

- Константинова М. Ю., Шенброт Г. И., Валевич Т. В. Особенности размножения и возрастной структуры внутриоазисных и пустынных популяций большой песчанки в Каршинской степи. — В кн.: Экология и медицинское значение песчанок фауны СССР. М., 1981, с. 140—142.
- Кучерук В. В., Кулик И. Л., Дубровский Ю. А. Большая песчанка как жизненная форма пустыни. — В кн.: Фауна и экология грызунов, вып. 11. М.: Изд-во МГУ, 1972, с. 5—70.
- Наумов Н. П., Лобачев В. С., Дмитриев П. П., Смирин В. М. Природный очаг чумы в Приаральских Каракумах. — М.: Изд-во МГУ, 1972. — 404 с.
- Першин Е. Я. К вопросу о стойкости эффекта при проведении противолейшманиозных мероприятий. — III совещание по лейшманиозам и другим трансмиссивным тропическим болезням людей Средней Азии и Закавказья. М., 1969, с. 135—137.

УДК 591.524.11

ЗАВИСИМОСТЬ ИНТЕНСИВНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ У ТРЕХ ВИДОВ ЛИЧИНОК ПОДЕНОК

С. М. Голубков, Т. М. Тиунова

Личинки амфибиотических насекомых широко распространены в мелководных водоемах и в литоральных зонах крупных озер, т. е. в местообитаниях со значительными суточными и сезонными колебаниями температур. Поэтому изучение зависимости интенсивности потребления кислорода (ИПК) этими животными от температуры имеет не только практический, но и теоретический интерес.

В настоящей работе изложены результаты изучения зависимости ИПК от температуры у трех видов личинок поденок: *Drynella aculea* Allen, *Cinygmula grandifolia* Tshern., *Cincticostella levanidovae* Tshern., из небольшой быстротекущей р. Кедровой (Приморский край, Дальний Восток СССР).

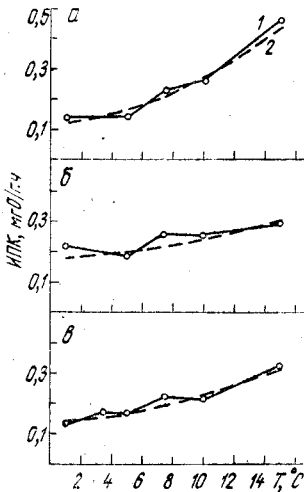
Опыты проводились во второй половине апреля 1984 г. на гидробиологическом стационаре Биологического института ДВНЦ АН СССР в заповеднике «Кедровая падь», расположенном на западном побережье Амурского залива Японского моря. Личинок собирали в среднем течении р. Кедровой, которая относится к рекам предгорного типа. Дно реки в среднем течении каменистое, средняя глубина в период сборов составляла около 0,4 м, температура воды колебалась в течение суток от 0,5 до 4,5°С.

ИПК измеряли методом замкнутых сосудов в термостатированном аквариуме при температурах 1,0; 3,5; 5,0; 7,5; 10,0; 15,0°С. В качестве респирометров использовались кислородные склянки объемом 25—30 мл. В респирометры помещали от 2 до 12 личинок.

Для приближения условий в респирометрах к природным использовали субстрат в виде мелких камней диаметром 5—8 мм, собранных в реке. Перед началом опытов камни тщательно отмывали, кипятили и затем помещали в респирометры. Контрольная серия опытов показала, что потребление кислорода субстратом практически отсутствует.

Продолжительность опытов составляла 4—5 ч. Содержание кислорода в воде респирометров измеряли химическим методом Винклера или с помощью электрохимического датчика кислорода в модификации Л. Б. Кляшторина (Кляшторин, Мусаева, 1977). Снижение содержания кислорода в воде за время опыта составляло не более 30% от исходного.

Зависимость интенсивности потребления кислорода (ИПК) от температуры воды у личинок *Cincticostella levanidovae* (а), *Cinygmula grandifolia* (б) и *Drynella aculea* (в).



