

УДК 639.3

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ АНТИОКСИДИТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ У СУДАКА ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ, ВЫРАЩИВАЕМОГО В УЗВ ООО «ТПК БАЛТПТИЦЕПРОМ»

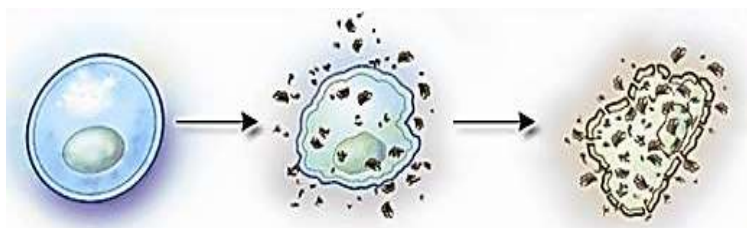
Е.И. Хрусталеv, Т.М. Курапова, К.А. Молчанова

Калининградский государственный технический университет, Калининград

В работе исследуются возрастные изменения антиоксидительной активности во внутренних органах, коже и жабрах у судака при выращивании в бассейнах УЗВ ООО «ТПК Балтптицепром». Исследования проводили с 2009 по 2011 г. на сеголетках, годовиках и двухлетках судака. У судака второго поколения основную роль в антиоксидительной защите у рыб младшего возраста играет печень; с возрастом происходит перераспределение антиоксидительной активности (АОА) между внутренними органами и внешними слизистыми покровами.

Ключевые слова: антиоксидительная активность, печень, почка, селезенка, кожа, жабры, сеголетки, двухлетки, годовики, судак.

Введение. В ходе эволюции в организме животных образовалась сложная многокомпонентная антиоксидантная система, которая препятствует проявлению повреждающего действия свободных радикалов и перекисных соединений, обеспечивая связывание и модификацию радикалов, предупреждая образование и разрушение свободных радикалов, перекисей и металлов переменной валентности (Соколовский, 1985). Свободнорадикальное окисление, хотя и с очень малой скоростью, непрерывно протекает в норме в тканях живого организма с образованием активных продуктов: свободных радикалов, перекисных радикалов, гидроперекисей, альдегидов, кетонов и сопровождается радикальной полимеризацией (рис. 1).



Р и с . 1 . Механизм свободнорадикального повреждения клетки

Отрицательному действию свободнорадикальных процессов противостоит антиоксидантная система, состоящая из водорастворимых и жирорастворимых антиоксидантов и ферментов антиоксидантной защиты (рис. 2) (Журавлев, 1975). Активность и структура антиоксидантной системы в различных органах животных зависит от выполняемых ими физиологических функций, интенсивности в них энергетического обмена и других особенностей метаболизма.



Рис. 2. Механизм антиокислительной защиты клетки

К числу наиболее эффективных и широко распространенных биоантиокислителей относятся в первую очередь токоферолы (витамин E), ряд фенолов (эвгенол и его производные) и полифенолов (конидендрин, пироксатин, производные галловой к-ты и др.), флавоноиды (рутин, кверцетин), убихиноны, некоторые стероидные гормоны, фосфолипиды, в т. ч. лецитин и кефалин. Сюда следует отнести также аскорбиновую, лимонную, никотиновую, дегидрокофеиновую и бензойную кислоты и их соли, серосодержащие аминокислоты (цистеин, глутатион), серотонин, адреналин, билирубин, некоторые антибиотики и т. д. (Прайор, 1979).

Сравнительный анализ протекания процессов свободнорадикального окисления четко отображает уровень отдельных адаптационных возможностей рыб, относящихся к разным видам, породным группам и имеющих разный возраст. Параметры уровня антиокислительной активности можно использовать для контроля физиологического состояния выращиваемой рыбы и как качественный критерий биотехники выращивания рыбы, а также для оптимизации нормативных показателей и сведения к минимуму риска возникновения оксидативного стресса в организме выращиваемой рыбы.

Целью данной работы было исследовать наличие возрастных изменений в антиокислительной активности во внутренних органах, коже и жабрах у судака при выращивании в бассейнах установки замкнутого цикла водообеспечения (УЗВ).

Методика. Материал для исследований был собран в ходе научно исследовательских работ в течение трех лет с 2009 по 2011 г. Объектами служили сеголетки, годовики и двухлетки (производители в начале преднерестового периода) судака, выращиваемые в бассейнах ООО ТПК «Балтптицепром».

Выращивание судака второго поколения было начато в 2009 году. Посадочным материалом служило потомство производителей судака, выращенных в УЗВ.

