

Российский государственный аграрный университет - МСХА имени  
К.А. Тимирязева

На правах рукописи

**Ковалёв Константин Викторович**

**«Технологические аспекты выращивания клариевого сома  
(*Clarias gariepinus*) в рыболовной установке с замкнутым  
циклом водообеспечения (УЗВ)»**

06.02.04 - частная зоотехния, технология производства  
продуктов животноводства

06.02.01 -разведение, селекция, генетика и воспроизводство  
сельскохозяйственных животных.

диссертация на соискание учёной степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Научные руководители:  
д. с.-х. н., проф. Власов В.А.

д. б. н., проф. Наумова А.М.

Москва - 2006

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение.....</b>	<b>4</b>
<b>Глава 1. Обзор литературы.....</b>	<b>9</b>
1.1. Современное состояние рыбоводства в установках с замкнутым циклом водообеспечения.....	9
1.2. Влияние температурного фактора на организм рыб.....	25
1.3. Африканский клариевый сом - перспективный объект товарного выращивания в УЗВ.....	32
1.3.1. Биология, экология и физиология.....	33
1.3.2. Технологии воспроизводства и выращивания клариевого сома.....	37
<b>Глава 2. Материал и методы исследований.....</b>	<b>46</b>
<b>Глава 3. Результаты собственных исследований.....</b>	<b>57</b>
3.1. Получение потомства молоди сома методом искусственного воспроизводства.....	57
3.1.1. Содержание маточного поголовья.	57
3.1.2. Получение половых продуктов.	58
3.1.3. Оплодотворение икры	60
3.1.4. Инкубация икры.	61
3.1.5. Выдерживание личинок и переход их на активное питание.	63
3.2. Выбор оптимальной плотности посадки для выращивания товарного клариевого сома.....	65
3.3. Влияние астатичных температурных режимов на эффективность выращивания клариевого сома.....	68
3.3.1. Выбор оптимального астатичного терморежима при выращивании клариевого сома.....	68
3.3.1.1. Рост сомов, эффективность использования корма.	69
3.3.1.2. Интенсивность потребления рыбой кислорода.....	79

3.3.2. Выращивание клариевого сома при оптимальном аста- тичном терморежиме.....	83
3.3.2.1. Рост и эффективность использования корма.....	84
3.3.2.2. Экстерьерная характеристика тела рыб и их хими- ческий состав.....	86
3.4. Эколого-физиологические исследования рыб при подго- товке к воспроизводству и товарном выращи- вании.....	91
3.4.1. Изучение экологических условий и физиологических показателей сомов, содержащихся в аквариальных условиях при подготовке к воспроизводству....	91
3.4.1.1. Гидрохимические и санитарно-бактериологические показатели.....	91
3.4.1.2. Гематологические показатели рыб.....	93
3.4.1.3. Паразитологические и бактериологические исследо- вания рыб.....	94
3.4.2. Изучение состояния здоровья товарных рыб в условиях астатичного и постоянного терморежимов в УЗВ.....	95
3.4.2.1. Гематологические показатели сомов.....	95
3.4.2. 2. Изучение восприимчивости сомов к паразитам.....	96
<b>Глава 4. Экономическая эффективность выращивания клариево- го сома в УЗВ при астатичном терморежиме.....</b>	<b>100</b>
<b>Заключение.....</b>	<b>104</b>
<b>Выводы .....</b>	<b>107</b>
<b>Предложения производству. ....</b>	<b>109</b>
<b>Список литературы.....</b>	<b>110</b>

## ВВЕДЕНИЕ

### **Актуальность проблемы.**

Рыбное хозяйство России - многопрофильная отрасль, призванная обеспечить потребность населения в пищевой рыбной продукции, а также различные хозяйственные отрасли в необходимом сырье. Россия - одно из ведущих рыбопромышленных государств, до недавнего времени ей принадлежала четвертая часть мирового выпуска свежей, охлажденной и мороженой рыбы. Это было достигнуто в основном за счет промысла в Мировом океане. Однако в настоящее время прогресс отрасли связан не столько с увеличением океанического промысла, сколько с развитием рыбоводства на внутренних водоемах, стремительным ростом хозяйств аквакультуры на внутренних и морских водоемах.

Продукция аквакультуры в настоящее время составляет 110 тыс. т, ее потенциальные возможности во много раз больше (30,75,75а и др). Отмечено успешное создание хозяйств, выращивающих лососевых, осетровых, карповых и других видов рыб, а также мидий и водорослей.

Клариевый сом — один из перспективных объектов аквакультуры. Разработка научных основ рациональной технологии его выращивания имеет важное хозяйственное значение. В первую очередь это относится к заводскому выращиванию молоди, оптимизации параметров среды, обеспечивающих максимальную реализацию ростовых потенциалов рыб, высокую эффективность



конвертирования потребляемой ими пищи и физиологическую полноценность особей. В изучение и обобщение материалов по технологии выращивания клариевого сома в условиях индустриальной аквакультуры весомый вклад внесли отечественные и зарубежные исследователи, а также рыбоводы-специалисты (Микодина Е.В., Широкова Е.Н., Севрюков В.Н., Семьянихин В.В., Лабенец А.В. и др.). Вместе с тем, поиск путей повышения эффективности выращивания клариевого сома, в особенности товарной продукции, продолжается. В связи с этим весьма актуальным является совершенствование технологии выращивания сома в условиях современной индустриальной аквакультуры, с использованием рыбоводных установок с замкнутым водообеспечением (УЗВ).

**Цель и задачи исследований:** изучить некоторые технологические особенности выращивания клариевого сома в рыбоводной установке с замкнутым водообеспечением (УЗВ), позволяющие увеличить производство рыбной продукции. Для достижения намеченной цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить особенности искусственного метода воспроизводства сома.
2. Установить оптимальные плотности посадки для выращивания товарных рыб.
3. Изучить влияние астатичных терморежимов на рыбоводные показатели клариевого сома (выход рыбопродукции, рост рыбы, выживаемость, эффективность использования корма).

4. Провести сравнительный анализ морфометрических, эколого-физиологических особенностей и показателей химического состава мускулатуры рыб, выращенных при различных температурных режимах.
5. Определить экономическую эффективность выращивания клариевого сома при оптимальном астатичном терморегиме.

**Научная новизна.** Модифицирована методика искусственного воспроизводства сома в УЗВ, получены предварительные данные по оптимальным плотностям посадки рыб при выращивании товарного сома. Впервые изучены такие технологические аспекты выращивания сома в УЗВ, как влияние астатичных температурных режимов на рыбоводные, морфометрические, химические и эколого-физиологические показатели. Сравнительный анализ этих показателей у рыб, выращенных при различных температурных режимах, выявил преимущества предложенного астатичного терморегима, приближенного к естественным суточным колебаниям температуры. Доказана экономическая эффективность выращивания товарного клариевого сома при оптимальном астатичном терморегиме.

**Практическая значимость.** Установлена высокая эффективность и перспективность использования оптимального астатичного терморегима, приближенного к естественным суточным колебаниям температуры при выращивании товарного клариевого сома в рыбоводной установке с замкнутым водообеспечением. Выход рыбопродукции в условиях предлагаемого астатичного (переменного) терморегима в УЗВ повышается на 4-19%, затраты корма на получение единицы продукции снижаются на 10-15%. Установлены

особенности искусственного метода воспроизводства клариевого сома. Определены предварительные оптимальные плотности посадки для выращивания товарных рыб в УЗВ. Полученные результаты могут быть использованы на практике при выращивании клариевого сома в рыбоводной установке с замкнутым водообеспечением (УЗВ).

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Особенности искусственного метода воспроизводства клариевого сома.
2. Установление оптимальной плотности посадки для выращивания товарных рыб в УЗВ.
3. Влияние переменных температурных режимов на рыбоводные показатели товарного клариевого сома при его выращивании в рыбоводной установке с замкнутым водообеспечением.
4. Оценка экономической эффективности выращивания товарного клариевого сома.

**Апробация работы.** Результаты работы были представлены на конференции молодых ученых МСХА (Москва, 2003), а также на Всероссийских и Международных конференциях по аквакультуре: «Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб» (Москва, 2004), «Третья Всероссийская школа по морской паразитологии» (Мурманск, 2004), «Человек и животные» (Астрахань, 2005), «Зоокультура и биологические ресурсы» (Москва, 2005), «Эпизоотологический мониторинг в аквакультуре: состояние и перспективы» (Москва, 2005), «Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности» (Москва, 2005).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 8 работ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 132 страницах машинописного текста, состоит из введения, четырех глав, заключения, выводов, предложений производству и списка литературы, включающего 154 источника, в том числе 52 на иностранных языках. Работа иллюстрирована 13 рисунками и 34 таблицами.

Автор выражает благодарность научным руководителям - д.с-х.н., профессору В.А.Власову, д.б.н., профессору А.М.Наумовой и сотрудникам кафедры аквакультуры РГАУ МСХА им. К.А.Тимирязева за оказанное научно-методическое руководство и помощь при выполнении и оформлении настоящей работы.

## ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1. 1. Современное состояние рыбоводства в установках с замкнутым циклом водообеспечения

Одним из наиболее перспективных направлений индустриального товарного рыбоводства является разведение рыб в установках с замкнутым циклом водообеспечения (15, 35, 38, 41).

Первое промышленное рыбоводное предприятие с замкнутой системой водообеспечения было построено в Японии в 1951 году. В Европе первая УЗВ появилась в 1967 году в Австрии, в 1972 – в Германии. Во второй половине 70-х вступила в строй первая отечественная автоматизированная установка «Биорек», общим объемом 40м<sup>3</sup>. С тех пор, особенно за последние 10–15 лет, это направление в рыбоводстве достигло огромного прогресса. Появились новые, более совершенные системы очистки воды, резко возрос уровень автоматизации, созданы технологии выращивания для десятков видов рыб и других гидробионтов, как пресноводных, так и морских.

Российскими учеными разработаны типовые установки с замкнутым циклом водообеспечения производительностью по карпу соответственно 10 и 40т/год (табл. 1), которые по техническим характеристикам соответствуют лучшим образцам известного в мире аналогичного оборудования (21,102).

**Параметры типовых УЗВ (производительность по карпу – 10 и 40 т/год)**

Показатели	УЗВ – 10	УЗВ – 40
Занимаемая площадь, м <sup>2</sup>	140	450
Общий объем воды в установке, м <sup>3</sup>	60	280
Объем рыбоводных емкостей, м <sup>3</sup>	24	136
Установочная мощность, кВт/ч	24	66,5
Расход оборотной воды, м <sup>3</sup> /сут.	до 960	До 3300
Расход подпиточной воды, м <sup>3</sup> /сут.	0,25	14
Расход кислорода, кг/ч	0,3	5

Данная технология на современном этапе своего развития в состоянии обеспечить:

- создание оптимальных условий для максимального роста любых культивируемых видов;
- полный контроль и управление производством;
- высокую концентрацию производства;
- экономию воды, земли, электроэнергии;
- экологическую чистоту получаемой продукции и технологического процесса.

Для получения 1кг товарной рыбы в установках с замкнутым циклом водообеспечения достаточно 50-100л воды, 0,01кв.м земли, 5кВт электроэнергии (14,15,16,35).

Концентрация отходов на небольшой площади создает условия для успешной их переработки и организации вторичных производств (тепличные хозяйства, выпуск органических удобрений, вермикультура; осадки УЗВ можно также включать в состав комбикормов для выращивания карпа и тилпии) (4, 13, 100).

Созданы типовые модули, позволяющие получать с площади 140-150кв.м соответственно до 10т посадочного материала и до 40т товарной рыбы в режиме полициклической технологии (21, 102). На базе типовых модулей могут комплектоваться хозяйства аквакультуры любой мощности и назначения.

Разработана математическая модель функционирования замкнутой системы, которая позволяет рассчитывать и создавать установки любого объема и типа для успешного выращивания всего известного перечня объектов аквакультуры (89, 99).

Уровень конструкторских разработок позволяет использовать в установках различные виды рыбоводных емкостей, осуществлять различные варианты комплектации и компоновки оборудования по высоте и площади. Это расширяет область применения разработанных систем - от уровня крестьянских ферм до самостоятельных полносистемных рыбоводных комплексов (28, 70).

Применительно к замкнутым системам проведены исследования по технологиям выращивания различных объектов аквакультуры: карпа (12), растительноядных рыб (33), тилапии (18, 32), форели (91, 94), осетровых (34, 37, 88, 93), камбалы и налима (94), канального и африканского сомов (8, 9, 10, 11, 91, 92).

Технологии обеспечены специальными рецептурами комбикормов, позволяющими получать 1кг прироста при затратах корма 0,7-1,9кг в зависимости от стадии развития объекта (35, 67).

Культивируемые виды достигают 1г за 1-1,5мес., 50г - за 3-4 месяца, товарной массы в 500-700г - за 4-6 месяцев и половозрелости за один - полтора года (тиляпия - за 3-4 месяца) от личиночной стадии.

*Система очистки воды в УЗВ.* Выращивание рыбы в УЗВ происходит при многократном использовании одного и того же объема воды, подвергаемого очистке и вновь возвращаемого в рыбоводные емкости. Важнейшим условием нормального функционирования установки является эффективная работа блоков очистки. Система регенерации воды УЗВ должна обеспечивать эффективное удаление из оборотной воды взвешенных веществ и растворенных метаболитов рыб, поддержание оптимального температурного, газового и солевого режима (14, 91 и др.).

Большинство применяемых методов очистки воды можно разделить на 4 группы: физические (осаждение, фильтрация, флотация), химические (окисление и коагуляция органических загрязнений), физико-химические (адсорбция и ионообмен) и биологические. В составе УЗВ они могут использоваться



как каждый в отдельности, так и в комплексе. В современных установках наиболее широко используются физическая (механическая) и биологическая очистка воды (18).

Система регенерации воды в замкнутых установках как правило состоит из нескольких элементов: узел механической очистки воды, в котором удаляется основная часть твердых отходов; узел биологической очистки, где происходит изъятие растворенных загрязнений; блок окончательной очистки, в котором вода доводится до требуемых кондиций (терморегуляция, оксигенация, обеззараживание, рН-регулировка и т. д.).

Механическая очистка воды. Кроме постоянно выделяемых продуктов метаболизма (аммиака и растворенных органических соединений), при кормлении рыб в воду попадают остатки несъеденного корма и экскременты. Они частично растворяются в воде, частично образуют взвешенные вещества, но основная их часть оседает на дно и если вовремя не будет удалена то, постепенно разлагаясь, также загрязняет воду.

Для удаления взвешенных веществ из оборотной воды используют осаждение и фильтрацию. Осаждение взвешенных веществ происходит в отстойниках различного типа – вертикальных, горизонтальных, радиальных и тонкослойных, снабженных устройствами для сбора осадка. Основной их недостаток – большие объемы и низкий эффект очистки (как правило не более 35–40 %). Принцип осаждения присутствует также в случае применения центрифуг или гидроциклонов. Их применение в составе рыбоводных систем

показало, что они способны не только осветлять воду, но и способствовать удалению некоторого количества азотных соединений. Однако эти сооружения весьма дорогостоящи и энергоемки, в виду чего они не нашли широкого применения в рыбоводстве.

Наибольшее распространение в качестве устройств механической очистки воды УЗВ получили фильтры различных конструкций (96, 103 и др.). Первоначально использовали гравийные, песчано-гравийные и быстрые песчаные фильтры. Однако им были свойственны серьезные недостатки: низкая удельная производительность, трудность промывки и значительный расход промывочной воды. В настоящее время наибольшее распространение получили барабанные самопромывающиеся и плавающие фильтры.

Типичным примером барабанных фильтров является фильтр НСФ-50, производительностью по очищенной воде  $50\text{ м}^3/\text{ч}$ . Преимуществами фильтров подобной конструкции являются высокая компактность и непрерывность действия. Недостатки – сложность устройства, наличие дополнительного электропривода. Минимальный размер отфильтровываемых частиц составляет, как правило, 150–200 мкм, эффект очистки – 85–90 %.

Высокий эффект очистки оборотной воды от взвешенных веществ (90–95 %) обеспечивают фильтры-отстойники с плавающей загрузкой. В качестве загрузки плавающего фильтра обычно используются полиэтиленовые гранулы диаметром 2,5 мм. Регенерация загрузки осуществляется путем барботажа. Плавающие фильтры просты по конструкции, надежны, имеют низ-

кий расход промывочной воды, однако они менее компактны по сравнению с барабанными сетчатыми фильтрами.

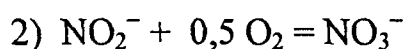
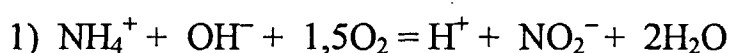
Биологическая очистка. Является наиболее распространенным способом очистки воды в замкнутых системах и заключается в утилизации растворенных загрязнений с помощью микроорганизмов посредством процессов минерализации, нитрификации и денитрификации (15).

Конечным продуктом белкового обмена у рыб является аммиак. Он составляет около 60-80% всех азотистых соединений, постоянно выделяемых рыбой через жабры и почки в воду. Именно аммиак является основным токсическим веществом, против которого направлено действие системы биологической очистки.

Процесс очистки осуществляется микроорганизмами, закрепленными на поверхности загрузки, а также взвешенной микробной массой (активный ил). Основные группы микроорганизмов, обитающие в устройствах биологической очистки - это автотрофные и гетеротрофные виды бактерий.

Гетеротрофы окисляют органические азотсодержащие компоненты выделений рыб и остатков кормов, превращая их в простые неорганические соединения, главные из которых вода, углекислый газ и аммиак. Поэтому этот первый этап биологической очистки получил название аммонификация (минерализация). После того, как органические соединения переведены гетеротрофными бактериями в неорганические, биологическая очистка вступает в следующую стадию, получившую название нитрификации. Под этим процессом понимают биологическое окисление аммония до нитритов ( $\text{NO}_2^-$ ) и даль-

нейшее их окисление до нитратов ( $\text{NO}_3^-$ ). Нитрификация осуществляется автотрофными бактериями, которые в отличие от гетеротрофов не нуждаются в готовых органических соединениях. Нитрифицирующие бактерии в устройствах биологической очистки представлены в основном родами *Nitrosomonas* и *Nitrobacter*. Источником энергии для *Nitrosomonas* является процесс окисления аммиака до нитритов, а *Nitrobacter* получает энергию из реакции дальнейшего окисления нитритов до нитратов:



Главный итог этих уравнений - превращение токсичного аммония в нитраты, которые гораздо менее ядовиты для рыб.

Процесс нитрификации приводит к окислению неорганического азота. Одновременно идет процесс восстановления неорганического азота – денитрификация. В процессе денитрификации происходит переход азота из нитратов в газообразное состояние. Основными денитрифицирующими бактериями являются *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Bacillus* и др. Если одновременно с нитритами в среде присутствуют аммонийные соли или аминокислоты, то свободный азот выделяется за счет их химического взаимодействия (косвенная денитрификация), в отличие от прямой денитрификации, когда восстановление нитратов, напротив, идет до свободного азота. Таким образом, денитрификация в отличие от минерализации и нитрификации уменьшает количество неорганического вещества в воде. Минерализация, нитрификация и

денитрификация – процессы, происходящие во вновь запускаемой системе последовательно. В установившейся системе они идут параллельно (35).

Для биологической очистки воды в установках с замкнутым циклом водообеспечения в настоящее время применяют биофильтры – устройства, использующие прикрепленную микрофлору. Очистные сооружения, использующие активный ил (азротенки и интеграторы) не получили широкого распространения, в основном из-за низкой удельной производительности.

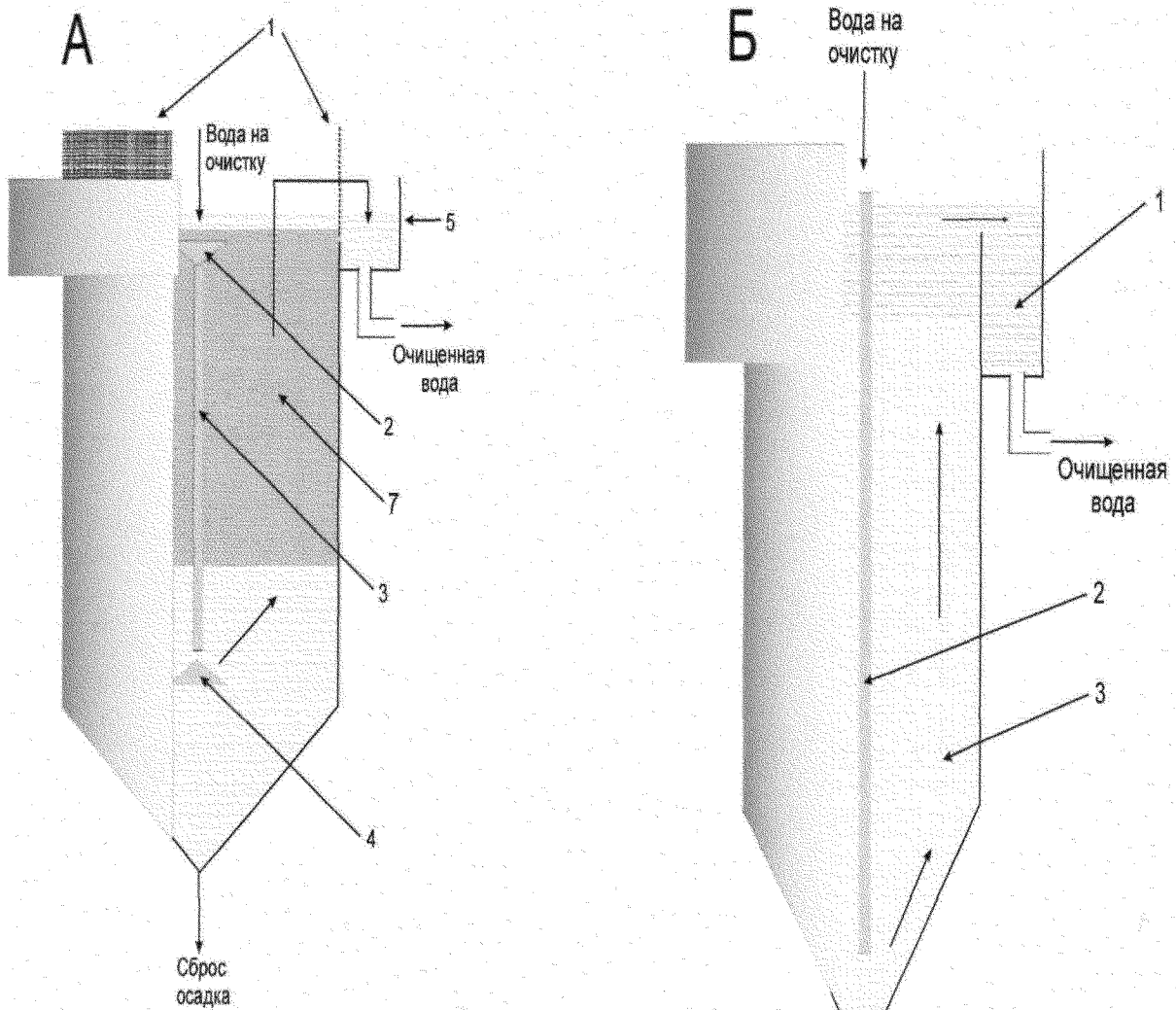
Биофильтры представляют собой емкости, заполненные загрузкой различного типа, на поверхности которой развивается бактериальная пленка, осуществляющая очистку воды. Важнейшей характеристикой биофильтра, определяющей его производительность, является удельная площадь поверхности загрузки. В ранних конструкциях применялась объемная загрузка (гравий, керамзит, раковины моллюсков и т. д.), имевшая удельную площадь поверхности (УПП)  $20\text{--}100\text{ м}^2/\text{м}^3$ . Позднее стали использовать пленочную и кассетную загрузки (биофильтры ЛИСИ) с УПП  $100\text{--}150\text{ м}^2/\text{м}^3$ . В настоящее время широко применяются различные виды специальной пластиковой загрузки (сотовая, мелкозернистая, “бишары” с развитой площадью поверхности), имеющие УПП на уровне  $350\text{--}1500\text{ м}^2/\text{м}^3$  (98, 101). И, наконец, используются биофильтры с регенерируемой песчаной загрузкой (УПП  $2000\text{--}4000\text{ м}^2/\text{м}^3$ ). Повышение удельной производительности устройств биологической очистки привело к резкому сокращению объема блоков очистки УЗВ. Если у первых УЗВ соотношение объемов рыбоводных емкостей и аппаратов

водоподготовки составляло 1 : 5–10, то для современных систем этот показатель равен 1 : 0,5–1.

Существующие типы биофильтров можно условно разделить на 3 группы: погружные; орошаемые; вращающиеся.

Погружные биофильтры. В них (рис. 1-2) вся масса загрузки находится ниже поверхности воды в емкости. В устройствах данного типа применяют в основном мелкозернистую регенерируемую загрузку (полимерные гранулы, песок), а также пластиковые элементы с развитой поверхностью. Загрузку из гравия, керамзита, стеклянных и керамических элементов применяют редко, т. к. биофильтры с такого рода наполнителем нуждаются в периодической промывке, в процессе которой уничтожается бактериальная пленка. Погружные биофильтры просты в эксплуатации, не требуют создания больших перепадов уровней воды в установке, что позволяет уменьшить мощность циркуляционных насосов, способны работать в широком диапазоне гидравлических нагрузок. Однако, в отличие от биофильтров других типов, они требуют относительно высокой (6–8 мг/л) концентрации кислорода в поступающей на очистку воде (86).

