

УДК 639.311

МЕТОДЫ ВЫРАЩИВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОСТЕЙШИХ ДЛЯ КОРМЛЕНИЯ РЫБ

С.В. Севастеев,

канд. биол. наук, ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, Россия, Новосибирск,

e-mail: sergey_sv@ngs.ru;

Е.В. Пищенко,

д-р биол. наук, ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, Россия, Новосибирск,

e-mail: epishenko@ngs.ru

Аннотация. Одной из важнейших задач аквакультуры является обеспечение объектов выращивания полноценными кормами. В качестве высокобелкового корма на ранних стадиях развития рыбы могут использоваться представители *Protozoa*, такие как инфузории. Это очень быстрорастущие организмы, позволяющие ежусуточно получать с одного литра среды до 20 г сырой массы. Содержание протеина в пересчете на сухое вещество составляет у них более 50%. В статье приведен обзор работ, посвященных разведению инфузории туфельки (парамеции).

Ключевые слова: инфузории, кормление рыб, культивирование, использование в рыбоводстве.

METHODS OF CULTIVATION AND USAGE OF PROTOZOA FOR FEEDING OF FISH

S.V. Sevasteev, E.V. Pishenko

Summary. One of the major problems of an aquaculture is providing of entities of cultivation by rigorous stems. In quality высокобелкового feedstuff at early phases of development of a fish can be used representatives Protozoa, such as infusoriums. These are very fast-growing organisms allowing every days to receive from one litre of mediium to 20 g of crude mass. The protein content on a dry basis compounds at them more than 50%. In paper the survey of works devoted to deluting of an infusorium of a slipper (paramecia) is fetched.

Keywords: infusoriums, feeding of fish, cultivation, usage in fish farming.

Рост населения Земли создал проблему обеспечения людей продуктами питания. Существует острая нехватка белка в рационах людей. При норме 40–50 г в сутки во многих странах потребляют всего 9–10 г на одного человека. Путь решения данной проблемы вначале лежал в расширении сельскохозяйственных угодий. Но он на

сегодняшний день практически исчерпан. Дальнейшее увеличение сельскохозяйственных угодий сокращает генетический фонд флоры и фауны и опасно для физического и психического здоровья людей. Основной путь получения продуктов питания людей — интенсификация растениеводства и животноводства.

В интенсификации производства животноводческой продукции важное место отводится сбалансированному питанию животных. Получение высоких приростов, другой продуктивности зависит, прежде всего, от количества и качества белков кормового рациона. Всякое уменьшение потребности животного в белке приводит к нарушению обменных процессов в его организме. Кроме того, это ведет к перерасходу кормов, а значит, и к увеличению себестоимости получаемой продукции. Страдает и ее качество. Поэтому обеспечение животных кормовым белком — одна из важнейших задач сельского хозяйства. При ее решении важным является присутствие в рационе кормов с высоким содержанием протеина.

Как и для теплокровных животных, использование протеина рыбами — важный показатель биологической и экономической эффективности рационов. Причем переваримость протеина кормов рыбами не менее эффективна, чем у наземных животных, несмотря на нахождение их на более низкой ступени эволюционного развития. Так, протеин пшеницы карпом переваривается на 48%, ячменя — на 38, ржи — на 79, гороха — на 23, подсолнечникового шрота — на 34%, подсолнечникового жмыха — на 15%. Исключение белка из рациона карпа или его резкая недостаточность сопровождаются полным прекращением роста, потерей массы и другими нарушениями жизненно важных функций организма. При этом организм становится более восприимчивым к инфекциям и хуже переносит травмы и болезни. Кроме того, недостаток белка в пище карпа приводит к повреждению ферментативного аппарата организма. Судя по имеющимся сведениям, роль белка в организме рыб такая же, как у теплокровных животных.