Для исследований в конце октября – начале ноября отбирали по 15 клинически здоровых рыб близких по размеру, затем рыбу транспортировали в лабораторию кафедры Аквакультуры, где проводили исследования. Вначале проводили определение массы тела и длины, затем рыбу вскрывали, извлекали внутренние органы (печень, почку и селезенку) и взвешивали их. После проведения морфофизиологических исследований из внутренних органов готовили гомогенат по стандартной методике (Кост, 1975).

В гомогенате спектрофотометрическим методом определяли оптическую плотность и по формуле 1 вычисляли антиокислительную активность.

$$K_{и} = \frac{K_{к} - K_{оп}}{C},$$

где $K_{и}$ – антиокислительная активность объекта, $л \times мл^{-1} \times мин^{-1}$;
 $K_{к}$ – константа скорости окисления 2,6-ДХФИФ в контроле;
 $K_{оп}$ – константа скорости окисления 2,6-ДХФИФ в опыте;
 C – концентрация исследуемого вещества в инкубационной среде, $мл/л$.

По окончании работ проводили статистическую обработку полученных данных при применении стандартных методик, достоверность различий определяли по критерию Стьюдента (Аксютин, 1968).

Результаты и обсуждение. Первое исследование антиокислительной активности у судака проводили в возрасте сеголетков в конце октября 2009 г. (рис. 3). У исследованных сеголетков судака отмечали, что максимальное значение показателя антиокислительной защиты (АОА) было получено в печени. Величина исследованного показателя в среднем составила $4,12 л \times мл^{-1} \times мин^{-1}$. Следует отметить, что данный показатель был статистически

достоверно выше ($p \leq 0,001$), чем во всех остальных исследованных органах (рис. 4).



Рис. 3. Сеголетки судака второго поколения

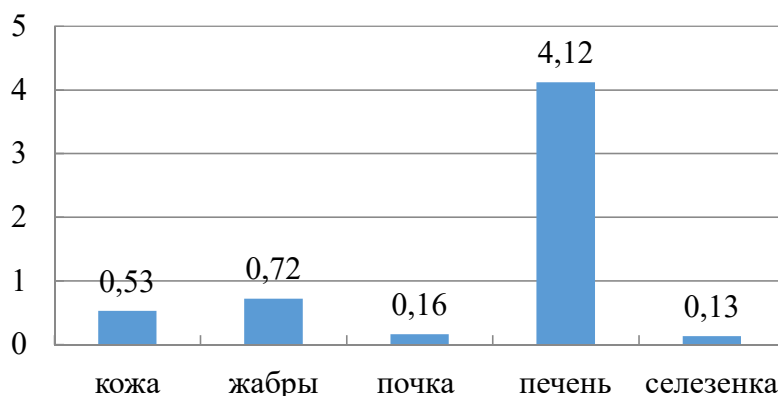


Рис. 4. Величина антиокислительной активности у сеголетков судака второго поколения

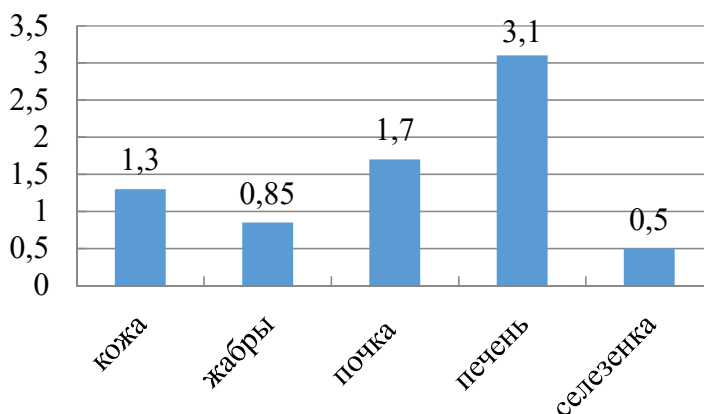
Такие высокие значения показателя АОА связаны с главной ролью печени в системе антиокислительной защиты и вызваны детоксицирующей ролью гепатопанкреаса в организме. Кроме того, именно в клетках печени происходит синтез ферментативными системами одного из самых мощных антиоксидантов живого организма – глутатиона.

В остальных внутренних органах – почке и селезенке, показатель АОА был статистически достоверно ниже чем в печени ($p \leq 0,001$) и в среднем в почке составлял $0,16 \text{ л} \times \text{мл}^{-1} \times \text{мин}^{-1}$ и еще ниже в селезенке $0,13 \text{ л} \times \text{мл}^{-1} \times \text{мин}^{-1}$. Полученные результаты указывают на то, что основную роль среди внутренних органов у сеголетков судака в системе антиокислительной защиты выполняет печень, что подтверждается наличием достоверных различий.

