

КОНЦЕНТРАЦИЯ АТФ, ХЛОРОФИЛЛА «а» И ВЕЛИЧИНА ЗАМЕДЛЕННОЙ ФЛЮОРЕСЦЕНЦИИ КАК ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА ГИДРОЭКОСИСТЕМ.

Р. О. ОГАНЕСЯН, С. А. САРКИСЯН, Д. Л. САЛКЯН, А. С. УНИАНИ

Институт гидроэкологии и ихтиологии НАН Армении

Планктон гидроэкосистем—АТФ—хлорофилл «а»—замедленная флюоресценция.

Поиск путей преодоления трудностей в определении структурно-функциональных зависимостей в планктонных сообществах привел к применению биофизических и биохимических методов и оценок, универсальных для всех организмов, независимо от их форм и размеров. Поэтому возникла необходимость в выборе таких биофизических и биохимических параметров, которые отражают интенсивность обмена веществ и энергии, являются показателями функциональной активности клеток в различных экологических условиях и универсальны для автотрофных и гетеротрофных организмов.

Указанным требованиям соответствуют количество АТФ в автотрофных и гетеротрофных клетках (АТФ-метрия), величина функциональной активности реакционных центров хлорофилла, специфических для автотрофов (метод регистрации ЗФ), и широко известный в гидроэкологии спектрофотометрический метод определения хлорофилла «а», в известной степени не полностью характеризующий функциональную активность хлорофилла «а» и феопигментов.

На наш взгляд, использование указанных показателей функционирования автотрофных и гетеротрофных клеток в отдельности и в различных комбинациях даст возможность гидроэкологам глубже выявлять закономерности функционирования и энергообмена внутри отдельных звеньев трофической цепи (бактерио-фито-зоопланктон) гидроэкосистем во времени и в пространстве.

Материал и методики. Исследования для выявления корреляционной связи между количествами АТФ, хлорофиллом «а», а также величиной ЗФ проводили на изолированных культурах *Chlorella vulgaris* в зависимости от их концентрации в многократной повторности. Культуру выращивали при температуре 32° в культиваторе на среде Тамия, барбатируемой воздухом, под постоянным освещением (8000 лк).

АТФ определяли люциферин-люциферазной методикой [3] на собранной намы на базе ФЭУ-79 установке с применением стандартной аппаратуры. Хлорофилл «а» определяли известным методом с помощью спектрофотометра СФ-26 [2]. Регистрацию ЗФ проводили с помощью цилиндрического фосфороскопа [1].

Полученные результаты функциональных величин были математически обработаны на ЭВМ.

Результаты и обсуждение. На первом этапе работы одновременно измеряли все 3 параметра на монокультуре *Chlorella*. Получена

Сокращения: ЗФ—замедленная флюоресценция.

характерная кривая зависимости между ЗФ, концентрацией АТФ и концентрацией хлорофилла «а» на основании данных 10 серий опытов (не приводится). Очевидно, что между ними существует в основном линейная зависимость. Между указанными показателями были получены довольно высокие корреляционные коэффициенты (0,67—0,89, табл.).

Значения корреляционных связей между концентрацией АТФ и хл. «а» и показателем замедленной флуоресценции (F_D , F_{CT}) у зеленой водоросли *Chl. vulgaris*

Y	$a + b_1$	$a \cdot x$	$a \cdot b^x$	$a + b \log(x)$
1. $K_{ATФ} - B_{xл.а.}$	0,80	0,89	0,81	0,74
2. $K_{ATФ} - K_{xл.а.}$	0,60	0,89	0,81	0,74
3. $B_{ATФ} - K_{xл.а.}$	0,80	0,89	0,81	0,74
4. $B_{ATФ} - B_{xл.а.}$	0,80	0,89	0,81	0,74
5. $K_{xл.а.} - F_D$	0,74	0,81	0,79	0,69
6. $B_{xл.а.} - F_D$	0,74	0,80	0,79	0,69
7. $K_{xл.а.} - F_{CT}$	0,67	0,77	0,70	0,65
8. $B_{xл.а.} - F_{CT}$	0,67	0,77	0,70	0,66
9. $K_{ATФ} - F_D$	0,77	0,84	0,83	0,67
10. $B_{ATФ} - F_D$	0,77	0,84	0,83	0,67
11. $K_{ATФ} - F_{CT}$	0,77	0,79	0,71	0,67
12. $B_{ATФ} - F_{CT}$	0,77	0,79	0,74	0,67

На основании полученных данных ниже приводятся логарифмические и регрессионные уравнения,

где $K_{xл.а.}$ — концентрация хлорофилла, измеренная спектрофотометрическим способом;

$B_{xл.а.}$ — биомасса водорослей, рассчитанная по $K_{xл.а.}$;

$K_{ATФ}$ — концентрация АТФ, измеренная методом АТФ-метрии;

$B_{ATФ}$ — биомасса водорослей, рассчитанная по $K_{ATФ}$;

F_D и F_{CT} — параметры ЗФ.

