

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УО «ПОЛЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

В.В. Шумак, В.П. Панов

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
по учебной дисциплине
«МОРФОЛОГИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ РЫБ»**

Пинск, 2019

УДК. 639.3.05

Методическое пособие по учебной дисциплине «Морфология и физиология рыб» разработано на кафедре промышленного рыболовства и переработки рыбной продукции, УО «Полесский государственный университет»

Авторы:

Шумак В.В. – доцент кафедры промышленного рыболовства и переработки рыбной продукции УО «Полесский государственный университет»,
к.б.н., доцент

Панов В. П. – профессор кафедры морфологии и ветеринарно-санитарной экспертизы РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, д.б.н., профессор

Методическое пособие рекомендовано кафедрой промышленного рыболовства и переработки рыбной продукции, УО «Полесский государственный университет», протокол №__ от «__» __2019 г.

Методическое пособие рассмотрено и одобрено научно-методической комиссией биотехнологического факультета УО «Полесский государственный университет», протокол №__ от «__» __2019 г.

Методическое пособие рассмотрено и одобрено научно-методическим советом УО «Полесский государственный университет»
протокол №_2_ от «_24_» _декабря_2019 г.

ВВЕДЕНИЕ

Спрос на рыбу на мировых рынках продолжает расти, особенно в развитых странах, что можно объяснить несколькими причинами: отсутствием реальных возможностей наращивания объемов вылова в Мировом океане, дальнейшим ростом населения в мире. При условии целенаправленного изучения и разработки путей повышения использования продуктов из рыбы и гидробионтов в питании человека существует необходимость в разработке новых методов в планировании и прогнозировании возможных изменений в организме выращиваемых видов, в организации и реализации производственных процессов в аквакультуре.

В новых условиях, при переходе от прудового рыбоводства к аквакультуре, требуется внедрения комплекса рационального использования имеющихся в наличии резервов. Для реализации возможностей развития аквакультуры необходимо уделить внимание разработке альтернативных, инновационных подходов к ведению рыбного хозяйства. Поэтому, исследования физиологических особенностей и систем организма рыбы рассматриваются с использованием математического аппарата в новых эколого-экономических подходах к изучению традиционных и новых объектов аквакультуры.

Решения рыбохозяйственных проблем в числе важнейших путей выделяют внедрение и разработку новых технологий, экологически чистых, мало- и безотходных технологий, позволяющих использовать имеющиеся потенциальные возможности организма рыбы с максимальной отдачей для производства товарной продукции с лучшими потребительскими качествами. Закладывая научные основы и реализовывая новые технологии с использованием передовых информационных методов изучения стремятся повысить эффективность рыбохозяйственной деятельности, что весьма актуально в современных условиях.

В соответствии с направлениями ведения научно-исследовательских разработок в области аквакультуры и их внедрения, ученые стараются выявить новые потенциальные возможности у ценных объектов разведения (осетровые, лососевые, сомовые). Усилия исследователей направлены на повышение продуктивных качеств, хозяйственно полезных свойств гидробионтов. Широко проводятся исследования в области физиологических потребностей и возможностей систем обеспечения жизнедеятельности рыб в связи с развитием индустриальной высокоинтенсивной аквакультуры для разработки технологий и снижения себестоимости товарной рыбной продукции.

Практическая работа №1

Тема: Работа системы осморегуляции и выделения у рыб

Изучаемые вопросы:

1. Особенности функционирования системы осморегуляции и выделения у костистых пресноводных рыб
2. Особенности функционирования системы осморегуляции и выделения у морских костистых рыб

1. Особенности функционирования системы осморегуляции и выделения у костистых пресноводных рыб

Выделение жидких продуктов обмена у пресноводных видов составляет 100-400 г/кг*сут живого веса. Соленость крови составляет 6-7 ‰. Соленость выделений составляет 3-4 ‰.

Двухвалентные ионы выводятся через почки и пищеварительный тракт в 10-кратной концентрации с остатками непереваренной части пищи. Вода пресная и ткани рыбы тоже имеют незначительное количество ионов.

Жабры поглощают одновалентные ионы. Пресноводные рыбы прокачивают через жабры не менее 1м³ на 1 кг живой массы рыбы в сутки. При этом, в пресной воде содержится около 10-20мкг/кг одновалентных ионов, которые извлекаются клетками жабр пресноводных костистых рыб. В гранулированных кормах содержится 2% солей (1:1), 20% усваивается на прирост, при рационе 5% от массы рыбы.

Основу продуктов азотистого обмена составляет аммиак, а для расчетов можно принять аммиачный коэффициент 0,05-0,10, который указывает какое количество кислорода, потребляемого рыбой в процессе дыхания расходуется на окисление продуктов белкового обмена.

Количество кислорода потребляемого на дыхание составляет 100-200мгО₂/кг*ч.

Пример:

изучим особенности осморегуляции и выделения сеголеток карпа в естественной среде:

Выделение влаги: $(90\% \text{ почки} * 100\text{г/кг*сут}) / 100\% = 90\text{г/кг*сут}$
 $(8\% \text{ жабры} * 100\text{г/кг*сут}) / 100\% = 8\text{г/кг*сут}$
 $(1\% \text{ жабры} * 100\text{г/кг*сут}) / 100\% = 1\text{г/кг*сут}$
 $(1\% \text{ жабры} * 100\text{г/кг*сут}) / 100\% = 1\text{г/кг*сут}$

Выделение одновалентных ионов:

100% всасывается в жабрах $(1\text{м}^3/\text{кг*сут}) * 0,0000001 = 0,0001\text{кг/кг*сут}$

Выделение двухвалентных ионов:

$(90\% \text{ почки} * 100\text{г/кг*сут}) / 100\% = (90\text{г/кг*сут}) * 0,003 = 0,27 \text{ г/кг*сут}$

$(1\% \text{ пищ.тракт} * 1\text{г/кг*сут}) / 100\% = (1\text{г/кг*сут}) * 0,003 * 10 = 0,03\text{г/кг*сут}$

Выделение аммиачных соединений:

$$(100\% \text{ жабры} = 0,05 * 100 \text{ мг O}_2 / \text{кг} * \text{ч}) * 24 \text{ ч} = 120 \text{ мг} / \text{кг} * \text{сут}$$

В таблице 1.1 и таблице 1.2 представлены результаты расчетов.

