

Калиев А.Ж., 1995. Экологическая оценка влияния выбросов газоперерабатывающего комплекса на окружающую среду: Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. Оренбург. 37 с.

Лапицкий И.И., 1962. Учет численности эксплуатируемых стад сазана, леща и других рыб Цимлянско-го водохранилища // Тр. Зонального совещания по типологии и биологическому обоснованию рыбохозяйственного использования внутренних (пресноводных) водоемов южной зоны СССР. Кишинев. С. 306–311.

Моисеенко Т.И., 1990. Влияние антропогенных фактов на качество вод рек бассейна Белого моря // Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря (Тез. докл. IV рег. конф.). Архангельск. С. 79–81.

Правдин И.Ф., 1966. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). 4-е изд. М.: Пищ. пром-сть. 376 с.

Шустов Ю. А., 1983. Экология молоди атлантического лосося // Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР. 24 с.

Утегенов М.М., 2007. Повышение экологической безопасности первичной обработки нефтегазового сырья: Автореф. дис... докт. техн. наук. Алматы: ЦЕЛСИМ. 36 С.

ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА АМФИБИОНТОВ

Т.А. Алексеева, И.Г. Владимирова

Учреждение Российской академии наук Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН, г. Москва
e-mail: taalexseeva@mail.ru

Введение

Надводный и подводный мир водоемов представлен различными классами животных, в том числе насекомыми и паукообразными. Это так называемые амфибионты – организмы, приспособленные к обитанию в двух средах в воде и на суше. Энергетический обмен, будучи интегральным показателем, позволяет определить физиологическое состояние организма в различных экологических условиях, а такой критерий как стандартный обмен, дает возможность сопоставлять уровень энергетического обмена между отдельными таксономическими единицами. Стандартным обменом называется скорость потребления кислорода в состоянии покоя пойкилотермными животными при 20°C. Стандартный обмен связан аллометрической зависимостью с массой тела животных:

$$\dot{Q}_{O_2} = aM^k, \quad (1)$$

где \dot{Q}_{O_2} – скорость потребления кислорода, мВт/особь; M – масса тела, г; a и k аллометрические коэффициенты. Как видно из формулы (1), скорость потребления кислорода зависит от массы тела, поэтому, чтобы сравнить между собой стандартный обмен животных, имеющих разную массу, используют коэффициент a . При этом принято, что коэффициент $k = 0.75$ (Винберг, 1976; Умнов, 1976; Зотин, Зотин, 1999). Целью данной работы являлось изучение скорости потребления кислорода и сопоставление стандартного обмена у беспозвоночных амфибионтов.

Материалы и методы

Работа проведена на Кропотовской биостанции Института биологии развития РАН в летние сезоны 2007–2008 гг. Для исследования стандартного обмена были использованы амфибионты, представители класса насекомых: а именно 3 вида жуков: плавунец окаймленный *Dytiscus marginalis* L. (Coleoptera, Dytiscidae), лужник просвечивающий *Laccophilus hyalinus* Deg. (Coleoptera, Dytiscidae), плавунчик желтогрудый *Haliphus flavicollis* St. (Coleoptera, Haliplidae) и 2 вида клопов: водяной скорпион *Nepa cinerea* L. (Hemiptera, Nepidae) и гладыш *Notonecta glauca* L. (Hemiptera, Notonectidae). Из класса паукообразных 2 вида: охотник каёмчатый *Dolomedes fimbriatus* L. (Arachnoidea, Pisuaridae) и водные клещи *Hydrarachna geographica* L. (Arachnoidea, Acarina). Материал собирали в пойме реки Оки и её старицы (район г. Каширы). Собранных животных размещали в лабораторных термостатах при температуре 20±1°C, и акклиматизировали в течение 1–3 суток. Потребление кислорода измеряли у половозрелых особей при температуре 20±0.2°C манометрическим методом Варбурга. В работе использовали сосудики объемом 5–20 мл в зависимости от размеров животных. Замеры делали через каждые 30 мин в течение 3 ч. Скорость потребления кислорода

(Q_{O_2}) рассчитывали, как это принято в современных сравнительно-физиологических исследованиях, мВт/ч/особь, используя оксикалорический коэффициент 5.61 мВт/(мл O_2 ·час).

