

Овен
Проб. 1980

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

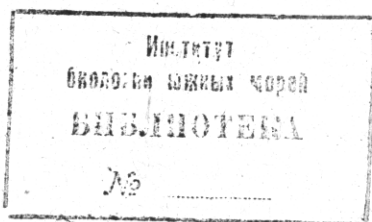
ВОПРОСЫ ИХТИОЛОГИИ

Журнал основан в 1961 году

Выходит 6 раз в год

Том 15

Выпуск 2 (91)



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

МОСКВА · 1975

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ АКТИВНОГО ОБМЕНА ПРИ ПРОИЗВОЛЬНОМ ПЛАВАНИИ МОЛОДИ РЫБ

Б. Д. Алексеева

(Институт биологии южных морей АН УССР, Севастополь)

В литературе имеется большое количество данных по измерению стандартного обмена у рыб, обмена при относительно неподвижном состоянии животных. В свое время эти работы были глубоко и тщательно проанализированы Г. Г. Винбергом (1956). Поэтому нет необходимости останавливаться на недостатках этих измерений. Нельзя не согласиться с Г. Г. Винбергом, что главной задачей такого рода исследований в настоящее время является накопление данных по интенсивности обмена при естественной активности животных.

За последнее время уже появился ряд работ, касающихся определения затрат энергии у рыб в процессе движения (Ивлев, 1962; Алексеева, 1964, 1972; Матюхин и др., 1969, 1970; Столбов, 1972; Brett 1964, 1967, и др.). Тем не менее число таких исследований еще недостаточно для анализа экологических и видовых различий обмена у разных рыб. Медленное накопление результатов объясняется техническими трудностями, вызванными созданием разнообразных по типу, размеру и форме биогидродинамических респирометров, необходимых для проведения экспериментов с точной количественной оценкой затрат энергии и скоростей движения плавающих животных.

Ранее нами был сконструирован один из таких биогидродинамических респирометров объемом около 4 л, позволяющий измерять активный обмен у молоди и рыб средних размеров (до 200 мм длиной) при заданных скоростях движения (Алексеева, 1973). Однако почти все установки такого рода могут быть использованы только для узкого размерного диапазона рыб.

Поэтому мы попытались подойти к изучению активного обмена у молоди рыб несколько с другой стороны, используя их естественную подвижность (Алексеева, 1970). С этой целью была разработана соответствующая методика, не требующая применения специальной аппаратуры.

Сущность метода заключается в том, что наряду с определениями общего и основного обмена проводятся измерения скоростей плавания и подвижности мальков, что дает возможность рассчитать активный обмен при естественных скоростях движения у молоди рыб.

Методика относительно проста и может быть применена как в лабораторных, так и в экспедиционных условиях. Для этого необходимо иметь несколько секундомеров прерываемого действия с суммирующей центральной стрелкой, сигнальные часы, кинокамеру, кинопроектор и респирометры. Специально изготавливают только респирометры. Последние представляют собой плоские прямоугольные камеры, выполненные из органического стекла (рис.). Плоско-параллельные прозрачные стенки камеры позволяют проводить киносъемку с целью измерения скоростей движения рыб. Кроме того, при уплотненной форме респирометров увеличивается по сравнению с баночным содержанием свободное пространство для плавания молоди в горизонтальной плоскости при относительно небольшом объеме воды, что является важным условием при определениях потребления кислорода рыбами.

Объемы респирометров и число их можно подбирать по усмотрению экспериментатора в зависимости от поставленной задачи и от размеров и веса исследуемых рыб.

Для работы с молодью морских рыб нами были изготовлены респирометры объемами 0,125; 0,250; 500; 1,000 и 2,000 л — по 5 респирометров одинакового размера. Четыре из них использовались для проведения параллельных измерений, пятый служил контрольным. В каждый респирометр сажали по одному мальку, пятый заполняли водой без рыб.

