

2. http://www.achem.univ.kiev.ua/books/zuy/clim_3.htm
3. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов / [Игглестов Х. С., Буэндиа Л., Мива К. и др.] / Подготовлено Программой МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов:– ИГЭС, Япония: МГЭИК, 2006. – Т. 4, гл. 10. – С. 98.
4. <http://podrobnosti.ua/681280-na-ferme-v-kievskoj-oblasti-poluchajut-biogaz-iz-organicheskikh-othodov.html>
5. <https://uk.wikipedia.org/wiki>

УДК: [639.3.043.13:636.087.73]:[639.371.2:597-1.05]

ВПЛИВ ПЕКАРСЬКИХ ДРІЖДЖІВ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ОКИСНИХ ПРОЦЕСІВ В ПЕЧІНЦІ У МОЛОДІ РОСІЙСЬКОГО ОСЕТРА (*ACIPENSER GULDENSTAEDTII*)

Симон М. Ю. – аспірант, Інститут рибного господарства НААН

У статті висвітлено вплив інактивованих пекарських дріжджів у якості кормової добавки в складі стартового корму для молоді російського осетра (*Acipenser guldenstaedtii*). Зокрема, досліджено їх вплив на інтенсивність окисних процесів, на прикладі активності ензимів системи антиоксидантного захисту (каталази та супероксидисмутази) та рівня накопичення продуктів перекисного окиснення ліпідів (дієнових кон'югатів та малонового діальдегіду) у печінці. Виявлено, що дріжджі хоча і викликають незначний оксидативний стрес, в цілому позитивно впливають на антиоксидантну систему організму молоді російського осетра.

Ключові слова: російський осетер (*Acipenser guldenstaedtii*), життєздатність, молодь риб, система антиоксидантного захисту, перекисне окиснення ліпідів, годівля, кормові добавки, інактивовані пекарські дріжджі.

Симон М. Ю. Влияние пекарских дрожжей на интенсивность окислительных процессов в печени у молоди русского осетра (*Acipenser guldenstaedtii*)

В статье описано влияние инактивированных пекарских дрожжей в качестве кормовой добавки в составе стартового корма для молоди русского осетра (*Acipenser guldenstaedtii*). В частности, исследовано их влияние на интенсивность окислительных процессов, на примере активности энзимов системы антиоксидантной защиты (каталазы и супероксиддисмутазы) и уровня накопления продуктов перекисного окисления липидов (диеновых конъюгатов и малонового диальдегида) в печени. Выведено, что дрожжи хотя и вызывают незначительный оксидативный стресс, в целом положительно влияют на антиоксидантную систему организма молоди русского осетра.

Ключевые слова: русский осетр (*Acipenser guldenstaedtii*), жизнеспособность, молодь рыб, система антиоксидантной защиты, перекисное окисление липидов, кормление, кормовые добавки, инактивированные пекарские дрожжи.

Symon M.Yu. Effect of baker's yeast on the intensity of oxidative processes in the liver in Russian sturgeon (*Acipenser guldenstaedtii*) fingerlings

The article describes the impact of inactivated baker's yeast as a food supplement in the composition of the starter feed for Russian sturgeon (*Acipenser guldenstaedtii*) fingerlings. In particular, the study investigates their influence on the intensity of oxidative processes by the example of the activity of the antioxidant defense system enzymes (catalase and superoxide dismutase) and the level of accumulation of lipid peroxidation products (dien conjugates and malonic dialdehyde) in

the liver. It reveals that although yeast causes a mild oxidative stress, it, on the whole, has a strong positive effect on the antioxidant defense system of the body of Russian sturgeon fingerlings.

Keywords: *Russian sturgeon (Acipenser guldenstaedtii), viability, fish fingerlings, antioxidant defense system, lipid peroxidation, feeding, food supplements, inactivated baker's yeast.*

