

Показатели	Группа			
	контрольная		опытная	
	г ($M \pm m$)	% от массы	г ($M \pm m$)	% от массы
Мышцы	56,0 ± 1,4	46,4	69,0 ± 0,7**	51,7
Голова	17,0 ± 0,7	14,1	15,7 ± 0,8	11,7
Плавники	6,3 ± 1,0	5,2	5,7 ± 1,1	4,2
Кости	13,0 ± 0,7	10,8	13,0 ± 0,7	9,7
Икра, молоки, гонады	3,2 ± 0,1	2,7	3,3 ± 0,4	2,5
Внутренние органы	13,7 ± 1,8	11,3	14,5 ± 2,0	10,9
Плавательный пузырь	1,7 ± 0,1	1,4	1,8 ± 0,2	1,4
Слизь, кровь, полостная жидкость	5,3 ± 0,4	4,4	5,7 ± 0,4	4,3
Кожа, чешуя	4,5 ± 0,4	3,7	4,7 ± 0,3	3,5
Масса рыбы	120,6 ± 3,8	100,0	133,4 ± 5,0	100,0
Масса порки	107,0 ± 2,4	88,7	118,9 ± 3,1*	89,1
Масса тушки (УВ)	69,0 ± 2,1	57,2	82,0 ± 1,2**	61,5
Несъедобные части	61,4 ± 2,6	50,9	61,1 ± 4,6	45,8
Съедобные части	59,2 ± 1,3	49,1	72,3 ± 0,4***	54,2

Масса тушки в опытной группе, получавшей Йодинол, составила ($82,0 \pm 1,2$) г ($P \leq 0,05$), что на 13 г больше, чем в контрольной. Головы рыб опытной группы, получавшей в своем рационе Йодинол, весили меньше, чем контрольной, их масса составила 11,7 % от массы тела, что на 2,4 % меньше, чем в контроле.

Выход несъедобных частей был выше в контрольной группе и составил 50,9 %, что на 5,1 % больше, чем в опытной.

Выход съедобных частей в опытной группе, получавшей Йодинол, составил ($72,3 \pm 0,4$) г ($P \leq 0,001$), или 54,2 %, что на 5,1 п. п. больше, чем в контрольной, выход мышечной ткани составил ($69,0 \pm 0,7$) г ($P \leq 0,01$), или 51,7 %, что на 5,3 п. п. выше, чем в контроле.

Минимальная масса порки (масса рыбы без внутренностей) была выявлена в контрольной группе (($107,0 \pm 2,37$) г), а максимальная – в опытной группе, получавшей Йодинол (($118,9 \pm 3,06$) г, $P \leq 0,01$).

Таким образом, убойный выход тушки составил в опытной группе 61,5 %, в контрольной он был меньше – 57,2 %.

Это подтверждает тот факт, что препарат Йодинол действует главным образом на набор белковых фракций, тем самым повышая выход съедобных частей у выращиваемых рыб и увеличивая убойный выход тушек рыб.

Так как выход съедобных частей в опытной группе был выше, чем в контрольной, то и товарные качества рыбы данной группы соответственно будут выше, чем контрольной.

Оценка экстерьера рыб состоит из оценки отдельных особенностей телосложения с учетом соотношения их друг с другом и соответствия предъявляемым требованиям.

В связи с тем что между формой и функцией в организме существует корреляция, экстерьер может до некоторой степени служить критерием для оценки потенциальных возможностей организма. По экстерьеру вполне возможно судить о биологической стойкости и приспособленности животных к той среде, в которой они содержатся, а также об особенностях организма и уровне его продуктивности.

Результаты экстерьерных показателей, полученные в ходе проведения производственной проверки, представлены в табл. 6.