Результаты и обсуждение

Уровень энергетического обмена тесно связан с физиологией и строением органов дыхания с экологией вида, с температурой воды и может значительно различаться даже между отдельными особями одной популяции. Изучению зависимости энергетического обмена от биотических и абиотических факторов посвящено много работ (Ивлева, 1981; Lighton, 1996; 1997; Mbata, et.al., 2000; Владимирова и др., 2003; Бызова, 2007; и др.). Однако работ выполненных на таких объектах, как амфибионты чрезвычайно мало. Для исследования сопоставимого стандартного обмена были выбраны широко распространенные виды, значительно различающиеся между собой по массе (более чем в 50 раз), образу жизни и способу дыхания.

Класс Insecta, отряд Coleoptera представлен тремя видами: это плавунец окаймленный *Dytiscus marginalis* L., лужник просвечивающий *Laccophilus hyalinus* Deg. и плавунчик желтогрудый *Haliplus flavicollis* St. Данные виды обитают в основном в непроточных водоемах. Дышат атмосферным воздухом. Обычно каждые 6–8 минут, поднимаясь на поверхность, жук выставляет из воды задний конец своего тела, и некоторое время остается висеть в этой позе совершенно неподвижно. Воздух поступает через дыхальца, открывающиеся на спинной стороне его брюшных колец. Затем жук ныряет в глубину, унося с собой под надкрыльями пузырек воздуха, Израсходовав запас кислорода, жук вновь всплывает на поверхность водоема. Средние значения измерений скорости потребления кислорода и массы тела представлены в табл.

Среднее значение измерений сырой массы W (г) и скорости потребления кислорода (Q_{O_2}), значение коэффициента ($a = Q_{O_2}/W^{0.75}$), коэффициент корреляции (r), число измерений (n)

Вид	W (г)	Q_{O_2} (мВт)	a	r	n
Класс Insect					
Отряд Coleoptera					
<i>Dytiscus marginalis</i> L.	0.0845±0.0009	0.1551±0.0012	0.996	0,75	12
<i>Laccophilus hyalinus</i> Deg.	0.0092±0.0008	0.01395±0.0009	0.465	0,82	21
<i>Haliplus flavicollis</i> St.	0.0015±0.0012	0.00158±0.0013	0.510	0,79	9
Отряд Hemiptera					
<i>Nepa cinerea</i> L.	0.0887±0.0009	0.2069±0.0005	1.1768	0,65	13
<i>Notonecta glauca</i> L.	0.1420±0.0006	0.2159±0.0008	1.0654	0,80	14
Класс Arachnida					
<i>Dolomedes fimbriatus</i> L.	0.0151±0.0005	0.0400±0.0006	0.1671	0,71	5
<i>Hydrarachna geographica</i> L.	0.00315±0.00011	0.00353±0.00012	0.2750	0,86	23

Представленные в табл. виды жуков образуют три весовые группы. В пределах каждой из групп проступают различия в уровне скорости потребления кислорода, представителей разных морфо-экологических типов. Рассчитанный на основе экспериментальных данных коэффициент аллометрического соотношения a , также отличается и является видоспецифичными. В целом для отряда Coleoptera средние значение коэффициента a из аллометрического уравнения (1) равно 0,656. Особое внимание заслуживает сопоставление полученных результатов по коэффициенту a для жуков амфибионтов с коэффициентом a для наземных жуков. Ранее нами (Алексеева, Зотин, 1995) были определены значения этих коэффициентов и для наземного отряда Coleoptera, который равен 1,019, т.е почти в два раза у наземных жуков обмен выше чем у амфибионтов.

Класс Insecta, отряд Hemiptera. Нами были рассмотрены два вида это водяной скорпион *Nepa cinerea* L. и гладыш *Notonecta glauca* L. Гладыш один из самых крупных водных клопов, сильный и ловкий хищник. Как видно из данных представленных в таблице гладыш в 2 раза крупней водного скорпиона Гладыш плавает спиной вниз, брюшком вверх, при необходимости неплохо летает, на суше он беспомощен. И тот и другой вид предпочитает водоемы со стоячей или медленно текущей водой. Водяной скорпион плавает плохо, в основном держится за растения. Дышат клопы атмосферным воздухом. Выставив внешний конец дыхательной трубки из воды, они набирают при помощи ее воздух в замкнутое пространство под крыльями, откуда воздух проводится в дыхальца брюшка.

