

Л. П. РЫЖКОВ

СУТОЧНЫЙ РИТМ ГАЗООБМЕНА НЕКОТОРЫХ ПРЕСНОВОДНЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ

Важный вопрос о суточном ритме процессов обмена веществ рыб изучен крайне слабо. Однако ряд исследований, проведенных по изучению газообмена начальных стадий развития рыб [4, 5, 8 и др.], заставляет предполагать, что суточный ритм газообмена у них является скорее правилом, чем исключением. Изучение этого вопроса имеет большое значение с методической, экологической, физиологической и практической точек зрения.

Предлагаемое исследование выполнено на рыбцово-шемайном питомнике (Краснодарский край) в составе Северо-Кавказской гидробиологической экспедиции Зоологического института АН СССР (руководитель проф. В. И. Жадин) и на озере Святозеро (Карельская АССР) в составе экспедиции Петрозаводского госуниверситета (руководитель проф. Е. А. Веселов).

Материалом для наших исследований служили: рыбец—*Vimba v. v. natio carinata* (Pal.), шемая—*Chalcalburnus chalcoides schischkovi* Drensky, лещ—*Abramis brama* (L), плотва—*Rutilus rutilus* (L) окунь—*Perca fluviatilis* L. Рыбец и шемая были выловлены из р. Псекупс и прудов рыбопитомника (Краснодарский край). Все другие рыбы вылавливались в озере Святозеро Карельской АССР. Исследование проведено с рыбами разного возраста, пола, веса и при различной температуре воды.

Для изучения газообмена рыб использовалась проточная респираторная установка, сконструированная проф. Е. А. Веселевым и усовершенствованная нами для работы в полуполевых условиях [6]. Содержание O_2 в воде определялось по методу Винклера, а CO_2 —методом Тильмена.

Исследуемые рыбы перед опытом в течение суток не питались, чтобы освободить кишечник от пищи, наличие которой в кишечнике дало бы завышенные данные основного обмена. При изучении газообмена рыб в опыте сохранялись условия сходные с естественными (температура, содержание O_2 и CO_2 , pH и т. д. воды в опытах и в водоеме совпадали).

Всего поставлено 87 суточных опытов.

Личинки. Изучалось потребление кислорода личинками леща в течение суток. Личинки были выращены в искусственных условиях при температуре воды $20-22^\circ$. С начала перехода к смешанному питанию два раза в день (утром и вечером) вносился зоопланктон, который охотно поедался личинками.

Измерения газообмена личинок леща показали, что в течение суток у них наблюдаются два хорошо выраженных увеличения интенсивности потребления кислорода (табл. 1).

Таблица 1

Суточный ритм поглощения кислорода личинками леща
Возраст — 10 суток, средний вес — 1,2 мг (каждый
результат среднее из 4-х опытов)

Время суток в часах	Температура воды в опыте	Содержание O_2 в воде до опыта в мг	Потребление O_2 в мг в час	
			на личинку	на г живого веса
0—2	21,7	4,05	0,003	2,38
2—4	21,6	3,98	0,001	1,12
4—6	21,5	3,98	0,002	1,76
6—8	21,5	4,06	0,003	2,95
8—10	21,3	4,38	0,002	1,85
10—12	20,8	4,59	0,002	2,06
12—14	20,8	4,59	0,002	1,96
14—16	21,0	4,46	0,002	1,56
16—18	21,4	4,46	0,004	3,18
18—20	22,0	4,26	0,008	6,91
20—22	22,0	4,26	0,002	1,55
22—24	21,7	4,05	0,001	0,20
Средне-суточные	21,5	4,26	1,004	2,29

Первая вершина интенсивности дыхания наблюдалась утром (6—8 час.). Она на 28,8% превышала среднесуточное поглощение O_2 . В это время личинки очень подвижны и активно питаются. Второе очень значительное увеличение дыхания личинок проявлялось вечером (18—20 час.). Оно превышало среднесуточную интенсивность газообмена почти в три раза. Наибольшая величина вечернего максимума совпадала с началом сумерок и характеризовалась сильной подвижностью личинок. С наступлением темноты поглощение кислорода резко падает и достигает минимума к 23 часам (0,200 мг/г-час)¹.

