

ФИЗИОЛОГИЯ

В. И. ОЛИФАН

СУТОЧНАЯ РИТМИЧНОСТЬ ДЫХАНИЯ ЛИЧИНОК РЫБ

(Представлено академиком И. И. Шмальгаузенем 25 IX 1940)

Ритмичность физиологических процессов надо считать свойством, глубоко присущим жизнедеятельности организма. Оно регулирует не только работу многих органов (ритм пульсации сердца, дыхание, секреции многих желез и т. п.), но в некоторых отношениях и жизнедеятельность организма как целого. В основе происхождения всех этих процессов, при всем многообразии их проявления, очевидно, лежит одна и та же причина—необходимость отдыха для восстановления расходуемой в процессе работы энергии.

Для биолога, изучающего поведение животных, их питание, реагирование на воздействие факторов внешней среды, их распространение и т. п., наличие суточной ритмичности в их активности представляет большой интерес. Однако изучение этого явления еще не занимает должного места в экспериментальных исследованиях. Особенно мало сделано в этом отношении по рыбам,—большая часть работ по изучению суточной периодичности в активности животных проведена на млекопитающих и насекомых [см. сводную статью Н. И. Калабухова (1)].

На наличие суточных колебаний в активности рыб мы встречаем указания у В. Спенсера (2), наблюдавшего над плаванием 4 видов рыб, и у Р. Клаузена (3), установившего суточную периодичность в дыхании нескольких видов рыб. В последние годы по суточной ритмике дыхания молоди рыб проведены опыты Ю. Д. Поляковым (4) с мальками линя и Р. В. Крымовой (5) с личинками сельди. В течение 1938—1940 гг. ряд экспериментальных наблюдений над суточными изменениями дыхания личинок промысловых рыб был проведен также и мной. Стимулом к проведению этих работ, кроме теоретического интереса к вопросу ритмики жизненных процессов, было также намерение предложить практике выращивания личинок использовать суточную ритмичность в их активности, если таковая обнаружится; особенно это относилось к личинкам осетровых рыб, для разведения которых проектируется на р. Волге большой экспериментальный завод. Зная часы наибольшей активности выращиваемых личинок, можно рационализировать:

1) подачу воды в бассейны, усиливая водообмен в часы повышения интенсивности дыхания личинок, и

2) кормление их, приурочивая подачу пищи к периодам наибольшей их активности.

Методика работы. Поглощение кислорода определялось двумя методами: манометрическим в микрореспирометре Драстиха и хи-

мическим—путем титриметрического определения содержания кислорода в воде до опыта и после. Большая часть опытов—для большей достоверности получаемых результатов—проводилась обоими методами одновременно.

Л и ч и н к и с е в р ю г и (*Acipenser stellatus* Pal.). Работа велась с личинками, выведенными из икры, искусственно оплодотворенной в Светлом Яру на р. Волге. Опыты проведены в августе месяце при температуре 20—22°.

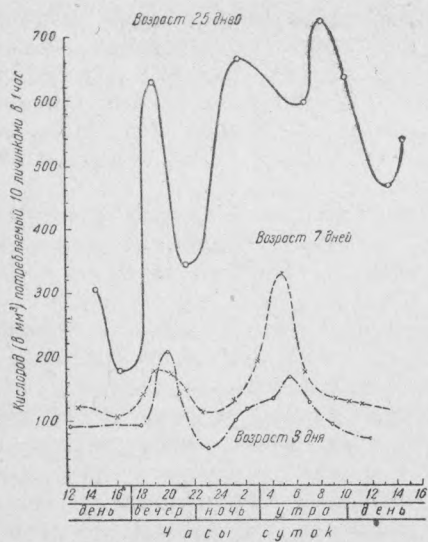
Как показали проведенные 15 круглосуточных серий опытов, суточные колебания дыхания личинок севрюги имеют ясно выраженную ритмичность: в утренние и вечерние часы дыхание резко возрастает, ночью и днем резко падает. Опыты велись с личинками возраста трех, семи, десяти, четырнадцати, двадцати одного и сорока двух дней, и анализ полученных данных позволил наметить возрастные различия в характере ритма их дыхания; так, у личинок старше 13—15-дневного возраста уменьшается продолжительность периодов покоя, а у личинок старше двадцатидневного возраста появляется еще новый третий максимум дыхания в начале дня. Для иллюстрации характера суточной периодичности в дыхании личинок приводится диаграмма (фиг. 1) с кривыми, изображающими суточные изменения дыхания личинок трехдневного возраста с еще нерассосавшимися желточными пузырями, а также семи- и двадцатипятидневного возраста.