Таблица 1.1 – Особенности работы системы выделения

Органы выделения	Выделение влаги	Поглощение одновалентных ионов	Выделение двухвалентных ионов	Выделение аммиачных соединений
Почки-90%	90г/кг*сут	-	0,27г/кг*сут	-
Жабры-8%	8г/кг*сут	0,0001 кг/кг*сут	-	120мг/кг*сут
Кожа-1%	1г/кг*сут	-	-	-
Пищеварительный Тракт-1%	1г/кг*сут	-	0,03г/кг*сут	-
Всего	100г/кг*сут	0,0001 кг/кг*сут	0,30г/кг*сут	120мг/кг*сут

Таблица 1.2 – Особенности работы системы осморегуляции

Органы осморегуляции	Поглощение влаги	Поглощение одновалентных ионов
Жабры-10%	1,5г/кг*сут	0,1 г/кг*сут
Кожа-10%	1,5г/кг*сут	-
Пищеварительный тракт-80%	12г/кг*сут	-
Всего	15г/кг*сут	0,1 г/кг*сут

Задание:

изучить особенности осморегуляции и выделения одновалентных и двухвалентных ионов сеголетком карпа в среде выростного пруда (по представленным выше данным-верхние пределы), данными расчетов заполнить таблицу 1.3;

Таблица 1.3 – Особенности функционирования системы выделения

Органы выделения	Выделение влаги	Выделение одновалентных ионов	Выделение двухвалентных ионов	Выделение аммиачных соединений
Почки-90%				
Жабры-8%				
Кожа-1%				
Пищеварительный тракт-1%				
Всего	400 г/кг*сут			

Выполняется в аудитории в присутствии преподавателя.

ВЫВОДЫ:

2. Особенности функционирования системы осморегуляции и выделение у морских костистых рыб

Выделение жидких продуктов обмена у морских видов составляет 5-20 г/кг*сут живого веса. Соленость крови составляет 7-8 ‰. Соленость выделений составляет 13-14 ‰.

Двухвалентные ионы выводятся через почки, ректальную железу и пищеварительный тракт в 10-кратной концентрации с остатками непереваренной части пищи. Вода соленая (до 40 ‰), а ткани рыбы не имеют солености.

Жабры поглощают одновалентные ионы. Морские рыбы прокачивают не менее 1м³ на 1 кг живой массы рыбы в сутки. При этом, в морской воде содержится около 0,0001 одновалентных ионов, которые извлекаются клетками жабр морских костистых рыб и 0,0001 двухвалентных ионов, которые выводятся на 99,9%. В гранулированных кормах содержится 2% солей (1:1), 1% усваивается на прирост, при рационе 6% от массы рыбы и выводятся на 99,0%.

Основу продуктов азотистого обмена составляет мочевина, а для расчетов можно принять аммиачный коэффициент 0,05-0,10, который указывает какое количество кислорода, потребляемого рыбой в процессе дыхания расходуется на окисление продуктов белкового обмена.

Количество кислорода потребляемого на дыхание составляет от 100 до 200мгО₂/кг*ч.

Пример: особенности осморегуляции и выделения морских рыб в естественной среде:

Выделение влаги: $(69\% \text{ почки} * 5 \text{ г/кг*сут}) / 100\% = 3,45 \text{ г/кг*сут}$
 $(10\% \text{ жабры} * 5 \text{ г/кг*сут}) / 100\% = 0,5 \text{ г/кг*сут}$

Выделение одновалентных ионов:

100% всасывается в жабрах $(1 \text{ м}^3 / \text{кг*сут}) * 0,0001 = 0,1 \text{ кг/кг*сут}$

99,9% выводится в жабрах $(99,9\% * 0,1 \text{ кг/кг*сут}) / 100\% = 0,0999 \text{ кг/кг*сут}$

Выделение двухвалентных ионов:

100% всасывается в жабрах $(1 \text{ м}^3 / \text{кг*сут}) * 0,0001 = 0,1 \text{ кг/кг*сут}$

99,9% выводится в жабрах $(99,9\% * 0,1 \text{ кг/кг*сут}) / 100\% = 0,0999 \text{ кг/кг*сут}$

$(69\% \text{ почки} * 5 \text{ г/кг*сут}) / 100\% = (3,45 \text{ г/кг*сут}) * 0,013 = 0,0449 \text{ г/кг*сут}$

$(10\% \text{ пищ. тракт} * 5 \text{ г/кг*сут}) / 100\% = (0,5 \text{ г/кг*сут}) * 0,013 * 10 = 0,065 \text{ г/кг*сут}$

$(10\% \text{ кожа} * 5 \text{ г/кг*сут}) / 100\% = (0,5 \text{ г/кг*сут}) * 0,013 = 0,0065 \text{ г/кг*сут}$

$(10\% \text{ жабры} * 5 \text{ г/кг*сут}) / 100\% = (0,5 \text{ г/кг*сут}) * 0,013 = 0,0065 \text{ г/кг*сут}$

$(1\% \text{ рект. жел.} * 5 \text{ г/кг*сут}) / 100\% = (0,05 \text{ г/кг*сут}) * 0,013 * 10 = 0,0065 \text{ г/кг*сут}$

Выделение соединений мочевины:

общее количество ($100\% = 0,05 \cdot 100 \text{ мг О}_2 / \text{кг} \cdot \text{ч}$) * 24ч = 120 мг/кг*сут

(70% почки * 120 мг/кг*сут) / 100% = 84 мг/кг*сут

(10% киш. тракт * 120 мг/кг*сут) / 100% = 12 мг/кг*сут

(10% кожа * 120 мг/кг*сут) / 100% = 12 мг/кг*сут

(10% жабры * 120 мг/кг*сут) / 100% = 12 мг/кг*сут

В таблице 1.4 представлены результаты расчетов.