В питании многих прудовых рыб участвуют не только специально приготовленные комбикорма, но и естественная пища в виде живых организмов. В живом организме имеются не только белки, жиры и углеводы. В нем находятся минеральные вещества, ферменты различного назначения, биостимуляторы и др. В живом организме все питательные вещества находятся в структурном состоянии и могут с небольшими изменениями переходить в организм потребителя. Это полноценный корм. Рыбоводы даже отмечают особый «фактор живого». Под ним понимают положительное влияние съеденного живого организма на рост и развитие потребителя. Живые организмы содержат более высокую концентрацию питательных веществ, чем переработанные животные продукты. У рыб, получающих полный рацион живой пищи, наблюдается хороший темп роста, хорошая подготовленность к длительному зимнему голоданию. В присутствии живой пищи искусственные корма полнее перевариваются рыбой. Переваривание рыбой белков живых кормов достигает 80–95% и оно тем выше, чем больше концентрация белка в живом пищевом организме. Живые корма являются высокобелковыми кормами [2, 9–11].

Широкий спектр получения нетрадиционных высокобелковых кормов позволяет в конкретных условиях выбрать наиболее продуктивный и экономически выгодный вариант.

В последние десятилетия широкое распространение получили корма микробиального синтеза — кормовые дрожжи, аминокислоты и др. Но они требуют больших затрат энергии и небезопасны при скармливании животным в больших дозах. Например, дрожжи богаты пуринами и в больших количе-

ствах могут отрицательно действовать на здоровье животных.

Разработаны или разрабатываются технологии производства высокобелковых кормов нетрадиционными способами. Одной из них является выращивание пресноводных водорослей.

Большой резерв в получении высокобелковых кормов представляют водные ракообразные. Существуют технологии выращивания водных и наземных олигохет как высокобелковых кормов. Например, при выращивании дождевых червей можно получать до 100 кг сырой биомассы из 1 т органических отходов. Малоизученным, но очень перспективным путем получения высокобелковых кормов является разведение насекомых.

В качестве высокобелкового корма могут служить простейшие. Содержание протеина в них более 50%. Технология выращивания простейших достаточно отработана [3–8].

Из множества простейших к настоящему времени сделаны попытки массово выращивать эвглену зеленую, вольвокс, тетрахимену, парамецию, дюналиелу. Эвглена зеленая из-за длительного цикла размножения и незначительных кормовых достоинств не нашла применения в практике рыбоводства. Вольвокс молодью рыб практически не потребляется, поэтому его разводят для лабораторных целей. Тетрахимену выращивают в основном для изучения токсичности воды, а не для кормления рыб. Под воздействием веществ, содержащихся в воде, тетрахимена изменяет свою активность. По степени изменения активности судят о степени токсичности воды. Дюналиелу выращивают также для изучения качества воды. Дюналиела — реснитчатая инфузория. В новой среде она сжимается, а затем принимает прежнюю

форму. По скорости принятия прежней формы судят о токсичности воды.

В питании личинок рыб в первые дни жизни большое значение имеет парамеция, или инфузория туфелька. При ее обилии в водоеме личинки рыб растут особенно быстро.

БИОЛОГИЯ ПАРАМЕЦИИ (*PARAMAECIUM CAUDATUM*)

Парамеция, или инфузория туфелька, относится к подцарству простейших, типу ресничных, классу ресничные инфузории (Ciliata) (рис. 1).

Длина тела парамеции достигает 200–300 микрон. Ее можно увидеть невооруженным глазом. Она в воде представляет собой белую хаотично движущуюся точку. Все тело ее покрыто равномерными ресничками. Их насчитывается до 10–14 тыс. на одной особи. За счет колебания ресничек она движется и может даже прикрепляться к предметам. Это свойство инфузории было использовано в последних технологиях по ее выращиванию. На брюшной стороне в передней половине тела находится продольная ямка, в ямке клеточный рот, ведущий в изогнутую глотку. Глотка открывается прямо в эндоплазму. Питается парамеция главным образом бактериями. Она за сутки заглатывает до 300 тыс. бактерий. Кроме бактерий она поглощает мельчайшие частички органики, взвешенные в воде. В этом отношении парамеция может служить санитаром наших водоемов. Под действием ресничек ток воды с кормом идет в продольную ямку, а затем ко рту. Здесь пища поступает в рот, а из него — в глотку. В конце глотки имеется пищеварительная вакуоль. После заполнения вакуоли пищей она отрывается от глотки и поступает в эндоплазму. На месте оторвавшейся вакуоли образуется новая.