Кроме хорошо выраженных максимумов газообмена личинок наблюдаются незначительные подъемы интенсивности дыхания ночью (0—2) и днем (10—12 час.). Эти увеличения газообмена характеризуются как намечающиеся максимумы, которые с возрастом должны усиливаться.

На подобное явление намечающихся вершин потребления O_2 указывала В. И. Олифан [4]. У личинок сазана она наблюдала появление третьего максимума дыхания в раннем возрасте. У личинок севрюги, азовского осетра, щуки и других рыб третья вершина газообмена, по ее данным, появлялась в возрасте старше 20 дней со дня выклева.

¹ Потребление O_2 и выделение CO_2 в мг на грамм живого веса в час мы будем обозначать сокращенно — мг/г-час.

Мальки. У мальков рыба из 10-го выростного пруда рыбопитомника, где сохранены условия близкие к естественным установлено три максимума интенсивности газообмена в течение суток (ночью, днем и вечером). Утреннее увеличение поглощения O_2 едва намечается (табл. 2).

Таблица 2

Суточный ритм поглощения кислорода мальками рыба, шемаи и леща
Возраст — 3—3,5 мес. Содержание O_2 в воде до опыта 7—10,3
(каждый результат среднее из 3—5 опытов) мг/л.

Средний вес в г	0,175	0,201	0,191	0,790	0,389	0,340	0,690	1,070
Температура	23,5	23,9	23,5	23,1	20,3	22,3	19,9	18,9
Время суток в час.	Рыб е ц				Ш е м а я		Л е щ	
	пруд 10	пруд 4	пруд 6	пруд 14	пруд 7	пруд 14		
	потребление O_2 в мг на 1 грамм				в 1 час			
0—2	0,810	0,702	0,133	0,600	0,470	0,797	1,357	1,018
2—4	0,372	0,591	1,525	0,407	0,495	0,546	1,764	0,558
4—6	0,381	0,453	0,441	0,538	0,594	0,544	2,946	1,699
6—8	0,498	0,880	0,508	0,331	0,488	1,594	1,314	0,608
8—10	0,447	0,770	0,455	0,303	0,343	1,253	1,284	0,566
10—12	0,446	1,024	0,650	0,326	0,522	1,383	1,255	0,678
12—14	1,707	1,556	1,975	0,720	0,608	0,618	1,689	0,589
14—16	1,176	1,275	1,976	0,944	0,570	1,482	2,571	1,393
16—18	0,858	1,681	0,344	0,726	0,532	0,653	1,916	0,934
18—20	1,260	1,699	0,555	1,902	1,227	1,536	1,112	0,470
20—22	0,750	1,051	0,472	0,232	0,516	0,609	1,239	0,903
22—24	0,522	0,472	0,352	0,376	0,629	9,605	1,467	0,894
Среднесуточные	0,769	1,013	0,782	0,617	0,593	0,993	1,643	0,894

Кроме того исследовался газообмен мальков рыба, которые в течение 3-х месяцев регулярно (в 12 и 18 час.) подкармливались (пруд № 4) и мальков, выращенных в удобряемом пруду № 6. Кормом для рыб служили смеси жмыхов, отрубей и суперфосфата. В качестве удобрений вносились: трава, навоз, суперфосфат, сульфат аммония и калийная селитра.

У подкармливаемых рыб выражены четыре максимума дыхания, причем дневной и вечерний были очень высокие. У мальков из удобряемого пруда, при четырех вершинах газообмена, хорошо выражены ночной и дневной максимумы. Дневное увеличение потребления кислорода растянуто по времени. Это, вероятно, зависит от значительных затрат энергии, расходуемой рыбой в поисках пищи.

Мальки рыба из 14-го пруда, с большой площадью водного зеркала, имеют четыре максимума дыхания. Возраст рыб равнялся 3,5 месяцам, а вес — 0,790 г. Высокая величина веса обусловлена хорошим кормом, имеющимся в пруде.