Таблица 6. Экстерьерные показатели и хозяйственная ценность особей линя

Показатель	Группа	
	контрольная ($M \pm m$)	опытная ($M \pm m$)
Длина рыбы промысловая, см	22,90 ± 0,47	22,60 ± 0,36
Длина головы, см	4,40 ± 0,18	4,20 ± 0,18
Максимальная высота тела, см	5,10 ± 0,07	6,00 ± 0,29
Наибольший обхват тушки, см	14,90 ± 0,47	16,60 ± 0,29*
Наибольшая толщина тушки, см	3,50 ± 0,25	4,10 ± 0,14
Индекс высокоспинности	4,49 ± 0,12	3,80 ± 0,25
Индекс большеголовости, %	19,09 ± 0,43	18,49 ± 1,08
Индекс широкоспинности, %	15,15 ± 0,93	18,16 ± 0,34
Индекс обхвата по Киселёву, %	65,29 ± 1,03	73,70 ± 0,25**
Коэффициент упитанности по Фультону	1,01 ± 0,08	1,16 ± 0,03
Коэффициент упитанности по Кларку	0,89 ± 0,06	1,03 ± 0,03
Коэффициент мясности K_m	4,32 ± 0,13	5,33 ± 0,27*

При подсчете коэффициента упитанности было выявлено, что минимальные коэффициенты упитанности были отмечены в контрольной группе: $1,01 \pm 0,08$ (по Фультону) и $0,89 \pm 0,06$ (по Кларку). Рыбы, получавшие в своем рационе Йодинол, были упитаннее, чем рыбы, получавшие ОР без добавки йода: коэффициенты упитанности по Фультону и по Кларку составили $1,16 \pm 0,03$ и $1,03 \pm 0,03$ соответственно.

Обхват туши исследуемых рыб в контрольной группе составил $(14,9 \pm 0,47)$ см, в опытной группе, получавшей в своем рационе Йодинол, он был больше – $(16,6 \pm 0,29)$ см (при $P \leq 0,05$).

Большой индекс большеголовости был отмечен у рыб контрольной группы – $(19,09 \pm 0,43)\%$. У рыб опытной группы он был соответственно меньше, чем контрольной, и составил $(16,66 \pm 0,58)\%$. Это значит, что голова рыбы занимает меньшую часть от всей длины тела ее и соответственно выход товарных частей у особей опытной группы, получавших Йодинол, будет выше, чем контрольной.

Соотношение длины и высоты тела у рыб характеризует их индекс прогонистости или индекс высокоспинности. Чем индекс меньше, тем экстерьерные качества выращенных особей рыб лучше. У рыб опытной группы данный индекс был меньше $(3,80 \pm 0,25)$, чем контрольной $(4,51 \pm 0,11)$. Это означает, что рыбы, получавшие в своем рационе Йодинол в количестве 350 мкг на 1 кг собственной массы тела, имеют лучшие экстерьерные качества по индексу высокоспинности или индексу прогонистости.

При подсчете индекса широкоспинности было обнаружено, что у рыб, получавших ОР с добавкой йодистого препарата Йодинол, толщина тела была больше, чем у рыб, получавших ОР без добавки йода, а значит, и сам индекс был выше. В опытной группе индекс широкоспинности составил $(18,16 \pm 0,34)\%$ и был больше, чем в контрольной, где он был равен $(15,15 \pm 0,93)\%$.

У рыб контрольной группы индекс обхвата был равен $(65,29 \pm 1,03)\%$. У рыб опытной группы, получавших Йодинол, он составил $(72,61 \pm 0,70)\%$ (при $P \leq 0,01$), что на 8,41 % больше, чем у особей контрольной группы.

Чем выше коэффициент мясности у рыб, тем лучше степень упитанности и откормленности туши рыбы [15, 18, 21]. Коэффициент мясности у рыб опытной группы, в рацион которых был включен Йодинол, был выше, чем у рыб контрольной группы, и составил $5,33 \pm 0,27$ ($P \leq 0,05$), в контрольной группе он равнялся $4,32 \pm 0,13$.