## Биофильтры с регенерируемой загрузкой



А. Биофильтр с регенерируемой загрузкой из полиэтиленовых гранул: 1 - сетка; 2 - приемная воронка; 3 - гидрозлеватор; 4 - отбойная тарелка; 5 - водосборное кольцо; 6 - загрузка (полиэтиленовые гранулы диаметром 2,5 мм)

Б. Биофильтр с песчаной загрузкой: 1 - водосборное кольцо; 2 - водоподающая труба; 3 - загрузка (песок, удерживаемый во взвешенном состоянии током воды).

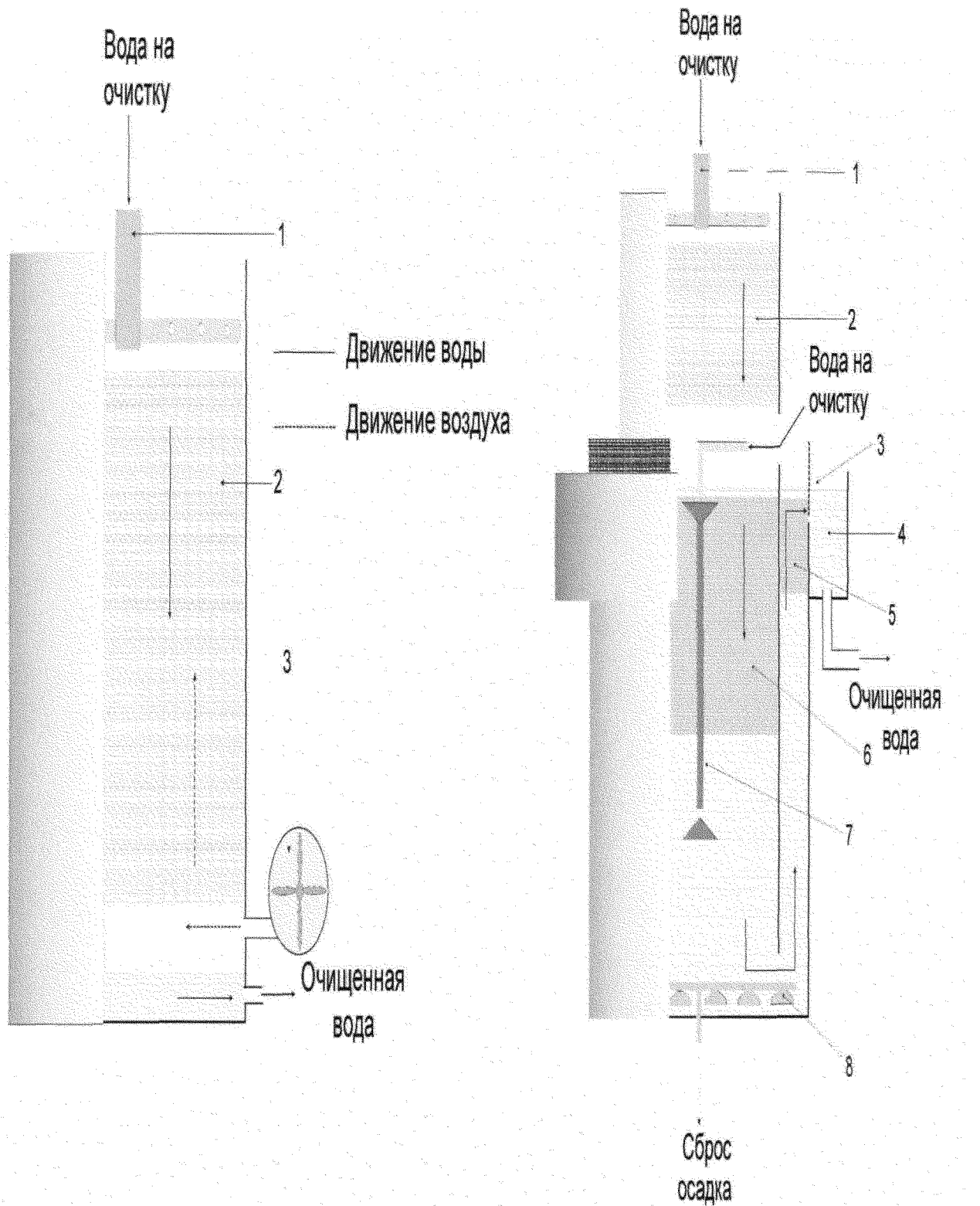
Рис. 1,2. Погружные биофильтры

Орошаемые (капельные) биофильтры (рис 3А): слой загрузки располагается выше уровня воды в емкости, биологическая очистка проходит в тонком слое воды, стекающей по загрузке, что позволяет поддерживать оптимальный кислородный режим и тем самым увеличить активность микроорганизмов биопленки по окислению органических соединений. Чаще всего в биофильтрах данного типа применяется кассетная и сотовая загрузка, а также пласти-

ковые элементы с высокой удельной площадью поверхности. Наиболее совершенны конструкции орошаемых биофильтров в виде закрытой камеры с движением воды сверху вниз и принудительной закачкой воздуха в нижнюю часть фильтра. Орошаемые биофильтры имеют высокую окислительную мощность, просты по конструкции, на них можно подавать воду с минимальной исходной концентрацией кислорода. Однако их применение требует значительного увеличения перепада уровней воды в системе, вследствие чего возрастает мощность циркуляционных насосов. Кроме того, орошаемые фильтры успешно работают в достаточно узком диапазоне гидравлических нагрузок, а равномерное распределение потоков воды по всей площади фильтра требует специальных технических решений.

Иногда погружной и орошаемый биофильтры объединяют в одном корпусе, такие конструкции называют комбинированными биофильтрами. Верхняя часть подобного устройства представляет собой типичный орошаемый фильтр, а нижняя – погружной. Наличие орошаемой части способствует значительному увеличению интенсивности окисления органических веществ. Подобную конструкцию имеет биофильтр установки ВНИИПРХ, СПГАСУ (рис. 3Б).





### Орошаемый биофильтр

1 - Реактивный ороситель; 2 - загрузка;  
3 - воздушный насос

### Комбинированный биофильтр ВНИИПРХ, СПГАСУ

1 - реактивный ороситель; 2 - загрузка орошаемого биофильтра; 3 - сетка;  
4 - водосборное кольцо; 5 - плавающий фильтр; 6 - загрузка погружного биофильтра;  
7 - гидроэлеватор; 8 - устройство для сбора осадка (иллосос).

Рис.3. а-орошаемый биофильтр, б-биофильтр установки ВНИИПРХ, СПГАСУ

Вращающиеся биофильтры: отличительной особенностью фильтров данного типа является периодическая смена воздушной и водной среды на поверхности биофильтра (рис. 4). Это позволяет улучшить кислородный режим системы и тем самым существенно увеличить ее производительность. В конструктивном плане подобные устройства представляют собой вращающуюся систему пластиковых перфорированных труб, заполненных гофрированными полиэтиленовыми дисками («Штеллерматик»), или вращающийся барабан, заполненный пластиковыми элементами с большой площадью поверхности («Евроматик») (6). Вращающиеся фильтры не требуют создания в УЗВ больших перепадов уровней воды, имеют высокую окислительную мощность, способны эффективно очищать воду с незначительной исходной концентрацией кислорода. К недостаткам этих устройств относится сложность конструкции, наличие дополнительного электропривода и ограниченный объем вращающейся части фильтра.

## Вращающиеся биофильтры

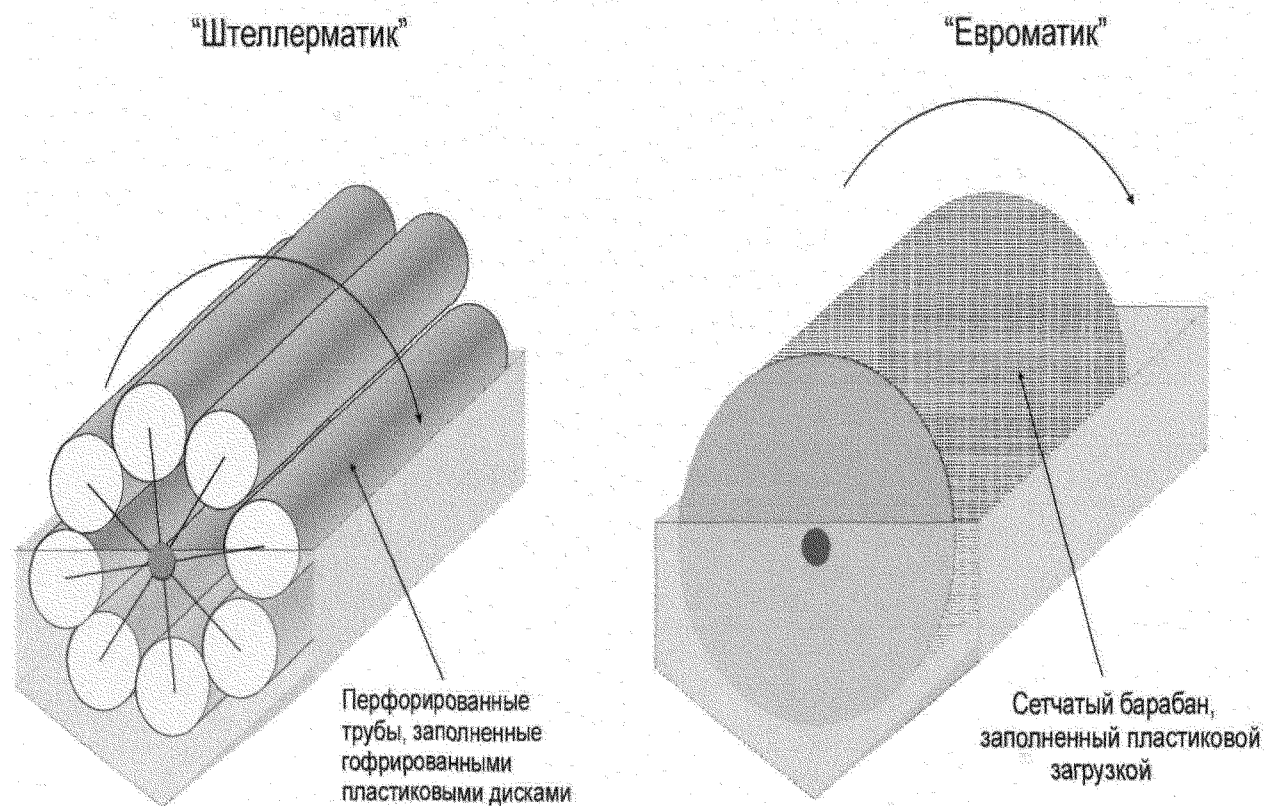


Рис.4. Вращающиеся биофильтры

В процессе выращивания рыбы в УЗВ в оборотной воде накапливаются нитраты – конечный продукт нитрификации. Поэтому в систему необходимо ежедневно добавлять до 10 % свежей воды (97). Для уменьшения расхода воды в состав УЗВ включают блок денитрификации. Помимо перевода нитратов в свободный азот, в денитрификаторе происходит и процесс восстановления нитритов до молекулярного азота, минуя фазу образования нитритов бактериями – нитрификаторами. Денитрификаторы в рыбоводных установках размещают как до, так и после биофильтра–нитрификатора. Подача воды на денитрификатор составляет чаще всего 10–20 % от общего расхода

оборотной воды. В конструктивном плане денитрификаторы похожи на погружные биофильтры и представляют собой герметичные емкости, заполненные загрузкой. Отличительная черта денитрификаторов – значительное время удержания воды в устройстве (до 1ч и более), в связи с чем его объем может превышать объем биофильтра – нитрификатора. Для успешного протекания процесса денитрификации необходимо создание анаэробных условий (концентрация кислорода не более 2мг/л) и наличие в воде органического вещества, необходимого для питания бактерий–денитрификаторов.

После прохождения механической и биологической очистки обратная вода подогревается до требуемой температуры, насыщается кислородом (оксигенация или аэрация) и возвращается в рыбоводные емкости. В состав некоторых УЗВ дополнительно включаются устройства для регулирования рН и обеззараживания воды (озонирование или УФ–облучение).

Создание оптимальных условий и управление на современном техническом и биотехнологическом уровне производственным процессом и экологическими факторами дает возможность успешно культивировать в УЗВ не только традиционные объекты: карпа, форель, канального сома, тилапию, но и рыб с продолжительным периодом роста - осетровых, угря, а также ракообразных - креветок, раков и тропические виды рыб - индийских карпов, аквариумных и других рыб, осуществляя не только производство посадочного материала и товарной продукции в полициклическом режиме, но и выращивание и эксплуатацию производителей (12, 14).

## 1.2. Влияние температурного фактора на организм рыб

Температура — важнейший экологический фактор, накоплено множество сведений о ее влиянии на жизнь животных, в частности пойкилотермных (31, 81, 83, 90). Однако почти все имеющиеся данные касаются действия постоянных температур, хотя в естественных условиях реальны только переменные. Предполагалось, что действие последних адекватно тому, которое вызывается постоянными температурами, равными по сумме тепла колеблющимся, в действительности это далеко не так (43, 44, 45, 49).

В настоящее время при выращивании клариевого сома в УЗВ поддерживают стабильный температурный режим – 26-28°C в течение суток, что является средней оптимальной температурой. Вместе с тем известно, что в ходе эволюции организмы адаптировались к астатичной среде обитания, в том числе к колебанию температуры в течение суток (44, 47, 46, 49, 56, 59).

Основу индустриального выращивания рыбы составляет оптимизация температурного режима, обеспечивающего наиболее благоприятные условия для интенсивного потребления и эффективного использования кормов (15, 16, 35).

У рыб, как правило, температура тела почти равна температуре окружающей среды. Естественно, повышение или понижение температуры в допустимых для определенного вида рыб пределах вызывает соответствующие сдвиги их жизнедеятельности. При повышении температуры повышается обмен веществ, в связи с этим увеличивается потребление кислорода, увеличи-

вается поиск, потребление и переваривание пищи, повышается чувствительность к токсикантам (40, 70 и др.). Снижение температуры ведет к обратным процессам, описанным выше, а чрезмерное охлаждение ведет к простуде (91). Адаптация к высоким температурам протекает значительно быстрее, чем к низким. По мнению Н. С. Строганова (90) существует небольшой температурный диапазон, в котором изменение температуры не оказывает существенного влияния на обмен веществ. Однако это отмечено у рыб полностью акклиматизированных в этом диапазоне температур. Для карпа этот диапазон находится в пределах 26 – 32°C (40, 89).

Влияние температуры на рыб тесно связано с другими факторами среды и воздействует на организм в совокупности с ними. При выборе температуры воды при выращивании рыбы в промышленных условиях приходится учитывать влияние метаболитов рыб, расход кислорода на оксигенацию, изменение экскреции аммония, углекислоты и pH (5, 8, 15, 27, 47, 62, 64). Максимальный рост и оптимальное усвоение пищи наблюдается не всегда при одной и той же температуре. Поэтому при выращивании рыбы в бассейнах, где регулируется температурный режим, выбирают компромиссный уровень температуры, который обеспечивает и быстрый рост рыбы, и эффективное усвоение корма. При температуре выше оптимальной усвоенная энергия корма начинает в большом объеме затрачиваться не на прирост массы, а на поддержание жизнедеятельности (86).

Последние исследования ученых (27, 55) показывают, что молодь эвристенотермных видов рыб растет лучше, если температура воды не стабильная

в течение суток, а колеблется в пределах экологической валентности вида с некоторой частотой и амплитудой ( $25 \pm 5^\circ\text{C}$  в час для карпа).

Есть предположение, что в колеблющемся температурном режиме скорость дыхания рыб понижается, а темп роста – повышается (51). При этом снижение скорости дыхания, т.е. уменьшение энергозатрат рыб, сопровождается более экономичным использованием пищи на пластический обмен.

Существование организмов в астатичных условиях считается биологической нормой, а в стабильных (постоянных) – ее нарушением.

Многочисленные литературные данные говорят о том, что находясь в термоградиентном поле, рыбы не сосредотачиваются в каком-то узком его участке, а постоянно перемещаются в достаточно широком температурном диапазоне. Например, у японской ставриды *Trachurus japonicus* он достигает  $10\text{—}13^\circ\text{C}$ , у разных видов корюшек —  $20\text{—}25^\circ\text{C}$ , у молоди *Salvelinui natnaysush* —  $10\text{—}14^\circ\text{C}$ . При этом установлено, что колебания температуры в некотором диапазоне с разными частотными характеристиками не только не ухудшают, но даже значительно улучшают рост, энергетику и физиологическое состояние рыб. Ни при каких стационарных температурах нельзя достигнуть тех положительных результатов выращивания рыб, какие возможны в переменном терморегиме с теми или иными параметрами, будь то синусоидальная осцилляция, мгновенные перепады температуры или попеременное нахождение рыб в аквариумах с разной температурой (49, 54, 55 и др.). Особенно благоприятна для роста, энергетики и физиологического состояния рыб та динамика температурных воздействий, которая реализуется для них в

результате самопроизвольного перемещения в термоградиентном поле (65). Очевидно, в условиях термопреферентного (терморегуляторного) поведения осуществляется именно та динамика температурных воздействий, которая в наибольшей степени соответствует физиологическим потребностям рыб. Выявление особенностей и параметров этой динамики с последующим воспроизведением ее в индустриальных условиях открывает новые перспективы совершенствования биотехнологии рыборазведения, которая до настоящего времени базируется на принципе максимального приближения температур к стабильным значениям, рассматриваемым в качестве оптимальных. Однако осуществленными в последние годы научными изысканиями было показано, что общепринятое представление об оптимальности стабильных условий среды обитания нуждается в серьезных уточнениях (83). Постоянство дозировки фактора в ее любом выражении не обеспечивает оптимальности среды. В природных условиях каждый фактор среды воздействует на организмы в своем изменчивом выражении. С одной стороны, в той или иной степени изменяется среда обитания (сезонные, суточные флуктуации абиотических факторов), с другой - положение самих организмов постоянно меняется вследствие их пассивного и активного перемещения в пространстве. Среда обитания живых организмов динамична, а не статична, и предполагать, что естественные условия обитания негативно воздействуют на них вряд ли справедливо, т. к. эволюционно организмы адаптированы к постоянному изменению факторов (48; 49).



Г.А. Галковская и Л.М. Сушня (10 а) в своей работе посвященной росту животных при переменных температурах отмечают, что в условиях колебания температуры, не выходящей за пределы толерантного диапазона, наблюдается увеличение удельной скорости линейного и весового роста, абсолютного прироста, скорости развития и истинной скорости воспроизводства популяций. В современной экологии данное положение получает все большее признание.

В экспериментальных работах проведенных на насекомых было показано, что в условиях переменных температур скорость их развития на разных стадиях, как правило выше, чем в константных условиях (117). Справедливость выше сказанного подтверждает ряд экспериментальных исследований, проведенных на некоторых гидробионтах. При действии колебаний температуры Г.А. Галковская и Л.М.Сушня (10 а) выявили ускорение роста и более быстрое развитие дафний (*Daphnia* sp.). Одум (83) отмечает, что температура, колеблющаяся от 10 до 20°C (при средней температуре, равной 15°C), не обязательно действует на организм так же, как постоянная температура 15 °C. Параметры роста отдельных особей и популяций в переменных терморежимах всегда отличаются от соответствующих значений при средней константной температуре. Если повышение последней всегда вызывает минимизацию плодовитости, то переменный терморегим приводит к установлению относительно более высокой плодовитости, что было показано Г.А. Галковской и Л.М.Сушня (10 а).

Жизнедеятельность организмов, которые в природе обычно подвергаются воздействию переменных температур (что имеет место в большинстве районов с умеренным климатом), подавляется частично или замедляется при воздействии постоянной температуры. Так, в своем первом исследовании в данной области Шелфорд (140) обнаружил, что яйца, личинки и куколки яблонной плодовой мушки в условиях колеблющейся температуры развиваются на 7-8% быстрее, чем при постоянной температуре, равной средней температуре в опыте. В другом эксперименте Паркеру (137) с помощью переменной температуры удалось ускорить развитие яиц кузнечика в среднем на 38,6%, а нимф - на 12% по сравнению с развитием при постоянной температуре.

Интересные данные были получены при исследовании влияния переменной температуры на скорость роста, биохимический состав тела и физиологическое состояние молоди рыб (22, 23, 24, 26, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 51, 155). Эксперименты проводили в режимах осцилляции температуры относительно средних значений  $t^{\circ}\text{C}$  с амплитудой  $dt$  ( $t+dt$ ) и контрольных константных условиях, где температура была равна средней в режиме осцилляции ( $t$ ) и пределам ее изменений ( $t+dt$ ). Эти данные убедительно свидетельствуют о том, что в режиме осцилляции  $t+dt$  рыбы растут значительно быстрее, чем при постоянной температуре. Одновременно происходили изменения биохимического состава тела рыб, увеличивалось содержание сухого вещества, обезжиренного сухого остатка и липидов. В переменном терморегиме улучшалось также физиологическое состояние рыб, в частности показатели крови. При колебаниях температуры снижалась гибель рыб за время их вы-

ращивания, повышалась терморезистентность, существенно снижалась вариабельность массы тела по сравнению с контролем при постоянной температуре (23, 25). Существует мнение, что переменный терморезим в диапазоне температур жизнедеятельности вида способствует минимизации энергетических трат организма. В этом диапазоне при избытке пищи переменный режим способствует перераспределению усвоенной энергии в пользу прироста и, следовательно, увеличению чистой эффективности роста (29, 48, 65).

Амплитуда колебаний температуры и скорость ее изменения, оптимальные для роста, видоспецифичны, у stenotherмных рыб они заметно ниже, чем у эвритермных. Степень этого различия коррелирует с той, какая наблюдается в термине естественных местообитаний рыб. Ускорение роста рыб в переменном терморезиме противоречит представлению об оптимуме как точке по шкале экологической валентности.

Колебания температуры в некотором диапазоне с определенными амплитудой и частотой стимулируют рост молоди карпа. Средняя суточная скорость роста в этом режиме примерно на 20 % выше, чем средняя в контроле при постоянных температурах, соответствующих нижнему, верхнему и среднему значениям осциллирующих. Суточный рацион в условиях осцилляции на 15 % ниже, чем в контроле. Эта разница, имеющая высокую статистическую достоверность, как и снижение на 2-15 % потребления кислорода рыбами, свидетельствуют о повышении эффективности конвертирования пищи, вызываемом колебаниями температуры. В прикладном аспекте осцилляция

температуры позволит ускорить рост рыб, получить значительную экономию корма и повысить эффективность использования его на рост рыбы.

### **1.3. Африканский клариевый сом - перспективный объект товарного выращивания в УЗВ**

В настоящее время экономически целесообразно выращивание в УЗВ либо посадочного материала рыб, либо товарной продукции рыб ценных пород (осетровые, лососевые, угри, тилапии, канальный и клариевый сом и т. д.).

Одним из перспективных объектов культивирования в УЗВ по праву можно считать клариевого сома (*Clarias gariepinus*). Сом *Clarias gariepinus* является одним из наиболее перспективных видов для дальнейшего развития аквакультуры в России.

*C. gariepinus* и другие представители семейства Clariidae благодаря быстрому росту, устойчивости к неблагоприятным факторам среды и высокому качеству мяса стали одними из самых распространенных объектов выращивания во многих странах мира (105, 106, 108, 145, 146, 147, 148, 150, 151). В первую очередь это относится к странам, расположенным в тропическом поясе. На фермах Южной Африки, большинство которых находится в районе Восточного Трансвааля, сома выращивают в прудах, достигая рыбопродуктивности 25-40ц/га (141). В Индии разработана технология выращивания клариевых сомов на очищенных сточных водах винокуренного производства, при этом достигнута продуктивность 25-60т/га в год. Дополнительным пре-

имуществом разведения этого вида является способность сомов очищать сточную воду от неприятного запаха и цвета.

Наиболее часто в аквакультуре используются *Clarias gariepinus*, *C. lazera* и *C. batrachus* (115, 116, 118, 120, 121 и др.). Если два последних вида получили распространение главным образом в рыбоводстве тропических стран, то *C. gariepinus*, будучи интродуцирован в хозяйства Европы, быстро стал здесь одним из важных объектов индустриального культивирования (124, 154). Пионерами в освоении этого объекта стали голландские рыбоводы. Затем исследовательские работы и промышленное культивирование клариевого сома были развернуты и в других европейских странах.

В Россию с целью промышленного выращивания сом был впервые завезен в 1994г. Молодь *C. gariepinus* в количестве 150 шт. прибыла в опытно-промышленный рыбоводный цех Новолипецкого металлургического комбината из Нидерландов. Выращивание проводилось по сложившейся технологии (79). Сотрудникам цеха удалось вырастить ремонтное стадо и успешно развести рыб. Уже к концу 1995г. было реализовано несколько центнеров товарной продукции, а в 1996г. реализация достигла 120т. (70, 88а и др.).

### 1.3.1. Биология, экология, физиология

Биология, экология и физиология клариевого сома тесно связана с его анатомическими особенностями, описанными рядом авторов (79 и др.). Клариевые сомы имеют гладкое, удлиненное, цилиндрическое тело с длинными

анальными и спинными плавниками, достигающими до хвостового, и состоящими только из мягких лучей; это обеспечивает им активную двигательную функцию. Жирового плавника нет. Наружный луч грудного плавника зазубрен. В брюшном плавнике в норме шесть мягких лучей (79). Плоская голова несет четыре пары неразветвленных усов: одна - назальная, одна - максиллярная (самая длинная и наиболее подвижная) на сошнике, и две мандибулярные - внутренняя и наружная. Зубы имеются на челюстях и сошнике. Плавательный пузырь маленький, состоит из двух долей и заключен в капсулу, образованную поперечными выростами прапофизов четвертого и пятого позвонков.

