

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НОВЫХ ТИОАЦЕТАМИДНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ФЕНОЛА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ МОЛОДИ РУССКОГО ОСЕТРА

¹Осипова В.П., ¹Коляда М.Н., ²Пименов Ю.Т., ³Кудрявцев К.В.

¹Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

²Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация

³Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В сравнении с ионолом изучено *in vivo* влияние добавок в корм молоди русского осетра новых производных фенола, содержащих тиаоацетамидный фрагмент, на рост, развитие и пероксидное окисление липидов печени рыб. Для всех исследованных соединений установлено благоприятное влияние на рост и развитие молоди, способность снижать уровень пероксидации липидов печени рыб. Показана большая эффективность тиаоацетамидных производных фенола.

Ключевые слова. Молодь русского осетра, рыбный корм, фенольные антиоксиданты, тиаоацетамиды, пероксидное окисление липидов

INFLUENCE OF ADDITIVES OF NEW THIOACETAMIDE DERIVATIVES OF PHENOL ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF YOUNG RUSSIAN STURGEON

¹Osipova V.P., ¹Kolyada M.N., ²Pimenov Y.T., ³Kudryavtsev K.V.

¹Federal Research Centre the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of the Sciences, Rostov-on-Don, Russian Federation

²Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation

³Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

Abstract. In comparison with trolox, the effect of adding new phenol derivatives containing a thioacetamide fragment to the feed of juvenile Russian sturgeon on the growth, development and peroxidation of fish liver lipids was studied. For all studied compounds, a favorable effect on the growth and development of juveniles, the ability to reduce the level of lipid peroxidation of the liver of fish, was found. The high efficiency of thioacetamide phenol derivatives has been shown.

Keywords. Russian sturgeon juveniles, fish feed, phenolic antioxidants, thioacetamides, lipid peroxidation.

Известно, что рыбная мука, которая используется для приготовления стартовых кормов в аквакультуре, содержит значительное количество полиненасыщенных жирных кислот, легко вступающих в реакции пероксидации с образованием токсичных продуктов, отрицательно влияющих на рост рыб [1]. В последние годы появилась тенденция увеличения жира в составе рыбных кормов, т.к. это способствует существенному повышению скорости роста рыб, увеличению перевариваемости питательных веществ, снижению загрязнения воды экскрементами и уменьшению затрат корма на единицу прироста [2]. Для торможения процессов пероксидного окисления липидов (ПОЛ) применяют синтетические и природные антиокислители, которые, вступая в реакцию со свободными радикалами жирных кислот, сдерживают развитие процессов пероксидации [3]. В последние годы предпринимаются многочисленные попытки структурной модификации существующих антиоксидантов с целью повышения эффективности их действия. Серосодержащие производные алкилированных фенолов, имеющие в молекулах сульфидные группы, являются известными полифункциональными антиоксидантами (АО) и широко используются в промышленном производстве в качестве стабилизаторов полимеров. Высокая противooksислительная эффективность данных гибридных соединений связана с множественным механизмом их антиоксидантного действия. Фенольный фрагмент обуславливает антирадикальную активность, серосодержащие группы — противопероксидную. Возможно также проявление данными соединениями эффекта внутримолекулярного синергизма.

Учитывая, что в качестве источника сульфид-ионов *in situ* широко используется тиацетамид [4] в работе изучено влияние новых производных фенола, содержащих тиацетамидный фрагмент (**I**, **II**) на рыбоводно-биологические и биохимические показатели молоди русского осетра. Исследование проведено в сравнении с влиянием ионола – известного синтетического фенольного антиоксиданта, который широко используется для стабилизации липидов рыбных кормов (Рисунок 1).

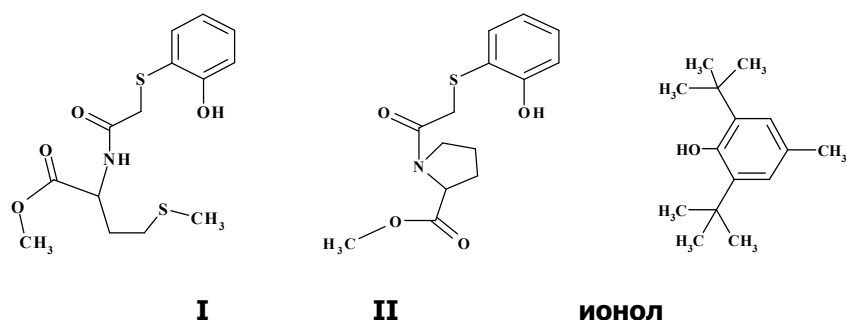


Рисунок 1 – структура исследуемых фенольных соединений

Опыты на молоди осетровых рыб проводили в аквариальных лабораториях с использованием систем фильтрации и аэрации воды. Исследование проведено на 60 (4 группы по 15 рыб в каждой) сеголетках русского осетра (*Acipenser gueldenstadtii Brandt*) средней массой 90-100 г и длиной 26-27 см, находящихся на стандартном рационе с дополнением к основному рациону исследуемых соединений в качестве антиоксидантов. В контрольной группе молодь осетра получала основной рацион в виде сухого гранулированного рыбного комбикорма Aller Sturgeon (размер гранулы 2 мм). Расчет нормы кормления производили, исходя из массы тела и температуры воды, по специально разработанным кормовым таблицам [5]. Кормление проводили вручную, размер крупки соответствовал массе рыб. Молодь осетра в остальных опытных группах дополнительно к основному рациону получала соединения **I**, **II** и ионол в дозе 150 мг на 1 кг комбикорма. При проведении исследования руководствовались правилами работ с использованием экспериментальных животных [6]. Период выращивания молоди составил 30 суток. Результаты выращивания оценивали по росту и выживаемости. Среднесуточную скорость роста определяли по формуле сложных процентов [7]. Скорость пероксидного окисления липидов (ПОЛ) гомогената печени молоди определяли по стандартной методике [8].