На основании результатов производственной проверки можно сделать вывод о целесообразности внесения йода в составе препарата Йодинол в количестве 350 мкг на 1 кг массы рыбы при выращивании линя в условиях аквакультуры, так как йод при такой концентрации положительно влияет на экстерьерные качества и хозяйственную ценность выращиваемых рыб.

Товарные качества рыбы зависят не только от выхода съедобных и несъедобных частей и экстерьерных показателей, важное значение в этой оценке имеет определение качественных показателей кроме физических еще и химическими методами.

Химические методы определения состава мышечной ткани – это наиболее объективные и точные методы, применяемые при исследовании состава и качества рыбы и рыбных продуктов. Химическими методами определяют количество влаги, зольности, белковых веществ, жира и других компонентов в рыбе [4, 21].

Различия в химическом составе мяса выращенной рыбы зависят от условий выращивания и вида кормов. Та рыба, которую кормят искусственными кормами, отличается от рыбы, питающейся естественной пищей, более высоким содержанием углеводов в печени и мышцах, а также большим содержанием жира.

По окончании эксперимента нами был проведен химический анализ мышечной ткани выращенных линей. Результаты химического состава тела исследуемых рыб представлены в табл. 7.

Таблица 7. Химический состав мышечной ткани линей

Показатель	Группа	
	контрольная ($M \pm m$)	опытная ($M \pm m$)
Влага, %	$77,50 \pm 1,06$	$75,83 \pm 2,41$
Сырой протеин, %	$16,54 \pm 0,04$	$16,98 \pm 0,30$
Жир, %	$4,52 \pm 0,12$	$5,63 \pm 0,11^{**}$
Зола, %	$1,44 \pm 0,13$	$1,55 \pm 0,06$
Йод, мкг/кг	$114,33 \pm 1,24$	$150,17 \pm 3,94^{***}$

Проведенные исследования показали, что мышечная ткань линей обеих групп богата сырым протеином и влагой. В опытной группе содержание сырого протеина составило $(16,98 \pm 0,30) \%$, в контрольной группе этот показатель был немного ниже и равнялся $(16,54 \pm 0,04) \%$, достоверных различий не выявлено.

Содержание жира в теле рыб опытной группы, получавших Йодинол, составило $(5,63 \pm 0,11) \%$ ($P \leq 0,01$), что на 1,11 п. п. больше,

чем в теле рыб контрольной группы. Это доказывает, что Йодинол влияет на жировой обмен у рыб, в частности линей. У рыб, получавших в своем рационе Йодинол, в составе мышечной ткани больше жира, чем у рыб, получавших ОР без добавки йода.

В опытной группе содержание йода в мышечной ткани линей составило $(150,17 \pm 3,94)$ мкг/кг ($P \leq 0,001$), в контрольной группе значение данного показателя было меньше и равнялось $(114,33 \pm 1,24)$ мкг/кг. Это доказывает тот факт, что концентрация йода в мясе рыбы зависит от количества поступившего вместе с кормом йода. Таким образом, лини, в рацион которых вводили Йодинол (опытная группа), имели в составе мышечной ткани больше йода, чем лини, получавшие ОР без добавки йодистого препарата (контрольная группа).

В условиях производства качественной продукции аквакультуры это играет значимую роль, так как йод в пресноводной рыбе содержится в небольших количествах, а обогащенная йодом рыба будет устранять недостаток йода в рационе человека, что немаловажно в условиях повсеместного йододефицита в Республике Беларусь.

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА ЙОДИНОЛ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛИНИЯ В УСЛОВИЯХ САДКОВОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ

По окончании проведения производственной проверки была рассчитана экономическая эффективность применения препарата Йодинол в количестве 350 мкг йода на 1 кг массы рыбы. Расчет экономической эффективности при выращивании линя, в рацион которого вводили Йодинол в количестве 350 мкг йода на 1 кг массы рыбы, показал, что стоимость дополнительной продукции в опытной группе составила 0,112 бел. руб. (табл. 8).