*Дыхание.* С помощью воздуха, поступающего из наджаберной полости, клариевые сомы контролируют свою плавучесть. В этой полости располагается дополнительный наджаберный орган дыхания. Он парный, представлен разветвленными образованиями, расположенными на второй и четвертой бронхиальных дугах, и покрыт сильно васкуляризированной тканью, с помощью которой рыба абсорбирует кислород из воздуха. Наджаберная полость соединяется с глоткой и жаберными полостями. Клариевые сомы поднимаются к поверхности воды для «дыхания», когда содержание кислорода в воде низкое, а в насыщенной кислородом воде живут без воздушного дыхания. Дополнительное воздушное дыхание позволяет этим рыбам в течение многих часов жить вне воды или в мутной воде, а также мигрировать по поверхности земли. Сообщения о «путешествующих» клариасах часто появляются в литературе. Установлено, что наджаберный орган клариевых сомов

содержит только воздух и наиболее эффективно функционирует при влажности 81%. Полное выключение дыхания жабрами приводит к гибели этих сомов через 14-47 часов; при прекращении доступа к поверхности воды они гибнут уже через 9-25 часов, а без воды и воздуха - за несколько минут. Считают, что наджаберный орган для жизнедеятельности клариасов более важен, чем жабры.

*Питание.* *S. gariepinus* питается в природе в основном водными насекомыми, рыбами, моллюсками и высшей водной растительностью. Употребляют в пищу также наземных насекомых и фрукты. Можно считать их всеядными рыбами с большой тенденцией к хищничеству. Долгое методичное подстерегание добычи - нормальная тактика их охоты.

*Размножение* клариевых сомов в естественных условиях северного полушария происходит в период дождей. В тропических зонах нерест продолжается с апреля до декабря с пиком в июле-августе. В субтропиках южного полушария он начинается с увеличением температуры воды и продолжительности светового дня, что соответствует периоду с июля по сентябрь (79, 107). Нерест непродолжителен. Клариасы обычно размножаются один раз в сезон, в водоемах, наполнившихся дождевой или грунтовой водой, маленьких речках, иногда непосредственно во время дождя (20). Перед нерестом сомы собираются в косяки, после чего начинаются бои между весьма агрессивными самцами. Ухаживание за самкой и спаривание происходят между изолированной парой производителей на мелководьях. При спаривании самец U-образно изгибается вокруг головы самки, сохраняя эту позицию всего несколь-

ко секунд. Выделяющаяся сперма и икра разбрасываются самкой энергичными движениями хвоста на значительное расстояние. Завершив нерест, пары обычно короткое время отдыхают, затем разбиваются самцами, не участвовавшими в нересте, и после этого весь косяк мигрирует в глубоководные участки акватории.

О факторах среды, индуцирующих нерест клариасов, известно немного. Предполагают, что это могут быть как видимые, так и невидимые стимулы (температура, фотопериод, выпадение осадков, присутствие противоположного пола или его феромона, наличие нерестового субстрата и т.п.). Так как нерест происходит обычно ночью, то, несомненно, важны механические, химические и звуковые стимулы.

Заметного полового диморфизма у клариевых сомов нет, за исключением того, что уrogenитальная папилла у самцов небольшая, а у самок вытянутая. Кроме того, у зрелых самок более округлое и мягкое брюшко (122).

Средняя длина этих рыб при первом половом созревании значительно варьирует - от 260 до 750мм; самки обычно мельче, чем самцы (119 и др.). К концу первого года жизни небольшая часть рыб в популяции достигает половозрелости, а остальные - к концу второго года. В искусственных условиях клариасы созревают уже в шестимесячном возрасте, когда их вес достигает 200 г. Основными факторами, регулирующими размерно-весовое соотношение при первом созревании, являются питание и температура воды. Уровень питания влияет на развитие яичников, а температура воды - ведущий фактор регуляции, развития и созревания семенников (69). Изучено развитие С.



gariëpinus на разных стадиях (112), в ряде работ освещается проблема получения кроссов *C. lazera* (113).

*Экология.* *Clarias gariepinus* предпочитает температуру 25-30°C, перестает питаться при ее снижении до 17-18°C, гибнет при длительном пребывании в воде с температурой 14-15°C, но выдерживает кратковременное снижение до 5°C. Сом обладает высокой толерантностью к повышенному содержанию в воде соединений азота. Так по данным польских ученых летальная концентрация аммиака для него составляет 6,5 мг/л. Изучена солевая толерантность *C. lazera* (109, 111).

*C. gariepinus* отличается высокой устойчивостью к заболеваниям (95), хотя известны случаи гибели молоди *Clarias fuscus* при выращивании в хозяйствах аквакультуры (128).

### 1.3.2. Технологии воспроизводства и выращивания клариевого сома

Выращивание клариевого сома проводят по разным технологиям: в прудах южных регионов (при температуре воды выше 20°C), используя методы прудового рыбоводства; или в бассейнах, в том числе и в УЗВ, поддерживая температуру воды выше 20°C – в соответствии с приемами, принятыми в индустриальной аквакультуре. Биологические особенности клариевого сома делают его одним из перспективных объектов культивирования в установках замкнутого водоснабжения. Он имеет высокую скорость роста (время выращивания от личинки до товарной массы 1200 г составляет 6 месяцев), может выращиваться при высоких плотностях посадки (до 500 кг/м<sup>3</sup>). Эта рыба эф-

фективно использует корм, затраты которого, как правило, составляют 0,8–1,2кг на 1кг продукции. Кроме того, стоимость кормов, используемых при выращивании клариевого сома ниже, чем кормов, применяемых при выращивании осетровых и форели. Способность сома использовать для дыхания атмосферный воздух позволяет отказаться от использования в составе УЗВ кислородного оборудования, что снижает капитальные затраты на строительство установок на 25–40%. Выращивание клариевого сома в искусственных условиях требует знания опыта по его воспроизводству и сведений по выращиванию молоди, приведенных рядом авторов (79).

*Воспроизводство.* Формирование маточного стада производителей проводят отлавливая взрослых рыб из естественных водоемов или отбирая их из рыбоводных прудов. Отлов диких производителей рекомендуется проводить или в период естественного размножения, когда они собираются в косяки для нереста, миграции, или во время сухого сезона, когда они относительно сконцентрированы в уменьшившихся вследствие засухи водоемах. Из прудов, в которых проводили выращивание рыбы до половозрелости, производителей выбирают и переносят для выдерживания в бассейны инкубационного цеха, или в маточный пруд. Таких производителей содержат в контролируемых условиях около одного года. За это время они теряют сезонную периодичность репродуктивного цикла и способны созреть круглый год. Рекомендуется содержать два стада маточного поголовья: одно из них находится в работе, другое выдерживают в контролируемых условиях

для последующего использования. Предпочтительнее использовать производителей массой 0,5-1,0кг. С такими рыбами легко проводить различные рыбобродные манипуляции, а качество зрелых половых продуктов у них наилучшее. Инкубационный цех с годовой продукцией мальков 500 тыс. шт. позволяет инкубировать 800г икры на нерестовую установку. Такое количество икры могут продуцировать около 16 самок, для инкубации требуется четыре инкубатора. Одних и тех же самок можно использовать каждые четыре-шесть недель.

Количество самцов в стаде зависит от числа используемых в каждом цикле размножения, а также от количества самих туров размножения. Для получения спермы обычно достаточно двух самцов.

Половозрелых рыб рекомендуют содержать в прямоугольных бассейнах объемом 1-1,5м<sup>3</sup>, в каждом из которых может находиться не более 100-150кг рыбы на 1м<sup>3</sup>, и кормить качественными кормами.

Оптимальная температура для содержания маточного стада – 25°C. Такая температура является необходимым условием для развития гонад в течение всего года. Хотя эта температура отличается от существующей в естественных условиях обитания, она наиболее приемлема при искусственном разведении.

Поскольку световая периодичность не имеет решающего значения для созревания гонад, рекомендуют прикрывать емкости с рыбой на три четверти поверхности бассейна со стороны втока воды. Источник искусственного освещения располагают над открытой частью бассейна на расстоянии 20-30см

от поверхности воды. При таких условиях удобно наблюдать за состоянием рыб и чистить бассейны.

Для маточного стада прежде всего важно качественное питание (79, 138, 139). О пищевых потребностях клариасов известно немного. Искусственные корма могут изготавливаться из доступных сельскохозяйственных субпродуктов. В большинстве африканских стран кормовые ингредиенты, содержащие большое количество животного протеина, такие как рыба или кровяная мука, малодоступны и дороги. Тем не менее, в этих странах имеются такие эффективные заменители, как растительный протеин и жиры, они дешевы и доступны в больших количествах. Содержание протеина в кормах половозрелых рыб должно быть 41-47%. Рекомендуют осторожное кормление вручную для предотвращения стресса у рыб и контролирования степени поедания кормов, корм задают 3-4 раза в день.

Для получения икры самок стимулируют (79, 114, 125, 134, 135). Успех искусственного размножения зависит от степени зрелости гонад производителей. Для индукции овуляции самок отбирают по увеличенному мягкому брюшку, по центральному положению ядра в ооцитах, размеру последних, а также по набухшему генитальному отверстию, окрашенному в красноватый или розовый цвет. Небольшое увеличение урогенитальной папиллы является признаком, свидетельствующих о готовности самцов к нересту.

Для стимуляции овуляции используют гормоны или гормональные препараты: ацетонированные гипофизы карпа в дозе 4 мг/кг массы тела, ацетонированные или свежие гипофизы клариаса в дозе 1 гипофиз на самку, хо-

рионический гонадотропин - 4 МЕ на 1г веса рыбы, дезоксикортикостерон-ацетат (ДОКА), а также синтетические аналоги гонадотропин-рилизинг-гормона ГРГ (LH-RH). Метод гипофизарных инъекций недорог и относительно прост. Перед инъектированием самок взвешивают для определения дозы стимулятора. В соответствии с температурой воды рассчитывают время проведения стимуляции нереста и прогнозируют время получения икры. Полученную икру сцеживают в пластиковые или эмалированные тазики обычным способом. Ориентировочное время, необходимое для сцеживания одной группы овулировавших самок, составляет 20-30, 60-90 и 120-240 мин соответственно при температуре 30, 25 и 20°C, что всегда связано с физиологической неоднородностью самок в одной размерной или весовой группе. Одну и ту же самку можно стимулировать каждые шесть-восемь недель без изменения количества и качества получаемой икры. Отнерестившиеся самки африканского сома при содержании в оптимальных искусственных условиях (температура и адекватная пища) генерируют новую порцию готовых к нересту ооцитов за короткий промежуток времени.

В связи с большими трудностями сцеживания молок у зрелых самцов сомовых рыб, в том числе и африканского сомика, их сперму получают путем извлечения гонад у забитых самцов с последующим измельчением и процеживанием через марлю. Сперму капают на сцеженную икру или собирают для этого в отдельную сухую посуду, разбавляя ее физиологическим раствором (0,6-0,7% NaCl) для хранения в холодильнике.

После получения половых продуктов приступают к процессу осеменения. Сначала к икре и молокам добавляют близкое по объему количество воды или физиологического раствора и осторожно перемешивают. Через 1 мин оплодотворение заканчивают, так как за это время сперма теряет активность, а микропиле у икринки закрывается. Оплодотворенные икринки инкубируют в стоячей или проточной воде в лотках с отверстиями на дне диаметром 1,2-1,5мм. Продолжительность инкубационного периода обратно пропорциональна температуре воды. Известно, что при температуре 25°C вылупление происходит через 28-32 ч. после оплодотворения.

Ряд работ посвящен проблемам гибридизации клариевых сомов (133, 142, 149). Эти исследования представляют перспективный интерес для получения более жизнестойкой молодежи сома.

*Выращивание молоди.* После инкубации в перфорированных лотках отделяют здоровых предличинки от деформированных, погибшей икры и остатков оболочек. Живые предличинки, активно плавая, проникают через перфорированное дно лотка в инкубатор. После этого лоток убирают, а здоровые предличинки остаются в емкости. Если икринки были помещены непосредственно на дно инкубатора, то отделение вылупившихся предличинки осуществляют следующим образом: часть инкубатора, где не была помещена икра, накрывают; здоровые предличинки, обладая отрицательным фототаксисом, переплывают в темную чистую часть инкубатора и концентрируются в его углах; все остатки - оболочки икры, мертвые икринки и уродливые предличинки удаляют сифоном.

Массовое выращивание личинок и молоди в бассейнах проводят в проточной воде. Втекающая вода обеспечивает требуемое качество, использованная вода вытекает, удаляя растворенные метаболиты и остатки корма. Рыб при этом содержат в небольших легко контролируемых емкостях. Рекомендуют поддерживать уровень воды 12-15см, что соответствует объему воды 100—120 л.

Оптимальная температура для выращивания личинок клариасов около 30°C; слишком низкая (<22 °C) или высокая (>36 °C) температура значительно замедляет их развитие.

Наиболее подходящей стартовой пищей для африканского сомика на этапе смешанного питания являются живой или замороженный зоопланктон с размером объектов не более 150 мкм, живые или замороженные науплии артемии и ее декапсулированные яйца. Позднее личинок кормят искусственными стартовыми кормами, при этом установлено время, начиная с которого кормление проходит без ущерба для их роста и выживаемости. Показано, что постепенный переход на питание стартовым кормом можно начинать после 2-4 дней кормления науплиями артемии. При кормлении личинок науплиями артемии корм вносят 6 раз в день, между 6 и 20 ч. При кормлении искусственными кормами используют корм с определенными характеристиками. Для личинок массой 50-100 мг размер частиц корма должен быть 0,35-0,5мм; массой 100-250 мг - 0,50-0,75мм; при массе 250 мг - 1г. - 0,75-1,25мм.

Период выращивания личинок до ранних мальков массой около 1г занимает 6- 8 недель в зависимости от температуры воды и качества кормов.

Цикл воспроизводства и подращивания можно повторять каждые 6-8 недель. Если выращивание личинок осуществляется в прудах, искусственное размножение можно проводить один-два раза в месяц, с тем чтобы получить требуемый годовой объем продукции (79).

Предличинок выращивают в маленьких земляных прудах. Для получения годовой продукции 500 тыс. мальков необходимы пруды общей площадью 4000м<sup>2</sup> и глубиной от 50 до 100см. Большая глубина не рекомендуется, так как кларисы часто подплывают к поверхности для заглатывания воздуха.

Пруды заполняют чистой водой с рН 6,5-8, расход воды в пруду площадью 4000м<sup>2</sup> должен быть 4- 6 л/с. Предличинок помещают в такие пруды в возрасте двух-трех дней, перед их переходом на активное питание или шести-семи дней, предварительно проверив наличие остаточного количества зоопланктона, в основном коловраток. После месячного подращивания рыбы достигают массы 2-5г.

Товарное выращивание клариевого сома в прудах проводят в моно- или поликультуре с тилапией. Полноцикловый процесс, включающий искусственное воспроизводство и товарное выращивание, предложено осуществлять в бассейнах с замкнутой системой водоснабжения (79).

Несмотря на широкое распространение клариевого сома в мировой аквакультуре и имеющиеся данные по его воспроизводству и выращиванию молоди, опыт его выращивания, в том числе и товарного в УЗВ, в России невелик. Практически не отработана технология выращивания, отсутствует соответствующая нормативно-техническая документация, а количество научных



публикаций по этому вопросу все еще недостаточно. Исследований, посвященных изучению влияния абиотических факторов, в особенности астатичных (переменных) терморежимов на эффективность выращивания товарного клариевого сома в условиях УЗВ до настоящего времени не проводили, что и явилось основанием для выполнения представленной диссертационной работы.

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Исследования были проведены в период с 2003 по 2005 гг. на базе аквариальной кафедры аквакультуры РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева. Работа выполнена в рамках НИР кафедры по теме «Разработать индустриальную технологию воспроизводства и выращивания африканского клариевого сома». Объектом исследования был клариевый сом (*Clarias gariepinus*).

Для опытов по выяснению влияния астатичных температурных режимов на эффективность выращивания клариевого сома (*Clarias gariepinus*) использовали установку с замкнутым циклом водоснабжения (УЗВ) с объемом рыбоводных емкостей  $2,0\text{ м}^3$ . (рис. 6, 7). В состав установки входили 8 рыбоводных бассейнов из органического стекла объемом по  $0,25\text{ м}^3$ , блок механической очистки ( $0,3\text{ м}^3$ ) и блок биологической очистки ( $0,5\text{ м}^3$ ). Аэрацию воды осуществляли при помощи воздушного компрессора «RESUN LP-60» производительностью  $0,06\text{ м}^3/\text{мин}$ . Воздух подавался через стандартные распылители из карборунда, установленные в количестве 4 шт. в каждом рыбоводном бассейне. Кроме этого, 6 распылителей были использованы в эрлифтах, установленных в блоке биологической очистки. Для поддержания температурного режима в рыбоводной установке использовали 2 аквариумных электронагревателя со встроенными терморегуляторами «Тropic» мощностью по  $0,3\text{ кВт}$ , обеспечивавших поддержание температуры воды на уровне  $27-28^\circ\text{C}$  (при температуре в помещении  $20-22^\circ\text{C}$ ). В качестве циркуляционного насоса применяли аквариумную помпу «FLUVAL POWERHEAD-802» производительностью около  $1,9\text{ м}^3/\text{ч}$  (при высоте подъема воды  $0,4\text{ м}$ ). Все трубопро-

воды опытной рыбоводной УЗВ были выполнены из силиконового шланга внутренним диаметром 25мм. Основные характеристики установки представлены в таблице 1.

Таблица 1

### Основные характеристики опытной УЗВ

Показатель	Параметры
Общий объем установки, м <sup>3</sup>	2,05
Объем рыбоводных емкостей, м <sup>3</sup>	0,5
Объем блоков очистки, м <sup>3</sup>	0,8
Объем загрузки биофильтра, м <sup>3</sup>	0,3
Расход воздуха на аэрацию, л/мин	35-40
Расход электроэнергии, кВт/ч:	
без обогрева	0,05
с обогревом	0,65
Ежесуточная подпитка: м <sup>3</sup>	0,085
% от объема установки	5
Скорость водообмена, мин	80

Система очистки воды опытной УЗВ функционировала следующим образом. Вода из рыбоводных бассейнов попадала в первичный отстойник блока механической очистки объемом 0,08м<sup>3</sup>, откуда самотеком поступала в механический фильтр (0,15м<sup>3</sup>). В качестве фильтрующего элемента использовали лист синтепона толщиной 3мм, уложенный на слой мелкого керамзита (диаметром 4 – 7мм) в количестве 0,05м<sup>3</sup>. Керамзит не только препятствовал провисанию синтепона, но и существенно увеличивал объем загрузки и производительность системы биологической очистки.

Из механического фильтра вода самотеком поступала в блок биологической очистки объемом 0,5м<sup>3</sup>. В качестве устройства биологической очистки

применили погружной биофильтр с загрузкой из керамзита (диаметром 8–20 мм), уложенного на перфорированное фальшдно.

Толщина слоя загрузки составляла 35 см, ее объем – 0,3 м<sup>3</sup>. В биофильтре разместили систему из шести эрлифтов, которые обеспечивали мощную принудительную циркуляцию воды в толще загрузки, оптимизировали кислородный режим биофильтра и исключали образование застойных зон в толще керамзита. Кроме того, усиление циркуляции воды в биофильтре позволило свести к минимуму заиливание загрузки, так как ток воды, создаваемый эрлифтами, способствовал выносу избытков активного ила из очистного сооружения. Каждый эрлифт состоял из перфорированного наружного корпуса и внутренней трубки, диаметром 25 мм, в нижнем конце которой укреплялся распылитель воздуха. Такая конструкция обеспечивала эрлифтам максимальную производительность. Эрлифты располагали в толще загрузки с таким расчетом, чтобы верхний конец трубки эрлифта находился на расстоянии 3–4 см ниже поверхности воды, а верхние отверстия наружного корпуса располагались в толще керамзита на глубине 5–7 см. Расход воздуха на работу эрлифтов составлял около 40 % от его общего расхода на установку.

Из блока биологической очистки вода самотеком поступала во вторичный отстойник объемом 0,12 м<sup>3</sup>. В нем также были установлены электронагреватели и циркуляционный насос. В эту же емкость из водопровода подавалась подпиточная вода. Из вторичного отстойника очищенная вода при помощи циркуляционного насоса возвращалась в рыбоводные емкости.

Ежедневно очищали первичный отстойник, где скапливалась основная масса механических загрязнений, один раз в 48 часов при помощи сифона очищали механический фильтр и вторичный отстойник. Полную промывку синтепона из механического фильтра проводили 1 раз в 25-30 суток, блок биологической очистки за время проведения экспериментов не промывали.

Схема исследований, представленная на рис. 5, включала:

- разработку технологии получения потомства сомов с использованием гипофизарных инъекций;
- установление оптимальной плотности посадки сомов при выращивании товарного сома в УЗВ;
- изучение влияния различных астатичных температурных режимов на рыбоводные показатели при выращивании товарного сома в УЗВ;
- выращивание товарного сома в УЗВ в условиях установленного в эксперименте оптимального астатичного терморежима;
- изучение эколого-физиологических показателей товарного сома при выращивании в УЗВ в условиях различных терморежимов;
- расчеты экономической эффективности выращивания товарного сома в УЗВ при астатичном терморежиме.

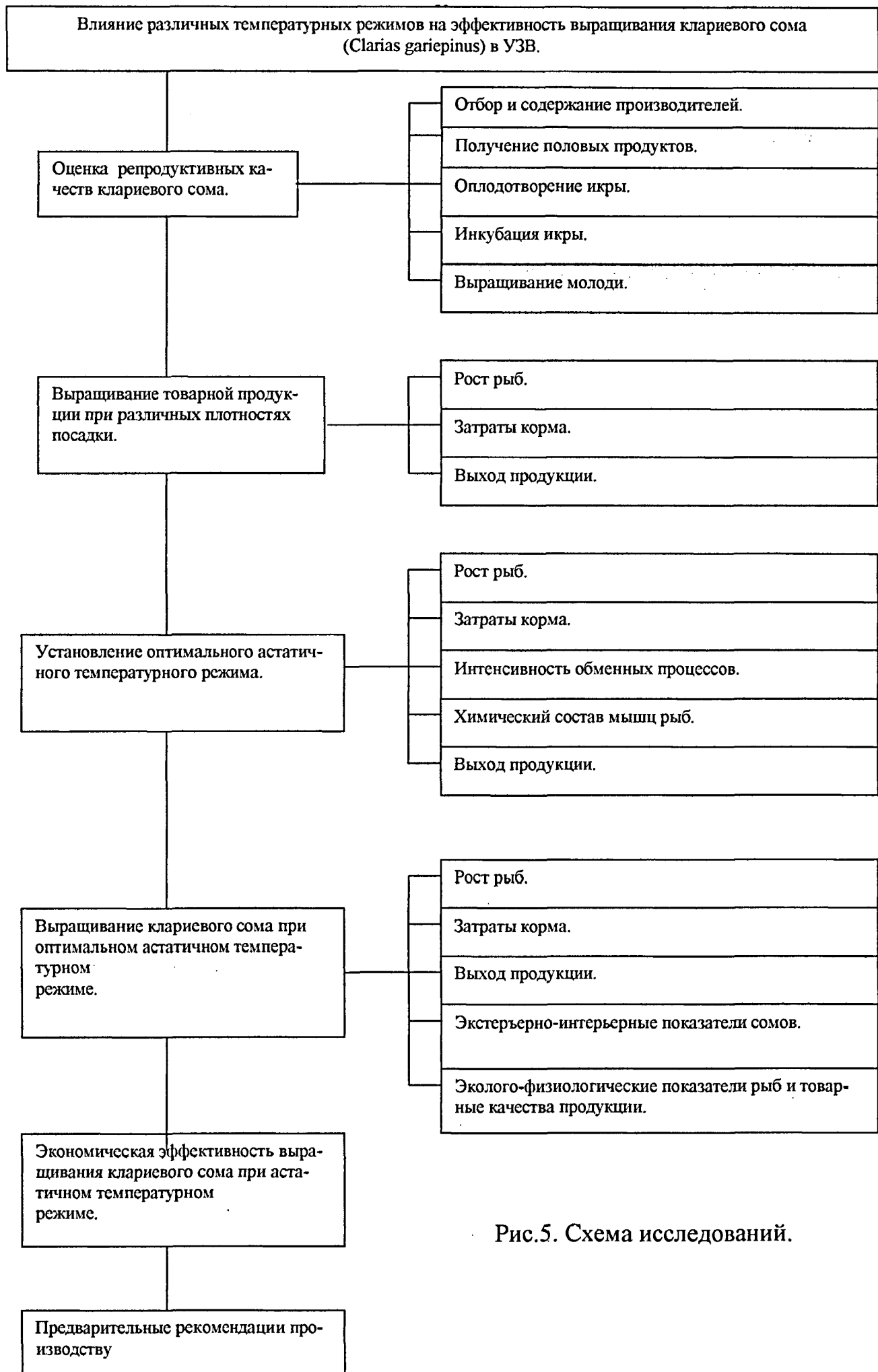


Рис.5. Схема исследований.

При получении потомства использовали метод гипофизарных инъекций (42 а). При изучении влияния плотности посадки рыб на рыбоводные показатели для товарного выращивания учитывали темп роста рыб по массе, кормовой коэффициент и рыбопродуктивность. Опыт проводили по схеме (таблица 2).

Таблица 2

**Схема исследований при определении оптимальной плотности посадки  
выращивания рыб в бассейнах**

Показатели	Варианты опыта				
	1	2	3	4	5
Объем бассейна, л	250	250	250	250	250
Начальная масса рыб, г	25	25	25	25	25
Плотность посадки рыб, шт/м <sup>3</sup>	100	140	180	220	260
Период опыта, сут.	130				
Вид корма, рацион	Комбикорм АК 2 КМ, вручную по поедаемости				

В качестве объекта исследований использовали молодь клариевого сома массой 25г, завезенную из рыбцеа Новолипецкого металлургического комбината (Липецкая область). Рыбу выращивали при различной плотности посадки (100 - 260 шт./м<sup>3</sup>) до товарной массы 450-500г. Кормление рыбы осуществляли вручную, 4 раза в сутки, разовую порцию корма определяли методом ее полной поедаемости рыбой в течение 10 мин. Контроль за ростом рыбы вели путем проведения ежедекадных ловов.

