

35. Zhang Chun-ling. Huanjing yu jiankang zazhi // J. Environ. Sci. and Health. — 2005. — № 3. — P. 511–605.
36. Matkovics B. et al. Paragat as an agent affecting antioxidant enzymes of common carp erythrocytes // Comp. Biochem. and Physiol. — 1987. — № 1. — P. 217–219.
37. Abracham M. et al. A pyrethroid type insecticide as aqo oxidative stress on carp // 24<sup>th</sup> Meeting of the FEBS, Barselona. — Abstracts: Boehringer Mannheim GmbH. — 1996. — P. 220.
38. Radi R.A., Matkovits B. Effect of metal ions on antioxidant enzymes, protein, contents of carp tissues // Comp. Biochem. and Physiol. — 1988. — Vol. 90, № 1. — P. 69–75.
39. Toth L., Juhasz M. et al. An oxidative caused by contamination on carp // 24<sup>th</sup> Meeting of the FEBS. — Barselona, 1996. — P. 218.
40. Чернышов В.И. Некоторые физико-химические аспекты токсикологии рыб: Автореф. канд. дисс. — М., 1969. — 14 с.
41. Дудкин С.И. и др. Критерии оценки негативного воздействия антропогенного загрязнения на репродуктивную функцию азовского осетра // Материалы Первого конгр. ихтиологов России. — М., 1997. — С. 217.
42. Барабой В.А. Механизмы стресса и перекисное окисление липидов // Усп. совр. биол. — 1991. — Т. 111, № 6. — С. 923–931.
43. Вирбицкас Ю.Б. и др. Комплексное исследование воздействия смесей тяжелых металлов на рост рыб // Материалы 9 Всерос. конф. “Экологическая физиология и биохимия рыб”. — Ярославль, 2000. — Т. 1. — С. 48–50.

## ЛИПИДЫ КАК КОМПОНЕНТ АДАПТАЦИИ РЫБ ПРИ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ СТРЕССЕ

Э.М. Попова, И.В. Коцуй

Обобщены результаты экспериментальных исследований качественного состава и перекисного окисления липидов, показана роль системы антиоксидантной защиты при формировании адаптационных возможностей рыб на фоне экологического стресса.

## ROLE OF LIPIDS IN ADAPTATION OF FISH TO ECOLOGICAL STRESS

E. Popova, I. Koshchiy

The article generally describes data as for the quantity of lipid content in fibers of fish; also the role of lipid peroxidation processes and antioxidant protection in forming of adaptive abilities of fish organism under the influence of ecological stress.

УДК 639.371.7

## СТАНДАРТНЫЙ ОБМЕН ВЕЩЕСТВ У ЛИЧИНОК КАНАЛЬНОГО СОМА *ICTALURUS PUNCTATUS* (RAF. 1818)

Н.А. Сидоров, Л.В. Алексеева

Институт рыбного хозяйства УААН, г. Киев

Приведены экспериментальные данные по изучению уровня стандартного обмена веществ у личинок канального сома, определяемые по скорости потребления ими кислорода за единицу времени. Установлено, что стандартный обмен веществ у личинок канального сома коррелирует с их массой и выражается степенным уравнением вида:  $Q=0,635W^{0,80}$  ( $mgO_2/экз/час$ ). Установленную зависимость можно использовать как для определения энергетических затрат на обменные процессы у личинок канального сома, так и для определения их пищевых потребностей.

Одним из показателей обмена веществ у животных, в том числе и у рыб, является показатель скорости потребления ими кислорода. Эта скорость, опре-

деленная у рыб, ограниченных в движении объемом респирометра, не расходующийся потребленный кислород на процессы пищеварения, и приведенная

к “стандартной” для сравнимости полученных данных, температуре, носит название “стандартного обмена” [1]. Этот показатель в ихтиологии и рыбоводстве дает возможность оценить как энергетические затраты организма рыб, так и их пищевые потребности и потенциальные возможности их роста [2].

Определенный ранее уровень “стандартного обмена” у канального сома характеризует величину этого показателя в целом для данного вида рыб [3] и не учитывает особенностей биологии личиночного периода развития рыб. Он характеризуется превалированием процессов органогенеза над процессами линейного и весового роста, что влияет на уровень их стандартного обмена [4].