Как видно из представленных в табл. результатов исследования, средний уровень скорости потребления кислорода у данных видов, не смотря на весовую разницу массы тела, почти одинаковый. Значения коэффициента a из аллометрического уравнения (1) также близки и отличаются незначительно от такового для отрядов наземных клопов ($a=1,238$) (Алексеева, Зотин, 1996).

Класс Arachnida, отряд Arachnoidea представлен двумя видами: это охотник каёмчатый *Dolomedes fimbriatus* L. и водные клещи *Hydrarachna geographica* L.. Охотник каёмчатый хорошо плавает, действуя всеми ногами, как веслами. Дышит паук, как и другие пауки, атмосферным воздухом, который захватывает, поднимаясь на поверхность водоема. При дыхании воздух проводится в легочные мешки, которые находятся на нижней стороне брюшка и открываются парными дыхательными отверстиями. Водные клещи *Hydrarachna geographica* L. отличаются широким распространением и населяют разнообразные водоемы.

Как видно из табл., данные виды существенно отличаются по массе тела примерно в 4.5раза. При этом выявлена довольно низкая скорость потребления кислорода для данной группы, что впрочем, свойственно и наземным паукообразным (Andersen, 1970). Значения коэффициента a , имеет низкие величины у каждого из представленных видов (табл.). Среднее значение коэффициента a из уравнения (1) для рассматриваемых видов паукообразных равно 0,221, что значительно ниже, чем у представителей класса насекомых. Следует отметить, что ранее полученные значения коэффициента a для наземных паукообразных (Алексеева, Зотин, 1999) также имели низкое значение ($a=0,530$).

Представленные результаты показывают, что энергетический обмен амфибионтов весьма лабильный. Значения коэффициента корреляции (r) всюду достаточно высоки (табл.), чтобы считать неслучайным характер зависимости скорости потребления кислорода от массы тела у амфибионтов.

В итоге, несмотря на большую морфо–экологическую разницу исследуемых объектов удалось установить важные закономерности энергетического обмена данной группы животных. Полученные результаты по сопоставимому стандартному обмену свидетельствуют о том, что уровень энергетического обмена видоспецифичен и амфибионты обладают более низким обменом по сравнению с наземными представителями рассматриваемых отрядов насекомых и паукообразных.

Литература

- Алексеева Т. А., Зотин А. И., 1995. Энергетический обмен у насекомых: прямокрылые, стрекозы, жуки. // Известия РАН, Сер. биол., №3, С. 316–326.
- Алексеева Т. А., Зотин А. И., 1996. Стандартный обмен насекомых: клопы, бабочки, перепончатокрылые. // Известия РАН, Сер. биол., №2. С. 193–205.
- Бызова Ю. Б., 2007. Дыхание почвенных беспозвоночных. М.: Товарищество научных изданий КМК.. 328 с.
- Винберг Г. Г., 1976. Зависимость энергетического обмена от массы тела у водных пойкилотермных организмов // Журн. общ. биологии. Т.37. №1. С. 56–70.
- Владимирова И. Г., Клейменов С. Ю., Радзинская Л. И., 2003. Соотношение энергетического обмена и массы тела у двустворчатых моллюсков (Mollusca: Bivalvia) // Известия РАН. Сер биол. №4. С. 473–481.
- Зотин А. А., Алексеева Т. А., Зотин А. И., 1998. Стандартный обмен паукообразных // Изв. РАН. Сер. биол. №6. С. 686–693.
- Зотин А. И., Зотин А. А., 1999. Направление скорость и механизмы прогрессивной эволюции. М.: Наука. 320 с.
- Ивлева И. В., 1981. Температура среды и скорость энергетического обмена у водных животных. Киев. Наук. Думка. 232 с.
- Умнов А. А., 1976. Применение статистических методов для оценки параметров эмпирических уравнений, описывающих взаимосвязь между энергетическим обменом и массой тела животных // Журн. общ. биологии. Т. 37. № 1. С. 71–86.
- Anderson J. F., 1970. Metabolic rates of spiders// CompBiochem/ and Physiol. Vol.33. No1.P 51–72.
- Lighton J. R. B., 1996. Discontinuous gas exchange in insects // Annual Review of Entomology.. V. 41. P. 309–324.
- Mbata G. N., Hetz S. K., Reichmuth C., Adler C., 2000. Tolerance of pupae and pharate adults of *Callosobruchus subinnotatus* Pic (Coleoptera: Bruchidae) to modified atmospheres: a function of metabolic rate // J. Insect Physiol.. V. 46. P. 145–151.