Таблица 1.4 – Особенности функционирования системы осморегуляции и выделения

Органы выделения и осморегуляции	Выделение влаги	Выделение (+), поглощение (-) одновалентных ионов	Выделение (+), поглощение (-) двухвалентных ионов	Выделение аммиачных соединений
Почки-69%	3,45 г/кг*сут	-	-	84 мг/кг*сут
Жабры-10%	0,5 г/кг*сут	0,1 г/кг*сут -0,0999 г/кг*сут	0,1 г/кг*сут -0,0999 г/кг*сут -0,0065 г/кг*сут	12 мг/кг*сут
Кожа-10%	0,5 г/кг*сут	-	-	12 мг/кг*сут
Пищеварительный Тракт-10%	0,5 г/кг*сут	-	-	12 мг/кг*сут
Ректальная железа 1%	0,05 г/кг*сут	-	0,0065 г/кг*сут	-
Всего	5,0 г/кг*сут	0,1 г/кг*сут -0,0999 г/кг*сут	0,1 г/кг*сут -0,0999 г/кг*сут -0,0130 г/кг*сут	120 мг/кг*сут

Выполняется в аудитории в присутствии преподавателя.

ВЫВОДЫ:

Практическая работа №2

Тема: Особенности работы системы пищеварения у рыб

Изучаемые вопросы:

1. Пищеварение у костистых пресноводных рыб

1. Пищеварение у костистых пресноводных рыб

Выделение жидких продуктов обмена у пресноводных видов составляет 100-400 г/кг*сут живого веса. Соленость крови составляет 6-7 ‰. Соленость выделений составляет 3-4 ‰. В структуре организма рыбы содержится 24% сухого вещества (изменяется от 10% у личинок до 24% у сеголетков).

В естественных кормах содержится 24% сухого вещества из которого 10 % в сутки усваивается на прирост, остальное потери и обменные процессы. Суточный рацион у сеголетков карпа снижается от 40 до 4 % от массы рыбы. Суточный прирост снижается от 4 % в начале периода до 0,5 % в сутки в конце периода выращивания.

В гранулированных кормах содержится 86% сухого вещества. Суточный рацион у сеголетков карпа снижается от 40 до 4 % от массы рыбы. Суточный прирост снижается от 4 % в начале периода до 0,5 % в сутки в конце периода выращивания.

Основу продуктов азотистого обмена составляет аммиак, а для расчетов можно принять аммиачный коэффициент 0,05-0,10, который указывает какое количество кислорода, потребляемого рыбой в процессе дыхания расходуется на окисление продуктов белкового обмена.

Количество кислорода потребляемого на дыхание составляет 100-200 мг O₂/кг*ч.

Пример 1:

изучить особенности выделения продуктов пищеварения сеголетками карпа среднештучной массой 5 г в естественной среде, прирост 2%, рацион 20%:

Потребление влаги:

$$(100\% \text{ пищев.тракт} * 100\text{г/кг*сут}) / 100\% = 100\text{г/кг*сут}$$

$$(100\% \text{ пищев.тракт } 0,5\text{г} / 0,005\text{кг*сут}) / 100\% = 0,5\text{г} / 0,005\text{кг*сут}$$

Потребление естественных кормов:

$$(20\% * 5 \text{ г}) / 100\% = 1 \text{ г/сут на 1 экземпляр}$$

$$\text{Прирост: } (2\% * 5\text{г/сут}) / 100\% = 0,1\text{г/сут на 1 экземпляр}$$

Среднештучная масса составит $5,0+0,1=5,1$ г

Выделение аммиачных соединений:

$(100\% \text{ жабры} = 0,05 * 100 \text{ мг O}_2 / \text{кг} * \text{ч}) * 24 \text{ ч} = 120 \text{ мг/кг} * \text{сут}$

$(100\% \text{ жабры} = 0,05 * 0,5 \text{ мг O}_2 / 0,005 \text{ кг} * \text{ч}) * 24 \text{ ч} = 0,6 \text{ мг/экз.} * \text{сут}$

Выделение не переваренных соединений и соединений обмена

$(80\% * 1 \text{ г/сут}) 100\% = 0,8 \text{ г/сут}$

В структуре организма рыбы содержится 24% сухого вещества, а также, в естественных кормах содержится 24% сухого вещества, т. е. дополнительно не нужно потреблять воду для обводнения корма.

В таблице 2.1 и таблице 2.2 представлены результаты расчетов.

Таблица 2.1 – Особенности функционирования пищеварительной системы

Органы пищеварения	Потребление естественных кормов	Потребление влаги
Пищеварительный тракт при 20% рациионе, Среднештуная масса - 5 г/экз	200 г/кг*сут 1г/экз*сут Прирост 2% - 0,1 г/экз*сут	- - 0,076 г/экз*сут

Таблица 2.2 – Особенности функционирования выделительной системы

Органы выделения	Выделение влаги	Выделение соединений обмена и не переваренные отходы	Выделение аммиачных соединений
Почки	62 г/кг*сут	21 г/кг*сут	-
Жабры	6г/кг*сут	-	120мг/кг*сут 0,6мг/экз. *сут
Кожа	1 г/кг*сут	-	-
Пищеварительный тракт	-	90 г/кг*сут	-
Всего	69г/кг*сут	111 г/кг*сут	120мг/кг*сут 0,6мг/экз. *сут

Прирост 20 г/кг*сут требует выделения более 180 г/кг*сут продуктов обмена и более 120 мг/кг*сут аммиачных соединений. Отсутствует необходимость в потреблении дополнительной влаги.

Пример 2:

изучить особенности выделения продуктов пищеварения сеголетками карпа при потреблении искусственного корма 6% рациион, прирост 2% в течение суток:

В таблице 2.3 и таблице 2.4 представлены результаты расчетов.