Поэтому целью нашей работы было изучение закономерностей “стандартного обмена” личинок канального сома, определяемых по скорости потребления ими кислорода.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Скорость потребления кислорода личинками канального сома определялась нами методом замкнутых сосудов [1]. Эту скорость оценивали по снижению содержания кислорода в воде измеренного объема респирометра за определенное время. При этом соблюдались следующие условия опыта: концентрация кислорода в воде респирометров объемом 100, 500 и 1000 мл не снижалась более чем на 30%. Респирометры заполнялись водой, профильтрованной через газ-сито № 70. Респирометры с подопытными личинками и контрольные респирометры (без личинок) для стабилизации температуры воды в них устанавливались в рыбноводном лотке с постоянной температурой воды. Температура воды во время проведения опытов колебалась в интервале 26–29°C. Экспозиция составляла 1–4 часа. Начальное содержание растворенного в воде респирометров кислорода было не менее 6,2 мг/л.

Данные о потреблении кислорода личинками канального сома при различной температуре воды для сравнения с данными других авторов были приведены нами к потреблению кислорода при 20°C с помощью данных таблицы температурных поправок [1].

Полученные первичные цифровые данные о потреблении кислорода личинками сома были обработаны методами вариационной статистики для установления зависимости между массой личинок и величиной потребления кислорода.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

Между величиной потребления кислорода рыбами и их массой существует степенная зависимость, имеющая вид:

$$Q = aW^b, \quad (1)$$

где  $Q$  — скорость потребления кислорода, мг  $O_2$ /экз/час;  $W$  — масса рыбы, г;  $a$  — коэффициент, численно равный потреблению кислорода рыбой массой 1 г;  $b$  — коэффициент регрессии, показывающий изменение потребления кислорода рыбой с увеличением ее массы [1].

Разделив обе части уравнения (1) на массу рыбы, получим значение интенсивности обмена веществ у рыб:

$$Q/W = aW^b/W = aW^{b-1}, \quad (2)$$

где  $Q/W$  — показатель интенсивности обмена рыб — “стандартный обмен” веществ  $y$ , отнесенный к единице массы рыбы, мг $O_2$ /г/час [1].

Нами было проведено 70 измерений в 6 сериях исследований по изучению потребления кислорода личинками канального сома в интервале изменения их массы от 0,017 до 0,562 г (таблица). Уменьшение концентрации кислорода в контрольных респирометрах без личинок не превышало 4% от количества кислорода, потребляемого подопытной рыбой.

С увеличением массы личинок канального сома от 0,017 до 0,562 г количество потребленного ими кислорода увеличивается с  $0,0244 \pm 0,0008$  до  $0,4005 \pm 0,0038$  мг $O_2$ /экз/час. Масса подопытных личинок увеличилась в 33,1 раза, а потребление кислорода — в 16,4 раза. То есть, потребление кислорода, а значит и уровень “стандартного обмена” личинок сома, отстает от роста их массы в 2 раза. Однако зависимость между этими двумя показателями не является прямо пропорциональной. И интенсивность потребления кислорода личинками канального сома имеет обратную зависимость и

### Потребление кислорода личинками канального сома

Масса личинок, г	Количество измерений	Скорость Q, мгO <sub>2</sub> /экз/час	Интенсивность Q/W, мгO <sub>2</sub> /г/час
0,017	15	0,0244±0,0008	1,435±0,046
0,080	12	0,0842±0,0005	1,052±0,036
0,125	11	0,1204±0,0014	0,963±0,020
0,192	10	0,1696±0,0026	0,883±0,018
0,420	13	0,3172±0,0032	0,755±0,014
0,562	9	0,4005±0,0038	0,713±0,012

уменьшается в исследуемом ряду массы личинок сома так же вдвое.

Статистическая обработка полученных количественных данных о потреблении кислорода личинками канального сома методом наименьших квадратов позволила установить значение коэффициентов  $a$  и  $b$  в уравнении (1). Количественную зависимость между величиной потребления кислорода личинками канального сома и их массой выражается зависимостью, мгO<sub>2</sub>/экз/час:

$$Q = 0,635W^{0,80}. \quad (3)$$

О положительной достоверной связи между величиной “стандартного обмена” личинок канального сома и их массой свидетельствует высокое значение коэффициента корреляции, равное 0,999 при 5% уровне достоверности.

Числовое значение коэффициента  $b$  в полученном уравнении (3) составляет 0,8. Это свидетельствует о том, что на каждую единицу увеличения массы тела личинок канального сома, скорость потребления ими кислорода увеличивается лишь на 80%. Чем больше значение  $b$  отклоняется от единицы, тем сильнее изменяется скорость потребления кислорода в зависимости от массы тела рыбы. И лишь при  $b=1$  скорость потребления кислорода и обмен веществ возрастают прямо пропорционально массе тела рыб, а интенсивность обмена веществ остается величиной постоянной и не зависит от массы тела рыб.

