



УДК 639.371.2:639.3.053.4:577.1

## ОСОБЕННОСТИ СВОБОДНОРАДИКАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ У МОЛОДИ ОСЕТРА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПЛОТНОСТЯХ ВЫРАЩИВАНИЯ

*Н.А. Абросимова, К.С. Абросимова, Е.Б. Абросимова*

*ФГБУ ВО «Донской государственный технический университет»*

*Министерства образования и науки Российской Федерации*

**Аннотация.** Изучено влияние трех плотностей посадок на физиологическое состояние молоди русского осетра по показателям направленности липидного обмена и перекисного окисления липидов. Установлено, что с повышением плотности от 10 до 20 тыс. рыб на бассейн ИЦА-2 ( $S = 4 \text{ м}^2$ ) у молоди повышаются затраты энергии, причем в обмен включаются фосфолипиды, но при этом усиливается синтез триацилглицеридов. Нарушается баланс между холестерином и фосфолипидами (коэффициент Дьердии), что может привести к снижению прочности мембран. Одновременно активируются процессы перекисного окисления липидов: последовательно повышается уровень гидроперекисей и снижается активность антиоксидантов (СОД и  $\alpha$ -токоферола).

**Ключевые слова:** осетр, молодь, плотность посадки, липидный обмен, перекисное окисление липидов.

Современное искусственное воспроизводство осетровых рыб ввиду острого дефицита «диких» производителей базируется в основном на ремонтно-маточных стадах, сформированных на рыбоводных заводах. Интенсификационные мероприятия, вне зависимости от метода выращивания молоди, предусматривают рациональное кормление комбикормами, водоподготовку, оптимальное водоснабжение, что дает возможность уплотнения численности рыб в рыбоводных емкостях.

Величина плотности посадки рыб — один из противоречивых вопросов в рыбоводстве, так как с одной стороны определяет затраты на выращивание, с другой — здоровье молоди. Последнее имеет особое значение для пастбищной и товарной аквакультуры, так как дальнейшие рост и выращивание рыб проходит в новых условиях, отличающихся

от начальных, как правило, гидрохимическими, гидробиологическими и трофическими условиями. В связи с этим становится необходимым поддержание и сохранение здоровья молоди, что обеспечит ее адаптацию к изменившимся условиям жизни.

Выращивание молоди рыб в заводских условиях характеризуется наличием различных экзо- и эндогенных стресс-факторов, к которым относятся загрязнение воды, нарушение технологий, несбалансированность диеты и диеты с высоким содержанием прооксидантов, высокие плотности посадки и высокие температуры, нарушение обмена веществ, воспаление, стресс, повышенный гормональный фон [1, табл. 1]. Эти стресс-факторы негативно влияют на метаболические процессы организма и приводят к различным заболеваниям [2—4].



Плотность посадки — одно из важнейших элементов технологии выращивания рыб в интенсивной аквакультуре. От нее зависят многие биологические и хозяйственные показатели: темп роста рыб, кормовые затраты на единицу прироста, рациональное использование рыбоводных емкостей, окупаемость выростных цехов. Определению оптимальной плотности посадки молоди рыб при искусственном воспроизводстве посвящены работы многих исследователей. Одним из существенных факторов, негативно влияющих на рост и развитие рыб, являются выделяемые в большом количестве собственные метаболиты. Причем отрицательное действие метаболитов резко возрастает с повышением плотности посадки. Установлено, что с увеличением плотности рыб в рыбоводных емкостях изменяется направленность обмена веществ, что приводит к снижению активности биоэнергетических и биосинтетических процессов [2; 5]. Причем эти изменения, в первую очередь, касаются метаболизма липидов, что, безусловно, связано с нарушениями свободнорадикальных процессов в организме рыб и связанными с ними процессами перекисного окисления липидов [1; 6]. Процессы перекисного окисления липидов — это постоянно протекающий естественный процесс, регулируемый антиоксидантной системой, в состав которой входят различные антиоксиданты, в том числе антиокислительный фермент — супероксиддисмутаза,  $\alpha$ -токоферол [7; 8].

**Цель наших исследований** — определение влияния плотности посадки на процессы перекисного окисления липидов ранней молоди русского осетра при интенсивном бассейновом выращивании.

Исследования проводили в условиях научно-производственного эксперимента. Это позволило наиболее реально оценить изменения в организме рыб при интенсивном выращивании в бассейнах, где экстремальные факторы действуют комплексно. Реакцию молоди русского осетра изучали по завершении выращивания через 30 суток при начальной плотности посадки личинок — 10, 15 и 20 тыс. шт. на бассейн ИЦА-2 ( $S = 4 \text{ м}^2$ ).

Влияние плотности посадки на физиологическое состояние молоди оценивали по показателям перекисного окисления липидов (ПОЛ): направленности липидного обмена по соотношению фосфолипидов к триацилглицеринам, коэффициенту Дьердии — соотношение холестерина к фосфолипидам, фосфатидилэтаноламинов к фосфатидилхолинам; уровню гидроперекисей — малонового диальдегида, диеновых конъюгатов, оснований Шиффа, а также антиоксидантов — супероксиддисмутазы (СОД) и  $\alpha$ -токоферола.

Триацилглицерины (ТАГ) определяли по цветной реакции с хромотроповой кислотой, липоидный фосфор (ФЛ) — по Исао с соавторами, холестерин (ХС) — по методу Либермана-Бурхарда в модификации С. Илька (в прописи Абросимова и др. [9]). Данные по содержанию фосфатидилэтаноламинов и фосфатидилхолинов были любезно предоставлены канд. биол. наук С.С. Абросимовым.

Содержание диеновых конъюгатов (ДК) оценивали по характерному для них ультрафиолетовому спектру поглощения раствора липидов, малонового диальдегида (МДА) — по Коробейниковой [10], основания Шиффа (ОШ) — по спектрам флуоресценции растворов липидов в хлороформе. Определение активности СОД проводили гидроксилламинным методом [11],  $\alpha$ -токоферола — флуорометрическим методом [12].

По завершении выращивания, когда средняя масса молоди достигла 2,5 г, что соответствует стандарту выпускаемой молоди, в зависимости от плотности посадки рыб были отмечены различия в направленности липидного обмена. Так, с повышением концентрации в бассейнах у молоди осетра последовательно снижалось соотношение мембранных и структурных липидов (ФЛ/ТАГ-коэффициент) от 0,51 до 0,25, т.е. на 16 и 51% соответственно по сравнению с минимальной плотностью. Коэффициент Дьердии (ХС/ФЛ) наоборот увеличился от 0,30 до 0,57, что превышало у рыб при минимальной посадке на 17% и в 1,9 раза соответственно. Однако величина ФХ/ФЭА-коэффициента изменялась незначительно в пределах 1,9—2,2 ед. (рис. 1).