Таблица 2.3 – Особенности функционирования пищеварительной системы

Органы пищеварения	Потребление искусственных кормов	Потребление влаги
Пищеварительный тракт при 6% рационе, Среднештуная масса - 5 г/экз	60 г/кг*сут 0,3 г/экз*сут Прирост 2% - 0,1 г/экз*сут	155 г/кг*сут 0,78 г/экз*сут 0,076 г/экз*сут

Потребление влаги:

В искусственных кормах содержится в пределах 14% влаги, рассчитаем количество влаги для доведения химуса до влажности 76 %, по правилу креста.

$$X=(76-14)*60/24= 155,0 \text{ г}$$

Таблица 2.4 – Особенности функционирования выделительной системы

Органы выделения	Выделение влаги	Выделение соединений обмена и не переваренные отходы	Выделение аммиачных соединений
Почки	69 г/кг*сут	21 г/кг*сут	-
Жабры	7г/кг*сут	-	120мг/кг*сут 0,6мг/экз. *сут
Кожа	1 г/кг*сут	-	-
Пищеварительный тракт	-	97,5 г/кг*сут	-
Всего	77 г/кг*сут	118 г/кг*сут	120мг/кг*сут 0,6мг/экз. *сут

Прирост 20 г/кг*сут требует выделения более 195 г/кг*сут продуктов обмена и более 120 мг/кг*сут аммиачных соединений. Требуется дополнительно потребление 155 г/кг*сут влаги.

Выполняется в аудитории в присутствии преподавателя.

ВЫВОДЫ:

Практическая работа №3

Тема: Эффективность усвоения питательных веществ у рыб

Изучаемые вопросы:

1. Эффективность усвоения питательных веществ у костистых пресноводных рыб

1. Эффективность усвоения питательных веществ у костистых пресноводных рыб

В естественных кормах содержится 24% сухого вещества из которого 20 % в сутки усваивается на прирост, остальное потери и обменные процессы. Суточный рацион у сеголетков карпа снижается от 40 до 4 % от массы рыбы. Суточный прирост снижается от 4 % в начале периода до 0,5 % в сутки в конце периода выращивания.

В гранулированных кормах содержится 86% сухого вещества из которого 10 % усваивается на прирост. Суточный рацион у сеголетков карпа снижается от 40 до 4 % от массы рыбы. Суточный прирост снижается от 4 % в начале периода до 0,5 % в сутки в конце периода выращивания.

Основу продуктов азотистого обмена составляет аммиак, а для расчетов можно принять аммиачный коэффициент 0,05-0,10, который указывает какое количество кислорода, потребляемого рыбой в процессе дыхания расходуется на окисление продуктов белкового обмена.

Количество кислорода потребляемого на дыхание составляет 100-200мгО₂/кг*ч.

Пример 1: особенности выделения продуктов пищеварения сеголетками карпа среднештучной массой 5 г в естественной среде, прирост 4%, рацион 20%:

Потребление естественных кормов:

$$(20\% * 1\text{кг/сут}) 100\% = 200 \text{ г/кг*сут}$$

$$(20\% * 5 \text{ г}) / 100\% = 1 \text{ г/экз*сут}$$

$$\text{Прирост: } (4\% * 5\text{г/сут}) 100\% = 0,2\text{г/экз*сут}$$

$$\text{Среднештучная масса составит } 5,0 + 0,2 = 5,2 \text{ г/экз}$$

Выделение аммиачных соединений:

$$(100\% \text{ жабры} = 0,1 * 100\text{мгО}_2/\text{кг*ч}) * 24\text{ч} = 240\text{мг/кг*сут}$$

$$(100\% \text{ жабры} = 0,1 * 0,5\text{мгО}_2/0,005\text{кг*ч}) * 24\text{ч} = 1,2\text{мг/экз*сут}$$

Выделение не переваренных соединений и соединений обмена

$$(80\% * 200\text{г/кг*сут}) 100\% = 160 \text{ г/кг*сут}$$

$$(80\% * 1\text{г/экз*сут}) 100\%=0,8 \text{ г/экз*сут}$$

В структуре организма рыбы содержится 24% сухого вещества, а также, в естественных кормах содержится 24% сухого вещества, т.е. дополнительно не нужно потреблять воду для обводнения корма.

В таблице 3.1 и таблице 3.2 представлены результаты расчетов.

Таблица 3.1 – Особенности функционирования пищеварительной системы

Органы пищеварения	Потребление естественных кормов	Потребление влаги
Пищеварительный тракт - 20% рацион, Среднештуная масса - 5 г/экз	200 г/кг*сут 1г/экз*сут Прирост 4% - 0,2 г/экз*сут	- - 0,152 г/экз*сут

Таблица 3.2 – Особенности функционирования выделительной системы

Органы выделения	Выделение влаги	Выделение соединений обмена и не переваренные отходы	Выделение аммиачных соединений
Почки	42 г/кг*сут	31 г/кг*сут	-
Жабры	6 г/кг*сут	-	240 мг/кг*сут 1,2 мг/экз. *сут
Кожа	1 г/кг*сут	-	-
Пищеварительный Тракт	-	80 г/кг*сут	-
Всего	49 г/кг*сут	111 г/кг*сут	240 мг/кг*сут 1,2 мг/экз. *сут

Прирост 40 г/кг*сут требует выделения более 160 г/кг*сут продуктов обмена и более 240 мг/кг*сут аммиачных соединений. Отсутствует необходимость в потреблении дополнительной влаги.

Пример 2:

изучить особенности выделения продуктов пищеварения сеголетками карпа при потреблении искусственного корма при 6 % рационе и приросте 3 % в течение суток:

В таблице 3.3 и таблице 3.4 представлены результаты расчетов.

Таблица 3.3 – Особенности функционирования пищеварительной системы

Органы пищеварения	Потребление искусственных кормов	Потребление влаги
Пищеварительный тракт - 6% рацион, Среднештуная масса - 5 г/экз	60 г/кг*сут 0,3 г/экз*сут Прирост 3% - 0,2 г/экз*сут	155 г/кг*сут 0,78 г/экз*сут 0,15 г/экз*сут

Потребление влаги:

В искусственных кормах содержится в пределах 14% влаги, рассчитаем количество влаги для доведения химуса до влажности 76 %, по правилу креста. $X=(76-14)*60/24= 155,0$ г

Таблица 3.4 – Особенности функционирования выделительной системы

Органы выделения	Выделение влаги	Выделение соединений обмена и не переваренные отходы	Выделение аммиачных соединений
Почки	49 г/кг*сут	31 г/кг*сут	-
Жабры	7г/кг*сут	-	240мг/кг*сут 1,2мг/экз. *сут
Кожа	1 г/кг*сут	-	-
Пищеварительный Тракт	-	87 г/кг*сут	-
Всего	57 г/кг*сут	118 г/кг*сут	240мг/кг*сут 1,2мг/экз. *сут

Выполняется в аудитории в присутствии преподавателя.

