

Исследованные показатели являются чувствительными индикаторами процессов, происходящих в системе антиоксидантной защиты и перекисного окисления липидов в тканях самцов и самок камбалы в период нереста.

## THE STATE OF THE SYSTEM OF ANTIOXIDANT DEFENSE IN TISSUES OF MALES AND FEMALES OF THE BLACK SEA FLOUNDER *PSETTA MAEOTICA* PALLAS DURING THE SPAWNING

I.V. Golovina, O.L. Gostyukhina

Institute of biology of the southern seas, NANU, Sevastopol, Ukraine  
ivgolovina@mail.ru gostolga@yandex.ru

The system of antioxidant (AO) defense and processes of lipid peroxidation (LP) of the Black Sea flounder *Psetta maeotica* have been investigated during the spawning. The activity of glutathioneperoxidase (GP), glutathionereductase (GR), catalase and content of reduced glutathione (GSH) and TBA-active products (TBARS) have been determined in gonads, gills, liver, red and white muscles of males and females at different stages of gonad's maturity (V and VI stages). The peculiarities of AO complex and LP depending on tissue specificity and sexual distinctions of the flounder have been found. The flounder females at VI stage were found to have the most significant changes. In gonads and liver the level of TBARS decreased. In gonads the activities of GP and GR decreased, but the level of GSH increased. In gills of these females the activity of GP and the level of GSH increased, while in the red muscles the activity of catalase raised. In white muscles the activity of GR dropped. In the males' tissues of the flounder at VI stage the growth of the activity of GP in gills and GSH content in white muscles have been found. In all tissues the decrease of the TBARS content has been observed.

## РЕГУЛЯЦИЯ БИОСИНТЕЗА ЛИПИДОВ У *CHLORELLA VULGARIS* BEIJER. ИОНАМИ ЦИНКА И СВИНЦА

А.И. Горда

Тернопольский педагогический университет им. В. Гнатюка, Тернополь, Украина  
hiazunt@mail.ru

Микроводоросли – одни из наиболее чувствительных организмов к действию токсических веществ, в том числе и к тяжелым металлам. Такие микроэлементы как Zn, Cu, Mn, Mo, Fe, Co, B, Se, Vg и др. у водорослей принимают активное участие в большинстве жизненных процессов, выступают регуляторами ферментов, а также скорости и направленности метаболических превращений. Вместе с тем в избыточных концентрациях они оказывают на водоросли токсический эффект.

Нами экспериментально изучено влияние ионов цинка (микроэлемент) и свинца (типичный токсикант) на биосинтез липидов у одноклеточной водоросли *Chlorella vulgaris* Beijer.

Культуру водоросли выращивали в стеклянных колбах на минеральной среде Фитцджеральда в модификации Цендера и Горема при температуре  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  и освещении 2500 лк. В экспериментальных условиях к культуре добавляли водные растворы  $\text{ZnSO}_4$  и  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  в пересчете на количество ионов  $\text{Zn}^{2+} - 5 \text{ мг/дм}^3$  и  $\text{Pb}^{2+} - 0,5 \text{ мг/дм}^3$ , что соответствует уровню 5 санитарно-токсическим ПДК. Период инкубации культуры водоросли с токсическими веществами составлял 1, 3 и 7 сут., по истечении которых суспензию водоросли инкубировали или с 200 кБк  $[1-^{14}\text{C}]$ -ацетата натрия, или с 20 кБк  $[1-^{14}\text{C}]$ -бикарбоната натрия при температуре  $20^\circ\text{C}$  и освещении 2500 лк в течении 90 мин. После остановки реакции трихлоруксусной кислотой липиды экстрагировали с помощью смеси изопропанол-хлороформ по методу В. Ничалса (Nichols, 1963) в модификации, промывали согласно методики и затем измеряли радиоактивность на сцинтилляционном счетчике LS-100C «Beckman» (США) и выражали в имп/(мин\*мкг хл.а). Количество хлорофилла определяли спектрофотометрически.

Полученные данные показывают (табл. 1), что включение  $^{14}\text{C}$ -ацетата и  $^{14}\text{C}$ -бикарбоната в липиды при действии металлов увеличивается в течение всего периода действия, однако с увеличением времени действия включение субстратов различно.