Изменение интенсивности обмена веществ у личинок канального сома в изученном интервале изменения их

масс будет выражаться зависимостью, мгO<sub>2</sub>/экз/час:

$$Q/W = 0,635W^{-0,20}. \quad (4)$$

При сравнении полученных нами данных по “стандартному обмену” личинок канального сома (уравнение 3) с полученными ранее данными в целом для данного вида рыб [3]:

$$Q = 0,618W^{0,79} \quad (5)$$

видно, что при увеличении массы личинок сома в 10 раз их “стандартный обмен” увеличивается в  $10^{0,8}=6,31$  раза, а видовые показатели “стандартного обмена” канального сома увеличиваются при этом в  $10^{0,79}=6,16$  раза. Разница не превышает 2,4% и является не достоверной ( $P<0,05$ ).

Сравнивая значения коэффициента  $a$ , численно равного потреблению кислорода рыбой массой 1 г, в уравнениях (3) и (5) видим, что разница составляет 0,017 мгO<sub>2</sub>/экз/час или 2,8%, и также является не достоверной ( $P<0,05$ ).

Таким образом, процессы органогенеза у личинок канального сома идут синхронно с накоплениями массы тела, что не оказывает влияния на уровень их “стандартного обмена”.

Установленная закономерность изменения “стандартного обмена” личинок канального с изменением их массы по потреблению кислорода позволяет, используя значение оксикалорийного коэффициента, выразить уровень их “стандартного обмена” в единицах энергии. Ранее было установлено, что при потреблении 1 мг кислорода в процессе дыхания рыб рас-

сеивається в їх організмі 3,4 кал енергії [7]. Отсюда, енергетические траты на “стандартний обмін” у личинок канального сома буде складати, кал/екз/час:

$$Q = 2,159W^{0,80}. \quad (6)$$

### ВИВОДИ

Установлена закономірність змінення “стандартного обміну” личинок канального від змінення їх маси по споживанню кисню підпорядковується

загальнобіологічній закономірності і залежить від маси тіла личинки. Кількісно залежність між величиною споживання кисню личинками канального сома і їх масою виражається залежністю,  $\text{mgO}_2/\text{екз}/\text{час}$ :  $Q=0,635W^{0,80}$ .

Процеси органогенезу у личинок канального сома йдуть синхронно з процесами їх масового зростання і не впливають на рівень обміну речовин.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Винберг Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. — Минск: Изд. Белорус. ун-та, 1956. — 246 с.
2. Кляшторин Л.Б. Водное дыхание и кислородные потребности рыб. — М.: Легк. и пищ. пром-ность, 1982. — 168 с.
3. Сидоров Н.А., Калашник В.И. Уровень стандартного обмена у канального сома *Ictalurus punctatus* (Raf. 1818) // Рыб. хоз-во. — К.: Урожай, 1987. — Вып. 41. — С. 36–38.
4. Строганов И.С. Экологическая физиология рыб. — М.: Изд-во МГУ, 1962. — С. 191–255.

### СТАНДАРТНИЙ ОБМІН РЕЧОВИН У ЛИЧИНОК КАНАЛЬНОГО СОМА *ICTALURUS PUNCTATUS* (RAF. 1818)

М.А. Сидоров, Л.В. Алексеева

Наведено експериментальні дані щодо вивчення рівня стандартного обміну речовин у личинках канального сома, визначені за швидкістю споживання ними кисню за одиницю часу. Встановлено, що стандартний обмін личинок канального сома корелює з їхньою масою і виражається рівнянням вигляду:  $Q=0,635W^{0,80}$  ( $\text{mgO}_2/\text{екз.}/\text{год}$ ). Встановлену залежність можна використовувати як для визначення енергетичних витрат на обмінні процеси личинок канального сома, так і для визначення їх харчових потреб.

### STANDARD EXCHANGE OF LARVAE OF THE CHANNEL CATFISH *ICTALURUS PUNCTATUS* (RAF. 1818)

N. Sidorov, L. Alekseeva

The experimental data on the study of level of standard exchange of the larvae of channel catfish are resulted. It was determined on speed of consumption by them the oxygen in time unit. It is set, that a standard exchange of larvae of channel catfish correlates with their mass and is expressed by equalization:  $Q=0,635W^{0,80}$  ( $\text{mgO}_2/\text{ekz}/\text{hour}$ ). Set to dependence can be used both for the decision of power expenses on exchange processes of larvae of channel catfish, and for the determination of their food necessities.