У мальков шемаи из 7-го и 14-го выростных прудов (возраст 3,5 мес.) установлено 4 максимума дыхания в течение суток. Все они хорошо выражены. В утреннее время даже наблюдался двухвершинный максимум потребления кислорода.

Несовпадение вершин потребления O_2 по времени у мальков из разных прудов объясняется различными условиями обитания.

Мальки леща исследовались разного возраста и веса. У более молодых (3 мес.) в течение суток имеется три максимума потребления кислорода. Отсутствует ночной максимум. У более старших рыб (3,5 мес.) в течение суток уже хорошо выражены четыре максимума дыхания причем дневной был двухвершинным и растянутым по времени.

Механизм этого процесса, по нашему мнению, можно представить следующим образом: периодическая смена дня и ночи, колебания температуры (суточные), различная степень подвижности кормовых организмов и установление с возрастом более тесной взаимосвязи организма со средой отражаются на деятельности нервной системы. В результате создается определенный ритм возбуждений нервной системы, который регулирует скорость процессов обмена веществ. Кроме того химические раздражения нервной системы и непосредственно дыхательного центра в период отсутствия пищи в желудке возбуждают периодически нервную систему и дыхательный центр.

Из неполовозрелых форм исследовалась интенсивность газообмена у леща. Перед опытом рыба выдерживалась в течение пяти суток в аквариумах. В последние сутки перед опытом пища в аквариумы не вносилась. Опыты показали наличие у ювенольного леща четырех максимумов дыхания (табл. 3). У рыб меньшего размера вечерний максимум газообмена был растянут по времени. Первая вершина его наблюдалась до наступления сумерок (активное питание), вторая—после наступления полной темноты (отход рыб вглубь). Такое же явление мы наблюдали на других рыбах [5].

Взрослые рыбы

Рыбец. Изучалась интенсивность дыхания самцов рыбца, выловленных из нерестового пруда (5-я стадия зрелости) и из реки Пескупс (6-я стадия зрелости). Установлено, что у нерестовых рыб наблюдается всего три максимума дыхания (2—4, 10—12, 20—22 ч.), которые сдвинуты ко времени нереста рыб (ночь). Отсутствие дневного максимума, вероятно, связано с прекращением питания рыбца во время нереста (табл. 4).

В посленерестовый период у самцов из реки хорошо выражены четыре максимума потребления кислорода (0—2, 4—6, 10—12, 18—20 час). Рыба в это время интенсивно питается.

Кроме того опыты показали, что газообмен у рыб, выловленных из реки, выше, чем у рыб из пруда. Такая зависимость дыхания мо-

Т а б л и ц а 3

Суточные колебания поглощения кислорода неполовозрелым лещем.
 Возраст: 2—3 года. Температура воды в опыте 11,5—12,6°
 Содержание O_2 в воде до опыта : 9, 89—10, 22 мг/л.
 (каждый результат среднее из 4-х опытов).

Время суток в ч.	Вес 5,34 г	12,59 г	Время суток в ч.	Вес 5,34 г	12,49 г
	Потребление	O_2 в мг/г ч.		Потребление	O_2 в мг/г ч.
0—2	0,248	0,140	12—14	0,352	0,073
2—4	0,367	0,278	14—16	0,317	0,132
4—6	0,202	0,104	16—18	0,224	0,080
6—8	0,235	0,207	18—20	0,266	0,055
8—10	0,180	0,148	20—22	0,227	0,145
10—12	0,080	0,133	22—24	0,283	0,135
Среднесуточные				0,248	0,136

жет быть объяснена разными условиями обитания (течение, температура, содержание O_2 и CO_2 в воде).