Изучение оптимального астатичного терморежима проводили в УЗВ с использованием 4-х вариантов терморежимов (табл. 3). В вариантах 1, 2, 3

применяли переменные терморезимы: в первом варианте создавали два пика повышения температуры в течение суток с термопериодом 12 часов; во втором и третьем вариантах - переменный терморезим с одним пиком в течение суток; во втором варианте пик температуры 30°C приходился на утренние часы (8 ч.), минимум - 24 °С - на дневные (16 ч); в третьем варианте максимум (30°C) приходился на дневные часы (16 ч), минимальная температура (24°C) на утренние - 8 часов. В четвертом варианте (контрольный) стабильную температуру поддерживали на уровне 27°C.

Таблица 3

Схема опыта 1

Показатель	Варианты опыта			
	1	2	3	4(контр)
Температурный режим	С 8ч до 14ч и с 20ч до 2ч: -с 24° до 30°. С14ч до 20ч и с 2ч до 8ч: -с 30° до 24°.	С 8ч до 16ч: с 30° до 24°и. с 16ч до 8ч: с 24° до 30°.	С 8ч до 16ч: -с 24° до 30°и с 16ч до 8ч: -с 30° до 24°.	27° С, в течение суток
Объем бассейна, л	250	250	250	250
Начальная масса молоди, г	25	25	25	25
Плотность посадки, шт./м <sup>3</sup>	200	200	200	200
Способ кормления рацион	Вручную, по поедаемости	Вручную, по поедаемости	Вручную, по поедаемости	Вручную, по поедаемости
Рецепт комбикорма	РГМ-8в	РГМ-8в	РГМ-8в	РГМ-8в
Период опыта, сут.	104	104	104	104



Для изучения влияния температурных режимов на интенсивность обменных процессов у рыб были проведены опыты по установлению интенсивности потребления кислорода. Интенсивность потребления кислорода исследовали по методу, описанному Н.С.Строгановым (90).

Производственную проверку установленного нами наиболее оптимального астатичного температурного режима при выращивании товарного сома проводили в двух рыбоводных емкостях УЗВ. Для этих целей были сформированы две группы рыб. Первую группу выращивали при стабильном температурном режиме (27°C - контроль). В рыбоводной емкости, где выращивали вторую группу, был смоделирован оптимальный астатичный терморезим, приближенный к природным колебаниям температур (табл.4). Температуру воды в бассейне повышали с утра и до середины дня, а понижали до утра (с 8 ч до 16 ч температуру повышали с 24°C до 30°C, с 16 ч до 8 ч температуру понижали с 30°C до 24°C). Контроль за ростом рыбы вели путем проведения ежедекадных контрольных ловов. В качестве объекта исследования использовали молодь клариевого сома массой 100г. Рыбу выращивали при плотностях посадки 200 шт/м<sup>3</sup> до товарной массы 400-500г. Кормление рыбы осуществляли вручную, 4 раза в сутки, разовую порцию корма подбирали из расчета ее полной поедаемости рыбой не более, чем за 10 мин. Продолжительность эксперимента составила 45 суток (табл. 4).

Схема исследований (опыт 2)

Показатели	Варианты опыта	
	1	2
Температурный режим	27 °С, в течение суток	С 8ч до 16ч повышение с 24° до 30 °С, с 16 ч до 8 ч снижение с 30 °С до 24 °С.
Объем бассейна, л	250	250
Начальная масса молоди, г	100	100
Плотность посадки, шт./м <sup>3</sup>	200	200
Способ кормления, рацион	Вручную, по поедаемости	Вручную, по поедаемости
Рецепт комбикорма	РГМ-8в	РГМ-8в
Период опыта, сут.	45	45

В процессе выращивания рыб проводили постоянный контроль за гидрохимическим режимом в бассейнах УЗВ. Температуру, концентрацию растворенного кислорода и рН воды измеряли один раз в сутки. Измерение концентрации загрязнений азотной группы (содержание аммония, нитритов, нитратов) осуществляли один раз в двое суток. Гидрохимический анализ проводили по общепринятым в рыбоводстве методикам (2, 3, 66, 74), определяли также санитарно-бактериологические показатели по ОМЧ (77, 17 и др.).

Контроль за ростом рыб вели при проведении ловов. Для контрольного взвешивания использовали 100% от численности рыбы. Для определения химического состава тела рыб были применены методики, описанные Н.А.Лукашиным и В.А.Тащиным (73 а).

Определение живой массы рыбы и массы органов проводили с использованием электронных весов.

Анализ морфометрических и морфофизиологических показателей сомов, а также анализ их пластических признаков проводили по схеме, предложенной В.В.Лавровским (71), биохимических показателей мяса сомов - по общепринятым в зоотехнии методам (73 а). Состояние здоровья рыб определяли по методам, принятым в ихтиопатологии (7, 78, 80 и др.). Проводили клинический осмотр, гематологические и паразитологические исследования (80, 84 и др.). Бактериологические исследования проведены при участии специалистов МГАВМиБ им. К.И. Скрябина. Восприимчивость сома к заражению паразитами учитывали при инвазировании моногенеями рода *Dactylogyrus* от золотых рыбок в условиях УЗВ. Экономическую эффективность выращивания клариевого сома в условиях УЗВ при астатичном терморежиме определяли в соответствии с методическими рекомендациями (33 а). Объем выполненных исследований представлен в табл. 5. Результаты экспериментальных данных были обработаны методами вариационной статистики по методу Н.А. Плохинского (85), а также с помощью программы Microsoft Excel.

## Объем выполненных исследований

Показатели	Количество исследований
Изучение темпа роста рыб, гол.	520
Получение потомства от производителей, гол.	15
Изучение интенсивности потребления кислорода	100
Изучение химического состава тела рыб, проб	60
Морфометрический анализ рыб, проб	500
Гидрохимические анализы, проб	145
Санитарно-бактериологические анализы воды, проб	3
Гематологические анализы	100
Паразитологические исследования, гол.	25
Количество рыб в опытах:	
Определение оптимальной плотности посадки, гол.	180
Определение оптимального астатичного терморежима, гол.	200
Выращивание в оптимальном астатичном терморежиме, гол.	100

## ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

### 3.1. Получение потомства молоди сома искусственным методом воспроизводства

Получение потомства клариевого сома при выращивании его в УЗВ включало: отбор и содержание маточного поголовья, подготовку его к получению половых продуктов, стимуляцию созревания производителей с помощью гипофизарных инъекций, оплодотворение и инкубацию икры, а также перевод личинок на активное питание.

#### 3.1.1. Содержание маточного поголовья.

Перед взятием половых продуктов самок и самцов содержали отдельно. Самок содержали в рыбоводных ёмкостях объёмом 200л. Температуру воды поддерживали близкой к 26°C, уровень кислорода не ниже 3 мг/л, аммонийный азот - менее 2мг/л. Рыбу кормили комбикормом при норме кормления 0,5% от их массы в день. Самцов содержали в аналогичных условиях, но в аквариумах с самцами были предусмотрены укрытия во избежание травмирования особей.

За период исследований было проведено два успешных нереста клариевых сомов. В первом нересте (первый эксперимент) использовали трёх самок в возрасте 2,5 года и массой 3кг, 3,2кг и 3,25кг и двух самцов в возрасте 2,5 года и массой 3,5кг и 3кг.

Во время второго эксперимента были использованы 5 более молодых самок в возрасте 9 месяцев массой 650г, 644г, 1000г, 1032г и 676г и 5 самцов такого же возраста массой 1484г, 802г, 960г, 1360г и 736г.

### 3.1.2. Получение половых продуктов.

*C. gariepinus* не мечет икру естественным способом в неволе, поэтому воспроизводство должно быть вызвано искусственно. Для этого в эксперименте была использована методика гормональной стимуляции процессов созревания икры у производителей карпа (42а). Примененный нами способ отличался от общепринятой методики тем, что суспензию карпового гипофиза в количествах 0,3 мг гипофиза на 1кг массы рыбы (предварительная инъекция) и 2 мг на 1кг массы рыбы (разрешающая инъекция) вводили и самкам и самцам. Эти данные были получены на основе результатов предыдущих исследований.

Учитывая сложность получения зрелых половых продуктов от самцов, были проведены исследования по установлению оптимальной дозы и кратности гипофизарных инъекций. В опыте были использованы 3 варианта (табл. 6).

Получение зрелых половых продуктов самцов и их качество в зависимости от дозы гипофизарных инъекций.

Показатели	Варианты		
	Предварительная -0 мг/кг. Разрешающая- 2мг/кг	Предварительная-0,1 мг/кг. Разрешающая- 2мг/кг	Предварительная- 0,3 мг/кг. Разрешающая- 2мг/кг.
Объём эякулята, мл/кг.ж.м.	нет	2,4±0,1	3,0±0,2*
Активность спермиев, балл.	-	4	5
Оплодотворяемость икры, %	-	-	67,7

\* Разность достоверна при  $P \leq 0,05$

Проведенные исследования по изучению дозы и кратности гипофизарных инъекций показали, что использование однократных инъекций не дало положительных результатов. Двукратная гипофизарная инъекция (предварительная - 0,1 мг/кг, разрешающая - 2 мг/кг) дала возможность получить зрелые половые продукты. Однако увеличение предварительной дозы гипофиза с 0,1 до 0,3 мг/кг живой массы самцов позволило получить наибольшие объём эякулята и активность спермиев, что дало возможность получить высокую оплодотворяемость (67,7%).

Перед гипофизарными инъекциями самок не кормили приблизительно 36 часов, чтобы снизить стрессовую нагрузку, освободив их пищеварительную систему перед нерестом. Определение готовности самок к нересту было сделано визуально по увеличенным размерам и мягкости брюшка (5а). Для получения молок самцов вскрывали. Присутствие зрелой спермы в молоках определяли по белому, непрозрачному, молочному цвету. Незрелые молоки у самцов были меньше в объеме и имели прозрачный цвет.

*Проведение гипофизарных инъекций.* В опытах за 4-5 часов до первых инъекций температуру воды повышали на 3-4 градуса. Для инъектирования использовали ацетонированный карповый гипофиз. Инъектирование производителей препаратом гипофиза производили стерильными иглами и шприцами во избежание возникновения абцессов. Сначала самкам и самцам была сделана предварительная инъекция в количестве 0,3 мг гипофиза на 1 кг массы рыбы. Через 12 часов была сделана вторая инъекция (разрешающая) в количестве 2 мг на 1 кг массы рыбы.

**3.1.3. Оплодотворение икры.** Оплодотворение икры осуществляли сухим методом (42а). Через 12 часов после разрешающей инъекции самки были извлечены из аквариума, брюшные стороны рыбы были вытерты насухо и легким нажатием на брюшко икра была вытеснена в пластиковую емкость. Икру взвешивали, чтобы определить рабочую плодовитость самок. Для получения молок самцов вскрывали и извлекали половые продукты. Затем молоки измельчали и протирали через мелкую пластиковую сетку над емкостью с икрой так, чтобы капающая жидкость белого цвета попадала на икру. Количе-



ство спермы, используемой на осеменение икры, определяли визуально (3-5 мг/кг икры). Оплодотворение происходило после добавления к икре небольшого количества чистой воды (20 % к объему икры), при перемешивании икры с помощью пера в течение 2 минут.

**3.1.4. Инкубация икры.** После оплодотворения икра была промыта несколько раз чистой водой, после чего её распределили по дну чистого аквариума с уровнем воды 4-5см. Аквариум был затенен, вода хорошо аэрировалась, температуру воды поддерживали близкой к 27°C. Начало выклева личинок отмечали через 24 часа после оплодотворения икры. Основная масса личинок выклюнулась к 28 часу. Результаты проведенных исследований по оценке репродуктивных качеств клариевого сома представлены в таблицах 6, 7, 8, 9, 10,11.

Таблица 7

**Масса икры и количество икринок, полученных от каждой самки  
(1-й эксперимент)**

Номер самки.	Масса самки, кг	Масса икры, г	Количество икринок, тыс. шт.	Масса одной икринки, г.
1	3	412	264,102	$1,56 \times 10^{-3}$
2	3,2	767	473,457	$1,62 \times 10^{-3}$
3	3,25	406	204,020	$1,99 \times 10^{-3}$
Среднее	3.15	528	313.9	$1,72 \times 10^{-3}$

## Характеристика икры

Показатели	Количество
Оплодотворяемость, %	47,8
Средняя масса икринки, г.	$1,72 \times 10^{-3}$
Длительность инкубации, ч.	24 – 28

Масса икры и количество икринок, полученных от каждой самки  
(2-й эксперимент)

Номер самки.	Масса самки, г	Масса икры, г	Количество икринок, тыс. шт.	Средняя масса одной икринки, г
1	650	46	30,065	$1,53 \times 10^{-3}$
2	644	70	45,752	
3	1000	97	63,399	
4	1032	94	61,438	
5	676	42	27,451	
Среднее	800	69,8	45,621	

## Характеристика икры

Показатели	Количество
Оплодотворяемость, %	67,7
Средняя масса икринки, г	$1,53 \times 10^{-3}$
Длительность инкубации, ч	24 – 28

**Сравнительная оценка репродуктивных качеств самок  
сома разного возраста**

Возраст самок	Средняя масса самок, г	Средняя масса полученной икры, г от самки	Оплодотворяемость, %	Средняя масса оплодотворённой икры, г	Среднее количество оплодотворённых икринок, тыс.шт.
2,5 года	3150	528	47,8	252,4	146,744
9 мес.	800	69,8	67,7	47,3	30,915

Как видно из таблиц 7-11 от самок клариевых сомов старшего возраста в среднем было получено в 6-7 раз больше икры и в 5,3 раз больше оплодотворённой икры. Средняя масса икринок полученных от этих самок была больше на 11%. Однако оплодотворяемость икры полученной от молодых самок оказалась выше на 19,9% по сравнению с более старыми самками.

**3.1.5. Выдерживание личинок и переход их на активное питание.**

При выклеве личинки имели размер 5-7мм и массу 1,2 - 3 мг. Свободно плавающие личинки обладали отрицательным фототаксисом. Личинки переходили на экзогенное питание на второй - третий день после выклева, прежде чем желточный мешок полностью рассасывался. Личинок в начале опыта кормили науплиями артемии (*Artemia salina*). Через три дня после перехода на внешнее питание личинок перевели на кормление сухим кормом. Использовали стартовый форелевый комбикорм.

*Особенности подращивания молоди сомов.* В экспериментах при подращивании личинок и выращивании мальков сомов наблюдался значительный отход молоди из-за каннибализма. После того как в рыбоводных ёмко-

стях, где содержались личинки и мальки были оборудованы многочисленные укрытия, а кратность кормления была увеличена до 6-8 раз в сутки, отход молоди существенно снизился. Выявлено, что каннибализм имеет прямую зависимость от плотности посадки рыб и обратную зависимость от обеспеченности молоди пищей. Наличие убежищ и внесение корма значительно снижало степень проявления каннибализма. Особи, проявляющие каннибализм, росли быстрее, чем особи, его не проявляющие. Отмечена прямая зависимость между размерами хищника и его жертвы. Хищник предпочитает наиболее крупную доступную ему жертву. Родственный каннибализм рассматривается учеными как высокоспециализированная стратегия хищничества, которая в условиях конкретного набора лимитирующих факторов среды действует как зависящий от плотности механизм регулирования численности популяций.

Таким образом, для получения полноценного и качественного потомства клариевых сомов в искусственных условиях можно использовать самок разного возраста и массы. Предпочтение следует отдавать более крупным рыбам, от которых можно получить значительно больше икры. При подращивании личинок следует учитывать фактор каннибализма, уменьшая его действие с помощью снижения плотности посадки и улучшения кормления, а также создания для них многочисленных укрытий.

### 3.2. Выбор оптимальной плотности посадки при выращивании товарного клариевого сома

Для эффективного выращивания товарного клариевого сома в бассейнах УЗВ при астатичном терморежиме необходимо было предварительно определить наиболее оптимальные плотности посадки рыб. В связи с этим был проведен соответствующий эксперимент.

Результаты проведенного эксперимента показали, что клариевый сом обладает высоким потенциалом роста, неприхотлив к условиям среды обитания, эффективно использует корм (табл. 12).

Таблица 12

#### Основные рыбоводные показатели выращивания клариевого сома

Показатели	Варианты опыта				
	1	2	3	4	5
Конечная масса, г	416,9±61	528,3±37	472,9±42	526,3±21	570,2±25
Выход продукции, кг/м <sup>3</sup>	38,35	63,40	75,66	98,94	130,00
Прирост, г/м <sup>3</sup> хсут.	218	380	443	592	800
Суточный рацион, %	2,3	3,0	2,7	3,0	3,1
Выживаемость рыб, %	92	86	89	85	88
Затраты корма, кг/кг	1,10	1,03	0,99	0,97	1,01
Плотности посадки рыб, шт./м <sup>3</sup>	100	140	180	220	260

Как видно из таблицы 12 скорость роста сома была напрямую связана с плотностью посадки. Наиболее интенсивно рыба росла в 4 и 5 вариантах опыта при плотности более 200шт/м<sup>3</sup>, и наименее в первом варианте при плотности 100шт/м<sup>3</sup>. Среднесуточный прирост рыбы достигал 7-8г, что пре-

вышает скорость роста таких традиционных объектов аквакультуры, как форель и осетровые.

Эффективность использования корма при разных плотностях посадки оценивали по затратам корма на прирост массы рыб. Существенных различий по этому показателю по вариантам опыта не выявлено. Однако отмечена тенденция: наибольшие затраты корма оказались в группе рыб, выращенных в бассейне с наименьшей плотностью посадки (вариант 1), а наименьшие затраты корма в варианте № 4 – с наиболее высокой плотностью посадки рыб.

Наблюдения за гидрохимическим режимом в бассейнах УЗВ показали, что на протяжении всего эксперимента качество воды соответствовало технологическим нормативам (аммоний - до 4 мг/л, нитриты - 0,1-0,2 мг/л, нитраты - 60-80 мг/л). Температуру воды поддерживали на уровне 24-25°C. Значение рН колебалось в пределах 6,8-7,2, концентрация кислорода составила 0,5 – 6 мг/л. Для клариевого сома низкий показатель растворенного кислорода не является лимитирующим, так как эта рыба способна жить в воде с нулевой концентрацией кислорода. Поскольку гидрохимический режим был практически одинаков во всех вариантах, то он был фоновым фактором, не оказавшим существенного влияния на рыбоводные результаты эксперимента по определению оптимальной плотности посадки рыб.

Выход сомов к концу исследований по вариантам опыта колебался в пределах 85-92%. Наибольшей индивидуальной массы сомы достигли в пятом варианте (570г.). Большей индивидуальной массе соответствовал наи-

большой показатель выхода рыбопродукции из бассейна. Он был наиболее высоким в пятом и четвертом вариантах опыта.

Наблюдения за поведением сомов позволили выявить некоторые особенности, имеющие значение при отработке технологии их промышленного выращивания. Установлено, что бассейны с рыбой необходимо накрывать крышками, не оставляя щелей, через которые может проникать сом. Выявлено, что при отсутствии крышек величина сухого запаса (расстояние от уровня воды до края рыбоводной емкости) должна составлять не менее 0,4-0,5 м. Для обеспечения экологической комфортности выращивания рыб бассейны затеняли. Сом является малоподвижной рыбой, поэтому скорость течения воды в рыбоводных емкостях не превышала 0,1 – 1,5 м/с. Рыбы проявляли выраженную резистентность к заболеваниям. Например, посадочный материал, завезенный для исследования, при транспортировке получил значительные механические повреждения наружных покровов, которые оказались пораженными сапролегнией, что несомненно оказалось бы губительным для большинства видов рыб. Однако молодь сома при этом быстро выздоровела.

Таким образом, проведенный эксперимент по установлению плотности посадки рыб при выращивании в бассейнах показал, что клариевый сом обладает высоким потенциалом роста, неприхотлив к условиям среды обитания и эффективно использует корм. Наилучшие рыбоводные показатели (индивидуальная масса, выход продукции в кг/м<sup>3</sup>, затраты корма) были получены при плотностях посадки 220 и 260 шт/м<sup>3</sup>, что позволило использовать эту

плотность посадки клариевого сома в дальнейших экспериментальных исследованиях по изучению терморежимов.

### 3.3. Влияние астатичных температурных режимов на эффективность выращивания клариевого сома.

#### 3.3.1. Выбор оптимального астатичного терморежима при выращивании клариевого сома.

Выбор оптимального астатичного терморежима для выращивания товарного клариевого сома в УЗВ был сделан по результатам изучения рыбоводных показателей в условиях четырёх вариантов терморежимов (рис 6).

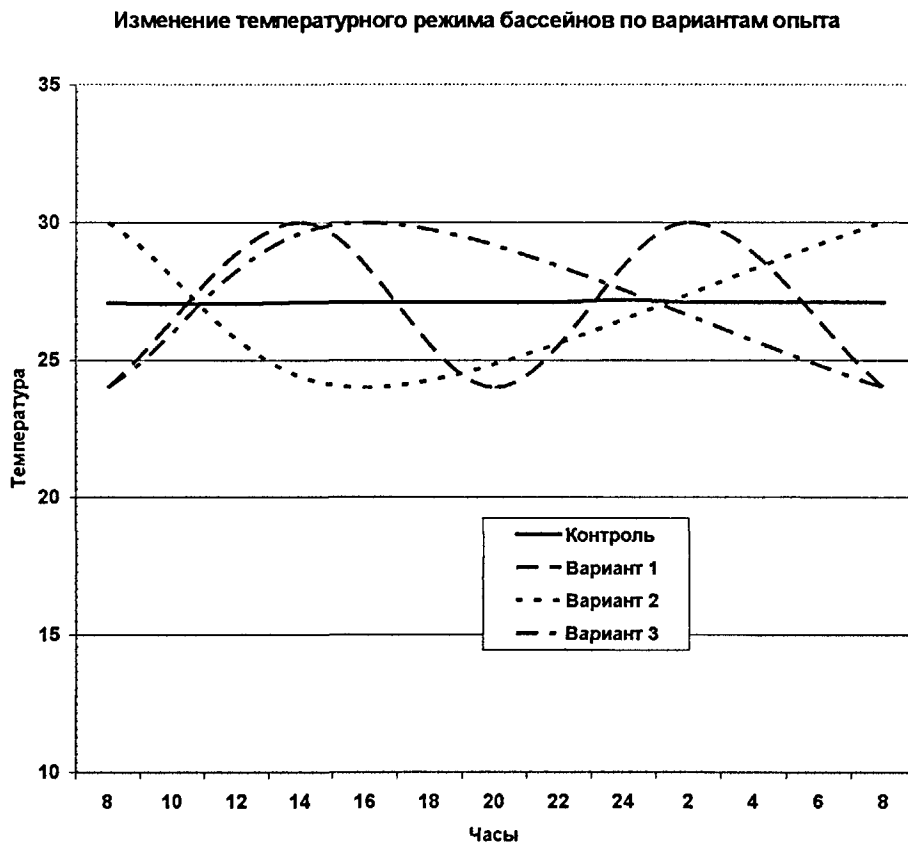


Рис. 6. Изменение температурного режима бассейнов в 4 вариантах.



В контрольном варианте сомов выращивали при стабильной суточной температуре 27°C. В других вариантах температурный режим был астатичным: в первом варианте моделировали два пика повышения температуры в течение 24 ч с термопериодом 12 ч, во втором варианте был создан режим, противоположный природным термическим условиям (максимальная температура приходилась на утренние часы). В третьем варианте - были созданы условия, приближенные к естественным: максимальная температура 30°C приходилась на дневные часы (16 ч.), а минимальная- 24°C - на утренние (8ч).

### **3.3.1.1. Рост сомов и эффективность использования корма.**

Для анализа результаты исследований сгруппированы в таблицах 13-15 и рис.7-11. Для большей графической наглядности при построении некоторых рисунков (8, 9, 10) исходные данные были выровнены при помощи уравнений степенной регрессии вида:  $Y=A \times X^b$ .

Одной из основных характеристик рыбоводных показателей является интенсивность (скорость) роста рыб, определяющая эффективность выращивания рыбы. Основные характеристики интенсивности роста по вариантам опыта представлены на рис. 7 и в табл. 13.