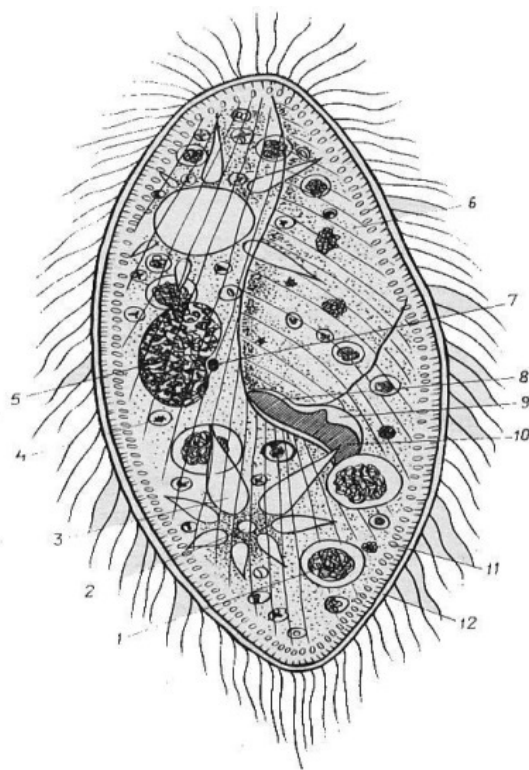


Рис. 1. Парамеция (инфузория туфелька): 1 — пищеварительная вакуоль; 2 — сократительная вакуоль; 3 — приводящий канал; 4 — экскреторные тельца; 5 — макронуклеус; 6 — перистом; 7 — микронуклеус; 8 — ротовое отверстие; 9 — глотка; 10 — ундулирующая мембрана; 11 — трихосты; 12 — пелликула и реснички

Отрыв вакуолей происходит примерно каждые 1,5 минуты. В вакуоли происходит переваривание пищи. По существу, это блуждающий желудок. Длительность переваривания пищи составляет

1–3 часа в зависимости от температуры среды [1].

При образовании вакуоли ее содержимое имеет щелочную реакцию. После заполнения ее пищей среда становится кислой, и бактерии погибают. В это время содержимое вакуоли становится твердым. Вакуоль уменьшается в размере. Затем реакция среды вновь становится щелочной, вакуоль увеличивается в размере, а содержимое становится жидким. Перед выбросом содержимое вакуоли твердеет и уменьшается. Наблюдается аналогия работы пищеварительной системы высших животных. Непереваренные остатки пищи каждые 6–7 минут выделяются через отверстие в заднем конце инфузории — порошицу.

Кроме пищеварительных в инфузории имеются сократительные вакуоли. Сократительная вакуоль сокращается 3–3,5 раза в минуту. В 0,5 часа две вакуоли выбрасывают количество жидкости, равное объему парамеции. Поэтому парамеции можно считать очистителями наших водоемов.

Размножаются парамеции путем деления на две части. При этом содержимое ядра делится пополам. Это позволяет инфузориям быстро увеличивать свою биомассу. Время от времени у парамеций наблюдается половое размножение — конъюгация. При этом у сблизившихся особей сливаются ядра, затем идет их деление, переход частей ядра в инфузории и последние расходятся. Конъюгация длится около 12 часов. Простое деление, наступающее после конъюгации, протекает в зависимости от условий через 8–48 часов и более. К условиям жизни парамеций относят температуру, пищу, газовый режим.

В практике разведения парамеций используют в качестве корма дрожжи, сухое молоко, хлореллу, сенной настой,

специально выращенные бактерии. Корм оказывает влияние на темп деления парамеций. Важен не только вид корма, но и его количество и качество. При использовании сухого молока, дрожжей образуется масса разных бактерий, которыми и питаются инфузории.