Прирост 30 г/кг*сут требует выделения более 175 г/кг*сут продуктов обмена и более 240 мг/кг*сут аммиачных соединений. Требуется дополнительно потребление 155 г/кг*сут влаги.

Вывод: при использовании искусственного корма в пределах 6% рациона потребление влаги 155 г/кг*сут и выводят 175 г/кг*сут, т.е. в сумме 320 г/кг*сут, что требует вдвое больше затрат энергии на тот же прирост, чем использование естественного корма с выведением 160г/кг*сут.

Практическая работа №4

Тема: Массонакопление у рыб

Изучаемые вопросы:

1. Особенности массонакопления и роста у костистых пресноводных рыб

1. Особенности массонакопления и роста у костистых пресноводных рыб

Исследования роста рыб проводятся давно. Особое внимание уделяется утверждению И. И. Шмальгаузена, что рост живых организмов идет по принципу сложных, а не простых процентов. Поэтому удельную скорость роста вычисляют по математической формуле, учитывающей нарастание по сложным процентам:

$$Cv=(lgv_2-lgv_1)/0,4343(t_2-t_1), \quad (4.1)$$

где Cv – удельная скорость роста;

v_2 и v_1 – значения исследуемых величин, т. е. длины или массы в начале и окончании отрезка времени, за который вычисляется удельная скорость роста.

Предлагается проводить расчет коэффициента массонакопления K_m путем извлечения корня T -ой степени из отношения конечной массы или массы M_T по истечении времени T к начальной массе изучаемого периода M_0 :

$$K_m = (M_T/M_0)^{1/T}, \quad (4.2)$$

Тогда, определение массы рыбы M_t в любой период времени t , при том условии, что $1 \leq t \leq T$, будет проводиться по следующей формуле:

$$M_t = M_0(K_m)^t, \quad (4.3)$$

Применение данного метода расчета темпов роста позволит рассчитать ожидаемую среднештучную массу особи. Рыбы растут всю жизнь, но темпы роста могут неоднократно меняться. Так, у пресноводных рыб темпы роста постоянно снижаются или могут сохраняться на одном каком-то уровне в течение нескольких лет. Так, у особи, находящейся в достаточно комфортном

стабильном состоянии показателей окружающей среды при сохранении постоянного физиологического уровня обмена веществ, могут наблюдаться постоянные коэффициенты массонакопления в течение достаточно длительного периода времени. Стабилизация коэффициентов массонакопления возможна в течение нескольких лет, в периоды относительно стабильного состояния или наблюдаются незначительные колебания по сезонам года, которые связаны с изменяющимися условиями окружающей среды или физиологического состояния рыбы. При положительном приросте рыбы коэффициент массонакопления превышает 1, а при потере массы – ниже 1. За 1 принимается изучаемый организм рыбы.

Процессы накопления или потерь вещества описываются как дисконтирование изучаемых значений при полученной в исследовании ставке процента. Но сам показатель представляет собой дисконтирующий множитель, а ставка процента рассчитывалась по следующей формуле:

$$P = |Km - 1|, \quad (4.4)$$

Каждой рыбе и ее физиологическому состоянию свойственны оптимальные температуры, при которых наиболее интенсивно происходят процессы обмена веществ и, как следствие, быстрый рост. Ученые утверждают, что рост рыбы одного и того же вида в различных водоемах, отдельных его популяций и различных поколений одной и той же популяции нередко значительно различается.

Зачастую используется правило Вант-Гоффа, которое предполагает линейную связь скорости протекания химических процессов и температуры, как в неживой природе, так и в живых организмах. С. Аррениус развил подход Вант-Гоффа, предложив формулу:

$$v_2 = v_1 e^{u/2} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right), \quad (4.5)$$

где v – скорость реакции;

u – постоянная;

T_1 и T_2 – температура протекания реакции.

На вполне удовлетворительное описание скорости метаболизма у карпа при помощи экспоненциальной кривой Вант-Гоффа указывали сотрудники лаборатории теоретических основ рыболовства ВНИИПРХ.

На основе статистического материала и собранных данных разработана формула расчета коэффициента снижения уровня обменных процессов **k** для эврибионтных видов:

$$k = \left(10\sqrt{2 + \frac{n-1}{10}}\right)^n, \quad (4.6)$$

где **n** – количество градусов отклонения от температурного оптимума.

При том, что соблюдается условие $n \geq 1$. То есть примем к расчетам тот факт, что отклонения в 1 °С не вызывают значимых отклонений в изменении обменных процессов в организме эврибионтных видов. Колебания температуры в 1 °С в отношении оптимального показателя не выходят за рамки комфортных значений для вида.

Показатель уровня обменных процессов **Q** при отклонении температуры на **n** °С от оптимума для эврибионтных видов рассчитывали по следующей формуле:

$$Q = \frac{100}{\left(10\sqrt{2 + \frac{n-1}{10}}\right)^n} = \frac{100}{k}, \quad (4.7)$$

У животных с переменной температурой (пойкилотермных) минимум метаболизма находится в окрестности нижней границы температурной устойчивости, тогда как у животных с постоянной температурой (гомойотермных) – в нейтральной температурной зоне.

На основе статистического материала, собранных данных была разработана формула расчета коэффициента снижения уровня обменных процессов **k** для стенобионтных видов:

$$k = \left(10\sqrt{n}\right)^n, \quad (4.8)$$

Притом, что соблюдается условие $n > 0$. То есть, принимали к расчетам тот факт, что отклонения в минимальных значениях °С уже вызывают изменение обменных процессов в организме стенобионтных видов.