Шемай исследовалась в нерестовый и посленерестовый периоды (табл. 4). У самок пятой стадии зрелости очень ярко выражены три максимума (дневной отсутствует). Следовательно, созревание половых продуктов влияет на интенсивность газообмена в течение суток. По нашему мнению, это влияние может проявляться посредством половых гормонов на нервную систему и непосредственно на дыхательный центр. Стимулирующее действие половых гормонов увеличивается во время самого процесса икрометания или выделения молок, что вызывает усиление дыхания в это время (утро—вечер). Кроме того прекращение питания рыб во время нереста а (поэтому отсутствие химических раздражений (голода) не вызывает усиления интенсивности дыхания рыб днем.

У самцов шемаи в посленерестовый период проявляются четыре максимума дыхания. Действие полового гормона в это время прекращено. Нормально функционирует пищеварительный аппарат (химические раздражения), поэтому восстанавливается ритм обмена, присущий взрослому организму.

Изложенное выше объяснение изменения ритма газообмена рыб в течение суток, при созревании половых продуктов, находит свое подтверждение в опытах, поставленных с *плотвой* и *окунем*. Во время нереста у самок плотвы и у самок и самцов окуня хорошо выражены три максимума дыхания и время их проявления сдвинуто к периоду наибольшей активности нерестовой рыбы (табл. 5).

Лещ. Интенсивность дыхания взрослого леща измерялась у рыб разного пола, веса, возраста и при разной температуре воды (табл. 5).

Результаты показали, что размеры, вес и пол рыбы, а также температура воды не оказывают влияния на количество максимумов потребления кислорода. Во всех случаях наблюдалось четыре максимума. Ночное увеличение газообмена у всех исследованных рыб про-

Таблица 4

Суточный ритм поглощения кислорода взрослыми рыбами.

Возраст: рыбец—4—5 лет, шемая 3—4 года, плотва 8—11 лет, окунь—7—10 и лещ 8—17 лет.

Содержание O₂ в воде до опыта 6—12,4 мг/л. (Каждый результат — среднее из 2—5 опытов).

Средний вес в граммах	220	230	90	95	280	191,5	93	135	471	718	337	1195
Температура в °С	19,0	20,7	21,0	19,9	8,5	9,0	7,5	7,0	10,1	10,0	20,0	11,7
Время суток в часах	Рыбец		Шемая		Плотва		Окунь		Лещ			
	пруд ♂ V	река ♂ VI	пруд ♀ V	река ♂ VI	♂ VI	♀ V	♂ V	♀ V	♂ IV	♂ IV	♂ III	♀ VI
Потребление кислорода в мг на г в час												
0—2	0,232	0,411	0,159	0,658	0,098	0,153	0,039	0,015	0,035	0,026	0,078	0,028
2—4	0,249	0,372	0,241	0,380	0,099	0,140	0,035	0,013	0,039	0,040	0,112	0,044
4—6	0,083	0,380	0,147	0,481	0,054	0,064	0,072	0,009	0,025	0,022	0,078	0,025
6—8	0,037	0,214	—	0,084	0,034	0,060	0,028	0,010	0,023	0,018	0,121	0,022
8—10	0,063	0,262	0,122	0,051	0,074	0,097	0,037	0,050	0,026	0,025	0,193	0,024
10—12	0,127	0,288	0,355	0,395	0,023	0,042	0,054	0,026	0,021	0,024	0,149	0,038
12—14	0,076	0,261	0,121	0,299	0,058	0,080	0,084	0,033	0,037	0,025	0,149	0,033
14—16	0,091	0,269	0,105	0,542	0,108	0,111	0,086	0,025	0,036	0,028	0,062	0,029
16—18	0,112	0,316	0,105	0,326	0,128	0,115	0,083	0,029	0,035	0,044	0,105	0,035
18—20	0,133	0,326	0,085	0,609	0,148	0,163	0,100	0,021	0,041	0,031	0,088	0,034
20—22	0,191	0,260	0,084	0,587	0,109	0,086	0,069	0,018	0,036	0,019	0,098	0,053
22—24	0,182	0,394	0,274	0,554	0,125	0,144	0,050	0,015	0,033	0,030	0,076	0,046
Средне- суточные	0,131	0,311	0,163	0,409	0,087	0,104	0,061	0,022	0,032	0,028	0,109	0,034

Таблица 5

Суточные колебания интенсивности газообмена леща
 Возраст: неполовозрелых—3 года, взрослых—7—9 лет.
 Содержание O_2 в воде до опыта—9, 11—11,77 мг/л
 (каждый результат среднее из 3—6 опытов).