Инфузории по-разному относятся к различным бактериям. Есть очень токсичные бактерии, токсичные, малотоксичные, неблагоприятные и благоприятные. В чистых культурах бактерий влияние их на инфузорий может быть очень велико. Чем разнообразнее состав бактерий в среде, тем меньше они оказывают влияние на парамеций. Важными являются не только вид корма, но и его концентрация. Как недостаток, так и чрезвычайная концентрация корма дают отрицательный эффект. При недостатке пищи инфузории голодают, а при избытке погибают от создавшихся анаэробных условий. Установлено, что оптимальная концентрация бактерий в среде 0,2–0,8 млрд/мл.

Большое влияние на инфузорий оказывают продукты собственного обмена. В непроточной среде они быстро накапливаются и вызывают гибель парамеций задолго до полного израсходования пищи. При определенном уровне накопления метаболитов инфузорий наблюдается конъюгация, а затем инцистирование.

В зависимости от активной реакции среды другие факторы могут иметь для инфузорий положительное или отрицательное значение. Оптимальное значение рН для парамеций 6,8. Но они хорошо себя чувствуют при рН 6,6–6,7. Они могут жить при рН 4,68–9,13, но при этом плохо размножаются. Это надо учитывать при культивировании парамеций.

Установлено, что парамеции потребляют кислорода 21–56 тыс. мм³ в 1 час

на 1 млн особей. Дыхание зависит от рН среды. Наиболее высокое оно при рН 6,6–7,6. В щелочной среде оно резко падает. В кислой среде снижение интенсивности дыхания идет медленнее. Увеличение дыхания зависит и от температуры среды, что характерно для всех пойкилотермных животных. Постоянное поступление кислорода в среду позволяет резко увеличить нарастание биомассы инфузорий. Это тоже необходимо учитывать при выращивании парамеций.

Температура оказывает на парамеций огромное влияние. Их относят к эвритермным животным, но их размножение зависит от температуры. При температуре близкой к 0 °С парамеции делятся 1 раз в 18 суток. При 28 °С темп деления увеличивается. Свыше 30 °С темп деления снижается, а при температуре 35...36 °С — полностью прекращается. При комнатной температуре парамеция делится 1 раз в сутки, а при 29 °С — 2 раза в сутки. Оптимальной температурой следует считать 26...29 °С. Изучение условий жизни парамеций и ее биологии позволяет наметить пути создания культиваторов для получения наивысшей биомассы. В таких культиваторах температура среды должна поддерживаться на уровне 26...29 °С при рН 6,8. В них обеспечивается постоянная подача кислорода и проточность для удаления продуктов обмена инфузорий. Лучшим кормом являются бактерии *Bacillus subtilis* и дрожжи. подача корма тоже должна быть непрерывной. Кроме того, в культиваторе парамеции должны удерживаться от действия проточности.

МЕТОДЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ПАРАМЕЦИЙ

В зависимости от целей выращивания парамеций культивируют двумя методами: периодическая и непрерывная культура.

Периодическая культура

Выращивают в бочках, баках, маленьких прудиках и т. д. Как правило, в среду не подают воздух за исключением небольших емкостей. В емкость или пруд наливают воду и в нее добавляют корм. В прудах это органика разного происхождения. В небольшие емкости вносят дрожжи, сенной настой и др. В подготовленную среду помещают парameций. При этом соблюдают правило постепенного увеличения объема, т. е. сначала парameций выращивают в небольшом объеме, затем постепенно объем увеличивают. Следят за нарастанием биомассы инфузорий. Пробы берут ежедневно. Как только прирост падает, начинают снимать «урожай». Контроль за нарастанием биомассы ведут по количеству парameций в 1 мл. В большинстве случаев максимальной плотности культура парameций достигает через 15 суток. Без подачи в культиватор воздуха плотность парameций достигает 1–4 тыс./мл, а при подаче воздуха — до 7 тыс./мл.

Непрерывная культура

Этот метод культивирования парameций осуществляется пропорционально-проточно и непропорционально-проточно. При пропорционально-проточном методе выращивания инфузорий в культиватор непрерывно подается среда с кормом. Такое же количество среды отводится за пределы культиватора. Концентрация парameций в самом культиваторе и отводимой среде одинакова. Этот метод позволяет увеличить плотность парameций в единице объема, но нерационально используется корм. Проточность не позволяет довести биомассу культуры до максимально возможных величин и тем самым тормозит промышленное получение живого корма.