Таблица 1. Включение  $^{14}\text{C}$ -субстратов в липиды у *Chlorella vulgaris* Beijer. при действии ионов цинка и свинца,  $M \pm m$ ,  $n=3$

Условия культивирования водоросли	Включение $^{14}\text{C}$ -субстратов в липиды, имп/(мин*мкг хл.а)		Соотношение показателей включения: $^{14}\text{C}$ -ацетат/ $^{14}\text{C}$ -бикарбонат
	$^{14}\text{C}$ -ацетат	$^{14}\text{C}$ -бикарбонат	
Контроль	229,62 ± 27,55	282,11 ± 25,39	0,81
Zn <sup>2+</sup> , 3 сут.	370,94 ± 43,31*	440,45 ± 53,76*	0,84
Zn <sup>2+</sup> , 7 сут.	505,26 ± 57,38*	557,57 ± 77,56*	0,91
Pb <sup>2+</sup> , 1 сут.	434,94 ± 46,44*	361,52 ± 43,70*	1,20
Pb <sup>2+</sup> , 3 сут.	412,23 ± 54,64*	410,72 ± 65,61*	1,00
Pb <sup>2+</sup> , 7 сут.	369,67 ± 33,04*	327,36 ± 47,45*	1,13

Примечание: \* –  $p < 0,01$  по сравнению с контролем.

Так, включение  $^{14}\text{C}$ -ацетата в липиды при действии ионов Zn<sup>2+</sup> на 3 суток увеличивается в 1,6 раза по сравнению с контролем, на 7 суток – в 2,2 раза. При действии Pb<sup>2+</sup> включение  $^{14}\text{C}$ -ацетата в липиды возрастает в 2, 1,8 и 1,6 раза по сравнению с контролем на 1, 3 и 7 суток соответственно.

Включение  $^{14}\text{C}$ -бикарбоната в липиды при действии: Zn<sup>2+</sup> по сравнению с контролем увеличивается в 1,6 и 2 раза, на 1 и 7 суток; Pb<sup>2+</sup> – в 1,3; 1,5 и 1,2 раза на 1, 3 и 7 суток соответственно.

Таким образом, для цинка с увеличением времени действия металла прослеживается увеличение включения в липиды как  $^{14}\text{C}$ -ацетата, так и  $^{14}\text{C}$ -бикарбоната, а при действии ионов свинца максимальное включение  $^{14}\text{C}$ -ацетата обнаружено на первые сутки действия,  $^{14}\text{C}$ -бикарбоната – третьи сутки действия металла, после чего интенсивность процесса несколько снижается, но все же его показатели выше, чем к контроле.

Соотношение показателей включения  $^{14}\text{C}$ -ацетата и  $^{14}\text{C}$ -бикарбоната показывает, что при действии цинка оно возрастает по сравнению с контролем, а при действии свинца – снижается на третьи сутки и близко к контрольным значениям на седьмые сутки действия металла. Это свидетельствует о эквивалентном включении субстратов синтеза жирных кислот на стадии ключевой в этом процессе ацетил-КоА-карбоксилазной реакции.

Поскольку синтез липидов у растений протекает в хлоропластах (Biochemistry of Lipids, Lipoproteins and Membranes. 4th Edn. «Lipid metabolism in plants», 2002), расчет включения меток произведен на хлорофилл, количество которого, как показали исследования, также изменялось (табл. 2).

Таблица 2. Содержание хлорофилла у *Chlorella vulgaris* Beijer. при действии ионов металлов,  $M \pm m$ ,  $n=3$

Условия культивирования водоросли	Содержание хлорофилла, мкг/дм <sup>3</sup>			
	Хл. а	$p$ относительно контроля	Хл. в	$p$ относительно контроля
Контроль	0,232 ± 0,014	–	0,150 ± 0,013	–
Zn <sup>2+</sup> , 3 сут.	0,153 ± 0,016	0,005	0,119 ± 0,018	0,1
Zn <sup>2+</sup> , 7 сут.	0,119 ± 0,013	0,001	0,064 ± 0,016	0,05
Pb <sup>2+</sup> , 1 сут.	0,191 ± 0,029	0,1	0,075 ± 0,009	0,002
Pb <sup>2+</sup> , 3 сут.	0,150 ± 0,013	0,002	0,084 ± 0,007	0,002
Pb <sup>2+</sup> , 7 сут.	0,189 ± 0,020	0,05	0,079 ± 0,006	0,001