При защите от внешних свободных радикалов основная роль отводится первой линии защиты организма - слизистым покровам кожи и жабр. Если рассматривать полученные результаты, то видно, что средние значения показателя АОА в коже и жабрах достоверно выше, чем в почке и селезенке. В среднем в жабрах этот показатель составил $0,72 \text{ л} \times \text{мл}^{-1} \times \text{мин}^{-1}$, а в коже $0,53 \text{ л} \times \text{мл}^{-1} \times \text{мин}^{-1}$.

По нашему мнению, такое распределение значений антиокислительной активности указывает на оптимальные для судака условия выращивания, что подтверждается низкими значениями АОА в коже и жабрах. Согласно литературным данным защита организма от продуктов внешнего свободнорадикального окисления выполняется слизистыми покровами кожи и жабр (Грубинко, Леус, 2001).

В возрасте годовиков (в марте) отмечали изменение показателей антиокислительной активности (АОА) как во внутренних органах так и в коже и жабрах. Максимальное значение АОА также было отмечено в печени, в среднем этот показатель составил $3,10 \text{ л} \times \text{мл}^{-1} \times \text{мин}^{-1}$, что статистически достоверно выше чем в селезенке ($p \leq 0,01$), коже и жабрах ($p \leq 0,05$) (рис. 5).



Р и с . 5 . Антиокислительная активность у годовиков судака второго поколения

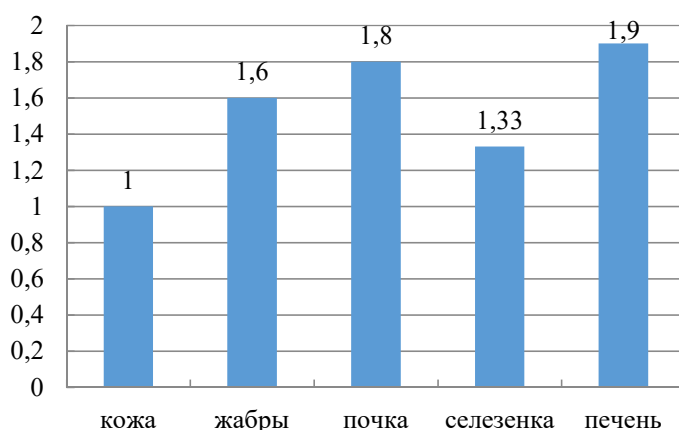
Если рассматривать возрастные изменения, то можно отметить снижение показателя АОА в печени с возрастом с $4,12$ до $3,1 \text{ л} \times \text{мл}^{-1} \times \text{мин}^{-1}$, однако в пределах статистически не достоверных различий. Наименьшее значение АОА было отмечено в селезенке, в среднем величина этого показателя составила $0,5 \text{ л} \times \text{мл}^{-1} \times \text{мин}^{-1}$. По сравнению с возрастом сеголетков отмечали увеличение значения с $0,13$ до $0,5 \text{ л} \times \text{мл}^{-1} \times \text{мин}^{-1}$. В почке этот показатель увеличился с возрастом еще больше с $0,16$ до $1,7 \text{ л} \times \text{мл}^{-1} \times \text{мин}^{-1}$. Очевидно, увеличение показателя антиокислительной активности связано с началом активного роста

массы тела и активизации обменных процессов в организме.

Таким образом, в возрасте годовиков у судака при выращивании в УЗВ, происходит увеличение значений АОА в селезенке и почке при одновременном снижении этого показателя в печени.

В коже отмечали статистически достоверное ($p \leq 0,005$) увеличение значения АОА с 0,53 до 1,30 л×мл⁻¹×мин⁻¹. В жабрах же величина АОА увеличилась не значительно с 0,72 до 0,85 л×мл⁻¹×мин⁻¹. Такое неоднозначное распределение показателей антиокислительной защиты, по нашему мнению, является специфическим для периода активного роста рыб. Если бы имело место воздействие не благоприятных факторов, то отмечали бы достоверное увеличение АОА в первую очередь в жабрах.

Анализируя данные по распределению антиокислительной защиты в организме годовиков судака следует отметить, что основную роль в антиокислительной защите, также, как и сеголетков, выполняет печень. С возрастом происходит увеличение показателей АОА во внутренних органах, коже и жабрах, что, по нашему мнению, можно связать с активным ростом рыб в соответствии с циркадным циклом развития судака, проходящего второй этап доместикации.