Средний вес в г	12.49		504		718	
температура в° С	11,9—12,8		11,9—12,8		9,0—11,0	
Время суток в часах	O_2 в мг/г-час	CO_2 в мг/г-час	O_2 в мг/г-час	CO_2 в мг/г-час	O_2 в мг/г-час	CO_2 в мг/г-час
0—2	0,140	0,157	0,055	0,048	0,026	0,019
2—4	0,278	0,291	0,096	0,094	0,040	0,028
4—6	0,104	0,173	0,039	0,039	0,022	0,028
6—8	0,207	0,290	0,050	0,048	0,018	0,018
8—10	0,148	0,146	0,040	0,026	0,025	0,029
10—12	0,133	0,126	0,063	0,062	0,024	0,017
12—14	0,073	0,151	0,052	0,048	0,025	0,020
14—16	0,132	0,157	0,065	0,064	0,028	0,034
16—18	0,080	0,103	0,045	0,042	0,044	0,043
18—20	0,055	0,198	0,048	0,046	0,031	0,029
20—22	0,145	0,287	0,077	0,085	0,019	0,018
22—24	0,135	0,199	0,054	0,058	0,030	0,031
Средносуточные	0,135	0,192	0,057	0,055	0,029	0,026

являлось в одно и то же время (2—4 часа). Утренний максимум у самцов наблюдался в 8—10 час., а у самок несколько запаздывал (10—11 час.). Это запаздывание могло зависеть от времени года (опыты с самками поставлены в конце лета) и от условий обитания рыб в это время.

Дневные и вечерние максимумы по времени проявления были очень разнообразны, хотя в отдельных случаях совпадали.

Параллельно с потреблением кислорода определялось выделение углекислоты рыбами в это же время суток. Оказалось, что в большинстве случаев максимумы выделения CO_2 по времени совпадали с максимумами потребления O_2 (табл. 5). Изредка максимальное выделение углекислоты происходило сразу же за максимумом поглощения O_2 . Различия наблюдались в величинах интенсивности газообмена. Это, вероятно, зависит от газовой секреции плавательного пузыря и от других особенностей рыб.

Вычисленный дыхательный коэффициент (ДК) в течение суток определенной зависимости колебаний не имеет. Замечено, что днем ДК ниже (0,60—0,80), чем ночью (0,90—1,30). Увеличение ДК ночью, вероятно, зависит от превращения усвоенных днем из пищи углеводов в жиры [2] и от увеличения температуры воды.

Увеличение или уменьшение количества дыхательных движений у рыб не совпадает с максимумами или минимумами газообмена в течение суток. Днем рыба дышит чаще, чем ночью. Если взять границей дня и ночи восемь часов утра и вечера, то у леща (1185 г, t° —11,9°) днем дыхательный ритм будет равняться 2330 движений в час, а

ночью — 2170. У леща весом 718 г при t° воды 10° днем 2013 дыхательных движений в час, а ночью 1513. Увеличение количества дыхательных движений днем, вероятно, зависит от повышения температуры воды и от усиления активности рыб.

Изучение потребления O_2 за дыхательное движение (O_2/P) и выделения CO_2 за дыхательное движение (CO_2/P) рыбами в течение суток показало, что их максимальные величины совпадают с максимумами интенсивности газообмена (табл. 6). А так как дыхательный ритм в единицу времени не согласуется с колебаниями интенсивности

Таблица 6

Зависимость между суточным ритмом дыхания, потреблением O_2 и выделением CO_2 за дыхательное движение

Возраст: самцов — 7—9 лет, самок — 16—18 лет

Содержание O_2 в воде до опыта 10,0—11,75 мг л.

(каждый результат среднее из 3—6 опытов).