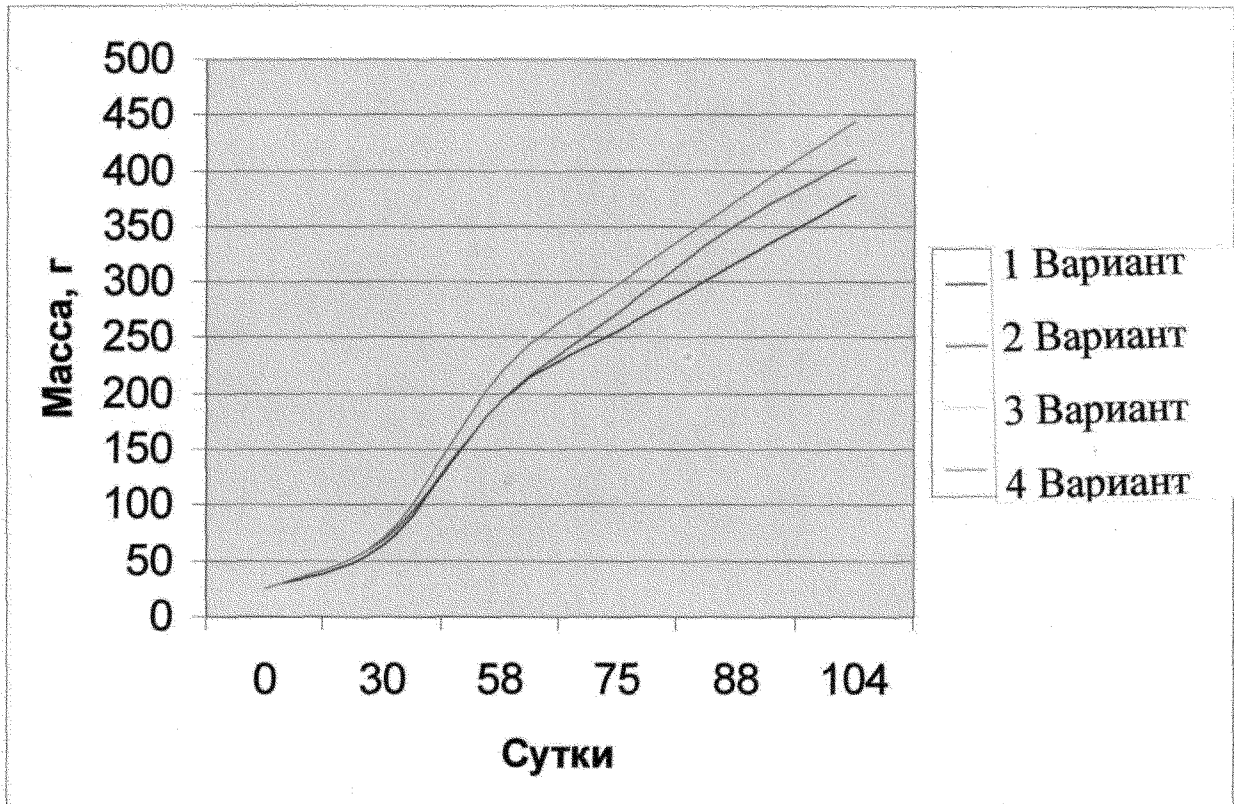


Рис.7. Динамика изменения живой массы сомов по 4 вариантам опыта.

Как видно из рис. 7, средняя масса рыбы в начальном этапе эксперимента в 1-58 сутки была почти одинаковой. В дальнейшем в период с 75 по 88 сутки произошли значительные изменения в средней массе рыб, сохранившиеся до конца эксперимента. Наибольшей конечной массы (462г) сомы достигли в 3 варианте с терморежимом, приближенном к природному. Несколько медленнее росли рыбы в контрольной группе, к концу выращивания их средняя масса составила 444г. Во 2 варианте опыта, где использовали терморежим обратный природному, рыба росла хуже и к концу опыта весила на 8% меньше, чем рыба из контроля и на 11% меньше чем рыба из 3 (лучшего) варианта. Самую низкую конечную массу (379г) сомы имели в 1 варианте опыта с 2-мя пиками суточного изменения температуры.

## Интенсивность роста клариевого сома

Показатели	Варианты опыта	Периоды суток			
		0-30	30-75	75-88	88-104
Среднесуточный прирост г/шт	1	1,33	4,27	4,69	4,07
	2	1,47	4,56	6,08	3,63
	3	1,63	5,07	5,69	5,31
	4	1,50	5,09	5,77	4,38
Абсолютный прирост г/шт	1	40,00	192,00	61,00	61,00
	2	44,00	205,00	79,00	58,00
	3	49,00	228,00	74,00	85,00
	4	45,00	229,00	75,00	70,00
Коэффициент массонакопления (Км)	1	0,109	0,155	0,108	0,082
	2	0,117	0,159	0,132	0,069
	3	0,127	0,167	0,117	0,095
	4	0,119	0,171	0,119	0,079
Относительная скорость роста в %	1	3,24	3,10	1,65	1,18
	2	3,44	3,11	1,97	0,96
	3	3,68	3,17	1,70	1,28
	4	3,49	3,28	1,74	1,08

Скорость роста сома во всех вариантах опыта отличалась неравномерностью: в первые 30 суток скорость роста была невысокой, что можно объяснить периодом адаптации рыб к условиям эксперимента (терморегиму), максимальная скорость роста была отмечена в период с 30-х по 75-е сутки опыта. Среднесуточный прирост по мере увеличения средней массы рыбы также увеличивался. В первые 30 суток опыта он изменялся в пределах 1,33-1,63г/шт. Лидировали по этому показателю рыбы из 3 и 4 опытных групп, минимальный прирост наблюдали у рыб из 1 опытной группы. В период с 30 по 75 сутки величина прироста сильно возросла (до 4,27-5,09г). Наибольшим и практически одинаковым этот показатель был у рыб 3 и 4 опытных групп.

Наименьшим он оставался у рыбы из 1 группы. Максимальные значения среднесуточного прироста за весь эксперимент были зарегистрированы в период с 75 по 88 сутки, быстрее всего в это время росла рыба из 2 группы (6,08 г/сут). Высокая скорость роста сохранилась в 3 и 4 группах с минимальными различиями между ними. В заключительный период эксперимента 88-104 сутки абсолютным лидером по среднесуточному приросту была рыба из 3 опытной группы (5,31 г/сутки). Наименьший прирост (3,63 г/сутки) отмечен во 2-м варианте опыта, рыба из 1 и 4 вариантов по этому показателю занимала промежуточное положение.

Что же касается относительной скорости роста, то этот показатель, по мере увеличения массы рыбы, снижался, его максимальные значения были отмечены в первые 30 суток эксперимента - 3,24-3,68%, минимальные значения регистрировали на заключительном этапе опыта- 0,96-1,28% (рис 8).

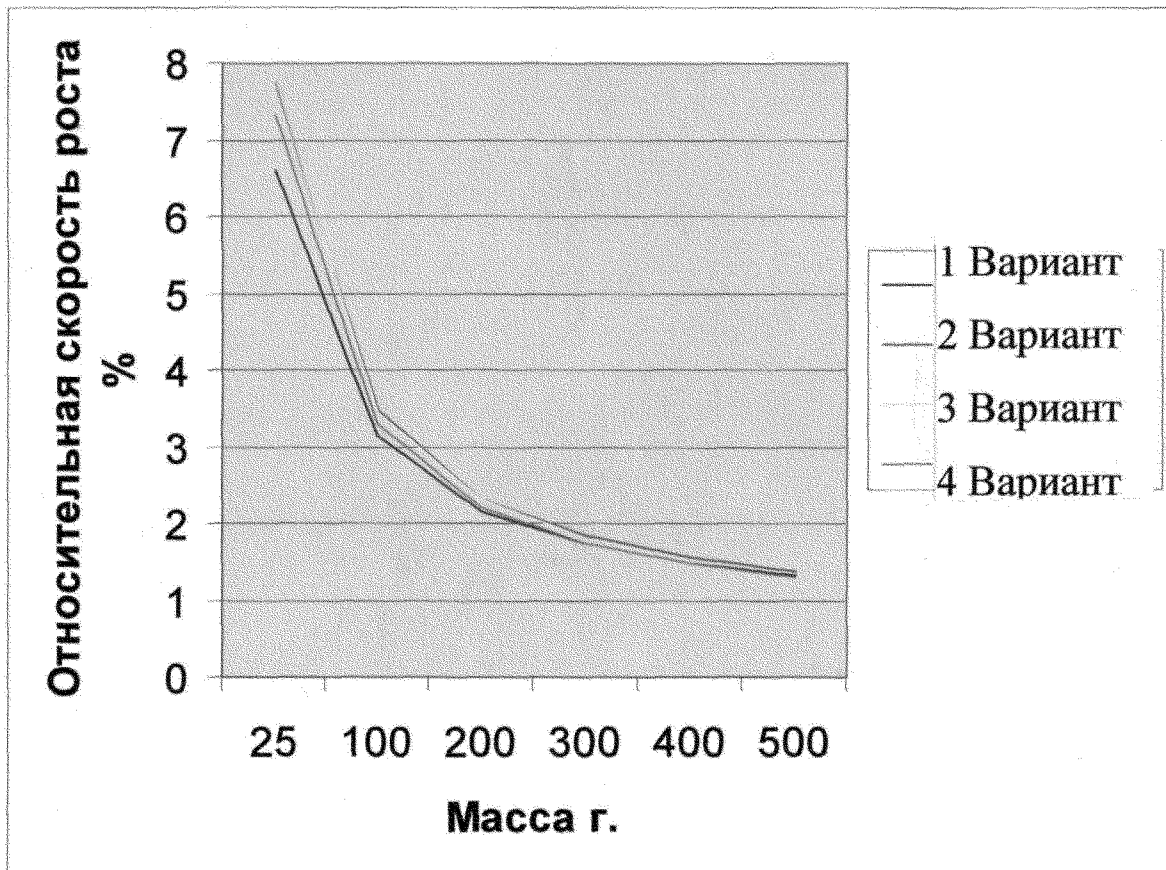


Рис.8 Динамика изменения относительной скорости роста

Как видно из рис. 8, наибольшая относительная скорость роста была у рыбы из 3 опытной группы, наименьшие значения показателя отмечены у рыбы из 1 варианта опыта.

Анализ скорости роста рыбы по коэффициенту массонакопления показывает, что максимальный рост рыбы всех опытных групп пришелся на период с 30 по 75 сутки (0,155- 0,171). В адаптационный период (первые 30 суток эксперимента) значение  $K_m$  были меньше (0,109 – 0,127), однако, минимальные значения этого показателя отмечены в конце эксперимента и составили менее 0,1 (0,069 – 0,095). Стабильно лидировала по показателю  $K_m$  рыба из 3 опытной группы, наименьшим этот показатель был в 1 группе. Полученная в ходе опыта величина  $K_m$  (0,124 - 0,138) свидетельствует о высоких по-

тенциальных возможностях роста клариевого сома. По этому показателю он превосходит как традиционные для отечественной аквакультуры виды (форель, осетровые), так и новые объекты (угорь, тилапия, канальный сом).

Интенсивность роста рыб тесно связана с эффективностью использования корма. Показатели суточного рациона и затраты корма, характеризующие эффективность использования корма по вариантам опыта, представлены в табл. 14.

Таблица 14

## Эффективность использования корма

Показатели	Варианты опыта	Периоды суток			
		0-30	30-75	75-88	88-104
Величина суточного рациона в %	1	2,2	2,34	1,56	1,28
	2	2,36	2,31	2,12	0,67
	3	2,09	2,04	1,43	1,40
	4	2,39	2,39	1,64	1,08
Затраты корма кг/кг.	1	0,75	0,89	0,96	1,10
	2	0,76	0,89	1,10	1,22
	3	0,63	0,76	0,85	1,10
	4	0,76	0,88	0,96	1,14

Как видно из таблицы 14, потребление корма рыбой на протяжении всего эксперимента существенно изменялось: максимальным оно было в первой половине опыта - с 1 по 75 сутки (2,04 – 2,39% от массы тела), по мере дальнейшего роста рыбы величина рационов постепенно снижалась до 0,67 - 1,4% от массы тела. Максимальное потребление корма отмечено у рыбы из второй опытной группы (рис. 9). Наименьшая пищевая активность зарегистрирована у рыбы из 3 опытной группы (2,09 – 1,4% от массы тела). Сомы из 1 и 4 опытных групп показали примерно одинаковую пищевую активность и заня-

ли по этому показателю промежуточное положение между рыбами из 1 и 3 опытных групп.

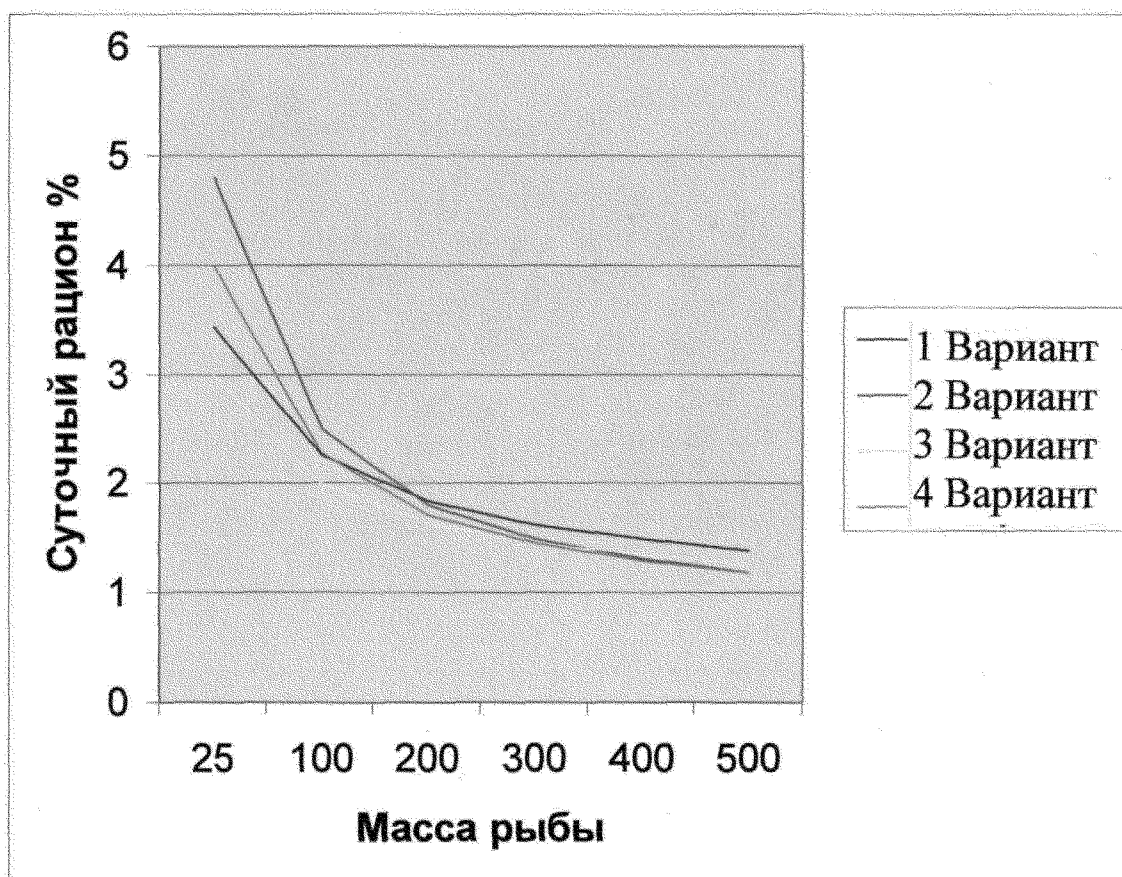


Рис.9 Динамика изменения суточного потребления корма в % от массы тела

Наблюдения за поведением сомов во время кормления показали, что для них характерно быстрое насыщение (в течение 5 мин.) с последующим отказом от корма. Быстрое насыщение можно объяснить наличием у этих рыб развитого желудка, механическое наполнение которого служит сигналом к прекращению питания. По имеющимся в литературе сведениям для клариевого сома характерна четко выраженная пищевая иерархия, однако, используемая нами высокая плотность посадки рыбы полностью ее подавляла, т.е. рыбы питались одновременно.

Эффективность использования корма по мере роста сомов снижалась во всех опытных группах, минимальное значение этого показателя 0,63 – 0,76 кг/кг прироста отмечено в первые 30 суток эксперимента, в дальнейшем затраты кормов постоянно увеличивались, и на заключительном этапе составили 1,1 – 1,22 кг/кг. Наиболее эффективно использовали корм сомы, выращиваемые при температурном режиме, близком к естественному (3 вариант), хуже всех использовали задаваемый корм рыбы из 3 опытной группы. В 1 и 4 вариантах были получены промежуточные значения (рис.10).

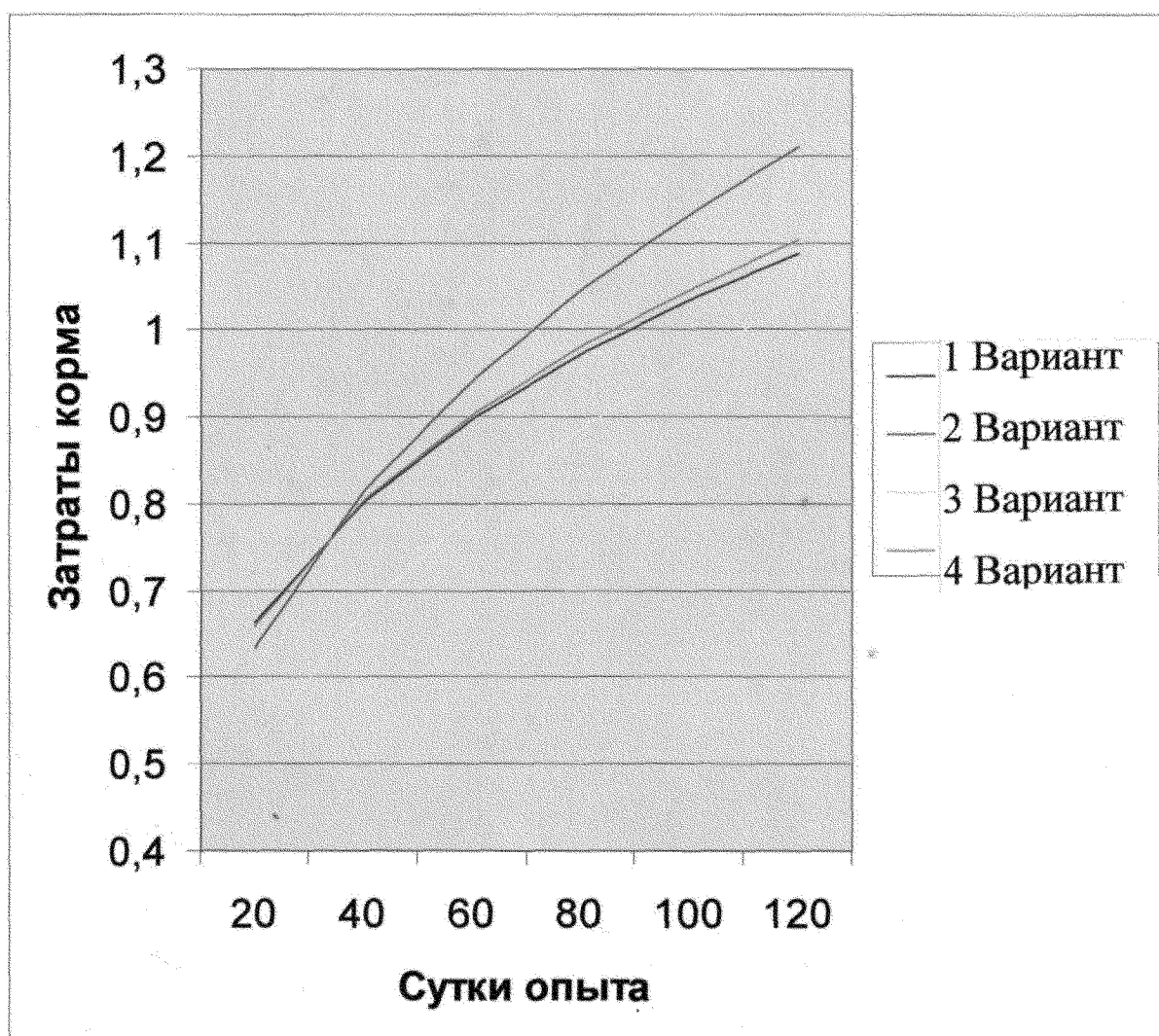


Рис.10 Динамика затрат корма по 4 вариантам опыта.



Полученные величины затрат кормов за весь период выращивания (0,83 – 0,97 кг/кг) свидетельствуют о том, что клариевый сом эффективней использует корма по сравнению с такими объектами рыбоводства как осетровые, угри, тилапия, канальный сом, карп. По нашему мнению низкие кормозатраты во многом связаны с тем, что сом является наименее подвижной рыбой по сравнению с другими объектами аквакультуры, а следовательно, меньше тратит энергии на рутинный обмен (103).

Основные рыбоводные показатели, характеризующие эффективность выращивания клариевого сома в УЗВ по вариантам опыта сведены в табл.15.

Табл. 15

Основные рыбоводные показатели выращивания  
клариевого сома в УЗВ.

Показатели	Варианты опыта			
	1	2	3*	4(контроль)*
Конечная масса, г	379±5	411±8	462±6	444±6
Затраты корма, кг/кг	0,92	0,97	0,83	0,93
Выход продукции, кг/м <sup>3</sup>	74,3	72,5	90,4	83,5
Выживаемость %	98	88	98	94
Суточный рацион в % От массы тела	1,77	1,86	1,59	1,79
Коэффициент массонакопления (Км)	0,124	0,130	0,138	0,135

3 и 4\* Разность достоверна при  $P \leq 0,05$

Обобщая полученные в ходе эксперимента данные (табл. 15) можно сделать вывод о том, что оптимальным при выращивании клариевого сома является температурный режим, близкий к естественному. Его использование позволяет снизить затраты кормов на 11 % по сравнению с принятым в рыбоводстве постоянным терморежимом, на фоне высокой выживаемости

рыбы (98%). В результате использования этого терморежима наблюдается увеличение выхода рыбопродукции на 8% (рис 11).

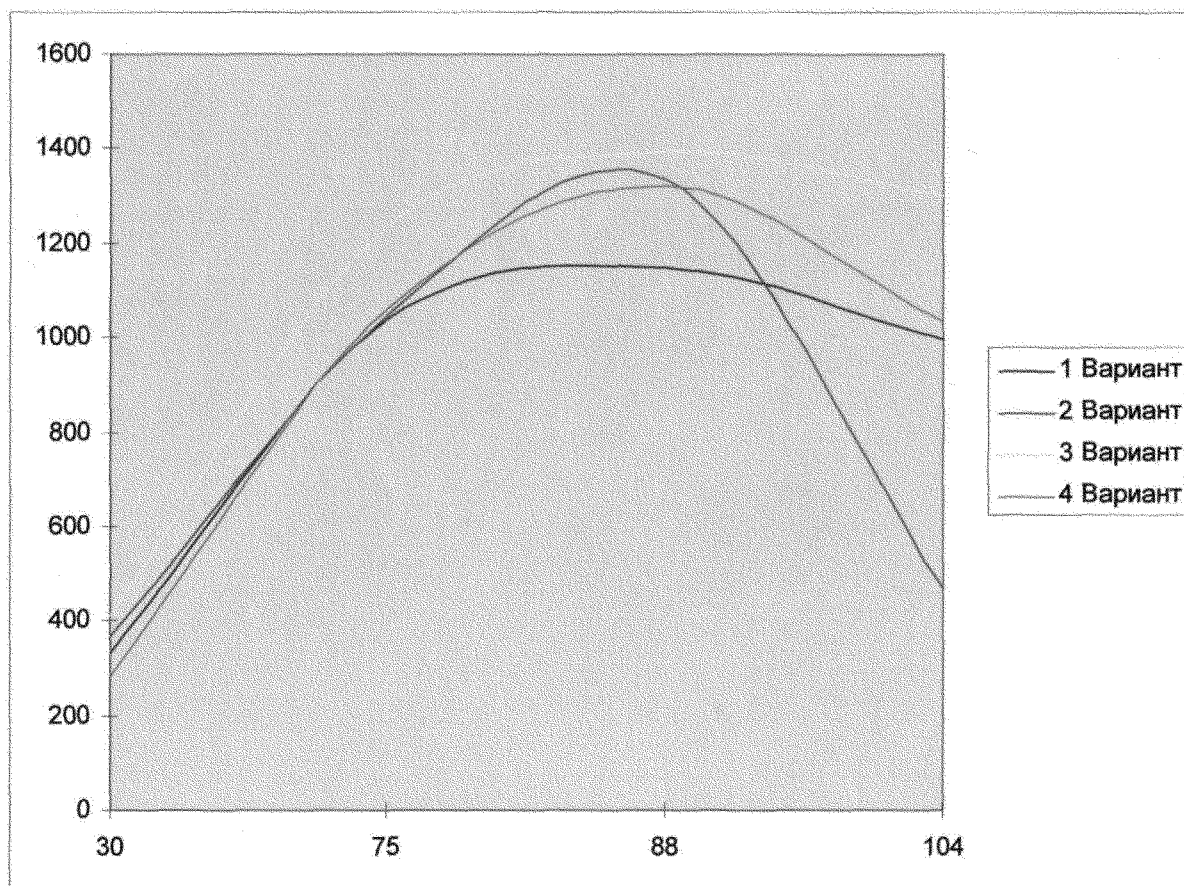


Рис.11 Динамика изменения прироста ихтиомассы  $\text{г/м}^3 \times \text{сут.}$

Из рис. 11 видно, что в течение всего эксперимента прирост ихтиомассы был выше в 4 варианте. До 88 суток этот показатель возрастает во всех вариантах опыта, а затем наблюдается его снижение. Результаты собственных исследований, а также исследования других учёных позволяют предположить, что это связано с половым созреванием рыбы. В этот период значительная часть усвоенного корма тратится на формирование гонад. Другие варианты астатичных терорезимов, несходных с природным уступают в эффективно-

сти статичным условиям, при их использовании падает скорость роста рыбы, снижается ее выживаемость, увеличиваются затраты корма.

### **3.3.1.2. Интенсивность потребления рыбой кислорода.**

С целью выяснения причин улучшения основных рыбоводных показателей в варианте с астатичным терморежимом, приближенном к естественным природным условиям (третий вариант опыта) был проведен суточный эксперимент с измерением интенсивности потребления кислорода в воде в вариантах (3 и 4), где были отмечены лучшие результаты по рыбоводным показателям.