Показатель уровня обменных процессов **Q** при отклонении температуры на **n** °С от оптимума для стенобионтных видов рассчитывали по той же формуле.

Пример 1:

изучить особенности определения коэффициента массонакопления K_m при росте сеголетков карпа среднештучной массой 5 г в течение суток до 5,2 г в естественной среде, определим в %

Проводим расчет коэффициента массонакопления K_m путем извлечения корня T -ой степени из отношения конечной массы или массы M_T по истечении времени T к начальной массе изучаемого периода M_0 :

Используем формулу 4.2

$$K_m = (M_T/M_0)^{1/T},$$
$$K_m = (5,2/5,0)^{1/1} = 1,04$$

Ставка процента прироста массы рассчитывается по следующей формуле 4.4:

$$P = |K_m - 1|$$

$P = |1,04 - 1| = 0,04$ нормированный коэффициент или 4% в сутки.

Пример 2:

изучить особенности роста сеголетков карпа среднештучной массой 5 г в естественной среде, определим среднештучную массу на каждые сутки при расчетном коэффициенте массонакопления в течение 10 суток

Определение массы рыбы M_t в любой период времени t , при том условии, что $1 \leq t \leq T$, будет проводиться по следующей формуле 4.3:

$$M_t = M_0(K_m)^t,$$

$$M_1 = 5,0(1,04)^1 = 5,200$$

$$M_2 = 5,0(1,04)^2 = 5,408$$

$$M_3 = 5,0(1,04)^3 =$$

$$M_4 = 5,0(1,04)^4 =$$

$$M_5 = 5,0(1,04)^5 =$$

$$M_6 = 5,0(1,04)^6 =$$

$$M_7 = 5,0(1,04)^7 =$$

$$M_8 = 5,0(1,04)^8 =$$

$$M_9 = 5,0(1,04)^9 =$$

$$M_{10} = 5,0(1,04)^{10} =$$

Применение данного подхода позволяет рассчитать среднештучную массу в любой момент времени при наличии сведений о конечной и начальной массе выращиваемой рыбы.

Выполняется в аудитории в присутствии преподавателя.

ВЫВОДЫ:

Практическая работа №5

Тема: Расчет программы выращивания рыбы

Изучаемые вопросы:

1. Особенности расчета программы выращивания сеголетков карпа на основе исчисления коэффициента массонакопления

1. Особенности расчета программы выращивания сеголетков карпа на основе исчисления коэффициента массонакопления

Предлагается проводить расчет коэффициента массонакопления K_m путем извлечения корня T -ой степени из отношения конечной массы или массы M_T по истечении времени T к начальной массе изучаемого периода M_0 :

$$K_m = (M_T/M_0)^{1/T}, \quad (5.1)$$

Тогда, определение массы рыбы M_t в любой период времени t , при том условии, что $1 \leq t \leq T$, будет проводиться по следующей формуле:

$$M_t = M_0(K_m)^t, \quad (5.2)$$

Применение данного метода расчета темпов роста позволит рассчитать ожидаемую среднештучную массу особи. Рыбы растут всю жизнь, но темпы роста могут неоднократно меняться. Так, у пресноводных рыб темпы роста постоянно снижаются или могут сохраняться на одном каком-то уровне в течение нескольких лет.

Процессы накопления или потерь вещества описываются как дисконтирование изучаемых значений при полученной в исследовании ставке процента. Но сам показатель представляет собой дисконтирующий множитель, а ставка процента рассчитывалась по следующей формуле:

$$P = |K_m - 1|, \quad (5.3)$$

Предусматривается подача воды в соответствии с потребностью в кислороде, которая рассчитывается по следующей формуле:

$$Q = mk/(O_1 - O_2), \quad (5.4)$$

где m – масса рыбы в бассейне, кг;

k – потребление кислорода, мг/кг×ч;

O_1 – содержание кислорода в воде на входе, мг/кг;

O_2 – содержание кислорода в воде на выходе, мг/кг.

Рассчитаем суточный рацион по формуле:

$$C_p = mp/100\%, \quad (5.5)$$

где m – масса рыбы в бассейне, кг;

p – суточное потребление корма, 5%.

При проведении расчетов по разработке программы выращивания рыбы потребление кислорода k будет взято одной суммой различных составляющих на основе литературных источников.

Таблица 3 – Потребность в кислороде для карпа в зависимости от среднештучной массы

Возраст	Среднештучная масса, г	Потребление кислорода, мг/кг×ч
сеголеток	0,004-1,5	400
	1,5-2,7	390
	2,7-11,5	300
	11,5-30,0	250
двухлеток	30,0-600	250

Пример 1:

изучить особенности определения коэффициента массонакопления K_m при росте сеголетков карпа от среднештучной массы 10 г в течение 20 суток до 18 г, определим в % суточный прирост массы рыбы, суточное потребление кислорода 300 мг/кг×ч;

Проводим расчет коэффициента массонакопления K_m путем извлечения корня T -ой степени из отношения конечной массы или массы M_T по истечении времени T к начальной массе изучаемого периода M_0 :

$$K_m = (M_T/M_0)^{1/T},$$

$$K_m = (18/10)^{1/20} = 1,0298$$

Ставка процента суточного прироста массы рассчитывается по следующей формуле:

$$P = |K_M - 1|,$$

$$P = |1,0298 - 1| = 0,0298 \text{ нормированный коэффициент или } 2,98\%$$

Пример 2:

изучить особенности расчета программы выращивания сеголетков карпа при расчетном коэффициенте массонакопления в течение 20 суток, плотность посадки 1000 экз/м³, на втоке кислород 7 мгО/кг, на вытоке кислород 4 мгО/кг, 5% суточный рацион искусственных кормов.

В таблицу 5.1 заносятся результаты расчетов начиная по аналогии с ответа на задание Примера 1 для расчета средней штучной массы одного экземпляра на каждые сутки.