Средний вес в г Температура в $^{\circ}C$	471 (самцы)				1185 (самки)			
	9,2—11,0				11,0—12,5			
Время суток в часах	Потребление O_2 в мг		Выделение CO_2 в мг		Потребление O_2 в мг		Выделение CO_2 в мг	
	на г-час	за дых. движ.	на г-час	за дых. движ.	на г-час	за дых. движ.	на г-час	за дых. движ.
0—2	0,035	0,0094	0,029	0,0093	0,028	0,0148	0,047	0,0244
2—4	0,039	0,0096	0,043	0,0114	0,044	0,0256	0,037	0,0390
4—6	0,025	0,0057	0,026	0,0062	0,025	0,0156	0,035	0,0216
6—8	0,023	0,0060	0,026	0,0067	0,022	0,0142	0,029	0,0227
8—10	0,026	0,0064	0,024	0,0046	0,024	0,0129	0,027	0,0143
10—12	0,021	0,0040	0,025	0,0052	0,038	0,0237	0,032	0,0377
12—14	0,037	0,0069	0,042	0,0080	0,033	0,0178	0,040	0,0215
14—16	0,036	0,0066	0,032	0,0060	0,029	0,0164	0,037	0,0206
16—18	0,035	0,0072	0,034	0,0072	0,035	0,0175	0,032	0,0166
18—20	0,041	0,0079	0,038	0,0076	0,034	0,0153	0,048	0,0217
20—22	0,036	0,0076	0,026	0,0075	0,053	0,0239	0,035	0,0293
22—24	0,033	0,0073	0,029	0,0065	0,046	0,0207	0,031	0,0275

дыхания в течение суток, то можно предположить, что суточные колебания газообмена определяются изменениями газового обмена за одно дыхательное движение O_2/P и CO_2/P , в свою очередь, вероятно, определяются различной способностью крови усваивать кислород и отдавать углекислоту. Способность же крови усваивать O_2 зависит от ее химического состава, количества эритроцитов и гемоглобина, что обусловлено деятельностью нервной системы.

Таким образом, ритмика суточной активности газообмена рыб определяется как условиями внешней среды, так изменениями эндогенных факторов. Она направлена на более целесообразную взаимосвязь со средой, к сохранению жизнеспособности организма и его потомства. Суточный ритм газообмена рыб является выражением цикличности процессов обмена веществ, который обусловлен периодической деятельностью нервной системы. Смена освещения, температуры, пе-

риодичность приема пищи и другие периодические факторы вызывают определенную ритмику деятельности центральной нервной системы и через нее — периодическое ослабление или усиление обмена веществ.

Полученные результаты о наличии суточного ритма дыхания рыб, не согласуются с данными Е. А. Яблонской [7] и Г. Г. Винберга и Л. Е. Хартовой [1], которые показали, что в течение суток не обязательны значительные различия интенсивности обмена. Как признает в дальнейшем Г. Г. Винберг [2], при извлечении рыб из водоема непосредственно перед опытом, их возбуждение могло быть причиной сглаживания суточных различий обмена. Кроме того, недостаточность количества определений потребления кислорода в течение суток (4—6) могло быть причиной сглаживания кривой интенсивности обмена. Все измерения газообмена могли проводиться в минимумы или максимумы его, сменяющие друг друга каждые три часа [5].

Мы полностью согласны с Г. Г. Винбергом [2], что суточные колебания „по своему происхождению и биологическому значению связаны с природным и суточным ритмом комплекса различных факторов, определяющих ритм активности и питания“ (стр. 79).

Резюмируя полученные результаты мы пришли к следующим выводам:

1) всем исследованным рыбам характерно наличие суточного ритма дыхания;

2) с возрастом рыб количество максимумов и минимумов интенсивности газообмена в течение суток увеличивается до четырех (личинки — 2, мальки — 3, взрослые — 4);

3) суточный ритм газообмена определяется экологическими условиями содержания и внутренними физиологическими особенностями организма, влияние которых проявляется через нервную систему и химическим путем — через гормоны;

4) усиление дыхания в течение суток обеспечиваются, главным образом, за счет увеличений газообмена за одно дыхательное движение рыбы;

5) ДК в течение суток не постоянен; днем более низкий, чем ночью;

6) дыхательный ритм днем более высокий по сравнению с ночью;

7) знание суточного ритма дыхания поможет улучшить методику выращивания рыб (кормление, содержание и т. д.), повысить качество и увеличить количество выпускаемой продукции.