Таблица 8. Расчет экономической эффективности применения препарата Йодинол при выращивании линия в условиях садковой аквакультуры

Показатели	Группа	
	контрольная	опытная
1	2	3
Продолжительность опыта, сут	186	186
Стоимость 1 кг рыбы, бел. руб.	7,5	7,5
Стоимость 1 л препарата, бел. руб.	—	10,0
Прирост живой массы 1 особи, г	56,64	71,55

Среднесуточный прирост 1 особи, г	0,30	0,38
Дополнительный прирост 1 особи, г	–	14,91
Коэффициент конверсии корма	5,42	4,75
Стоимость дополнительной продукции в расчете на 1 особь, бел. руб.	–	0,112

Окончание табл. 8

1	2	3
Скормлено добавки в расчете на 1 особь, мл	–	2,09
Стоимость добавки в расчете на 1 особь, бел. руб.	–	0,0209
Дополнительная выручка в расчете на 1 особь, бел. руб.	–	0,091
Дополнительная выручка в расчете на 1000 особей, бел. руб.	–	91,00

Проведенные расчеты показали, что дополнительная выручка в опытной группе, которая ежедневно получала в своем рационе Йодинол в количестве 350 мкг йода на 1 кг массы рыбы, составила 0,091 бел. руб., соответственно дополнительная выручка в пересчете на 1000 особей – 91,00 бел. руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Материалы собственных исследований по использованию препарата Йодинол позволяют рекомендовать использование данного препарата при выращивании линя в условиях садковой аквакультуры. Для повышения живой массы линя, улучшения товарных качеств и экстерьерных показателей, оптимизации белкового обмена и гормонального уровня сыворотки крови, увеличения содержания йода в мышечной ткани рыб рекомендуется вводить препарат Йодинол в комбикорм из расчета 350 мкг йода на 1 кг живой массы рыбы в сутки (это эквивалентно 0,11 мл препарата Йодинол на 1 кг живой массы рыбы в сутки), что способствует увеличению живой массы рыбы на 12,9 %, выхода съедобных частей на 5,1 %, повышению коэффициента мясности на 1,01 ед. (при $P \leq 0,05$), увеличению содержания йода в мышечной ткани на 35,84 мкг/кг ($P \leq 0,001$).

Введение препарата Йодинол в дозировке 350 мкг йода на 1 кг массы рыбы позволило в условиях садковой аквакультуры получить