1. Зависимость концентрации АТФ от концентрации хл «а»:

$$K_{ATФ} = 0,13 (K_{xл.а.})^{0,89} \quad r = 0,89, \quad n = 36.$$

2. Зависимость концентрации АТФ от биомассы по хл «а»:

$$\ln(K_{ATФ}) = (-1,39 \pm 0,37) + (0,89 \pm 0,58) \ln(B_{xл.а.})$$

или $K_{ATФ} = 0,25 (B_{xл.а.}) \quad r = 0,89, \quad n = 36.$

3. Зависимость биомассы по АТФ, от концентрации хл «а»:

$$\ln(B_{ATФ}) = (-0,32 \pm 0,42) + (0,89 \pm 0,03) \ln(K_{xл.а.})$$

или $B_{ATФ} = 0,40 (K_{xл.а.})^{0,89} \quad r = 0,89, \quad n = 36.$

4. Зависимость биомассы по АТФ от биомассы по хл «а»:
- $$\ln(B_{\text{АТФ}}) = (-0,29 \pm 0,36) + (0,89 \pm 0,08) \ln(B_{\text{хл. а}})$$
- $$B_{\text{АТФ}} = 0,75 (B_{\text{хл. а}})^{0,89} \quad r = 0,89, \quad n = 36.$$
5. Зависимость концентрации хлорофилла «а» от $F_{\text{д}}$:
- $$\ln(X_{\text{хл. а}}) = (-0,13 \pm 0,69) + (1,25 \pm 0,15) \ln F_{\text{д}}$$
- $$\text{или } K_{\text{хл. а}} = 0,83 (F_{\text{д}})^{1,25} \quad r = 0,81, \quad n = 37.$$
6. Зависимость биомассы по хл «а» от $F_{\text{д}}$
- $$\ln(X_{\text{хл. а}}) = (-0,84 \pm 0,69) + (1,25 \pm 0,16) \ln F_{\text{д}}$$
- $$\text{или } B_{\text{хл. а}} = 0,43 (F_{\text{д}})^{1,25} \quad r = 0,81, \quad n = 37.$$
7. Зависимость концентрации хл «а» от $F_{\text{ст}}$:
- $$\ln(X_{\text{хл. а}}) = (2,35 \pm 0,44) + (1,06 \pm 0,75) \ln F_{\text{ст}}$$
- $$\text{или } K_{\text{хл. а}} = 10,5 (F_{\text{ст}})^{1,06} \quad r = 0,77, \quad n = 37.$$
8. Зависимость биомассы по хл «а» от $F_{\text{ст}}$:
- $$\ln(B_{\text{хл. а}}) = (1,64 \pm 0,44) + (1,06 \pm 0,15) \ln F_{\text{ст}}$$
- $$\text{или } B_{\text{хл. а}} = 5,16 (F_{\text{ст}})^{1,06} \quad r = 0,77, \quad n = 37.$$
9. Зависимость концентрации АТФ от $F_{\text{д}}$:
- $$\ln(K_{\text{АТФ}}) = (-2,35 \pm 0,62) + (1,27 \pm 0,14) \ln F_{\text{д}}$$
- $$\text{или } K_{\text{АТФ}} = 0,06 (F_{\text{д}})^{1,27} \quad r = 0,84, \quad n = 36.$$
10. Зависимость биомассы по АТФ от $F_{\text{д}}$:
- $$\ln(B_{\text{АТФ}}) = (-1,75 \pm 0,62) + (1,27 \pm 0,14) \ln F_{\text{д}}$$
- $$\text{или } B_{\text{АТФ}} = 0,17 (F_{\text{д}})^{1,27} \quad r = 0,84, \quad n = 36.$$
11. Зависимость концентрации АТФ от $F_{\text{ст}}$:
- $$\ln(K_{\text{АТФ}}) = (-0,29 \pm 0,41) + (1,06 \pm 0,14) \ln F_{\text{ст}}$$
- $$\text{или } K_{\text{АТФ}} = 0,75 (F_{\text{ст}})^{1,06} \quad r = 0,80, \quad n = 35.$$
12. Зависимость биомассы по АТФ от $F_{\text{ст}}$:
- $$\ln(B_{\text{АТФ}}) = (10,89 \pm 0,41) + (1,06 \pm 0,11) \ln F_{\text{ст}}$$
- $$\text{или } B_{\text{АТФ}} = 2,23 (F_{\text{ст}})^{1,06} \quad r = 0,80, \quad n = 35.$$

Графические связи между приведенными выше показателями сгруппированы в двух характерных группах: линейной и нелинейной зависимостей.

Аналогичные опыты на монокультуре водоросли *Scenedesmys* пока не дали достоверных результатов из-за трудного разрушения клеток.

Полученные нами уравнения зависимости между указанными функциональными показателями одноклеточных водорослей *Chl. vulgaris* дают возможность с достаточной вероятностью рассчитать величину необходимого параметра при наличии одного из них.

Таким образом, математическая обработка полученных результатов показала, что между $K_{ATФ}$, $B_{ATФ}$, $F_{Э}$, $F_{Э}$, $K_{ХЛ}$ для монокультуры *Chl. vulgaris* существуют линейная и нелинейная зависимости.

Вычисленные логарифмические и регрессионные уравнения могут быть применены в теоретических и практических гидроэкологических исследованиях водных экосистем.

Полученные коэффициенты корреляции между количеством АТФ, хл. «а» и величиной ЗФ на монокультуре *Chl. vulgaris* ($r=0,69-0,89$) довольно значимы.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Веселовский В. А., Тарусов Б. Н. Сверхслабое свечение растений и его прикладное применение. М., 1979.
2. Винберг Г. Г. Общие основы изучения водных экосистем, М., 1979.
3. Holm-Hansen O. Determination of microbial biomass in Oceanic prophytes. *Limnol.* 14, 5, 740-747, 1969.

Поступило 10. VI. 1992 г