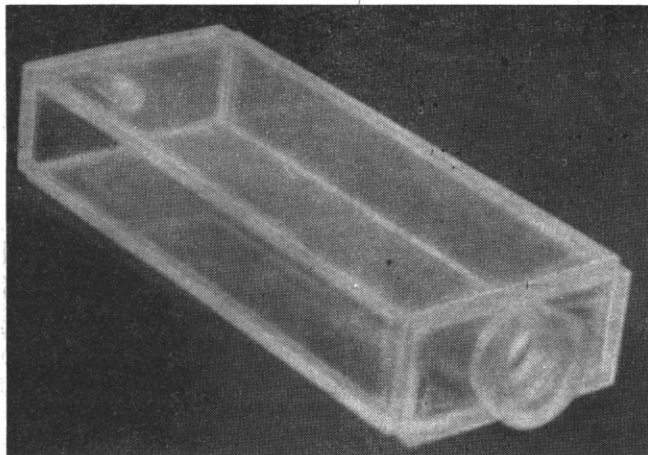
Параметры камер подобраны эмпирически на основании наблюдений и расчетных данных, исходя из размеров исследуемой молоди морских рыб и количества кислорода, поглощаемого ими во время экспозиции. Оптимальное соотношение между этими параметрами (длиной, шириной, высотой) для всех объемов респирометров соответствует 6,0: 2,5: 1,0. После изготовления камер каждую из них калибруют для определения точного объема.

Устройство камер дает возможность работать как с замкнутой, так и с проточной системой воды. Для этого в боковых, противоположных стенках респирометров предусмотрены два отверстия для входа и выхода воды. Одно отверстие, более широкого диаметра, заканчивается конусообразной горловиной. Второе отверстие имеет значительно меньший диаметр и оканчивается снаружи узким патрубком.

Посадку и выемку рыб осуществляют через горловину. При работе с проточной системой в горловину вставляют пробку со стеклянной трубкой, последняя соединена резиновым шлангом с морским водопроводом. Выход воды и отбор проб в этом случае происходит через узкий патрубок.

В случае замкнутой системы горловину и отводной патрубков закрывают плотными резиновыми пробками соответствующих диаметров заподлицо с внутренними стенками камеры.

Отловленную молодь рыб сажают в ванны с проточной морской водой и выдерживают в них при температуре около 20° в течение недели. Во время адаптационного периода рыб ежедневно кормят. За сутки до эксперимента кормление прекращают. Накануне опыта четырех мальков одинакового размера рассаживают по одно-



Общий вид респирометра

му в респирометры и выдерживают в них при сохранении слабого протока до следующего дня. Объем респирометров и длительность экспозиции подбирают так, чтобы количество кислорода, потребляемое мальком в течение опыта, составляло не менее 15% и не более 30% первоначального содержания его в воде, а время экспозиции было от 1 до 2 часов.

Определение общего обмена проводят в замкнутых респирометрах. Сосуды ставят близко друг к другу для сохранения зрительного контакта между рыбами. Кислород измеряют по методу Винклера. Одновременно с определением потребления кислорода ведут наблюдения за подвижностью и скоростью плавания мальков.

Активность или подвижность молоди измеряют путем хронометрирования периодов движения и покоя у каждого малька и выражают ее в процентах от общей экспозиции. Обычно такие измерения проводят 3 раза (в начале, в середине и в конце опыта) по 10 мин. каждое. Хронометрирование осуществляют с помощью секундомера и сигнальных часов, определяя какую часть времени из измеряемого промежутка мальки плавают и какую находятся в неподвижном состоянии.

В промежутки между хронометрированием измеряют скорости движения мальков, применяя с этой целью киносъемку. Камеру киноаппарата устанавливают сверху над плоскостью респирометра. В том случае, когда мальки имеют уплощенную с боков форму тела (как, например, ласкири) киносъемку ведут в одной плоскости. Для рыб прогонистых (таких, как кефаль, угорь) вдоль боковой стенки респирометра под углом 45° устанавливают зеркало и на одну пленку снимают движения малька в двух плоскостях.

При плавании рыбы включают одновременно кинокамеру и секундомер для измерения длительности съемки. За время экспозиции проводят обычно трехкратную съемку по 10—15 сек. при скорости съемки 16 кадров в секунду. После обработки кинопленки, движение малька проецируют с пленки на лист бумаги в натуральную величину и вычерчивают траекторию пути пройденного рыбой за определенный промежуток времени. Длину пути измеряют курвиметром. Зная длину пути и время плавания, вычисляют средние скорости движения молоди рыб во время опыта. Ошибка метода составляет в среднем 15—20%.