Опыты проводили методом замкнутых респирометров, для этого несколько раз в сутки в аквариуме измеряли содержание кислорода, после этого отключали аэрацию, и аквариум отсоединяли от системы, при этом рыбам перекрывали доступ к атмосферному воздуху с помощью полиэтиленовой плёнки, т.е. сомы не могли использовать для дыхания атмосферный воздух. По истечении получаса после отключения вновь измеряли содержание кислорода. По разности полученных величин рассчитывали интенсивность потребления кислорода, а, следовательно, интенсивность обменных процессов.

Результаты, полученные в балансовых опытах, представлены на рис.12, 13 и в табл.16. Как видно из рис. 12 сомы, выращиваемые при астатичном терморежиме, потребляют значительно меньше кислорода, чем рыба из контрольной (4-ой) группы со стабильной температурой. Кроме того, у рыбы из опытной группы отмечено более высокая зависимость потребления кислоро-

да от температуры воды, поэтому размах колебаний потребления кислорода в опытной группе был очень большим (2 – 17 мг/кг×ч) с пиком в период с максимальной температурой воды. Потребление кислорода сомом из контрольной группы было гораздо более равномерным (14 - 20 мг/кг×ч). Среднесуточное потребление кислорода у рыбы из опытной группы было в 2,5 раза ниже, чем в контрольной (табл.16). Полученные различия в потреблении кислорода и эффективности использования корма (в опыте и контроле) указывают на резкое снижение энергозатрат рыбой при использовании астатичного температурного режима. Так как при использовании корма на энергетический, а не на пластический обмен потребление кислорода, как правило, возрастает вследствие более полного расщепления и окисления питательных веществ корма. Это подтверждается результатами визуального наблюдения за поведением рыбы, показывающими, что при астатичном температурном режиме двигательная активность сомов существенно снижается.

## Интенсивность потребления рыбой кислорода.

Время ч	Температу- ра, °С	Опыт (Абсолют- ное потребле- ние кисло- рода, мг/л)	Опыт (Интенсив- ность потребле- ния кисло- рода рыбой мг/кг×ч в пересчёте на 27°С)	Температу- ра, °С	Контроль (Интенсив- ность по- требления кислорода рыбой мг/кг×ч при 27°С)
21:00	28	7,08	6,5	27 в течение суток.	20,3
3:00	26	3,01	3,3		16,48
9:30	25	0,71	0,8		13,8
15:00	30	20,72	16,3		16,3
19:00	29	7,97	6,8		17,05
21:00	28	6,9	6,3		17,6

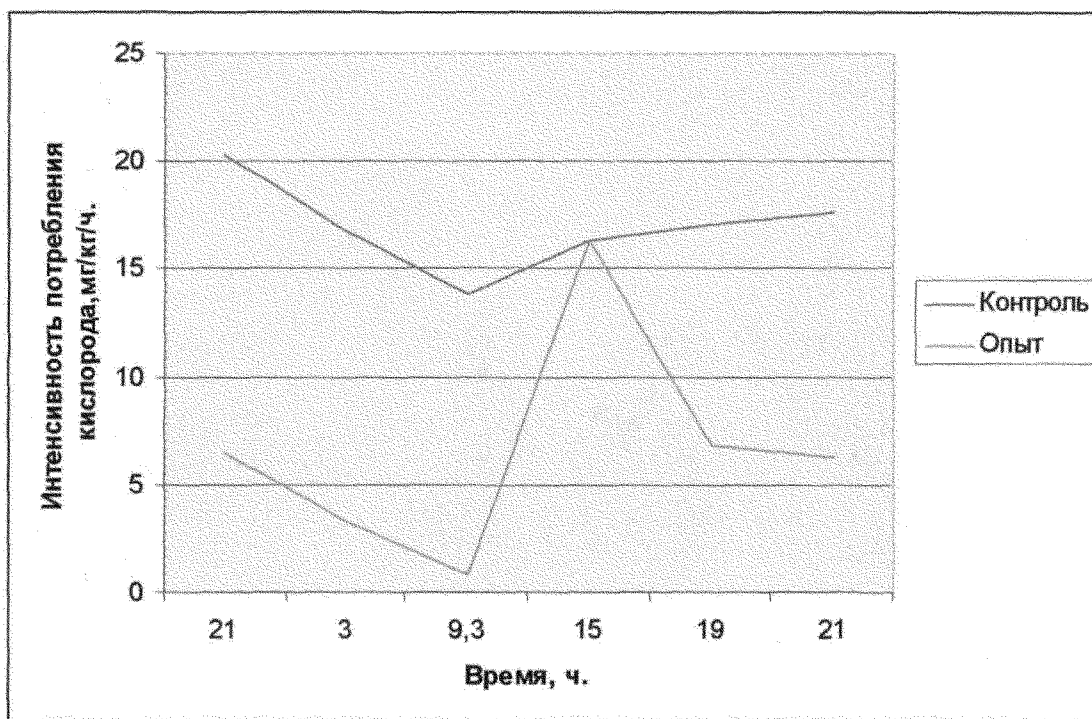


Рис. 12. Интенсивность потребления кислорода рыбой мг/кг×ч при 27°C.

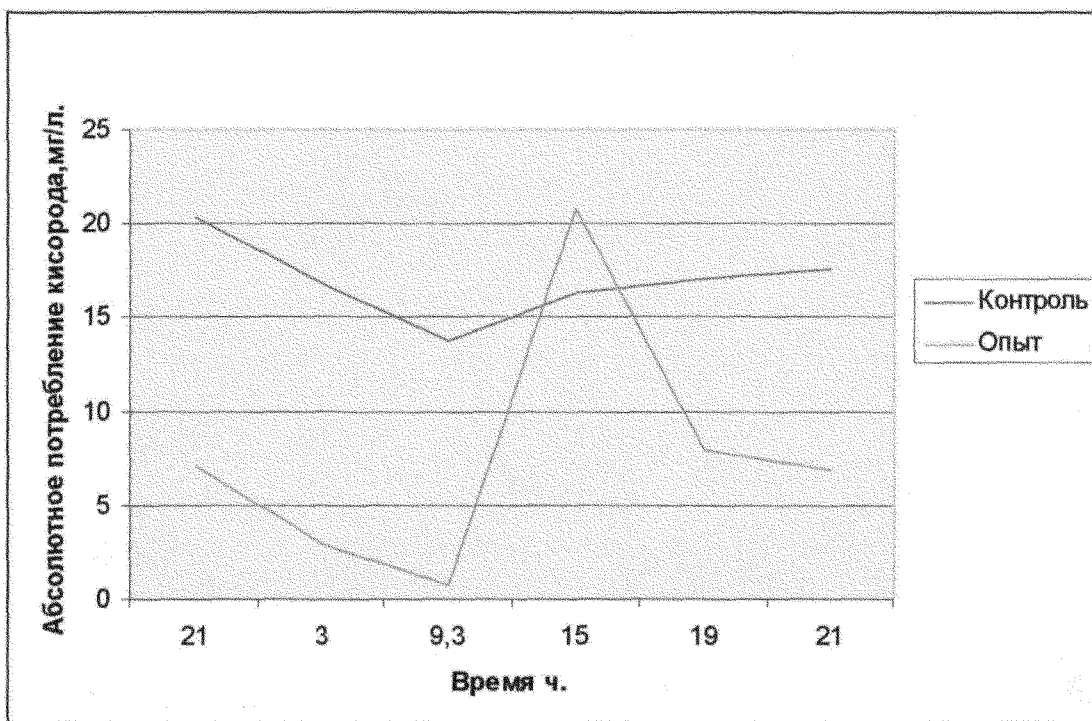


Рис. 13. Абсолютное потребление кислорода мг/л.

### 3.3.2. Выращивание клариевого сома при оптимальном астатичном терморегиме.

Выращивание клариевого сома при оптимальном астатичном терморегиме было проведено на той же опытной УЗВ, в двух рыбоводных емкостях. Были сформированы две опытные группы рыб. Первую группу выращивали при стабильном температурном режиме воды 27°C. В рыбоводной емкости со второй опытной группой был смоделирован астатичный температурный режим воды с термопериодом в 24 час. Температуру повышали с утренних часов и до середины дня (с 8 ч до 16 ч) с 24°C до 30°C, а затем (с 16 ч до 8 ч) температуру воды в бассейне понижали (с 30°C до 24°C).

Контроль за ростом рыбы вели путем проведения ежедекадных контрольных обловов. В качестве объекта исследования использовали молодь клариевого сома массой 100 г. Рыбу выращивали при плотностях посадки 200 шт/м<sup>3</sup> до товарной массы 400-500 г. Кормление рыбы осуществляли вручную, 4 раза в сутки, разовую порцию корма подбирали из расчета ее полной поедаемости рыбой не более, чем за 10 мин. Продолжительность опыта составила 73 суток. Схема опыта представлена выше (табл. 3).

### 3.3.2.1. Рост и эффективность использования корма

Интенсивность роста клариевых сомов и эффективность использования корма представлены в таблицах 17,18.

Таблица 17

#### Интенсивность роста клариевого сома

Показатели	Варианты опы- та	Периоды суток		
		0-10	10-31	31-73
Среднесуточный прирост г/шт	Контроль	2,10	4,19	4,86
	Опыт	3,50	3,76	5,31
Абсолютный прирост г/шт	Контроль	21,00	88,00	204,00
	Опыт	35,00	79,00	223,00
Коэффициент массонакопления (Км)	Контроль	0,091	0,141	0,108
	Опыт	0,146	0,121	0,114
Относительная скорость роста в %	Контроль	1,92	2,64	1,63
	Опыт	3,05	2,22	1,71

Таблица 18

#### Эффективность использования корма

Показатели	Варианты опыта	Периоды суток		
		0-10	10-31	31-73
Величина суточного рациона в %	Контроль	2,80	3,95	1,98
	Опыт	2,60	2,81	1,78
Затраты корма кг/кг	Контроль	1,63	1,60	1,59
	Опыт	0,99	1,30	1,30

Как видно из таблицы 17, относительная скорость роста была выше у сомов, содержащихся при астатичном терморегиме, и составила 3,33%, в контроле она была ниже - 3,20%.



Наименьшие затраты корма наблюдали также при выращивании сомов в астатичном терморегиме (1,34 кг/кг), при стабильном терморегиме (контроль) этот показатель был существенно выше и составил 1,60кг/кг (табл.18). Более высокие показатели затрат корма по сравнению с первым экспериментом были связаны с тем, что корм отличался сильной крошечностью, что, несомненно, повлияло на его расход. В то же время при астатичном терморегиме зафиксирован и меньший суточный рацион (в процентах от массы рыбы - 5,79%), в контроле этот показатель составил 6,53%.

Рыбоводные показатели выращивания сомов в условиях оптимального астатичного и стабильного терморегимов приведены в табл. 19.

Таблица 19.

Рыбоводные показатели клариевого сома, выращенного в астатичном и постоянном терморегимах .

Показатели	Варианты опыта	
	Опыт	Контроль
Конечная масса, г	437±5*	413±6
Затраты корма, кг/кг	1,34	1,60
Выход продукции, кг/м <sup>3</sup>	80,4	66,1

\* Разность достоверна при  $P \leq 0,05$

Сравнительный анализ рыбоводных данных, полученных во втором эксперименте, подтверждает результаты, полученные в первом эксперименте. Так, при оптимальном астатичном терморегиме (опытный вариант) средняя масса и выживаемость выращенной рыбы были выше по сравнению с контролем

(соответственно на 6 и 12%). Общая ихтиомасса рыбы, выращенной при астатичном терморегиме, оказалась существенно выше, чем в контроле (20102г против 16520г в контроле).

### **3.3.2.2. Экстерьерная характеристика тела рыб и химический состав.**

Экстерьерно-интерьерная характеристика клариевого сома дана на основании анализа морфометрических показателей сомов опытной и контрольной групп, выращенных при оптимальном астатичном терморегиме и приведена в таблицах 20 и 21, а также на рис 13.

Как видно из таблиц, морфометрические показатели сомов опытной и контрольной групп не имели достоверных различий по исследуемым признакам. Это свидетельствует о том, что качество товарной продукции клариевого сома, выращенного в условиях астатичного терморегима, не будет уступать аналогичной продукции, полученной при стабильном температурном режиме. Это подтверждает и анализ пластических признаков, проведенный по результатам, полученным при промерах сомов этих групп, который также не показал достоверных различий между исследуемыми группами.

## Морфометрические показатели сомов

Показатели	Опытная группа	% от массы	Контрольная группа	% от массы
Общая масса, г	425,4±21,6	-	414,3±22,8	-
Порка, г	353,32±19,51	83,06	369,91±15,9	87,11
Голова, г	74,18±8,31	17,44	70,92±9,59	17,12
Тушка, г	268,99±17,54	63,23	271,25±16,1	65,47
Жабры + наджаберный орган, г	21,59±5,78	5,07	17,74±2,6	4,28
Сердце, г	0,45 ±0,06	0,11	0,45±0,08	0,11
Плавники, г	12,63±2,42	2,97	13,97±3,46	3,37
Почки, г	1,34±0,32	0,31	1,64±0,49	0,39
Селезенка, г	0,34±0,09	0,08	0,41±0,18	0,10
Печень, г	4,79±0,83	1,13	4,88±0,83	1,18
Желчный пузырь, г	0,46±0,18	0,11	0,42±0,07	0,10
Внутренний жир, г	0,77±0,14	0,18	0,82±0,06	0,20
Кишечник, г	2,58±0,68	0,61	2,21±0,43	0,53
Желудок, г	3,37±0,54	0,79	3,16±0,52	0,76
Кожа, г	24,34±3,46	5,73	27,62±3,93	6,67
Кости, г	52,81±7,2	12,41	45,34±4,44	10,94
Филе, г	173,3±18,32	40,74	179,71±19,26	43,38
Длина ЖКТ, см	26,34±3,72	-	22,94±4,23	-
длина желудка, см	4,44±0,44	-	4,22±0,37	-
Гонады (♀), г	78,13±10,5*	18,37	58,34±6,77	14,08
Гонады (♂), г	9,43±0,74	2,22	9,89±0,53	2,39

\* Разность достоверна при  $P \leq 0,05$

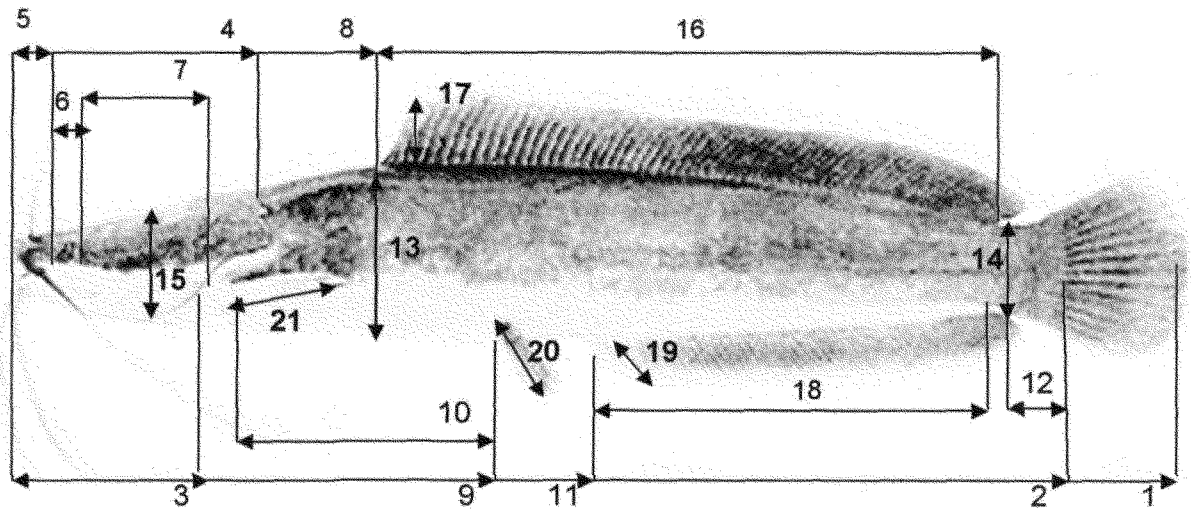


Рис. 13. Схема промеров (по В.В. Лавровскому).

1-длина всего тела; 2-длина тела без хвостового плавника; 3-длина головы до конца жаберных крышек; 4-длина головы до конца черепа; 5-длина рыла; 6-диаметр глаза горизонтальный; 7-длина заглазничного отдела головы; 8-антедорсальное расстояние; 9-антевентральное расстояние; 10-пекто-вентральное расстояние; 11-расстояние от кончика рыла до анального плавника; 12-длина хвостового стебля; 13-наибольшая высота тела; 14-наименьшая высота тела; 15-высота головы у затылка; 16-длина основания спинного плавника; 17-высота спинного плавника; 18-длина основания анального плавника; 19-высота анального плавника; 20-длина брюшного плавника; 21-длина грудного плавника; 22-длина усика; 23-наибольшая толщина тела; 24-максимальная ширина головы; 25-ширина лба или межглазничное пространство; 26-ширина рта.

Анализ пластических признаков клариевого сома.

Промеры	Опытная группа, см	Контрольная группа, см
1	47,11±1,07	47,64±1,05
2	43,1±0,92	42,93±0,93
3	8,34±0,27	8,8±0,21
4	11,17±0,28	11,44±0,24
5	2,92±0,11	3,15±0,09
6	0,7±0,03	0,78±0,02
7	5,19±0,19	5,22±0,18
8	13,89±0,32	13,91±0,27
9	18,79±0,39	19,15±0,51
10	10,45±0,24	11,14±0,46
11	22,03±0,48	22,79±0,42
12	1,51±0,04	1,44±0,06
13	6±0,23	6,03±0,17
14	3,21±0,14	3,32±0,09
15	4,65±0,15	4,82±0,15
16	27,02±0,71	26,86±0,67
17	3,19±0,14	3,23±0,1
18	18,35±0,56	18,79±0,56
19	1,82±0,1	1,88±0,07
20	4,11±0,13	4,02±0,11
21	5,31±0,14	5,15±0,19
22	11,15±0,34	11,48±0,2
23	6,19±0,26	5,94±0,23
24	7,12±0,25	7,2±0,16
25	4,92±0,21	4,86±0,12
26	3,51±0,14	3,77±0,13

Для определения качества товарной продукции был проведен анализ химического состава мускулатуры сомов. Химический состав мускулатуры сома был определен в разных вариантах опытных групп, с пиками температуры в разное время суток. Результаты исследований приведены в табл. 22.

Таблица 22

Химический состав мускулатуры клариевого сома по вариантам опыта (в %)

Вариант	Влага	Жиры	Белок	Зола
№-1	78,2	5,8	14,92	1,08
№-2	76,5	4,9	17,49	1,11
№-3	78,5	4,83	15,55	1,12
Среднее значение	77,7	5,1	16,1	1,1

Примечание: 1- два пика температуры; 2- дневной пик температуры; 3- ночной пик температуры.

Как видно из таблицы, в мясе сома из варианта 2 содержалось наибольшее количество белков (17,5%) и сухого вещества (23,5%), что свидетельствует о лучших товарных качествах клариевого сома из этого варианта.

Товарные качества клариевого сома в сравнении с другими видами рыб приведены в таблице 23

Таблица 23

Товарные качества клариевого сома в сравнении с другими видами рыб

Виды рыб	Выход съедобных частей (в %)			Химический состав мышц (в %)			
	порка	тушка	мышцы	влага	жиры	белок	зола
Клариевый сом <sup>1</sup>	83,06	63,2	40,74	77,7±0,5	5,1±0,2	16,1±0,6	1,1±0,07
Карп (умеренные широты) <sup>2</sup>	82,9±0,5	56,2±0,3	42,4	78,7±0,6	3,38±0,6	16,04±0,4	21,3
Карп (тропики) <sup>2</sup>	85,4	53,1	47,2	76,2±0,9	3,73±0,6	19,9±0,3	23,8
Форель <sup>2</sup>	81,2±0,4	61,4±0,3	47,2±0,4	71,7±0,4	6,78±0,5	19,7±0,16	1,33±0,02
Осетровые <sup>3</sup>	92,3	78,97		66-75	4,6-16,3	15,7-19	0,9-1,4
Тиляпия гибридная <sup>2/4</sup>	84,4±0,42	48,7±0,48	45,4±0,87	78,1±0,38	1,22±0,4	20,05±0,29	21,9

Примечание: 1- собственные данные, литературные: 2 –(84а),3 –(82),4 –(19.).

Как видно из таблицы 23, мясо клариевого сома по содержанию белка не уступает карпу и некоторым видам осетровых рыб. По содержанию жира мясо клариевого сома уступает лишь лососевым (форель) и осетровым рыбам. Все это свидетельствует о том, что клариевый сом обладает высокими товарными качествами, что делает его перспективным объектом для выращивания в УЗВ.

### **3.4. Эколого-физиологические исследования рыб при подготовке к воспроизводству и товарном выращивании.**

Эколого-физиологические исследования включали изучение экологических условий (условий содержания) и физиологических показателей товарных клариевых сомов и производителей при их содержании в установке с замкнутым водообеспечением и проведение экспериментальных исследований по изучению восприимчивости к паразитам товарных клариевых сомов, выращенных при разных терморежимах (азиатичном 24-30°C и постоянном - 27 °C). Состояние здоровья клариевых сомов было обследовано в сравнении с другими рыбами, содержащимися в условиях аквариальной.

#### **3.4.1. Изучение экологических условий и физиологических показателей клариевых сомов, содержащихся в аквариальных условиях при подготовке к воспроизводству.**

##### **3.4.1.1. Гидрохимические и санитарно-бактериологические показатели**

Результаты исследования качества воды (гидрохимических и санитарно-бактериологических показателей) в рыбоводных емкостях где содержали производителей и товарных рыб, представлены в таблицах 24, 25 .

### Результаты гидрохимических исследований

Показатели	Вариант*	Вариант**	Норма: 1 (2)***
PH	7,0	7,0	6,5-8,5 (до7,2)
NH <sub>4</sub> , мг/л	1,8	0,85	1,0 (2-4)
NO <sub>2</sub> , мг/л	0,025	0,13	0,02 (0,1-0,2)
NO <sub>3</sub> , мг/л	0,2	1,2	2,0 (60)
PO <sub>4</sub> , мг/л	0,125	0,36	0,5
Cl, мг/л	23	23	до 20
Жесткость, мг-экв/л	3,0	3,0	до 8
Ca, мг/л	40	40	до 180
Mg, мг/л	12,16	12,16	до 40
Окисляемость, мг O <sub>2</sub> /л	12,8	8,0	до 15 (10-15)
SO <sub>4</sub> , мг/л	84	90	до 100

Примечание: \* - проточный бассейн;

\*\* - непроточный бассейн.

\*\*\* – норматив: 1-для рыбохозяйственных водоемов ( 2 - для  
индустриального рыбоводства)

Таблица 25

### Результаты санитарно-бактериологических исследований воды.

Показатели	Вариант*	Вариант**	Допустимый предел бактериальной обсемененности
ОМЧ КОЕ/мл	2,3-2,6×10 <sup>3</sup>	1,8×10	<10 <sup>4</sup>
Категории качества воды:	1-чистая	1- чистая	Категории качества воды:
1-Чистая.			1 –менее 10000
2-Загрязненная.			2 -10000-1000000
3-Грязная.			3 –более 10000000

Примечание:

\* вода из бассейна без проточности, \*\* – вода из проточного бассейна

Как видно из таблиц 24, 25 гидрохимические и санитарно-бактериологические показатели воды в бассейнах, в которых содержали клариевых сомов, свидетельствовали о благополучии, как в условиях проточно-



сти, так и без проточности. Гидрохимические показатели были в основном в норме. Незначительные отклонения по солевому азоту были кратковременными и легко переносились рыбой. Состояние санитарно-бактериологического режима показывает, что по существующим нормативам для рыбохозяйственных водоемов вода из рыбоводных емкостей может быть отнесена к категории «чистой». Вместе с тем, в условиях отсутствия проточности были отмечены завышенные значения не только солевого азота, но и общего микробного числа, что свидетельствовало о необходимости постоянного контроля для принятия мер по оптимизации условий содержания.

#### 3.4.1.2. Гематологические показатели рыб.

Изучение состояния здоровья сомов было проведено по результатам внешнего осмотра рыб и гематологических исследований. Гематологические показатели были изучены у половозрелых клариевых сомов, содержащихся в проточном бассейне. Для сравнения исследовали карповых рыб (золотых рыбок). Исследовали гемоглобин, СОЭ и лейкоцитарную формулу. Результаты исследования приведены в таблице 26.

Таблица 26

**Результаты гематологического исследования рыб**

Показатели Названия рыб	Hb, г%	СОЭ мм/ч	Лейкоцитная формула (%)	
			Лимфоциты	моноциты
Клариевый сом	9,8-10,2	7-13	98	2
Золотая рыбка	8,6	1-9 (лизис эритроцитов)	50	50
Норма	>7	<10-20	90-95	до 10

Как видно из данных таблицы, клариевые сомы были здоровы, что подтверждают все показатели крови, являющиеся нормативными для рыб. У золотых рыбок (карповые) были отмечены лизис эритроцитов и сдвиг в лейкоцитарной формуле в сторону повышенного содержания моноцитов, что свидетельствовало о реакции иммунной системы на воздействие неблагоприятных факторов, которыми оказались возбудители болезней.

### 3.4.1.3. Паразитологические и бактериологические исследования рыб.

При паразитологических и бактериологических исследованиях клариевого сома патогенов не выявлено. В то же время у аквариумных рыб выявлены различные патогены: паразиты - гельминты рода *Gyrodactylus* или бактерии родов *Acinethobacter*, *Aeromonas* (табл. 27).