Установлено, что при добавлении в корм молоди исследуемых соединений повысилась выживаемость молоди, увеличилась среднесуточная скорость роста (табл.1). Если в контрольной группе выживаемость составила 79%, то во всех остальных экспериментальных группах – 100%. Кормление молоди русского осетра рыбными кормами с добавками соединений **I**, **II** и ионола не приводило к снижению массы особей, во всех группах отмечался абсолютный прирост, превышающий данный показатель контрольной группы. Максимальный прирост наблюдался при скармливании кормов, содержащих соединение **I**.

Таблица 1 - Рыбоводно-биологические показатели выращивания молоди осетра при добавлении в корм соединений **I**, **II** и **ионола** (период выращивания – 30 суток)

Соединения	Абсолютный прирост, г	Среднесуточная скорость роста, %	Выживаемость, %
Контроль	3,86±1,29	0,13	79
I	4,50±1,29	0,15	100
II	4,07±1,33	0,15	100
ионол	4,41±1,24	0,14	100

На протяжении всего эксперимента никаких отклонений в поведении молоди рыб не наблюдалось. Полученные данные по влиянию исследуемых соединений на рост и развитие молоди русского осетра свидетельствуют о благоприятном влиянии новых тиацетамидных производных фенола на рыб.

Эффективность антиоксидантного действия новых производных фенола оценивали по накоплению вторичных карбонильных продуктов пероксидного окисления липидов гомогената печени гидробионтов, дающих окрашенный комплекс с тиobarбитуровой кислотой – ТБК –активные продукты

(ТБК-АП). В работе определяли уровень ТБК-АП при спонтанном (ТБК-АП_{сп}) и индуцированном аскорбатзависимом (ТБК-АП_{ас}) ПОЛ, а так же исходный (базальный) уровень ПОЛ (ТБК-АП_{ис}) гомогената печени молоди осетра.

Обнаружено, что добавка в корм фенольных соединений приводила к снижению ПОЛ в гомогенатах печени гидробионтов (таблица 2).

Таблица 2 – Уровень пероксидного окисления липидов гомогената печени молоди русского осетра *in vivo* в присутствии исследуемых соединений

Соединения	Уровень ПОЛ, нмоль/г		
	ТБК-АП _{сп}	ТБК-АП _{ас}	ТБК-АП _{ис}
Контроль	5,49±0,13	5,85±0,03	5,52±0,07
I	4,77±0,06	5,07±0,03	4,74±0,07
II	5,26±0,07	5,59±0,03	5,26±0,07
ионол	4,27±0,05	5,32±0,02	4,59±0,06

При спонтанном ПОЛ наибольшую активность демонстрирует ионол, снижая уровень ПОЛ на 22%. При индуцированном ПОЛ наибольшая эффективность антиоксидантного действия характерна для соединения **I**, добавка которого в корм приводит к снижению данного кинетического параметра ПОЛ печени молоди осетра на 14%. Снижение ТБК-АП_{ас} представляется важным, поскольку при индуцированном ПОЛ генерируются реактивные формы кислорода, которые инициируют реакции ПОЛ. Исходный уровень ТБК-АП в гомогенатах печени рыб также снижался на 14% при добавлении в корм соединения **I** и ионола. В случае соединения **II** снижение уровня ТБК-АП_{ис} было незначительным – 4%.

Таким образом, выявлена способность новых производных фенола, содержащих тиацетамидный фрагмент, снижать проявления окислительного стресса в печени рыб, оказывать благоприятное влияние на биологические показатели (рост и вес) молоди русского осетра. Показано, что антиоксидантная активность данных соединений сравнима с действием известного антиоксиданта ионола.

Список использованных источников

1. Остроумова И.Н. Физиолого-биохимическая оценка состояния рыб при искусственном разведении // Современные вопросы экологической физиологии рыб - М., Наука, 1979. – С.59-67.
2. Остроумова И.П. Особенности кормления рыб / И. Н. Остроумова - М.: Зооиндустрия. - 2004. - № 11. - [Электронный ресурс]. URL: <http://fish-rb.ucoz.ru/publ/4-l-0-20> (дата обращения: 31.08.2021).
3. Бурлакова Е.Б. в кн. Химическая и биологическая кинетика. Новые горизонты. —Учебное пособие. — М.: Медицинское информационное агентство, 2012. — 384 с.М.: Химия, 2005. №2. —10 с.
4. Gunning H.E. Thioacetamide as a sulfide precipitant in qualitative and quantitative analysis //Journal of Chemical Education— 1955. — vol. 32, no. 5. — P. 258.
5. Пономарев С.В., Гамыгин Е.А., Никоноров С.И., Пономарева Е.Н., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России. — Астрахань: Изд-во «Нова плюс», 2002. — 254 с.
6. Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных// Приказ Мин.здравоохранения СССР от 12 августа 1977 г. №755.
7. Castell J.D. Tiews K. Report of the EIFAC, IUNS and ICES Working Group on the standardization of the methodology in fish research. Hamburg (Federal Republic of Germany), march 21-23, 1979 // EIFAC Tech. Pap. 1979. – v. 36. – P. 1-24.
8. Строев Е.Н., Макарова В.Г., Матвеева И.В. Практикум по биологической химии// Учебное пособие. — М.: Медицинское информационное агентство, 2012. — 384 с.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках госзадания, проект № 01201354245.