Основной обмен измеряют у тех же рыб при действии уретанового наркоза с одновременным затемнением респирометров. Дозу наркоза подбирают заранее для каждого вида и размера мальков с таким расчетом, чтобы снизить двигательную активность рыб, не нарушая жизненно важных функций организма. В наших опытах такой дозой оказалась концентрация уретана от 0,8 г до 1,2 г на 1 л морской воды. Наркотизацию осуществляют в открытых кристаллизаторах. После снижения двигательной активности мальков пересаживают в респирометры, заполненные водой с нужной концентрацией уретана; сосуды с рыбами помещают в темноту. Экспозиция сохраняется обычно та же, что и при определении общего обмена, но при этом используют в 2 раза меньшие по объему респирометры.

По разности между полученными величинами общего и основного обмена вычисляют активный обмен, т. е. затраты энергии (выраженные в единицах кислорода), расходуемые непосредственно на мышечную работу. Используя найденные средние скорости движения, вычисляют ожидаемые траты энергии на движение при определенной скорости плавания.

Поступила
2.IV.1973 г.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексеева К. Д.* 1964. Интенсивность дыхания некоторых морских рыб при активном движении. Тр. Севастоп. биол. ст. вып. 15.— 1970. Определение общего, активного и основного обмена у рыб разной экологии. В сб. «Экспедиционные исследования в Средиземном море в августе — сентябре 1969 г.». Киев, «Наукова думка». — 1972. Затраты энергии на движение у кефалей. В сб. «Бионика», вып. 6. Киев, «Наукова думка». — 1973. О методе измерений энергозатрат на движение у морских рыб. В сб. «Проблемы бионики», М., «Наука».
- Винберг Г. Г.* 1956. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Изд. Белорусск. гос. ун-та.
- Ивлев В. С.* 1962. Активный энергетический обмен у мальков балтийского лосося. Вopr. ихтиологии, т. 2, вып. 2 (13).
- Матюгин В. А., Столбов А. Я., Аликин Ю. С.* 1969. Газообмен у рыб при мышечной нагрузке. Рефер. научн. сообщ. 4-й конф. физиологов Ср. Азии и Казахстана. Новосибирск.
- Матюгин В. А., Хаскин В. В., Столбов А. Я.* 1970. Установка для комплексного изучения энергетики и физиологии плавания рыб. Вopr. ихтиологии, т. 10, вып. 5 (64).
- Столбов А. Я.* 1972. Влияние дозированных нагрузок на интенсивность газообмена у некоторых видов байкальских рыб. В сб. «Энергетические аспекты роста и обмена водных животных» (материалы симпозиума). Киев, «Наукова думка».
- Brett J. R.* 1964. The respiratory metabolism and swimming performance of young sockeye salmon. J. Fish. Res. Board Canada, v. 21, N 5.— 1967. Swimming performance of sockeye salmon in relation to fatigue time and temperature. J. Fish. Res. Board Canada, v. 24, N 8.

УДК 597.0/5

О ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МОЛОДИ ЛОСОСЕВЫХ SALMONIDAE К НЕДОСТАТКУ КИСЛОРОДА

Л. Б. Кляшторин

(Всесоюзный научно-исследовательский институт
морского рыбного хозяйства и океанографии — ВНИРО,
Москва)

Содержание растворенного в воде кислорода является для рыб одним из важнейших абиотических факторов. Данные о диапазоне содержания кислорода, необходимом для поддержания нормальной жизнедеятельности рыб, довольно фрагментарны. Что касается лососевых, то имеющиеся в литературе разрозненные сведения по этому вопросу далеко не удовлетворяют как требованиям рыбоводства, так и другим запросам практики.

Цель настоящей работы — оценка границ физиологически допустимого содержания кислорода (величин критического и порогового содержания кислорода) для молоди лососевых.

Для удобства дальнейшего изложения необходимо кратко остановиться на терминологии. Значение величины «критическое содержание кислорода» имеет смысл только при указании конкретного уровня обмена рыбы. Увеличение интенсивности потребления кислорода, вызванное повышением температуры или двигательной активности, приводит к повышению уровня критического содержания кислорода (Винберг, 1956; Graham, 1949). Поэтому принято значение этого параметра давать для уровня стандартного обмена как физиологически нормального минимума потребления кислорода. Критическое содержание кислорода может быть определено как наименьшее содержание его, при котором потребление кислорода остается на уровне стандартного обмена. Пороговое содержание кислорода соответствует уровню его, при котором начинается гибель животного от удушья. Однако точный момент прекращения газообмена установить трудно. Поэтому практически пороговой точкой соответствует содержание кислорода, при котором рыба переворачивается, что рассматривается обычно как момент гибели животного.