Լ. Պ. ՌԻՃԿՈՎ

ՈՐՈՇ ՔԱՂՅՐԱՀԱՄ ՋՐԵՐԻ ԱՐԴՅՈՒՆԱՐԵՐԱԿԱՆ ՉԿՆԵՐԻ
ԳԱՋԱՓՈԽԱՆԱԿՄԱՆ ՕՐՎԱ ՌԻԹՄԸ

Ա մ փ ո փ ո Վ մ

Սևսումնասիրվել է սիրեցի, շեմայալի, բրամի, մանրածածանի և պերկեսի զազափոխանակման օրվա սիթմը: Փորձերը զրվել են տարրեր հատակի և սեռի ձկների վրա, տարրեր ջերմություն ունեցող ջրերում: Չկների զազափոխանակությունն սևսումնասիրելու համար օդաազորովել է հոսող սեսպիրացիոն սարքավորում (Ռիժկով, 1955 թ.):

Ընդամենը զրվել է 87-օրյա (գիշեր-ցերեկ) փորձ:

Արդյունքները ցույց են տվել, որ սևսումնասիրված բոլոր ձկների մոտ օրվա ընթացքում գիտվում է շնչառության ինտենսիվության սիթմիկ տատանում: Չկան հատակի հետ կապված մաքսիմումի և մինիմումի թիվը հասնում է մինչև 4-ի (թրթուրները՝ 2, ձկնիկները՝ 3, չափահասները՝ 4), որոնք ամեն երեք ժամը մեկ փոխարինում են մեկը մյուսին:

Շնչառության փոխանակման օրվա սիթմը որոշում է ձկների կլանքի էկոլոգիական պայմաններով, խնամքի պայմանների և օրգանիզմի ներքին ֆիզիոլոգիական առանձնահատկություններով, որոնց ազդեցությունն արտահայտվում է նյարդային կենտրոնական համակարգության միջոցով և քիմիական կզանակով՝ հորմոնների միջոցով:

Օրվա ընթացքում ձկների շնչառության անկումը և բարձրացումն ապահովվում են, գլխավորապես, ձկան մեկ շնչառության ժամանակ կատարվող զազափոխանակման ավելացման և նվազման հաշվին:

Չկների շնչառության օրվա սիթմն իմանալը կարող է բարելավել ձկների արհեստական բուծման մեթոդիկան (կերակրելու ժամանակը, ջրի մատակարարումը և այլն) և գրանցել իսկ բարձրացնել թողարկվող արտադրանքի քանակն ու որակը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Винберг Г. Г. и Хартова Л. Е. Интенсивность обмена у мальков карпа. ДАН СССР, т. 89, 6, 1953.
2. Винберг Г. Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб, Изд. Бел. госуниверситета, Минск, 1956.
3. Коштойаиц Х. С. Основы сравнительной физиологии, т. 1, изд. АН СССР, 1, 1950.
4. Олифан В. И. Суточная ритмичность дыхания личинок рыб, ДАН СССР, т. 29, 8—9, 1940.
5. Поляков Ю. Д. Суточный режим поглощения кислорода мальками линя. Бюлл. Московск. общ-ва испытателей природы, т. 49, вып. 1, 1940.
6. Рыжков Л. П. Потребление кислорода рыбцом и шемаей в зависимости от экологических условий. Сб. научных работ студентов К-Ф. госуниверситета, госиздат К-ФССР, Петрозаводск, 1955.
7. Яблонская Е. А. Некоторые данные о росте и обмене веществ у верховки в период нереста, Тр. Всес. гидробиол. общ-ва, т. 3, 1951.
8. Clause n K. G. Oxygen consumption in fresh water Fishes. Ecology, v. 17, 2 1936.