Результаты опытов (см. таблицу и рисунок) показывают, что у личинок *D. aculea* в интервале температур 1—5°С ИПК слабо зависит от температуры воды, а у личинок *C. levanidovae* и *C. grandifolia* такая зависимость вообще отсутствует. Этот интервал температур примерно соответствует суточным колебаниям температуры в реке в период постановки опытов. Подобная независимость ИПК от температуры была обнаружена также у трех видов реофильных личинок ручейников Колардо (Collardeau, 1961) и впоследствии на одном из исследованных ею видов подтверждена Роукс (Roux, 1979). Причины этого явления определить пока трудно.

Интенсивность потребления кислорода (ИПК) личинками поденок при различных температурах воды

Вид	T, °C	Количество опытов	Средняя масса одной личинки, г	ИПК личинками, мл O ₂ /г·ч
<i>Drunella aculea</i>	1,0	5	0,041	0,134±0,031
	3,5	6	0,044	0,164±0,032
	5,0	6	0,046	0,170±0,032
	7,5	6	0,054	0,218±0,041
	10,0	5	0,058	0,218±0,049
	15,0	5	0,054	0,327±0,074
<i>Cinygmula grandifolia</i>	1,0	10	0,029	0,205±0,023
	3,5	10	0,032	0,195±0,024
	5,0	8	0,032	0,183±0,025
	7,5	8	0,034	0,261±0,035
	10,0	10	0,028	0,259±0,028
	15,0	8	0,036	0,299±0,041
<i>Cincticostella levanidovae</i>	1,0	8	0,007	0,143±0,021
	3,5	9	0,008	0,149±0,019
	5,0	9	0,008	0,147±0,019
	7,5	7	0,007	0,238±0,039
	10,0	9	0,008	0,271±0,033
	15,0	6	0,008	0,473±0,088

Многие авторы отмечали, что характер зависимости ИПК от температуры значительно варьирует от вида к виду, в том числе у близкородственных видов и в пределах популяций каждого вида (Ивлева, 1981). Г. Г. Винбергом (1983) показано, что скорость увеличения энергетического обмена у животных, как правило, значительно колеблется в разных интервалах опытных температур. Однако кривые зависимости ИПК от температуры могут быть приближенно описаны одной функцией. По мнению Г. Г. Винберга, наиболее простой и в то же время наиболее точной аппроксимацией служит экспоненциальная функция. С помощью метода наименьших квадратов нами были рассчитаны уравнения зависимости десятичных логарифмов ИПК животными ($\lg Q$) от температуры у исследованных видов личинок:

$$D. aculea: \lg Q = (0,027 \pm 0,002)T - (0,895 \pm 0,016); \quad (1)$$

$$C. grandifolia: \lg Q = (0,015 \pm 0,002)T - (0,744 \pm 0,150); \quad (2)$$

$$C. levanidovae: \lg Q = (0,038 \pm 0,003)T - (0,934 \pm 0,023). \quad (3)$$

По этим уравнениям нетрудно рассчитать уравнения зависимости ИПК от температуры:

$$D. aculea: Q = 0,127e^{0,062T}; \quad (4)$$

$$C. grandifolia: Q = 0,180e^{0,035T}; \quad (5)$$

$$C. levanidovae: Q = 0,116e^{0,087T}. \quad (6)$$

Кривые 2, соответствующие уравнениям (4)—(6), вполне удовлетворительно описывают экспериментальные данные (см. рисунок, кривые 1), особенно в области высоких температур.

При экспоненциальной зависимости ИПК от температуры величина коэффициента Q_{10} постоянна при всех температурах. Из уравнений (4)—(6) средняя величина коэффициента Q_{10} во всем исследованном интервале температур равна для личинок *C. grandifolia* — 1,40, для личинок *D. aculea* — 1,85, для личинок *C. levanidovae* — 2,41.

У личинок *C. grandifolia* слабая зависимость ИПК от температуры среды объясняется тем, что их развитие проходит при сравнительно низких температурах. Личинки вылупляются из яиц в сентябре и развиваются в течение осени и зимы до весны следующего года. Вылет имаго происходит в начале мая при дневных температурах воды в реке около 8°С. По-видимому, температуры 10 и 15°С оказывают угнетающее воздействие на скорость энергетического обмена животных.