Таблица 27

#### Результаты ихтиопатологических исследований

Показатели Названия рыб	Длина рыб (см)	Мас- са (г)	Возбудители заболеваний	Патологии рыб
Клариевый сом (проточный аквариум)	20-22	58-78	Нет	Нет
Клариевый сом (непроточный аквариум)	50-62	600-637	Нет	Нет
Золотая рыбка	3,8-9	до 20	<i>Gyrodactylus</i> sp.	Повреждения чешуи на теле.
Телескоп, барбус, колиза; карп	2,5- 4,5;7,5	3-7; до 15	<i>Gyrodactylus</i> sp., <i>Aeromonas</i> sp., <i>Acinethobacter</i> sp.	Повреждения чешуи на теле; истощение рыбы.

Как видно из таблицы, возбудители заболеваний были выявлены у карповых рыб (золотой рыбки, телескопа и др.) в условиях отсутствия проточности в аквариумах. У клариевого сома в этих условиях паразиты отсутствовали.

### 3.4.2. Изучение состояния здоровья товарных рыб в условиях астатичного и постоянного терморежимов в УЗВ.

#### 3.4.2.1. Гематологические показатели.

Гематологические показатели сомов, выращенных в условиях разных терморежимов, были в пределах нормы и соответствовали показателям практически здоровых сомов (табл. 28).

Таблица 28

**Результаты гематологических исследований клариевых сомов, выращенных при разных терморежимах**

Варианты	Длина см	Масса г	Нб, г%	СОЭ, мм/ч	Эритроциты тыс./мкл	Лейкоциты тыс./мкл
1	36±2	580	8,6±0,3	8,7±0,2	1820±20	80±5
2	35±1,2	600	8,7±0,3	8,0±3	1600±19,5	120±4,6

Примечание: 1- группа сомов, выращенных при астатичном терморежиме;  
2- группа сомов, выращенных при постоянном терморежиме.

Как видно из данных, приведенных в таблице 28, гематологические показатели рыб, выращенных при астатичном терморежиме, были даже лучше по содержанию эритроцитов (выше на 12%) и лейкоцитов (ниже на 30%) в сравнении с таковыми рыб, выращенных при постоянном терморежиме, что свидетельствует о более благоприятном данном режиме выращивания товарного сома.

### 3.4.2.2. Изучение восприимчивости сомов к паразитам.

В научной литературе известно, что клариевый сом в естественных условиях практически свободен от патогенов (95). В условиях искусственного выращивания рыбы подвергаются стрессу, что может ослабить их резистентность и повысить восприимчивость к патогенам. Так, у молоди сомов (*Clarias fucosus*) длиной 3 см в условиях искусственного выращивания был выявлен аэромоноз, вызванный бактериями *A. lwoffii*, приведший к значительному отходу рыб (128).

Для проверки восприимчивости клариевого сома к заражению паразитами в условиях искусственного выращивания был поставлен эксперимент. В непроточный бассейн емкостью 250л, были посажены сомы массой 600г, содержащиеся ранее при астатичном (опытная группа) и постоянном (контрольная группа) терморегимах. В этот бассейн были подсажены в сетчатый садок золотые рыбки, зараженные гельминтами рода *Dactylogyrus*. Контакт сомов с заражёнными рыбами продолжался в течение 3-х недель. Затем как сомы, так и золотые рыбки были подвергнуты паразитологическому и гематологическому исследованию. Результаты эксперимента представлены в таблицах 29, 30.

Таблица 29

Результаты паразитологических исследований клариевых сомов, выращенных при разных терморегимах

Варианты Опыта	Длина рыбы, см	Масса, г	Зараженность гель- минтами <i>Dactylogyrus sp</i>		Отход в %
			ИИ	ЭИ	
1	36±2	580	ед,	25%	0
2	35±1,2	600	ед,	30%	10

Примечание: Варианты групп клариевых сомов - 1 выращенная при астатичном терморегиме (24-30°C); 2 - выращенная при постоянном терморегиме (27°C). И. И.- интенсивность инвазии – экз/рыба, Э. И .- экстенсивность инвазии в %.

Как видно из таблицы 29, клариевые сомы, выращенные при разных терморегимах, не имели существенных различий по показателям зараженности гельминтами рода *Dactylogyrus*. Восприимчивость к паразитам была незначительной у сомов обеих групп.

Проведенный анализ гематологических показателей сомов, заражённых и незаражённых гельминтами рода *Dactylogyrus*, выявил определенные различия (табл. 30). Зараженные рыбы имели пониженный на 12% уровень гемоглобина и увеличенный в 2 раза показатель СОЭ. Гематологические показатели золотых рыб, значительно заражённых гельминтами, имели существенные отклонения, свидетельствующие о компенсаторной реакции их организма на воздействие патогенов, выраженной в увеличении показателей гемоглобина, эритроцитов и моноцитов.

Таблица 30

## Влияние заражённости паразитами на гематологические показатели рыб

Показатели. Названия рыб.	Дли- на рыб, см	Мас- са, г	Заражен- ность парази- тами	Hb, г%	СОЭ, мм/ч	Эрит- ро- циты тыс. /мкл	Лей- ко- циты тыс/ мкл	Лейкоцитар- ная формула (в %)	
								Лим- фо- ци- ты	Моно- циты
Клариевый сом (ивазированный)	38 ±1	600	<i>Dactylogyrus</i> sp. до 10 экз.	7,9± 0,05	12,5± 3,7	1620	140	95	5
Клариевый сом	34,6 ± 0,7	580	не заражены	8,9± 0,2	6,6± 1,2	1832± 105	86±4,1	99	1
Золотая рыбка			<i>Dactylogyrus</i> sp. III > 60 экз.	9,8	13	2360	110	70	30

Таким образом, эколого-физиологические исследования объектов рыбоводства, содержащихся в искусственных условиях, позволили оценить состояние здоровья рыб и выявить причины неблагополучия отдельных экземпляров. При обеспечении рыб оптимальными экологическими условиями (содержания и кормления) их физиологические показатели, оцененные по крови, соответствовали нормативным, что было показано на клариевых сомах. Гематологические показатели сомов, содержащихся при разных терморежимах (астатичном и постоянном) были в пределах нормы. Выявленные различия свидетельствовали о более благоприятных условиях при астатичном терморежиме. Восприимчивость клариевых сомов, выращенных при разных терморежимах, к паразитам (гельминтам рода *Dactylogyrus*) оказалась незначительной. При наличии возбудителей заболеваний у клариевых сомов были выявлены незначительные гематологические изменения. У карповых

рыб (золотая рыбка), заражение которых было интенсивным (свыше 60 экз. на рыбу), патогены вызывали существенные отклонения показателей крови, в особенности в лейкоцитарной формуле, что свидетельствовало об усилении компенсаторной реакции их организма. Проведенные исследования показали, что для успешного выращивания клариевого сома в искусственных условиях при различных терморежимах необходимо обеспечивать оптимальные условия содержания (гидрохимический и санитарно-бактериологический режимы), а также избегать их совместного содержания с рыбой, зараженной паразитами.

## ГЛАВА 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ КЛАРИЕВОГО СОМА В УЗВ ПРИ АСТАТИЧНОМ ТЕРМОРЕЖИМЕ

Экономическая эффективность выращивания клариевого сома в УЗВ при астатичном терморегиме рассчитана на основании экономического анализа основных рыбоводных показателей и включает: расход ресурсов на 1кг продукции, расчёт себестоимости продукции руб/кг и структуры себестоимости товарной продукции (%) - таблицы 31-34. Исходные данные для расчета экономической эффективности выращивания клариевого сома при разных терморегимах представлены в таблице 31.

Таблица 31

Исходные данные для экономических расчётов

Показатель.	Варианты опыта			
	1	2	3	4
Прирост икhtiо-массы, г/см <sup>3</sup> ×сутки.	667	649	820	754
Затраты корма, кг/кг	0,92	0,97	0,83	0,93
Выживаемость рыбы, %	98	88	98	94
Стоимость корма, руб/кг	31			
Стоимость посадочного материала, руб/шт	3			
Стоимость электроэнергии, руб/Квт	1,2			
Стоимость воды, руб/м <sup>3</sup>	22			

Стоимость ресурсов указана в ценах 2003г.

Себестоимость ресурсов (рыбопосадочный материал, корма, электроэнергия) дана в ценах 2005г.



В таблице 32 подсчитан расход ресурсов на получение 1 кг продукции.

Таблица 32

### Расход ресурсов на 1 кг.продукции

Показатель	Вариант опыта			
	1	2	3	4
Корм, кг	0,92	0,97	0,83	0,93
Вода, м <sup>3</sup>	0,128	0,131	0,103	0,113
посадочный материал, шт	1,02	1,14	1,02	1,06
Затраты электроэнергии на аэрацию и циркуляцию воды, Квт/ч	2,59	2,67	2,11	2,29
Затраты электроэнергии на подогрев воды, Квт/ч	7,20	7,39	5,85	6,37

Как видно из таблицы 32 минимальный расход ресурсов получен в 3-м варианте опыта – при содержании сомов в оптимальном астатичном терморегиме. Это снижение обусловлено, в первую очередь, наибольшим уменьшением затрат корма, высокой выживаемостью и скоростью роста рыбы.

Ускорение роста рыбы в УЗВ всегда приводит к снижению затрат электроэнергии и количества свежей подпиточной воды. Наибольший расход ресурсов отмечен во 2-м варианте опыта (противоположный оптимальному терморегим) при наименьшей скорости роста и выживаемости рыб.

Различия в расходе ресурсов по вариантам опыта обусловили разницу в себестоимости рыбы (табл. 33).

## Расчёт себестоимости продукции руб/кг

Показатель	Варианты опыта			
	1	2	3	4
Корм	28,52	30,07	25,73	28,83
Вода	2,82	2,88	2,27	2,49
Посадочный материал	3,06	3,42	3,06	3,18
Электроэнергия	11,75	12,07	9,55	10,39
Всего	46,15	48,44	40,61	44,89
По сравнению с контролем	-1,26	-3,55	+4,28	—

Минимальной себестоимость рыбы была в 3-м варианте (на 10% меньше по сравнению с контролем). При использовании других вариантов аста- тичного терморезима (1, 2) себестоимость рыбы напротив возросла на 3-8 % по сравнению с контролем.

Если проанализировать структуру себестоимости товарной продукции, представленной в таблице 34, то можно отметить, что главной составляющей себестоимости рыбной продукции является себестоимость кормов (61,8-64,2%), а также затраты на электроэнергию (23,2-25,5%). Доля оставшихся ресурсов в структуре общей себестоимости невелика.

Таблица 34

## Структура себестоимости товарной продукции (%)

Показатель	Вариант опыта			
	1	2	3	4
Корм	61,80	62,08	63,36	64,22
Вода	6,10	5,90	5,59	5,55
Посадочный материал	6,60	7,06	7,54	7,08
Электроэнергия	25,50	24,90	23,52	23,15
Всего	100			

Использование оптимального астатичного терморежима, приближенного к природному, позволяет достичь наибольшей экономической эффективности: она составила 4,28 руб/кг продукции. В первом и втором вариантах экономическая эффективность была ниже, чем в контроле на 1,26 руб/кг и 3,55 руб/кг соответственно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании анализа литературных источников, опыта индустриальной аквакультуры по выращиванию рыб в УЗВ и результатов собственных исследований по выращиванию товарного сома в аналогичных условиях подтверждена необходимость интеграции трёх основных составляющих индустриальной аквакультуры: технической, биотехнологической и экологической. Биотехнология выращивания сома в УЗВ должна учитывать его эколого-физиологические особенности.

Результаты исследований показали, что для получения потомства клариевых сомов в искусственных условиях целесообразно применять метод гипофизарных инъекций. При этом можно использовать самок различного возраста и массы. Предпочтение следует отдавать более крупным самкам, от которых можно получить значительно больше икры. При подращивании личинок следует учитывать фактор каннибализма, уменьшая его действие путем снижения плотности посадки, оборудования многочисленных укрытий и улучшения кормления как в количественном, так и качественном отношении.

Проведенные исследования по определению оптимальной плотности посадки рыб в бассейнах УЗВ показали, что клариевый сом обладает высоким потенциалом роста, эффективно использует корм и позволяет получить высокие рыбоводные показатели (индивидуальная масса, выход продукции  $\text{с1м}^3$ , затраты корма) при плотностях посадки 220 и 260 шт/ $\text{м}^3$ , что дало основание использовать эти нормативы в последующих исследованиях и предварительно рекомендовать их производству.

Проведенные исследования по выяснению влияния астатичных температурных режимов на эффективность выращивания клариевого сома в установке с замкнутым водообеспечением (УЗВ), дали важные результаты, которые будут использованы при разработке рекомендаций по выращиванию сома в УЗВ.

Анализ данных, полученных в этих экспериментах, показал, что более высокую абсолютную и относительную скорость роста, наибольшую живую товарную массу, выживаемость и выход рыбопродукции, а также наименьшие затраты корма рыбой получены при астатичном температурном режиме, приближенном к естественному, т.е. с суточным термопериодом, когда максимум температуры ( $30^{\circ}\text{C}$ ) приходится на дневные часы (16ч) и минимум ( $24^{\circ}\text{C}$ ) на утренние (8ч). За счёт более высокой интенсивности роста и лучшей эффективности использования корма сомами достигается более высокая экономическая эффективность выращивания рыбы. Применение полученного оптимального астатичного температурного режима при последующем выращивании товарного клариевого сома в УЗВ подтвердило его эффективность по основным рыбоводным показателям.

Эколого-физиологические исследования рыб, содержащихся в искусственных условиях, позволили оценить состояние здоровья рыб и выявить причины возникновения отдельных патологий. При создании оптимальных экологических условий (содержания и кормления) физиологическое состояние рыб, оцененное по показателям крови, соответствовало норме. Гематологические показатели сомов, содержавшихся при астатичном и постоянном

терморезимах, были в пределах нормы, оставаясь лучшими у первых. Восприимчивость клариевых сомов, выращенных при разных терморезимах, к паразитам (гельминтам рода *Dactylogyrus*) оказалась незначительной. При наличии возбудителей заболеваний у клариевых сомов были выявлены незначительные гематологические изменения.

Морфометрические показатели сомов, выращенных при различных терморезимах, не имели достоверных различий по исследуемым признакам. Это позволяет считать, что качество товарной продукции клариевого сома, выращенного в условиях астатичного терморезима, не будет уступать аналогичной продукции, полученной при стабильном температурном режиме. Это подтверждает и анализ пластических признаков, который также не установил достоверных различий по этим показателям между исследуемыми группами.

Мясо клариевого сома по содержанию белка и жира не уступает другим объектам аквакультуры. Это свидетельствует о том, что клариевый сом обладает высокими товарными качествами, что делает его перспективным объектом для выращивания в условиях рыбоводных установок с замкнутым водообеспечением.

## ВЫВОДЫ

1. Для получения потомства клариевых сомов в искусственных условиях модифицирован метод искусственного воспроизводства, при котором и самкам и самцам применяют двукратную инъекцию ацетонированного гипофиза: предварительную - в количестве 0,3 мг гипофиза на 1 кг массы рыбы и разрешающую – 2 мг на 1 кг массы рыбы. Отмечено, что с увеличением массы самок их абсолютная плодовитость возрастает.

2. При выращивании товарных сомов в УЗВ наилучшие рыбоводные показатели получены при более высоких плотностях посадки - 220, 260 шт/м<sup>3</sup>. Среднесуточный прирост рыбы достигал 7-8 г, что превышает скорость роста таких традиционных объектов аквакультуры, как форель и осетровые. Наибольшей индивидуальной массы (570 г) и наибольшего выхода рыбопродукции (130 кг/м<sup>3</sup>) сомы достигли при плотности посадки 260 шт/м<sup>3</sup>.

3. Наиболее благоприятным при выращивании товарного клариевого сома в УЗВ является астатичный суточный температурный режим, приближенный к естественному, т.е. повышение температуры с 24°C до 30°C с 8 до 16 ч с дальнейшим понижением до 24°C к 8 ч. Его использование позволяет снизить затраты кормов на 11%, повысить выживаемость рыбы до 98%, увеличить выход рыбопродукции на 8% по сравнению с показателями при постоянном терморегиме, принятом в рыбоводстве.

4. Использование различных температурных режимов в пределах 27±3°C не оказало существенного влияния на экстерьерно-интерьерные показатели клариевого сома, за исключением увеличения гонадосоматического

индекса самок (18,37%). Отмечена тенденция увеличения массы жаберного аппарата, и снижения содержания внутреннего жира у рыб, выращенных при оптимальном астатичном терморегиме.

5. Клариевый сом по химическому составу мяса (содержание белка - 17,5% и жира - 4,9%) не уступает многим культивируемым в аквакультуре видам рыб, что свидетельствует о его высоких товарных качествах и делает перспективным объектом для рыборазведения.

6. Выращенные при разных терморегимах в УЗВ товарные сомы и сохранившиеся перед воспроизводством половозрелые рыбы были здоровыми. Их показатели крови соответствовали физиологической норме, оставаясь лучшими у товарных рыб, содержащихся при оптимальном астатичном терморегиме.

7. Восприимчивость клариевых сомов, содержащихся при переменном и постоянном терморегимах, к паразитам рода *Dactylogyrus* оказалась незначительной. При наличии возбудителей заболеваний у рыб было выявлено снижение содержания гемоглобина на 12% и повышение уровня СОЭ в 2 раза. Однако эти показатели оставались в пределах физиологической нормы – Нб - 7,9г/%, СОЭ - 12,5 мм/ч, количество эритроцитов - 1620 тыс/мкл.

8. Использование астатичного температурного режима, приближенного к естественному, при выращивании товарного клариевого сома даёт экономический эффект, за счёт уменьшения затрат корма, высокой выживаемости и увеличения скорости роста рыб, в размере 4280 руб. на 1 тонну рыбопродукции.



## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для получения потомства клариевого сома рекомендуется применять метод искусственного воспроизводства с двухразовой инъекцией ацетонированного гипофиза самкам и самцам: предварительной в количестве 0,3 мг гипофиза на 1 кг массы рыбы и разрешающей – 2 мг на 1 кг массы рыбы.

При выращивании товарного клариевого сома в УЗВ следует использовать плотности посадки 220-260 шт/м<sup>3</sup>, применять астатичный температурный режим, приближенный к естественным условиям, с суточными колебаниями температуры: повышение температуры воды до 30°C в дневное время и снижение до 24 °С в ночное.

Учитывая биологические особенности сомов следует выращивать их в рыбоводных ёмкостях, конструктивные особенности которых не позволяют рыбам покинуть их, ёмкости с рыбой необходимо затенять.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алабастер Д. , Ллойд Р. Критерии качества воды для пресноводных рыб. // М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984,- С.247.
2. Алекин О.А. Основы гидрохимии. // Л.: Гидролитоиздат, 1970, 442с.
3. Бессонов Н.М., Привезенцев Ю.А. Рыбохозяйственная гидрохимия // М.: Агропромиздат, 1987, 159с.
4. Биоэкологические технологии промышленного производства объектов аквакультуры. А.Ю. Илясов, В.И. Филатов, В.Н. Коваленко, В.Н. Борщев // М.: Инженерная экология, 1996, №2, -С. 60-67.
5. Богданова Л.А. рН водной среды как показатель эффективной работы УЗВ // Индустриальное рыбоводство в замкнутых системах: сб. науч. тр. ВНИИПРХ.– М.: 1991, вып.64, -С.11-15.
- 5а. Боев А.А., Степанова Р.М., Травкин Б.Г. Инструкция по заводскому методу получения личинок сазана и леща в дельте Волги // М.: 1973, 27с.
6. Бутусова Е.Н. Замкнутые установки для выращивания рыбы в некоторых странах Европы // Рыбное хозяйство, сер. Рыбхоз, использование внутр. водоемов: зарубежный опыт. – М.: ВНИИЭРХ, 1986, вып.12, - С.1-14.
7. Быховская -Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению.// Л.: Наука , 1985. - 121с.

8. Власов В.А., Гордеев А.В., Завьялов А.П. Выращивание в УЗВ африканского клариевого сома // Материалы научно-практической конференции. М.: Издательство КМК 2000. – С. 33-35.
9. Власов В.А., Никитина Е.Ю. Выращивание клариевого сома при аста- тичном температурном режиме в УЗВ // Сборник студенческих науч- ных работ. М.: МСХА, 2004. – С. 283-287.
10. Власов В.А., Никифоров А.И., Фатгалахи М. Рост клариевого сома в УЗВ и его морфологические качества // Материалы научно- практиче- ской конференции “ Человек и животные ” – Астрахань, 2005 – С. 89- 91.
- 10а. Галковская Г.А., Сушня Я.М. Рост водных животных при перемен- ных температурных режимах // Минск: Наука и техника, 1978 – 144с.
11. Гелецкий Н.Е. Выращивание сеголеток канального сома в установках с замкнутым циклом водоснабжения // Рыбное хозяйство, сер. Аква- культура. Информ. пакет.: Индустриальное рыбоводство. – М.:ВНИИПРХ, 1991, вып.4. - С.25-29.
12. Дудковский Н. И. Особенности воспроизводства карпа в замкнутой рыбоводной системе // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ - М.: 1988, вып.64, С.23-29.
13. Егоркина Т. М., Богданов Т. А. Безотходный рыбоводный комплекс с замкнутым циклом водообеспечения. // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ - М.: 1988, вып.64. - С.5-9.

14. Жигин А.В. Пути интенсификации рыбоводства в замкнутых системах.  
// Тез. докл. конференции “Развитие аквакультуры на внутренних водоемах”. М.: ТСХА, 1999. - С.53–55.
15. Жигин А.В. Пути и методы интенсификации выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым водоиспользованием (УЗВ): -  
Дис. д.с-х.н. МСХА - М.: 2002, 328с.
16. Жигин А.В. Пути интенсификации рыбоводства в замкнутых системах  
// Развитие аквакультуры на внутренних водоемах: тез. докл. научно-  
практ. конференции, посвящ. 50-летию кафедры прудового рыбовод-  
ства МСХА, дек. 1995 - С.53-55.
17. Заварзин Г.А. Определитель бактерий Берджи.- М: - Мир, 1997, ч.1, 2 -  
800с.
18. Завьялов А.П. Выращивание тилляпии в установке с замкнутым циклом  
водоснабжения при различных способах кормления: Автореф. дис.  
канд.с.-х. наук. - М.: 2001, -24с.
19. Завьялов А.П., Лавровский В.В. Влияние типа кормления на морфофи-  
зиологические показатели тилляпии, выращенной в установке с замк-  
нутым циклом водоснабжения // Ресурсосберегающие технологии в  
аквакультуре: матер.2-й междунар. симпозиума – Краснодар, 1999. -  
С.196-197.
20. Заки М., Абдула А. Размножение и развитие *Clarias gariepinus*  
(Pisces, Clariidae) из озера Манзала (Египет) // Вопр. ихтиологии. –  
1983, т.51, вып.23, - С.48-58.

21. Закон Е.М., Нижник Л.М. Разработка оборудования установок выращивания рыбы с замкнутым циклом водоиспользования (УЗВ) // Тез.докл.Всес.совещания по рыбоводству в замкнутых системах. – М.: 1986. - С.14-15.
22. Зданович В.В. Влияние колебаний температуры на скорость роста молоди карпа // Методы интенсификации прудового рыбоводства: тез. докл. Всес. конференции молодых ученых. – М.: 1984. - С.76-77.
23. Зданович В.В. Рост молоди некоторых видов карповых рыб в условиях колеблющихся температур // Молодые ученые и основные направления развития современной биологии: тр.15 науч. конференции молодых ученых биологического факультета МГУ, Москва, 17-19 апр. 1984. – М., 1984, ч.2. - С. 143-148.
24. Зданович В.В. Переменный терморегим как фактор интенсификации индустриального рыборазведения // Молодые ученые и основные направления развития современной биологии: тр. 16 науч. конференции молодых ученых биологического факультета МГУ, Москва, 23-26 апр. 1985. – М., 1985, ч.2. - С.244-249.
25. Зданович В.В. Выращивание молоди рыб в условиях температурного градиента // Рыбоводство и рыболовство , 1994, №2. - С.9-10.
26. Зданович В.В. Рост и поведение молоди рыб в условиях температурного градиента// Тез. докл. 1 конгресса ихтиологов в России. – М.: ВНИРО, 1997,- С. 227.

27. Зданович В.В. Интенсификация роста молоди мозамбикской тилапии при индустриальном выращивании // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. Второй международный симпозиум. Матер. докл. / Краснодар, 1999 - С. 37.
28. Зданович В.В., Лавровский В.В. Рекомендации по применению систем для промышленного выращивания с оборотным водоснабжением. - М.: ТСХА, 1980. – 29 с.
29. Зданович В.В., Пушкарь В.Я. Переменный терморезим как фактор оптимизации биотехнологии выращивания молоди рыб // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. Второй международный симпозиум/ Матер. докл. Краснодар, 1999 - С. 37-38.
30. Золотова З.К. Мировая аквакультура на рубеже столетий: статистика и прогнозы // Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры: сб. науч. тр. М.: ВНИИПРХ, 2000, вып. 75. - С.23-27.
31. Иванов А.А. Физиология рыб – М.: Изд. Мир , 2003,- 280с.
32. Ивойлов А.А. Биологическое обоснование полициклического выращивания тилапий в установках с замкнутым водообеспечением // Тез. докл. ЦНИИТЭИРХ, 1997, вып.6, - С.18-23.
- 32а. Илясов А.Ю. Киселев А.Ю. Подращивание веслоноса (*Polyodon spathula*, Wal.) в установках замкнутого цикла водообеспечения. – М.: ВНИИПРХ, 1991 –22с.
33. Использование замкнутой системы водоснабжения при воспроизводстве растительноядных рыб в Белозерском воспроизводственном ком-

- плексе / Н.В. Мищенко, Л.П. Шкодина, А.С.Гиряев и др. // Тез.докл. Всес. совещания по рыбоводству в замкнутых системах – М.: 1986, - С.41-42.
- 33а Инструкция по определению экономической эффективности использования в товарном рыбоводстве результатов НИР и ОКР , новых технологий, изобретений и рац. предложений/ Зайцев А.И., Федяев В.И., Орлов А.В. и др.// М.:1987-87с.
34. Киселев А.Ю. Выращивание товарного осетра в условиях замкнутых рыбоводных установок // Итоги 30-летнего развития рыбоводства на теплых водах и перспективы на 21 век: материалы междунар. Совещания, тез.докл.. – Л.: ГосНИОРХ, 1998, - С.42-46.
35. Киселев А.Ю. Биологические основы и технологические принципы разведения и выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым циклом водообеспечения.: Автореферат докт. дисс., М.: ВНИИПРХ, 1999,- 62 с.
36. Киселев А. Ю., Филатов В. И. Техничко-экономические расчеты хозяйства по производству товарного осетра // Приложение к отчету, ВНИИПРХ, 1995.
37. Киселев А. Ю., Филатов В. И. и др. Технология выращивания товарного осетра в установках с замкнутым циклом водообеспечения // М.: ВНИИПРХ, 1995. - 18 с.
38. Кленов Ю. На обратном водоснабжении // Рыбоводство и рыболовство. -1982, №2, - С. 1-2.