Р и с . 6 . Показатель антиокислительной активности у двухлетков судака второго поколения

В возрасте двухлетков у исследованных рыб отмечали изменение картины антиокислительной защиты. Максимальное значение этого показателя отмечали в печени, в среднем величина АОА составила 1,9 л×мл⁻¹×мин⁻¹. Если рассматривать возрастные изменения показателя АОА в печени, то можно отметить снижение величины с возрастом с 4,12 (у сеголетков) до 1,9 л×мл⁻¹×мин⁻¹ (у двухлетков). На основании этого можно сделать вывод, что с возрастом у рыб роль

гепатопанкреаса как главного органа антиокислительной защиты снижается (рис. 6).

В почке отмечали слабое увеличение значение АОА с 1,7 до 1,8 л×мл⁻¹×мин⁻¹. Близкие значения очевидно связаны с тем, что в конце периода интенсивного роста рыб отмечается снижение обменных процессов, что и приводит стабилизации величины АОА на близком уровне.

В селезенке также, как и в почке отмечали увеличение величины АОА с 0,50 до 1,33 л×мл⁻¹×мин⁻¹, но различия в данном случае были достоверны ($p \leq 0,05$). Из оценки возрастных изменений у судака второй генерации видно, что с возрастом происходит перераспределение величины АОА между внутренними органами, в частности этот показатель снижается в печени и увеличивается в почке и селезенке.

В коже величина АОА несколько снизилась с 1,3 до 1,0 л×мл⁻¹×мин⁻¹. В жабрах наоборот этот показатель увеличился с 0,85 до 1,6 л×мл⁻¹×мин⁻¹, однако, в пределах не достоверных различий.

Если оценивать возрастные изменения величины АОА в коже и жабрах, то в жабрах четко отмечается увеличение значений АОА с возрастом, а в коже таких четких изменений нет.

Заключение. Оценивая антиокислительную активность у судака второго поколения, выращенного в бассейнах ООО ТПК «Балтпицепром», можно отметить, что основную роль в антиокислительной защите у рыб младшего возраста играет печень, с возрастом происходит перераспределение АОА между внутренними органами и внешними слизистыми покровами.

Список литературы

- Аксютин* З.М. 1968. Математическая статистика М.: Пищевая промышленность. 292 с.
- Грубинко* В.В., *Леус* Ю.В. 2001. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная защита у рыб // Гидробиол. журн. Т. 37. № 1. С. 64-78.
- Журавлев* А.И. 1975. Биоантиокислители в живом организме // Биоантиокислители: Тр. Моск. о-ва исп-лей природы. М. Т. 52. С. 15-27.
- Кост* Е.А. 1975. Справочник по клиническим лабораторным методам исследования. М.: Медицина. 360 с.
- Прайор* Д. 1979. Свободные радикалы в биологии. М.: Мир. 320 с.
- Соколовский* В.В. 1985. Окислительно-восстановительные процессы в биохимическом механизме неспецифической реакции организма на действие экстремальных факторов внешней среды. Л.: Антиоксиданты и адаптация. С. 5-19.

**AGE CHANGES OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF SECOND
GENERATION ZANDER GROWN
IN RAS LLC "ТПК БАЛТПТИЦЕПРОМ"**

E.I. Khrustalyev, T.M. Kurapova, K.A. Molchanova

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrag

We investigated the presence of age-related changes in antioxidant activity in the internal organs, skin and gills in zander grown in RAS pools LLC "ТПК Балтптицепром". Investigations were carried out from 2009 to 2011 on fingerlings, yearlings and two-year zanders. The liver plays a major role in antioxidant protection in young fish (second generation zander). There is an age-related redistribution of antioxidant activity (AOA) between internal organs and external mucous membranes.

Keywords: *Antioxidant activity, liver, kidney, spleen, skin, gills, yearlings, zander.*

Об авторах:

ХРУСТАЛЕВ Евгений Иванович – кандидат биологических наук, доцент, профессор кафедры аквакультуры, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», 236022, Калининград, Советский пр. 1, e-mail: chrustaqua@rambler.ru.

КУРАПОВА Татьяна Михайловна – кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», 236022, Калининград, Советский пр. 1, e-mail: tkurapova@mail.ru.

МОЛЧАНОВА Ксения Андреевна – аспирант, ведущий инженер, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», 236022, Калининград, Советский пр. 1, e-mail: ksenia.elfimova@gmail.com.

Хрусталеv Е.И. Возрастные изменения антиокислительной активности у судака второго поколения, выращиваемого в УЗВ ООО «ТПК Балтптицепром» / Е.И. Хрусталеv, Т.М. Курапова, К.А. Молчанова // Вестн. ТвГУ. Сер.: Биология и экология. 2017. № 2. С. 172-179.