Таблица 5.1 – Особенности роста выращивания рыбы за исследуемый период

Сутки	Ср.шт.масса,г	Общая масса рыбы, кг	Корма, кг	Подача воды, кг
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

$$M_1 = 10,0(1,0298)^1 =$$

$$M_2 = 10,0(1,0298)^2 =$$

$$M_3 = 10,0(1,0298)^3 =$$

$$M_4 = 10,0(1,0298)^4 =$$

$$M_5 = 10,0(1,0298)^5 =$$

$$M_6 = 10,0(1,0298)^6 =$$

$$M_7 = 10,0(1,0298)^7 =$$

$$M_8 = 10,0(1,0298)^8 =$$

$$M_9 = 10,0(1,0298)^9 =$$

$$M_{10} = 10,0(1,0298)^{10} =$$

Применение данного подхода позволяет рассчитать среднештучную массу в любой момент времени при наличии сведений о конечной и начальной массе выращиваемой рыбы. А также получить данные для расчета расхода кормов, потребности в кислороде на всю массу посаженной рыбы на каждые сутки.

Выполняется в аудитории в присутствии преподавателя.

ВЫВОДЫ:

Практическая работа №6

Тема: Стандартный и рутинный обмен у рыб

Изучаемые вопросы:

1. Особенности расчета стандартного обмена у рыб

1. Особенности расчета стандартного обмена у рыб

Обмен веществ – это необходимое условие поддержания жизнедеятельности, это сложный комплекс различных явлений в результате которых в теле увеличивается или уменьшается общее количество вещества.

Поступление вещества в тела рыбы – ассимиляция.

Выход вещества из структуры организма рыбы – диссимиляция. Может быть активная и пассивная.

Предлагается проводить расчет стандартного обмена на основе скорости обмена веществ с учетом температуры, размеров тела, подвижности, степени нервного возбуждения, отсутствия наполнения ЖКТ. Т.о. у каждого вида рыб стандартный обмен какой-то свой, отвечает генетически закрепленным у вида расходам энергии на поддержание жизнедеятельности организма на определенной стадии онтогенеза.

Рутинный обмен соответствует определенным дополнительным затратам энергии на поддержание достаточной двигательной активности, умеренного питания и при всех других комфортных технологических показателях. Рутинный обмен в 1,2-1,5 раза превышает стандартный обмен.

Специфическое динамическое действие пищи выражается в усилении потребления кислорода и увеличения выделения продуктов обмена. После приема пищи в течение часа повышается выделение углекислоты и аммиачных продуктов обмена, достигая максимума через несколько часов, к полному перевариванию потребленного корма.

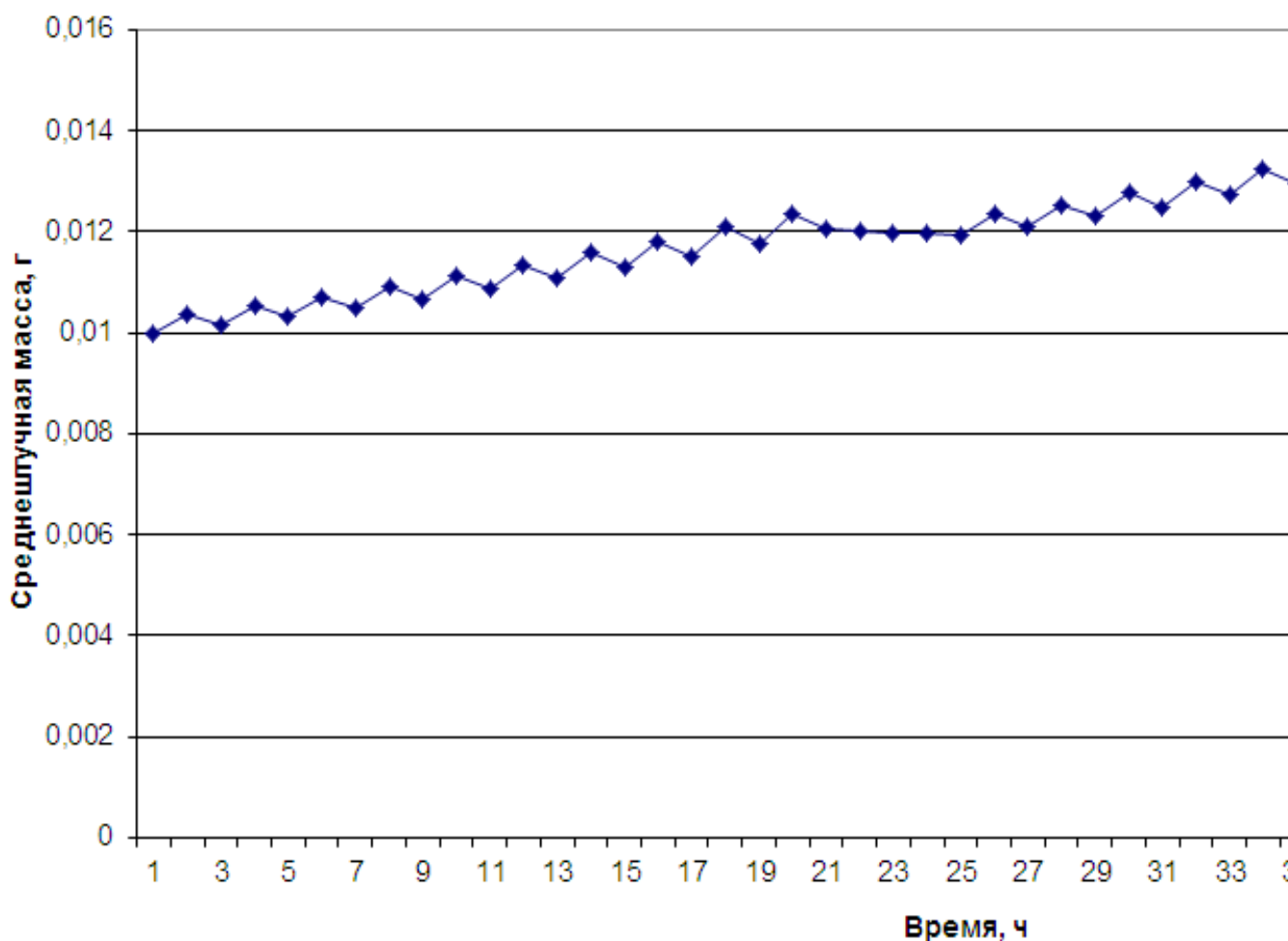
Химические превращения веществ, происходящие в самом организме, называются метаболизмом. Катаболизм – распад вещества. Анаболизм – совокупность процессов, в результате которых из простых веществ образуются более сложные и богатые потенциальной энергией вещества. Анаболические процессы идут в организме постоянно, несмотря на питание или отсутствие поступления питательных веществ, из продуктов распада одних веществ идет синтез других.