Непропорционально-проточный метод культивирования инфузорий разработан В.Е. Коковой и Г.М. Лисовским [5]. Этот метод заслуживает самого пристального внимания. Он позволяет получать живой корм в промышленных масштабах.

Выращивают парameций в специальном устройстве — реакторе (рис. 2). Он представляет собой емкость с конусным дном, внизу которого имеется сливной кран. В емкость вставлены радиально пластины из оргстекла для увеличения поверхности прикрепления инфузорий. В стенках реактора в донной его части имеются отверстия для эрлифтов. Число эрлифтов зависит от того, какую плотность культуры предполагают получить. Отводящую среду сливают через верхний патрубок. Стенки реактора непрозрачные, чтобы в среде не развивались микроскопические водоросли. Никаких подвижных частей в реакторе нет.

Работает устройство следующим образом. В емкость наливают воду. Из верхнего бака пища инфузорий в жидком виде поступает в реактор. Чистая термостатированная вода подается непрерывно из расчета 8–10 объемов культиватора в

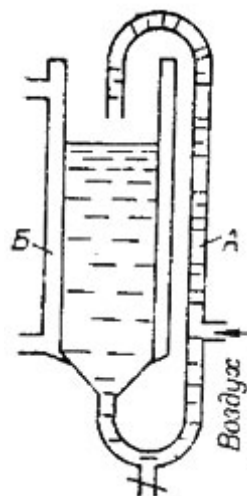


Рис. 2. Культиватор для выращивания инфузорий

сутки. Кормом служат дрожжи, бактерии. Исходная суспензия дрожжей или иного корма составляет 10 млрд клеток в 1 мл. В реакторе плотность корма 0,1 млрд клеток в 1 мл или 1 г сухого вещества в 1 л. Аэрация среды при помощи эрлифтов круглосуточная. Наличие пластин в реакторе позволяет создать в нем плотность парameций до 14 тыс. /мл и даже более. Продуктивность такого устройства при непропорционально проточном методе культивирования парameций составляет до 20 г сырой биомассы с 1 л объема культиватора в сутки.

Суточную продуктивность реактора определяют по формуле

$$Y = (X \times B + X_1 \times B_1 + X_n \times n) / H,$$

где: X, X_1, X_n — плотность культуры парameций в отдельном слива, тыс./мл;
 B, B_1, B_n — объем отдельного слива, мл; H — объем среды в культиваторе.

Снимают продукцию несколько раз в сутки. Подсчитывают парameций в камере Богорова при разведении в 10, 100, 1000 раз в зависимости от плотности культуры под бинокулярной лупой БСМ-2. Фиксируют парameций в камере уксусной кислотой (3–4 капли на 10 мл).

Инфузории обладают высокими кормовыми достоинствами. Это высокобелковый корм для рыб. В сухом веществе парameций содержится 58,1% протеина, 11,8–19,9% жира, 4% углеводов и 3,4%

зола [5]. Полноценен и аминокислотный состав белков парameций. В них обнаружено 18 аминокислот. Полный набор незаменимых аминокислот. Например, лизина — 4,7%, метионина — 1,2, триптофана — 1,2% от состава белка.

Использование парameций

Простейшие играют большую роль в питании личинок рыб. Карповые, сиговые активно потребляют простейших на ранних этапах развития. Растительные рыбы в стадии личинки долгое время питаются простейшими. Опыты, проведенные Г.С. Корниенко [6], показали, что в прудах, где выращивали парameций, выживаемость личинок карпа составила 60–67% против 52% в контрольных.

По использованию парameций, выращенных в заводских условиях, у исследователей нет единого мнения. Большинство из них не рекомендует использовать парameций личинкам карпа из-за трудности отделения их от среды, но после отделения от среды они являются прекрасным стартовым кормом.