дополнительную выручку в размере 91,00 бел. руб. (в расчете на 1000 особей, в ценах 2018 г.).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гончарик, Ю. М. Особенности содержания линя (*Tinca tinca* L.) в искусственных условиях / Ю. М. Гончарик // От идеи – к инновации : материалы XXV юбилейной междунар. студ. науч.-практ. конф., Мозырь, 26 апр. 2018 г. : в 3 ч. / УО МГПУ им. И. П. Шамякина ; редкол.: В. Н. Навныко (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь, 2018. – Ч. 1. – С. 161–162.
2. Гончарик, Ю. М. Особенности содержания *Tinca tinca* L. в садках при кормлении комбикормом с повышенным уровнем йода / Ю. М. Гончарик // Экологобиологические аспекты состояния и развития Полесского региона : материалы VIII Междунар. заоч. науч.-практ. конф., Мозырь, 26 окт. 2018 г. / УО МГПУ им. И. П. Шамякина ; редкол.: О. П. Позывайло (отв. ред.) [и др.] ; под общ. ред. В. В. Валетова. – Мозырь, 2018. – С. 136–140.
3. Гончарик, Ю. М. Ихтиомасса линей (*Tinca tinca* L.) в монокультуре при использовании различных дозировок препарата «Йодинол» / Ю. М. Гончарик // Global science and innovations 2019 : Central Asia : материалы VI Междунар. научн.-практ. конф., Нур-Султан, 9–13 мая, 2019 г. / ОЮЛ «Бобек» ; редкол.: Х. Б. Маслов (отв. ред.) [и др.]. – Нур-Султан, 2019. – Т. 4. – С. 244–248.
4. Кудряшева, А. А. Экологическая и товароведная экспертиза рыбных товаров / А. А. Кудряшева, Л. Ю. Савватеева, Е. В. Савватеев. – Москва : Колос, 2007. – 304 с.
5. Кузнецов, С. Г. Биологическая доступность минеральных веществ для животных из корма, добавок, химических соединений / С. Г. Кузнецов // С.-х. биология. – 1991. – № 6. – С. 150–160.
6. Методические указания по проведению гематологического обследования рыб от 2 февр. 1999 г. № 13-4-2-1487 : утв. М-вом сел. хоз-ва и прод. Рос. Федерации 2 февр. 1999 г. – Москва : Департамент ветеринарии, 1999 – 36 с.
7. Мохнач, В. О. Соединения йода с высокополимерами, их антимикробные и лечебные свойства / В. О. Мохнач. – Москва – Ленинград, 1962. – 258 с.
8. Мохнач, В. О. Теоретические основы биологического действия галоидных соединений / В. О. Мохнач. – Ленинград : Наука, 1968. – С. 65–69.
9. Мохнач, В. О. Йод и проблемы жизни / В. О. Мохнач. – Москва : Колос, 1974. – 254 с.
10. Наставление по приготовлению и применению йодинола для лечения молодняка сельскохозяйственных животных (включая птиц) при желудочно-кишечных заболеваниях : утв. Глав. упр. ветеринарии М-ва сел. хоз-ва СССР 25 нояб. 1967 г. – Москва, 1967 – 3 с.
11. Поликультура карповых рыб в странах Центральной и Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии : техн. документ ФАО по рыболовству и аквакультуре / Прод. и с.-х. организация Организации Объединенных Наций ; редкол.: А. Войнарович [и др.]. – Рим : ФАО, 2014. – 88 с.
12. Портной, А. И. Технология переработки рыбной продукции. Оценка качества живой товарной рыбы и рыбы-сырца : метод. указания / А. И. Портной. – Горки : БГСХА, 2014. – 28 с.
13. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин. – Москва : Пищевая пром-сть, 1966. – 375 с.
14. Препараты йода – йодинол – неизвестные страницы, известное и новые качества при его модификации / А. А. Евлевский [и др.] // Вестн. Курск. гос. с.-х. акад. Медицина и здравоохранение. – 2015. – № 8. – С. 194–195.