В опытах с личинками азовского осетра (*Acipenser güldenstädti* Br.) возраста тридцати дней были получены данные, укладываемые в кривую, очень близко напоминающую кривые, полученные для личинок севрюги: подъемы и снижение дыхания были в те же часы суток, повышение дыхания приходилось на утренние и вечерние часы, а также в 12—14 час. дня. Опыты проведены в июне при температуре 18,2—18,5°.

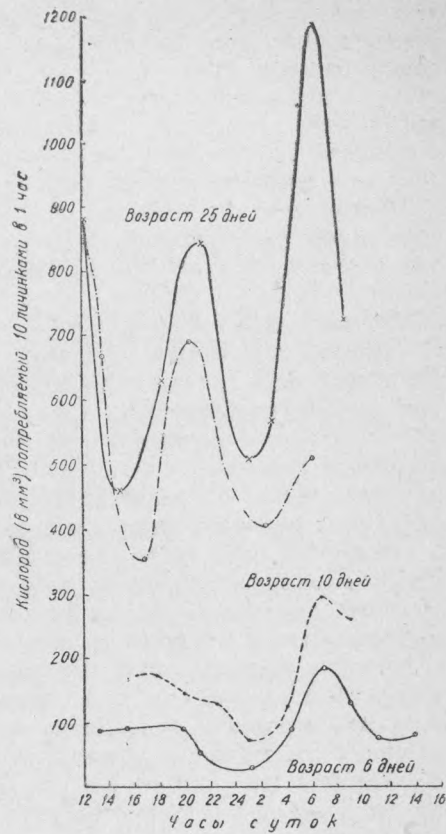
Л и ч и н к и щ у к и (*Esox lucius* L.). Проведено всего 6 серий опытов по дыханию личинок щуки, вылупившихся в мае из искусственно оплодотворенной икры щуки Глубокого озера; 4 серии были круглосуточные. Температура опытов 17,5—18,5°. В опытах с достаточной четкостью выявилось, что дыхание личинок щуки в течение суток изменяется с той же, что и у личинок осетровых, правильной закономерностью: утром и вечером дыхание усиливается, днем и ночью—ослабляется. На фиг. 2 представлены двухвершинные кривые, изображающие суточные изменения в поглощении кислорода личинками щуки 6-дневного возраста, имеющими еще желточные пузыри, и 10-дневного возраста; кривая дыхания личинок 25-дневного возраста, как и у личинок осетровых, имеет еще третий подъем дыхания в начале дня.

Л и ч и н к и с и г а (*Coregonus lavaretus* L.). Опыты проведены с личинками сига, вылупившимися из икры, оплодотворенной на Свирском рыбозаводе. На изучение суточных колебаний дыхания личинок сига всего было поставлено 8 серий опытов, из них 6 круглосуточных; все круглосуточные серии проведены с личинками старше 20 дней. Опыты проводились в мае при температуре 17,5—18,5°. Ход изменения дыхания изображен кривыми на фиг. 3. Все кривые имеют резко выраженные подъемы вечером (17—18 час.) и утром (5—7 час.), а также в начале дня (13—14 час.). Снижения интенсивности дыхания приходились: днем на 15—16 час., ночью на 2—4 часа.

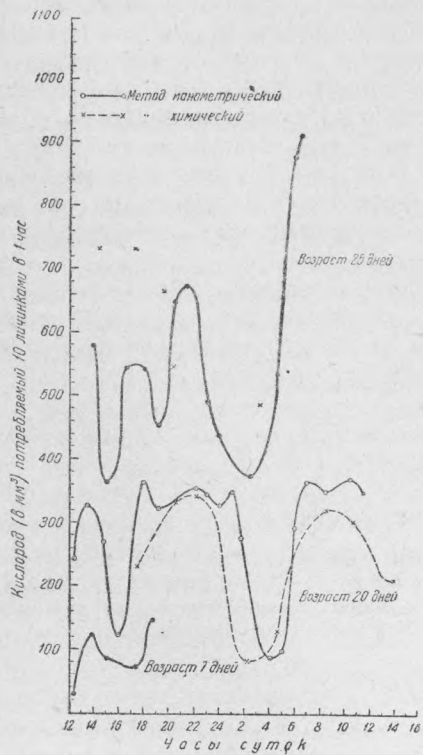
Л и ч и н к и с а з а н а (*Cyprinus carpio* L.). Опыты с сазаном были проведены только с очень ранними личиночными стадиями (одно-, двух- и трехдневного возраста). Личинки получены из икры, оплодотворенной в дельте р. Волги. Всего проведено 3—4 серии опытов в мае