39. Клейменов И.Я. Химический состав рыб водоемов СССР. – М.: 1971, - 235с.
40. Кляшторин Л.Б. Водное дыхание и кислородные потребности рыб.- М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 168с.
41. Кнэше Р. Замкнутые циркуляционные системы для выращивания рыбы. // Рыбное хозяйство. – 1986, №3. - С. 43-45.
42. Ковалев К.В., Власов В.А. Выращивание клариевого сома (*Clarias gariepinus*) в УЗВ при различных плотностях посадки // М.: МСХА, - 2002, - С .309-312.
- 42а. Конрадт А.Г., Сахаров А.М. Инструкция по получению личинок карпа, сазана заводским методом // М.: 1969 – 24с.
43. Константинов А.С. Рост молодых рыб в постоянных и переменных кислородных условиях // Вестник МГУ. – Сер.16. – 1988. - №4. – С.37.
44. Константинов А.С. Рост молоди рыб в постоянных и переменных кислородных условиях // 4. Всес. конф. по раннему онтогенезу рыб, Мурманск, 10 сент., 1988. – М., 1988, т.4 –С.147-149.
45. Константинов А.С. Влияние колебаний температуры на рост, энергетику и физиологическое состояние молоди рыб // М.: Изв. АН СССР, 1993, №1, -С.55-63.
46. Константинов А.С. Влияние колебаний температуры на рост, энергофизиологическое состояние молоди рыб // Известия Академии наук. М.: 1993. №1 . – С.55 – 63



47. Константинов А.С., Вечканов В.С., Кузнецов В.А. Некоторые особенности роста молоди рыб в рН - градиентном поле // Вестник МГУ. Сер.16 – 1995 - №4. – С.28-32.
48. Константинов А.С. Статический и астатический оптимум абиотических факторов в жизни рыб/ Тез. докл. 1 конгресса ихтиологов в России.// М.: ВНИРО, 1997. – С 221 – 222.
49. Константинов А.С. Астатичность абиотической среды как обязательное условие оптимизации выращивания рыб и других объектов аквакультуры// Второй междунар. симпозиум - материалы докладов. Краснодар, 1999. – С. 45-46.
50. Константинов А.С., Пелепенко М.Д. Физиологические основы скименга (выборочного отлова) в рыбоводстве // Тез.док. 6 Всес. Конф. по экологии, физиологии и биохимии рыб. Вильнюс, 1985. С. 96-97.
51. Константинов А.С., Зданович В.В., Калашников Ю.Н. Влияние переменной температуры на рост эвритермных и stenothermных рыб // Вопросы ихтиологии . – 27, 1986, №6. – С.971-977.
52. Константинов А.С., Зданович В.В. Влияние осцилляции температуры на рост и физиологическое состояние молоди карпа// Докл. АН СССР. 1985.-т. 28, № 3.- С. 760-764.
53. Константинов А. С., Зданович В. В. Влияние колебаний температуры на скорость роста молоди рыб // Тез. докл. 6 Всес. конф. по экологии, физиологии и биохимии рыб. Вильнюс, 1985. С. 97-99.

54. Константинов А. С., Зданович В. В. Некоторые особенности роста рыб при переменных температурах//Вопросы ихтиологии. 1986. т. 26. вып. 3, - С. 448-456.
55. Константинов А. С., Зданович В. В. Влияние колебаний температуры на процессы рыбопродуцирования//Водные ресурсы. 1996. Т. 23 № 6,- С. 760-766.
56. Константинов А. С., Зданович В. В. Оптимизация роста, энергетики и физиологического состояния рыб осцилляцией абиотических факторов среды// Тез. докл. 1 конгресса ихтиологов в России. М. ВНИРО. 1997,-С. 222.
57. Константинов А. С., Зданович В. В., Калашников Ю. Н. Оптимизация температурного режима при бассейновом и садковом выращивании рыб на теплых водах //Тез. 3 Всес. совещ. по рыбхоз. использ. тепл. вод. М.:1986,- С. 82-83.
58. Константинов А. С., Зданович В. В., Тихомиров Д. Г. Влияние осцилляции температуры на рост и энергетику молоди карпа// Тез. докл. совещ. энергетич. обмен рыб. М.: 1986,- С. 27.
59. Константинов А.С., Зданович В.В., Тихомиров Д.Г. Влияние осцилляции температуры на интенсивность обмена и энергетику молоди рыб // Вопросы ихтиологии. -1989. 29, №6. – С. 1019-1027.
60. Константинов А. С., Зданович В. В., Шолохов А. М. Значение колебаний температуры для выращивания молоди рыб// Рыбное хозяйство, 1990. № 11, - С. 46-48.

61. Константинов А. С., Зданович В. В., Шолохов А. М. Астатичность температурных условий как фактор оптимизации роста, энергетики и физиологического состояния молоди рыб // Вест. МГУ, сер. 16. 1991. № 2, - С. 38-44.
62. Константинов А.С., Парфенова В.Н., Кенжин Б.А. Влияние собственных экзометаболитов на рост и биохимический состав молоди золотого карася // Тез. докл. 6 Всес. конференция по экологии, физиологии и биохимии рыб, сент. 1985. – Вильнюс, 1985. – С .319-321.
63. Константинов А.С., Парфенова В.Н. , Кенжин Б.А. Влияние специфических экзометаболитов на химический состав тела и энергетику молоди карпа. // Вопросы ихтиологии. – 1987. 27, №3. – С. 493-499.
64. Константинов А.С., Яковчук А.М. Видоспецифические метаболиты как фактор ограничения плотности посадки рыб // Вопросы ихтиологии. -1993. -33, №6. – С.829-833.
65. Константинов А.С., Тихомиров Д.Г. Влияние осцилляции температуры на рост и энергетику молоди карпа // Тез.докл. 5 Съезда Всес. гидробиологического общества, Тольятти, 15-18 сент. 1986. – Куйбышев, 1986,ч.2.- С.78-79.
66. Контроль качества воды с помощью автоматической станции «Вода-10М» / В.Н. Филонова, О.Я. Давыдова, В.Н. Кореньков, А.В. Жигин // Передовой производственный опыт. – 1985, №11. – С.20-21.

67. Кореньков В. Н. Создание рыбоводных установок с замкнутым циклом водоснабжения и пути их совершенствования // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ - М.: 1988, вып. 64, - С. 3-5.
68. Корма для рыб: Каталог. – Калининград: Акваинжиниринг, 1997. – 15с.
69. Крыжановский С. Г. Эколого-морфологические закономерности развития карповых, выюновых и сомовых рыб // Тр. Ин-та морфологии животных АН СССР.-1949. вып. 1.-236с.
- 70а. Коцарь Н. И. Действие колебаний температуры и газового режима водной среды на энергообмен у сеголетков карпа//Рыбное хозяйство. 1980, вып. 40, - С. 5-8.
70. Лабенец А.В., Севрюков В.Н. Клариевый сом: удачный выбор для индустриального выращивания // Современное состояние и перспективы развития аквакультуры. Научно-практическая конф. тез. докл., Горки, 1999,- С.30-32.
- 71а. Лавровский В.В. Морфометрическая и морфофизиологическая характеристика канального сома (*Ictalurus punctatus*)- автореф. к.с.х.н. , 1981.- 23с.
71. Лавровский В.В. Пути интенсификации форелеводства М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.- 168 с.
72. Лавровский В.В., Кореньков В. Безотказная работа, высокий выход продукции. Рыбоводство и рыболовство, № 10, 1984, - С.7-9.

73. Леманова Н.А., Сакун О.Ф. Методическое пособие по гормональной стимуляции производителей карпа при раннем получении личинок – Л.: 1975, - 10 с.
- 73а. Лебедев П.Т., Усович А.Т. Методы исследований кормов, органов и тканей животных – М.: Россельхоз., 1986,- 389 с..
74. Лурье Ю. Ю. Унифицированные методы анализа вод М.: Химия, 1971.- 375 с.
75. Мамонтов Ю. П. Аквакультура - какую дорогу выбрать // Рыбоводство и рыболовство, 1994, № 3, - С. 2-6.
- 75а. Мамонтов Ю. П., Павлович Г.М. Современное состояние и перспективы развития аквакультуры России // Эпизоотологический мониторинг в аквакультуре: состояние и перспективы. Материалы научно-практической конференции – семинара. / М. РАСХН. 2005. - С.57-62.
76. Медников Б. М. Жизнь животных. Т.4.-М.: Просвещение,1983.- С.226-241.
77. Методические указания по санитарно-бактериологической оценке рыбохозяйственных водоемов // Сб. инструкций по борьбе с болезнями рыб ч.2. –М.: -Амб-Агро, -1999 – С.127-141.
78. Методические указания по проведению гематологического исследования рыб // Сб. инструкций по борьбе с болезнями рыб ч.2. –М.: - Амб-Агро, -1999 –С.69-97.
79. Микодина Е.В., Широкова Е.Н. Биологические основы и биотехника аквакультуры африканского сомика *Clarias gariepinus*.

//Информационные материалы ВНИЭРХ, вып. 2, сер. Аквакультура, 1997, 44 с.

80. Мусселиус В.А. и др. Лабораторный практикум по болезням рыб // М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983, – 296с.
81. Никольский Г.В. Экология рыб – М.: Высшая школа – 1974 – 361с.
82. Никифоров А.Н. Технологическое обоснование товарных трехлетков белуги и сибирского осетра, выращенных в условиях тепловодного садкового хозяйства. – автореферат к. с-х. н.: 2003 – 22с.
83. Одум Ю. Экология. М.: Мир, 1986. т. 1.- 328 с
84. Определитель паразитов пресноводных рыб. т.2 – Л.:Наука,1985- 425с.
- 84а. Панов В.П. Морфологические и экологофизиологические особенности мускулатуры некоторых пресноводных видов рыб: Автореф. дис. д. б. н. МСХА – М.: 2002, - 35с.
85. Плохинский Н.А. Алгоритмы биометрии. М.: МГУ, 1980 – 180с.
- 86.Привезенцев Ю.А., Власов В.А. Рыбоводство – М.: Мир, 2004 – 454с.
- 87.Привезенцев Ю.А. Интенсивное прудовое рыбоводство. М.: Агропромиздат, 1991, - 235 с.
- 88.Илясов А.Ю.,Киселев А.Ю. Подращивание веслоноса в установках замкнутого цикла водообеспечения- М.: ВНИИПРХ, 1991,- 22с.
- 88а.Севрюков В.Н., Семьянихин В.В., Лабинец А.В. Первый опыт промышленного культивирования клариевого сома // Ресурсосберегающие

технологии в аквакультуре- 2-й международный симпозиум. Краснодар: 1999, - С.92-93.

89.Слепнев В. А. Интенсивность выделения метаболитов у карпа в установках с оборотным водоснабжением // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ - М.: 1988.- вып. 55,- С. 32-41.

90.Строганов Н. С. Экологическая физиология рыб. М.: Изд. МГУ, 1962. - 443 с.

91.Технология выращивания молоди канального сома и форели в установках с замкнутым циклом водоиспользования // В.И.Филатов, Н.Ф. Шмаков, В.А. Шустов и др. – М.: ВНИИПРХ, 1989 – 16с.

92.Технология выращивания посадочной молоди канального сома в установках с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ) // В.А. Шустов, Е.И. Хрусталева, В.Г. Вегис и др. //Тез .докл .Всес. совещания по новым объектам и новым технологиям рыбоводства на теплых водах. М.: 1998. – С. 97-98.

93.Технология выращивания товарного осетра в установках с замкнутым циклом водообеспечения // А.Ю. Киселев, В.А. Слепнев, В.И. Филатов и др. – М.: ВНИИПРХ , 1995 – 19с.

94.Технология комбинированного выращивания камбалы, форели и налима в установках с замкнутым циклом водообеспечения и открытых солоноватых системах // Е.И. Хрусталева, А.Ю. Киселев, А.Ю. Илясов и др. – М.: ВНИИПРХ, 1995 – 13с.

95. Томеди Э.М., Тихомиров А.М. Клариевый сом – перспективный объект аквакультуры. // Рыбоводство и рыболовство – М.:2000.-вып. 4.-С .14
96. Уинтон Ч Техническое обеспечение рыбоводства М.: Агропромиздат.1986. - 342 с.
97. Умпелев В. Л. и др. Работа УЗВ без блока денитрификации // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ - М.: 1988.- вып.55 –С. 27-34.
98. Феофанов Ю. А. Биореакторы с движущейся мелкозернистой загрузкой для очистки оборотных вод промышленных рыбоводных систем // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ - М.: 1988.- вып.64 –С. 17-18.
99. Феофанов Ю. А., Слепнев В. А. Математическое описание процесса очистки оборотных вод промышленных рыбоводных систем на биофильтрах // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ - М.: 1988.- вып. 55 –С. 20-27.
100. Феофанов Ю. А., Назаров Ю. М. Обработка осадков от блоков очистки воды промышленных рыбоводных систем // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ - М.: 1988.- вып.64 -С .18-19.
101. Феофанов Ю. А., Палашин С. М. Очистка оборотной воды рыбоводных бассейнов на биофильтрах с постоянно регенерирующейся загрузкой из гранул полиэтилена // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ - М.: 1988.- вып.55 –С. 13-20.
102. Филатов В. И. Рыбоводство в замкнутых системах, уровень разработок и перспективы // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ - М.: 1988.- вып.55 – С. 3-6.



103. Яржомбек А.А. Биологические ресурсы роста рыб – М.: ВНИИРО. 1996. – 165с.
104. Abdel – Gamel H. Some anatomic and histological studies / *Clarias lazera*.
105. Aprieto V. L. Early development of the common catfish *Clarias macrocephalus* Gunther in the laboratory (Pisces, Clariidae). // Fish Res. J. Philipp, 1976. 1,- P. 30-42.
106. Boonbrahm M., Tarnchalanukit W. Suraniranat P. Experiments on hybridization of fresh water catfish, *Clarias* and *Clarias batrachus* // Research report of the Kasetsart University. 1997 – P. 143.
107. Bruton M.N. The breeding biology and early development of *Clarias gariepinus* (Pisces, Clariidae) in Lake Sibaya, South Africa, with a review of breeding in species of the subgenus *Clarias* (*Clarias*). // Trans. Zool. Soc. Lond. 1979. 35, - P. 1-45.
108. Cambray J.A., Teugels G.G. Selected annotated bibliography of early development studies of African freshwater fishes // Ann. Cape Prov.Mus. 1998.-18. - P.31-56.
109. Chervinski, J. Salinity tolerance of young catfish, *Clarias lazera* (Burchell) // Journal of Fish Biology. 1984. 25, - P. 147-149.
110. Chevassus, B. Hybridization in salmonids: results and perspectives.// Aquaculture 1979. 17, - P.113-128.
111. Clay D. Preliminary observations on salinity tolerance of *Clarias lazera* from Israel.// Bamidgeh 1977. 29, - P.102-109.

112. Conceicao L., Verreth J., Scheltema T. and Machiels M. A simulation model for the metabolism of yolk saclarvae of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell). // *Aquaculture and Fisheries management* 1993. 24, - P. 431-443.
113. De Kimpe P. Micha, J.C. First guidelines for the culture of *Clarias lazera* in Central Africa.// *Aquaculture* 1974. 4, - P. 227-248.
114. Eding E.H., Janssen J.A.L., Kleine Staarman G.H.J. Richter C.J.J. Effects of human chorionic gonadotropin (HCG) on maturation and ovulation of oocytes in the catfish *Clarias lazera* (C. & V.). // In *Proceedings of the International Symposium on Reproductive Physiology of Fish*. 195. Wageningen: PUDOC. 1982.
115. Egwui P.C. Yields of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell), from a low input, homestead, concrete pond. // *Aquaculture*. 1986. 55, - P. 87-91.
116. El Bolock A.R. The use of vertebrae for determining age and growth of the Nile catfish *Clarias lazera* (Cuv. & Val.) in the A.R.E. // *Bulletin of the Institute of Oceanography and Fisheries, Cairo* 1972. 2, - P. 53-82.
117. Hagstrum D. W., Hagstrum W. R. A simple device for producing fluctuating temperatures, with an evolution of the ecological significance of fluctuating temperatures // *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 1970. V. 63. № 5. - P. 1385-1389.

118. Hecht T. Lublinkhof W. *Clarias gariepinus*, *Heterobranchus longifilis* (Clariidae: Pisces): a new hybrid for aquaculture? // South African Journal of Science 1985. 81, - P. 620-621.
119. Henken A., Boon J., Cattel B. & Lobee H. Difference in growth rate and feed utilization between male and female African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). // Aquaculture 1987. 63, - P. 221-232.
120. Hogendoorn H. Vismans M.M. Controlled propagation of the African catfish. *Clarias lazera* (C. & V.). // Aquaculture 1980. 21, - P. 39-53.
121. Janssen J. Elevage du poisson-chat africain *Clarias lazera* (C & Val., 1840) en Republique Centrafricaine. Alevinage en ecloserie. FAQ. Doc. Techn. 1985. - 21, - 31p.
122. Legendre M. Seasonal changes in sexual maturity and fecundity, and HCG-induced breeding of the catfish. *Heterobranchus longifilis* Val. (Clariidae) reared in Ebrie lagoon (Ivory Coast). // Aquaculture, 1986. 55, - P. 201-213.
123. Legendre M. Bilan des premiers essais d'elevage d'un silure africain, *Heterobranchus longifilis* (Clariidae), en milieu lagunaire (lagune Ebrie, Cote d'Ivoire). Atelier International sur la Recherche Aquacole en Afrique, nov. 1998, Bouake, Cote d'Ivoire. Compte rendus du Centre de Recherches pour le Developpement International (CRDI), Ottawa, Canada, 1991.
124. Legendre M., Teugels G.G., Cauty C. and Jalabert B. A comparative study on morphology, growth rate and reproduction of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840, and their

- reciprocal hybrids (pisces, Clariidae). // Journal of Fish Bioiligy 1992 . 40, - P. 59-79.
125. Legendre M. Examen preliminaire des potentialities de un silure africain *Heterobranchus longifilis* (Clariidae) poure l aquaculture en milieu lagun- aire // Documents Scientifiques du Centre de Recherches Oceanographi- ques.1983. Abidjan 14,-P. 97-107.
126. Legendre M., Teugels G.G. , Cauty C., Jalabert B. A comparative study on morphology, growth rate and reproduction of *Clarias gariepinus*, *Hetero- branchus longifilis* and their reciprocal hydrids (Pisces, Clariidae). // J.Fisch boil., 1991.
127. Legendre Marc et Guy Teugels G. Developpment et tolerance a la tem- perature des oeufs de *Heterobranchus longifilis*, et comparaison des de- veloppements larvaires de *H.longifilis* et de *Clarias gariepinus* (Teleostei, Clariidae). // Aquat. Living. Resour., 1991. 4, - P. 227-240.
128. Li Gui-feng, Li Hai-yan, Bi Ying-zuo // Y. Fish.Sci China,2001-v.8, 2, - P.72-75.
129. Machiels M.A.M. and Henken A.M. A dynamic simulation model for growth of the African Catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). I. Ef- fect of feeding level on growth and energy metabolism. // Aquaculture, 1986. 56, - P. 29-52.
130. Machiels M.A.M. and Henken A.M. A dynamic simulation model for growth of the African Catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822).III. The

- effect of body composition on growth and feed intake. // *Aquaculture*, 1986. 60, - P. 55-71.
131. Machiels M.A.M. and van Dam A.A. A dynamic simulation model for growth of the African Catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822).II. Effect of feed compositions on growth and energy metabolism. // *Aquaculture* 1987. 60, - P. 33-53.
132. Mollah M.F.A., E.S.P. Tan, 1982. Effects of incubation temperature on the hatching of the catfish (*Clarias macrocephalus* Gunter) eggs with an illustration on the larval stage, Malay. // *Nat. J.* 35, - P. 123-131.
133. Mukhopadathy, S.M. & Dehadrai, P.V. Survival of hybrids between air-breathing catfishes *heteropneustes fossilis* (Bloch) and *Clarias batrachus* (Linn.). // *Matsya* 1987. 12-13, - P. 162-164.
134. Ngamvongchon S., Pawaputanon O. , Leelapatra W. and Johnson W.E. Effectiveness of an LHRH Analogue for the Induced Spawning of Carp and Catfish in Northeast Thailand. // *Aquaculture*, 1998. 74 , - P.35-40.
135. Ngamvongchon S., Sakai K. and Takashima F. Effects of LHRH analogue on induced ovulation in *Clarias macrocephalus*. // *Nippon Suisan Gakkaishi*, 1986, 52(6) : 1105.
136. Ozouf-Costaz C., Teugels G.G. & Legendre M. Karyological analysis of three strains of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Clariidae), used in aquaculture. // *Aquaculture*, 1990. 87, - P. 271-277.

137. Parker J. R. Some effects of temperature and moisture upon *Melanoplus mexicanus* and *Iannula pellucida* Scudder (Orthoptera), Bull // Univ. Montana. Agr. Exp. Sta. 1930. V.223. - P. 1-332
138. Richter C.J.J., Van Den Hurk R. Effects of 11-desoxycorticosterone-acetate and carp pituitary suspension on follicle maturation in the ovaries of the African catfish, *Clarias lazera* (C. & V.). // Aquaculture, 1982. 29, - P. 53-66.
139. Richter C.J.J., Eding, E.H., Leuven, S.E.W., Van Der Wijst J.G.M. Effects of feeding levels and temperature on the development of the gonad in the African catfish *Clarias lazera* (C. & V.). // In Proceedings of the International Symposium. 1982.
140. Shelford V. E. The abundance of the collared lemming in the Churchill area, 1929-1940 // Ecology. 1943. 24, - P. 472-484.
141. Sullivan D. Catfish farming in South Africa // Aquacult. Mag., 1993 - V.19 .5, - P. 28-44.
142. Tarnchalanukit W. Experimental hybridization between catfishes of the family Clariidae and Pangasiidae in Thailand. // Embriomental Biology of Fishes, 1986. 16, - P. 317-320.
143. Teugels G.G. Preliminary results of a morphological study of the African species of the subgenus *Clarias* (*Clarias*) (Pisces, Clariidae). // J. Nat. Hist. Lond. 1982. 16, - P. 439-464.

144. Teugels G.G. La structure de la nageoire adipeuse dans les genres *Dinotoplerus*, *Heterobranchus* et *Clarias* (Pisces; Siluriformes; Clariidae). // *Cybium*, 1983. 7, - P. 11-14.
145. Taylor W.R., Van Dyke G.C. Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study. // *Cybium*, 1985. 9,- P.107-119
146. Teugels G.G. A systematic revision of the African species of the genus *Clarias* (Pisces, Clariidae). // *Annales du Musee Royal de l'Afrique Centrale* 1986. 247, - P. 1-199.
147. Teugels G.G. Clariidae. In *Chek-list of the Freshwater Fishes of Africa*. Brussels:1986, - P. 66-101.
148. Teugels G.G., Denayer B., Legendre M. A systematic revision of the African catfish genus *Heterobranchus* Geoffroy-Saint-Hilaire, 1809 (pisces, Clariidae). // *Zoological Journal of the Linnean Society* 1990. 98, - P. 237-257.
149. Teugels G.G., Ozouf-Costaz C., Legendre M., Parrent M. A karyological analysis of the artificial hybridization between *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) and *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840 (Pisces, Clariidae). // *Journal of Fish Biology* 1992. 40, - P. 81-86.
150. Teugels G.G., Guyomard R., Legendre M. Enzymatic variation in African clariid catfishes. // *Journal of Fish Biology* 1992. 40, - P. 87-96.

151. Teugels G.G., Denayer B., Legendre M. A systematic revision of the African catfish genus *Heterobranchus* Geoffroy-Saint-Hilaire, 1809 (Pisces, Clariidae). // Zool. J. Linn. Soc. 1990. 98, - P. 237-257.
152. Thakur N.K. Notes on the embryonic and larval development of an air-breathing catfish *Clarias batrachus* (Linn.). // J. Inland Fish. Soc. India, 1980. 12, - P. 40-43.
153. Verreth Johan and Mathijs van Tongeren. Weaning time in *Clarias gariepinus* (Burchell) Larvae. // Aquaculture 1989. 83, - P. 81-88.
154. Viveen W.J.A.R., Richter C.J.J., Van Oordt P.G.W.J., Janssen J.A.L., Huisman, E.A. Manuel pratique de pisciculture du poisson chat African (*Clarias gariepinus*).- Departament de Pisciculture et des peches de l'Universite Agronomique de Wageningen, Belgium. 1985.
155. Watanabe Y. Effect of diel temperature alternations on specific growth of red sea bream // Oceanis, 1992. V. 18. 1, - P. 133-140.