15. Проблема йодного дефицита и пути ее решения в Республике Беларусь / Т. В. Мохорт [и др.] // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. Мед. науок. – 2006. – № 2. – С. 23–28.
16. Пронина, Г. И. Методология физиолого-иммунологической оценки гидробионтов : учеб. пособие / Г. И. Пронина, Н. Ю. Корягина. – Санкт-Петербург : Лань, 2017. – 96 с.
17. Результаты внедрения стратегии ликвидации йодной недостаточности в Республике Беларусь / Т. В. Мохорт [и др.] // Междунар. эндокринолог. журн. – 2007. – № 2 (8). – С. 39–43.
18. Родина, Т. Г. Товароведение и экспертиза товаров и морепродуктов / Т. Г. Родина. – Москва : Академия, 2007. – 400 с.
19. Садковая аквакультура – региональные проблемы и всемирное обозрение : техн. докл. ФАО по рыб. хоз-ву, Рим, 2010 г. / Прод. и с.-х. организация Организации Объединенных Наций ; редкол.: М. Халвард [и др.]. – Рим : ФАО, 2010. – 259 с.
20. Спиридонов, А. А. Обогащение йодом продукции животноводства: нормы и технологии / А. А. Спиридонов, Е. В. Мурашова, О. Ф. Кислова. – Санкт-Петербург : ФГБУ «Президент. б-ка им. Б. Н. Ельцина», 2014. – 105 с.
21. Шалак, М. В. Технология переработки рыбной продукции / М. В. Шалак, А. И. Портной. – Горки : БГСХА, 2006. – 156 с.
22. Шалак, М. В. Влияние препарата «Йодинол» на биохимические показатели крови линя (*Tinca tinca*) / М. В. Шалак, Ю. М. Goncharik // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2016. – № 3 (26). – С. 18–22.
23. Шалак, М. В. Интенсивность роста линя (*Tinca tinca*) при использовании препарата «Йодинол» / М. В. Шалак, Ю. М. Goncharik, А. И. Козлов // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2018. – № 1 (28). – С. 35–38.
24. Azmat, R. Distribution of Iodine in Marine and Fresh Water Fishes from Sindh Regions of Pakistan / R. Azmat, R. Talat, S. Mahmood // Journal of Applied SciencesVolume. – 2008. – Vol. 8, № 9. – P. 1790–1792.
25. Brown, D. D. The role of thyroid hormone in zebrafish and axolotl development / D. D. Brown // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1997. – № 94. – P. 13011–13016.
26. Determination of iodine in the muscles of two marine fish species and lobster from the Persian Gulf / M. Ansari [et al.] // Journal Food, Agriculture and Environment. – WFL. – 2010. – Vol. 8, Iss. 3–4. – P. 228–229.
27. Effects of different diets on juvenile tench (*Tinca tinca* L.) reared under controlled conditions / J. Wolnicki [et al.] // Aquaculture International. – 2006. – Vol. 14, Iss. 1–2. – P. 89–98.
28. Effects of iodized feed on stress modulation in steelhead trout, *oncorhynchus mykiss* (Walbaum) / M. Gensic [et al.] // Aquaculture Research. – 2004. – Vol. 35, № 12. – P. 1117–1121.
29. Evaluation of soy protein concentrate as replacement of fish meal in practical diets for juvenile tench (*Tinca tinca* L.) / Á. González-Rodríguez [et al.] // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2014. – Vol. 14. – P. 807–815.
30. Horváth, L. Carp and pond fish culture including Chinese herbivorous species, pike, tench, zander, wels catfish and goldfish / L. Horváth, G. Tamás, C. Seagrave. – New York : Oxford : Fishing News Books Ltd, 2002. – 192 p.
31. Mustafa, A. Atlantic salmon, *Salmo salar* (L.) and Arctic char, *Salvelinus alpinus* (L.): Comparative correlation between iodine-iodide supplementation, thyroid hormone levels, plasma cortisol levels, and infection intensity with the sea louse *Caligus elongatus* / A. Mustafa, B. M. MacKinnon // Canadian Journal of Zoology. – 1999. – Vol. 77, № 7. – P. 1092–1101.
32. Perspektywy hodowli lina na Białorusi i jego warto skorzystać / A. I. Kozlov [et al.] // Innowacyjny nedziałania i gospodarstwa na obszarach wiejskich: międzynarodowa praktyczno-

naukowa konferencja, «Ziolowy Zakatek» Korycinach, Grodzisk, 12–13 czerwca, 2015 r. : abstrakty konferencyjne. – Korycinach, 2015. – S. 279–287.

33. Species and sex-specific variation in the antioxidant status of tench, *Tinca tinca*; wels catfish, *Silurus glanis*; and sterlet, *Acipenser ruthenus* (*Actinopterygii*) reared in cage culture / R. Panicz [et al.] // Acta ichthyologica et piscatoria. – 2017. – Vol. 47, № 3. – P. 213–223.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Общая характеристика и хозяйствственно полезные свойства препарата Йодинол.....	5
2. Результаты применения препарата Йодинол при выращивании	
линя (<i>Tinca tinca</i>) в условиях садковой аквакультуры	6
3. Экономическая эффективность применения препарата Йодинол	
при выращивании линя в условиях садковой аквакультуры	16
4. Заключение.....	17
Библиографический список	18