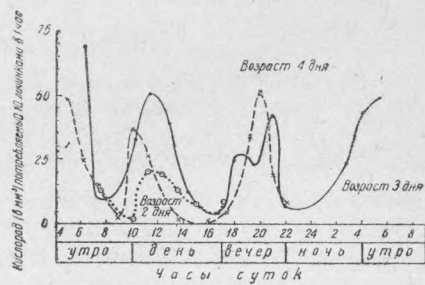
Фиг. 1. Суточная ритмика дыхания личинок северюги.



Фиг. 2. Суточная ритмика дыхания личинок жуки.



Фиг. 3. Суточная ритмика дыхания личинок сига.



Фиг. 4. Суточная ритмика дыхания личинок сазана.

при температуре 23,5—24°. Опыты установили правильную ритмичность в дыхании личинок: максимум интенсивности дыхания наблюдался ранним утром (5—6 час.), в начале дня (11—13 час.) и вечером (17—19 час.); минимум потребления кислорода во всех опытах падал на 7—9 час. утра, 15—17 час. дня и ночью на 22—24 часа (фиг. 4), т. е. в отличие от личинок осетровых и щуки—в раннем возрасте—личинки сазана имеют еще третий подъем дыхания.

Интересно, что в опытах с очень молодыми личинками карпа, проводимых мной в настоящее время, кривая суточных изменений дыхания имеет такой же характер: с тремя вершинами, падающими на те же часы суток.

Ритмическая смена повышения и понижения потребления кислорода не связана с питанием, так как личинки во время опытов не питались. Не может быть связан характер суточной ритмичности у изученных личинок рыб и с различием их поведения, так как большое сходство суточного ритма дыхания выявлено в опытах с личинками, резко различающимися по своему поведению: так, личинки сигов и сельди находятся в непрерывном движении в погоне за мелкими планктическими организмами; личинки осетровых менее подвижны и довольно скоро после вылупления переходят в придонные слои воды, где они нащупывают по дну себе пищу; личинки щуки обычно неподвижно взвешены в толще воды с непрерывно вибрирующим движением одних грудных плавничков, и только изредка они набрасываются быстрым и резким хищническим движением на добычу. Несколько отличен ритм дыхания у личинок *Cyprinus carpio* L. (сазана и карпа), имеющих три, а не два подъема дыхания; однако и у них наибольшая интенсивность газообмена наблюдается в утренние и вечерние часы суток; ритм дыхания у мальков линя (*Tinca tinca* L. тоже из семейства *Cyprinidae*) по опытам Ю. Д. Полякова имеет четыре подъема, и два из них приходится также на утро и вечер. Таким образом можно предполагать, что для очень многих личинок рыб ночь и конец дня являются периодами отдыха, после которых наблюдается резкое повышение обмена, и что свет является, очевидно, фактором внешней среды, контролирующим явление суточной цикличности обмена.

Ближайшим этапом работ по суточным ритмам дыхания должно явиться изучение их физиологического механизма, так как только такое изучение даст ключ к пониманию этого важного и, очевидно, очень широко распространенного в мире животных явления.

Лаборатория рыбоводства и мелиорации
Всесоюзного научно-исследовательского института
морского рыбного хозяйства и океанографии

Поступило
19 VII 1940

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. И. Калабухов, Успехи совр. биологии, т. XII, № 1 (1940).
² W. P. Spencer, Anat. Record, XLIV (1929). ³ R. Clausen, Ecology, v. XVII, № 1 (1936). ⁴ Ю. Д. Поляков, Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. биол., т. X—XI, № 1 (1940). ⁵ Р. В. Крымова (рукопись).