C. levanidovae и *D. aculea* — моноциклические виды, однако вылет имаго у них происходит в более поздние сроки: у *C. levanidovae* — конец мая — первая половина

июня; у *D. aculea* — конец июня — начало июля. Вода в р. Кедровая к этому времени днем прогревается до 12—15°С, поэтому температуры 10 и 15°С вполне обычны для животных и не угнетают их энергетический обмен.

Большинство авторов, обобщавших данные по зависимости ИПК от температуры у различных групп гидробионтов, отмечали постепенное снижение величины коэффициента Q_{10} по мере увеличения температуры (Винберг, 1956; Сушеня, 1972; Алимов, 1975; Балушкина, 1984). Однако Г. Г. Винберг (1983), используя данные И. В. Ивлевой (1973), показал, что эта закономерность была получена в результате обобщения эмпирических данных, полученных в «острых» экспериментах на неакклимированных животных или вследствие применения для описания этих данных уравнения Аррениуса. У полностью акклимированных к экспериментальной температуре животных снижения коэффициента Q_{10} не наблюдается. Поэтому Г. Г. Винберг настаивал на описании экспериментальных данных по зависимости ИПК животными от температуры с помощью экспоненциальной функции и предложил использовать для всех интервалов температуры постоянное значение коэффициента Q_{10} .

В наших опытах животные были акклимированы только к температурам 1—5°С, так как этот интервал примерно соответствовал суточным колебаниям температуры воды в период опытов. Остальные опыты проводили на неакклимированных животных. Тем не менее полученные результаты удовлетворительно описываются едиными для всех интервалов температур экспоненциальными функциями, и, следовательно, тенденция к снижению величины коэффициента Q_{10} в области высоких температур по сравнению с низкими отсутствует.

Таким образом, проведенные опыты показали, что зависимость ИПК личинками поденок, обитающими при значительных суточных колебаниях температуры, может быть удовлетворительно описана экспоненциальной функцией с постоянными для всех интервалов температуры значениями коэффициентов Q_{10} . При этом средние значения коэффициента Q_{10} у отдельных видов личинок могут заметно различаться, что связано в некоторых случаях с особенностями жизненного цикла животных. В области низких температур у исследованных видов личинок поденок, так же как и у некоторых реофильных видов личинок ручейников, наблюдалась слабая зависимость ИПК от температуры воды.

Зоологический институт
АН СССР

Поступило в редакцию
9 октября 1986 г.

ЛИТЕРАТУРА

- Алимов А. Ф. Интенсивность обмена у пресноводных двустворчатых моллюсков. — Экология, 1975, № 1, с. 10—20.
- Балушкина Е. В. Зависимость скорости потребления кислорода от массы тела и температуры у личинок хирономид. — Гидробиол. журнал, 1984, 20, № 5, с. 66—72.
- Винберг Г. Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. — Минск: Белорусский госуниверситет, 1956. — 251 с.
- Винберг Г. Г. Температурный коэффициент Вант-Гоффа и уравнения Аррениуса в биологии. — Журнал общ. биол., 1983, 44, № 1, с. 31—42.
- Ивлева И. В. Температура среды и скорость энергетического обмена у водных животных. — Киев: Наукова думка, 1981. — 231 с.
- Кляшторин Л. Б., Мусаева Э. И. Применение кислородных электродов для измерения скорости дыхания планктонных животных. — Океанология, 1977, 17, вып. 5, с. 901—905.
- Сушеня Л. М. Интенсивность дыхания ракообразных. — Киев: Наукова думка, 1972. — 195 с.
- Тиунова Т. М. Жизненные циклы некоторых видов поденок (Ephemeroptera, Ephemerellidae) р. Кедровая. — В кн.: Биология пресноводных животных Дальнего Востока. Владивосток, 1982, с. 93—102.
- Collardeau C. Influence de la température sur la consommation d'oxygène de quelques larves de Trichoptères. — Hydrobiologia, 1961, 18, N 3, p. 252—264.
- Roux C. The influence of some ecological factors on the metabolism-temperature curve of the larvae of *Limnephilus rhombicus* (Trichoptera, Limnephilidae). — Freshwater biology, 1979, 9, N 2, p. 111—117.