THE RATE OF OXYGEN CONSUMPTION IN SOME AMPHIBIOUS INVERTEBRATE

T.A. Alekseeva, I.G. Vladimirova

Koltzov Institute of Developmental Biology RAS, Moscow, Russia
e-mail: taalexseeva@mail.ru

Data of the oxygen consumption rate of some Insect and Arachnida are presented. It is shown the lower level of the standard metabolism in the examined amphibious than in the ground group.

РОЛЬ ОЛИГОМЕРНЫХ БЕЛКОВ ПЛАЗМЫ КРОВИ В СТАБИЛИЗАЦИИ ВОДНОГО ОБМЕНА КОСТИСТЫХ РЫБ

А.М. Андреева

Учреждение Российской академии наук Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина РАН, п. Борок, Ярославская обл., Россия
e-mail: aam@ibiw.yaroslavl.ru

Введение

Господствующая позиция рыб среди позвоночных в Мировом океане обеспечена, прежде всего, эффективными механизмами стабилизации внутренней жидкой среды организма. Основная функция этой среды состоит в поддержании оптимальных осмотических отношений внутри организма и с внешней средой. Белки плазмы создают онкотическое давление крови, играющее роль в процессах фильтрации жидкости через стенку капилляра. Особенностью капилляров рыб является их проницаемость ко всем белкам плазмы крови (Андреева и др., 2007, 2008). Распределение белков относительно стенки капилляра *in situ* регулирует фильтрацию через нее внеклеточной жидкости и, как следствие, водный баланс между внутриклеточной и внеклеточной средой. Стабилизация водного обмена, однако, достигается не только регуляцией проницаемости стенки капилляра, но и структурными преобразованиями белков крови. Механизм быстрой «подгонки» осмотического давления за счет обратимой диссоциации олигомеров (белков, состоящих из нескольких связанных нековалентно полипептидных цепей) выявлен для внутриклеточных белков; для белков плазмы крови такой механизм не типичен (Шульц, Ширмер, 1982). Тем не менее, в крови пресноводных костистых рыб белки-олигомеры были обнаружены (Андреева, 1999). Целью данной работы является поиск белков-олигомеров в крови и тканевых жидкостях костистых рыб с разным типом водно-солевого обмена: пресноводных, солоноватоводных и морских; туводных и проходных; и изучение структурных преобразований олигомерных белков у пресноводных костистых рыб при их адаптациях к повышенной солености.

Материалы и методы

В качестве объектов использовали следующие виды костистых рыб:

1) пресноводные виды (отловлены в Рыбинском водохранилище) – щуку обыкновенную *Esox lucius* L., леща *Abramis brama* L., синца *Abramis ballerus* L., плотву *Rutilus rutilus* L., язя *Leuciscus idus* L., густеру *Blicca bjoerkna* L., уклейку *Alburnus alburnus* L., чехонь *Pelecus cultratus* L., карася серебряного *Carassius auratus* L., карпа обыкновенного *Cyprinus carpio* L., судака обыкновенного *Stizostedion lucioperca* L., берша *St. volgensis* G.; 2) проходные (отловлены в Японском море) – мелкочешуйную красноперку угай *Tribolodon brandtii* D.; 3) солоноватоводные виды (отловлены в Рыбинском водохранилище) – туюльку черноморско-каспийскую *Clupeonella cultriventris* N.; 4) морские виды – керчака *Muchocephalus scorpius* L., камбалу полярную *Liopsetta glacialis* P., треску *Gadus morhua* L. (отловлены в Белом море); бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* P., бычка-мартовика *Mesogobius batrachocephalus* P., ставриду *Trachurus mediterraneus* S., смариду *Spicara flexuosa* R., атерину *Atherina hepsetus* L., кефаль-сингиль *Lisa aurata* R., мерланга *Merlangus merlangus euxinus* N., скорпену *Scorpena porcus* L., морского налима *Gaidropsarus mediterraneus* L., зеленушку *Symphodus tinca* L. (отловлены в Черном море). Для сравнения использовали хрящевых рыб *Chondrichthyes*: катрана *Squalus acanthias* L., морского кота *Dasyatis pastinaca* L. и морскую лисицу *Raja clavata* L.; хрящевых ганоидов *Chondrostei*: стерлядь *Acipenser ruthenus* L., проходных севрюгу *A. stellatus* Pall. и белугу *Huso huso* L. (р.Волга).