Дыхательный коэффициент указывает какое количество кислорода было потрачено при окислении питательного вещества. Дыхательный

коэффициент при окислении углеводов равен 1, при окислении липидов – 0,7, при окислении протеина – 0,8.

Энергетический эквивалент потребленного кислорода составляет в среднем для различных субстратов окисления 3,5 кал/мл при нормальном атмосферном давлении (5 кал/мл O_2).

Так, по утверждению В. С. Ивлева оксикалорийный коэффициент (ОК) необходим для того, чтобы траты на обмен, выраженный в единицах поглощенного кислорода, перевести в единицы энергии. Известно, что 1 мл поглощенного кислорода эквивалентен для рыб 4,8 кал и эта величина слабо зависит от состава окисляемого вещества. В расчетах коэффициент ОК может быть принят равным 5,0 ккал/мл O_2 .



Применение данного подхода позволяет проследить динамику среднештучной массы в течение суток. А также получить данные для расчета расхода кормов, их переваримости.

Пример:

рассчитайте, какое количество энергии и с какой эффективностью накоплено у 1000 личинок карпа в течение суток, сколько энергии затрачено на обмен веществ. Прирост соответствует 10% затраченного корма по массе, при его калорийности 6 кал/мг.

Накоплено вещества:

$$1000 \cdot (0,012 - 0,011) = 1 \text{ г}$$

Накоплено энергии:

$$1000 \text{ мг} \cdot 3,5 \text{ кал/мг} = 3500 \text{ кал} = 3,5 \text{ ккал}$$

Потраченная масса корма:

$$1 \text{ г} \cdot 100\% / 10\% = 10 \text{ г}$$

Энергия потраченного корма:

$$10000 \text{ мг} \cdot 6 \text{ кал/мг} = 60000 \text{ кал} = 60 \text{ ккал}$$

Эффективность накопления энергии (коэффициент ассимиляции) в теле рыб:

$$3,5 \text{ ккал} \cdot 100\% / 60 \text{ ккал} = 5,83\%$$

Выполняется в аудитории в присутствии преподавателя.

ВЫВОДЫ:

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методическое пособие сочетает особенности функционирования систем осморегуляции и выделения, а также пищеварительной системы рыбы, как объекта выращивания. Потребности в содержании кислорода в воде, как технологическом параметре, косвенно отражает использование кормов и нормы суточного рациона.

При разработке программ выращивания рыбы в последовательном порядке идет переход от биологических особенностей роста рыбы к технологическим параметрам ее выращивания при техническом обеспечении их выполнения, а затем предоставляется возможность расчета затрат ресурсов, что позволяет определить эффективность производственного процесса.

В методическом пособии детализируется и расширяется практическая составная часть для повышения навыков и знаний у обучающихся при естественнонаучных исследованиях, технологического обеспечения рыбохозяйственной деятельности. Основной целью данного пособия является расширение возможностей рационального использования физиологических возможностей организма рыбы при осуществлении товарного производства, что позволяет проводить формирование плановых показателей выращивания рыбы и рассчитывать текущие издержки на организацию работ с детализацией до 1 суток. Представленная методология планирования рыбохозяйственной деятельности позволяет проводить расчет средств на выполнение технологических приемов и достижение планируемой экономической эффективности.

После изучения материалов пособия возможно проводить действия с минимальными навыками работы в приложении Excel. Самое главное верно вводить значения при разработке программы выращивания рыбы с учетом единицы производственной площади. При работе с электронным вариантом в приложении Excel требуются минимальные затраты времени для разработки новой программы выращивания рыбы или внесения корректирующих значений с учетом развития производственного процесса.

Литература

1. Винберг, Г. Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб/ Г. Г. Винберг. – Минск, 1956. – 251 с.
2. Инструкция по нормированию кормления карпа разного возраста при выращивании в хозяйствах I-III зон рыбоводства/ Ю.П. Боброва, А.С. Бобров, С.А. Баранов, В.И. Федорченко. – М.: ВНИИПРХ, 1986. – 24 с.
3. Кляшторин, Л. Б. Водное дыхание и кислородные потребности рыб / Л. Б. Кляшторин. – М. : Легкая и пищ. пром-ть, 1982. – 250 с.
4. Мина, М. В., Клевезаль, Г. А. Рост животных: анализ на уровне организма. – М.: Наука, 1976. – с. 292.
5. Смит, Дж. Математические идеи в биологии / Дж. Смит. – М. : Мир, 1970. – 180 с.
6. Сорвачев, К. Ф. Биохимия и физиология питания рыб / К. Ф. Сорвачев. – М. : Легкая и пищ. пром-ть, 1982. – 260 с.
7. Троян, П. Экологическая биоклиматология/ П. Троян// Пер. с пол. Предисл., заключение, коммент. и общ. ред. А. Г. Креславского. – М.: Высш. шк., 1988. – 207 с.
8. Шмальгаузен, И. И. Определение основных понятий и методика исследования роста // Рост животных. - М.-Л. : Биомедгиз. 1935. – С. 10-16.
9. Шумак, В. В. Методы повышения эффективности использования водоемов комплексного назначения. – Минск: Мисанта, 2014. – с. 366.
10. Щербина, М. А. Физиологические основы кормления рыб / М. А. Щербина // В кн.. Экологическая физиология рыб. – М. : Наука, 1973. – С. 21-24.