Простейший способ отделения парameций от среды — это добавление поваренной соли в собранную культуру. Парameции быстро концентрируются у поверхности емкости и их можно сливать по отводящей трубке. В этом случае к личинкам рыб меньше будут попадать бактерий и грибы из среды парameций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белова С.Л., Садчиков А.П. Инфузории Можайского водохранилища — водоема питьевого назначения. В сб. «Биотехнология, экология, охрана окружающей среды». — М.: ООО «Графикон-принт», 2005. — С. 11–27.
2. Грициняк І.І., Тучапська А.Я., Кражан С.А. [та ін.] Вплив екологічних умов та заходів інтенсифікації на ріст племінних цьоголіток любінського лускатого коропа // Рибогосподарська наука України. — 2013. — № 3. — С. 46–54.
3. Живые корма: учеб. пособие / сост. канд. биол. наук, доцент. Н.Н. Моисеев, канд. биол. наук, доцент С.В. Севастеев. — Новосибирск, 2016. — 115 с.

4. Кокова В.Е. Непрерывное культивирование беспозвоночных. — Новосибирск: Наука: Сибирское отделение, 1982. — 167 с.

5. Кокова В.Е., Г.М. Лисовский. Непропорционально-проточная культура простейших. — Новосибирск, 1976. — 74 с.

6. Корниенко Г.С. Инфузории некоторых водоемов Северного Кавказа и их роль в питании планктонных ракообразных и личинок рыб: автореф. дис. ... канд. биол. наук.-М., 1972. — 32 с.

7. Моисеев Н.Н. Промышленный способ выращивания живых кормов для рыб в Новосибирском государственном аграрном университете // Биологическая продуктивность водоемов Западной Сибири и их рациональное использование. — Новосибирск, 1997. — С. 219–221.


8. Моисеев Н.Н. Пути решения проблемы питания рыб на ранних этапах развития в рыбоводных хозяйствах // Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири. — Томск, 1996. — С. 70–71.

9. Тучапская А.Я. Эффективность совместного применения органических удобрений и культивируемых беспозвоночных для повышения рыбопродуктивности выростных прудов // Рибогосподарська наука України. — 2014. — № 1 (27). — С. 25–36 (Электронный ресурс). Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.15407/fsu2014.01.025>

10. Шмакова З.И. Питание сеголетков карпа при разных способах повышения естественной кормовой базы прудов // Сборник научных трудов ВНИИПРХ. — 1989. — Вып. 56. — С. 8–13.

11. Шмакова З.И., Тагирова Н.А., Бадаева И.Ю. [и др.]. Влияние уровня развития естественной кормовой базы на результаты выращивания племенных сеголетков карпа // Рыбное хозяйство. — 2009. — № 1. — С. 70–73.

ЖУРНАЛ «ГЛАВНЫЙ АГРОНОМ» **ЧТОБЫ ПОЛЕ БЫЛО УРОЖАЙНЫМ**



Ценность журнала «Главный агроном» заключается в комплексном подходе к подбору публикаций. В одном номере журнала читатель может найти новые материалы по земледелию, технологиям и особенностям возделывания всего многообразия полевых культур — зерновых, зернобобовых, картофеля, кормовых, масличных и технических растений, а также овощных и плодовых культур.

Публикуемый в журнале материал отличается новизной, актуальностью и производственной направленностью. Во многих статьях раскрываются неиспользованные резервы производства и секреты новых технологий, а также перспективы агрономии. Большой интерес у читателей всегда вызывают разработки, связанные с энергосберегающим земледелием, внедрением новых ресурсосберегающих технологий возделывания с.-х. культур, в том числе так называемых технологий точного земледелия. Особое внимание в журнале уделяется новым способам и методам защиты от вредителей и болезней, технологиям хранения и переработки сельхозпродукции, использованию достижений биотехнологии и информационных технологий непосредственно в фермерском хозяйстве и др.

Редакционная подписка в 1,5–2 раза дешевле, чем подписка на почте.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ! Получить счет для оплаты подписки через редакцию можно, прислав заявку в произвольной форме на адрес: podpiska@panor.ru
Подробнее о подписке — на сайте www.panor.ru, тел. (495) 664-27-61

На правах рекламы

ПОДРОБНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ПОДПИСКЕ:

тел./факс: (495) 664-27-61; (495) 685-93-68.

E-mail: podpiska@panor.ru www.panor.ru