В целом выявлено снижение содержания хлорофилла при действии обоих металлов, особенно по мере увеличения срока культивирования водоросли в их присутствии. Это может быть следствием их накопления и прямого влияния на пигмент, за счет чего хлорофилл разрушается. В большей степени снижает против контроля содержание хлорофилла цинк (в течение 7 суток действия: хл. а – на 48,7%, хл. в – на 57,3%), меньше свинец (в течение 7 суток действия: хл. а – на 18,6%, хл. в – на 47,3%), что можно объяснить его большей проницаемостью, подвижностью в клетке и лучшей комплексообразующей способностью, и высоким сродством свинца к белкам и сильным удерживанием ими этого металла в составе малорастворимых металлотионеиноподобных комплексов (Webb M., 1987).

Таким образом, с уменьшением хлорофилла включение метки в липиды возрастает. Такую зависимость объясняют тем, что в условиях стресса у растений возрастает липидсинтезная активность других пластид (Biochemistry of Lipids ...), которые берут на себя функцию поддержания гомеостатического уровня липидного состава клеток и синтезируют липиды, необходимые для адаптивной перестройки клеточных мембран с целью увеличения защищенности клеток от токсикантов. Наши данные согласуются с ранее полученными результатами (Rozentsvet O.A. et al., 2004), в которых показано, что у *Potamogeton perfoliatus* L., выращенных под влиянием  $Cd^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ , происходит активная структуризация клеточного метаболизма с целью поддержания клеточных функционального статуса структур.

## ADJUSTING OF BIOSYNTHESIS OF LIPIDS AT *CHLORELLA VULGARIS* BEIJER. BY THE IONS OF ZINC AND LEAD

A.I. Gorda

Ternopol pedagogical university the name of V. Gnatyuk, Ternopol, Ukraine  
hiazunt@mail.ru

With the increase of time of action of zinc on *Chlorella vulgaris* Beijer. found out the increase of including in cages in lipids of  $^{14}C$ -acetate and  $^{14}C$ -bicarbonate. At the action of ions of lead the maximal including of  $^{14}C$ -acetate found out on the first days of action,  $^{14}C$ -bicarbonate third days of action of metal, whereupon intensity of process a few goes down.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СОЗРЕВАЮЩИХ ЛОСОСЕЙ В ПЕРИОД АНАДРОМНЫХ МИГРАЦИЙ

С.Б. Городовская, В.И. Шершнева

Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГУП КамчатНИРО),  
Петропавловск-Камчатский, Россия  
gorodovckaya. s.b @kamniro.ru

На основании анализа совокупности биохимических и гистологических исследований гонад и мышц созревающих особей горбуши, кеты и нерки, показано, что при перераспределении энергетических веществ в организме самок в период анадромных миграций происходило накопление жира в ооцитах и, как следствие, понижение уровня липидов в мышцах. В гонадах самцов происходило увеличение количества воды и степени обводнения белков от мая к августу (от 75,67% до 85,25%). Горбуша продолжала активно питаться, когда процесс созревания гонад подходил к завершению, поэтому жиронакопления в мышцах и гонадах самок и самцов горбуши протекало параллельно.

В 2000–2007 годы в исследованиях биологии тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* для рыбохозяйственной науки практический интерес представляет вопрос о темпе созревания и перераспределении энергетических веществ в теле созревающих особей. В этот период лососи продолжают активно питаться, и в их организме депонируются высокоэнергетические вещества, за счет которых в последствии развиваются половые железы (Кизеветтер, 1973).

В работе использованы результаты химического и гистологического анализа гонад и мышц созревающих лососей в период анадромных миграций в мае-августе 2000–2007 гг.

Цель работы – оценка физиологического состояния созревающих лососей на основании гистологических и биохимических показателей гонад и мышц горбуши, кеты и нерки.

Характерной особенностью биологии горбуши является созревание особей в одном возрасте. В июле в клетках гонад самок завершалось формирование структурных элементов и интенсивное накопление липидов. В яичниках присутствовали ооциты, в которых ампулы жира и глыбки желтка обнаруживались уже по всей площади ооплазмы. Жирность гонад самок увеличивалась до 12,6% в отличие от жирности в мышцах (до 8,7%). При перераспределении энергетических веществ в организме самок в период анадромных миграций происходило созревание яйцеклеток, сопровождающееся накоплением жира в ооцитах и, как следствие, понижением уровня липидов в мышцах.