Постановка проблеми. Підвищення ефективності відтворення осетрових видів риб пов'язано із зниженням смертності на ранніх етапах онтогенезу і отримання життєстійкої молоді. Одним з вирішальних факторів для виживання молоді є забезпеченість її їжею у личинковий період. Для осетрів особливо важливим є момент переходу із змішаного, включаючи жовткове, на активне живлення. У російського осетра (*Acipenser guldenstaedtii*) воно настає, залежно від температури, на 7 – 10 день. У цей період онтогенезу відбуваються морфологічні та фізіолого-біохімічні зміни в травній системі осетра, що вимагає підбору спектру харчових об'єктів з відповідним хімічним складом. На сьогодні не достатньо інформації відносно використання інактивованих пекарських дріжджів у якості кормової добавки в складі стартового корму для молоді російського осетра. Тому дослідження з визначення доз та ефектів використання пекарських дріжджів з метою підвищення життєздатності осетрових видів риб є доцільним та актуальним.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Проблема вирощування фізіологічно повноцінної життєздатної молоді осетрових видів риб в індустріальній аквакультурі, незважаючи на численні наукові розробки, залишається актуальною. Це, в першу чергу, обумовлено її специфікою, коли об'єкти культивуються у вкрай відмінних від природніх умовах. Внаслідок цього вони піддаються стресам різної етіології, що негативно впливають на їх фізіологічний стан та, відповідно, здоров'я. Більшість дослідників підкреслюють, що за різних патологій трофічного, інфекційного або токсичного характеру у осетрових видів риб активуються процеси вільнорадикального окиснення, зокрема пероксидного окиснення ліпідів. Найчастіше подібні процеси супроводжуються порушеннями, що перевищують можливості захисної антиоксидантної системи і клітини не витримують атаки вільних радикалів, починаючи накопичувати продукти окисної деградації ліпідів. [1] Актуальність досліджень процесів пероксидного окислення ліпідів (ПОЛ) пояснюється двома його особливостями: здатності до утворення великої кількості надзвичайно реакційно-здатних вільних радикалів, які справляють руйнівну дію на біологічні структури та здатністю до неконтрольованого розвитку за типом ланцюгової реакції. [2] Втім, у нормальних умовах процеси ПОЛ протікають в живих системах збалансовано, в суворо визначених межах – сприяючи внутрішньоклітинному травленню, фагоцитозу, окисній деструкції чужорідних та шкідливих речовин або застарілих мембранних структур. Його активація є універсальною відповіддю на будь-який стрес як фізіологічної, так і патологічної природи. [3] Він є важливим компонентом «пускового механізму» перебудови метаболізму в несприятливих умовах. [4] Печінка є класичною моделлю для вивчення ПОЛ, оскільки в клітинах даного органу концентруються білки системи антиоксидантного захисту (САЗ), які запобігають токсичній дії як ендо-, так і екзогенних агентів [5] В ній активність САЗ значно вища, ніж в тканинах шкіри і м'язів, але нижча, ніж в еритроцитах. [6] Крім того, в ній присутня певна кількість ендogenous α-токоферолу, який впливає на інтенсивність перекисних окиснювальних процесів. [2] Функція детоксикації, притаманна печінці, обумовлює більш високий рівень пероксидації та накопичення малонового діальдегіду (МДА), ніж у

м'язях. [7, 8] Оскільки вона є центральним органом метаболізму ксенобіотиків, система монооксигеназ гепатоцитів володіє найвищою активністю. Також, для оцінки стану організму та ступеня впливу на нього різних зовнішніх чинників, в тому числі несприятливих, застосовуються в якості біомаркерів ферменти САЗ. Вони здатні розкладати, тим самим детоксикуючи, активні форми кисню, які утворюються в результаті біотрансформації ксенобіотиків в печінці. Таким чином, аналіз стану печінки і активності антиоксидантних ферментів (АОФ) в ній здатний надати адекватну інформацію про відгуки організму на надходження ксенобіотиків та його резистентність до різноманітних чинників зовнішнього середовища. [9, 10]

Постановка завдання. Мета досліджень полягала у з'ясуванні впливу сухих інактивованих пекарських дріжджів у раціоні молоді російського осетра на інтенсивність процесів пероксидного окиснення ліпідів та систему антиоксидантного захисту організму. Це дасть можливість подальшого прогнозування функціонального стану його імунної системи, формування опірності до стресових чинників при культивуванні в аквакультурі.

Виклад основного матеріалу дослідження.

На базі ДП ДГ Львівської дослідної станції Інституту рибного господарства НААН було досліджено вплив інактивованих пекарських дріжджів на процеси перебігу пероксидного окиснення ліпідів, а отже і стану системи антиоксидантного захисту. Експериментальним матеріалом була молодь російського осетра (*Acipenser guldenstaedtii*), яку підрощували в умовах замкнутого водопостачання. У віці 24 діб після переходу на екзогенне живлення її розділили на 3 групи, яких годували протягом 30 днів трьома різними раціонами. Контрольна група риб споживала сухий стартовий корм фірми Біомар (Ініцію +). Раціон дослідної групи №1: до корму додавали (5%) сухих дріжджів з розрахунку на денну норму, раціон групи №2 – в денну дозу корму вносили (15%) сухих дріжджів. Інактивацію дріжджів здійснювали в умовах тривалої заморозки при $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для біохімічних досліджень використовували 10% гомогенати тканин печінки російського осетра. Активність супероксиддисмутази (СОД) визначали за допомогою відсотку гальмування реакції відновлення нітросинього тетразолію в присутності феназинметасульфату. Активність каталази (КАТ) досліджували за зміною концентрації H_2O_2 . Концентрацію дієнових кон'югатів (ДК) обраховували за методом, що ґрунтується на визначенні оптичної густини гептанізопропанольного екстракту ліпідів. Виявлення концентрації малонового діальдегіду (ТБК-активного продукту) проводили спектрофотометрично за кольоровою реакцією з тіобарбітуровою кислотою. [11, 12]

Цифрові дані опрацьовували біометричним методом варіаційного непараметричного аналізу за допомогою програми Microsoft Excel пакета табличного редактора Microsoft Office Professional XP та програми Statistica 6.0. Різниці між величинами вважали статистично вірогідними: $p < 0,05$; $0,01$ і $0,001$.

Результати досліджень виявили суттєвий вплив інактивованих дріжджів у якості кормової добавки на активність ензимів системи антиоксидантного захисту, що забезпечує адаптацію організму до мінливих умов навколишнього середовища. Так, активність каталази (КФ 1.11.1.6) статистично достовірно підвищилась (рис. 1).

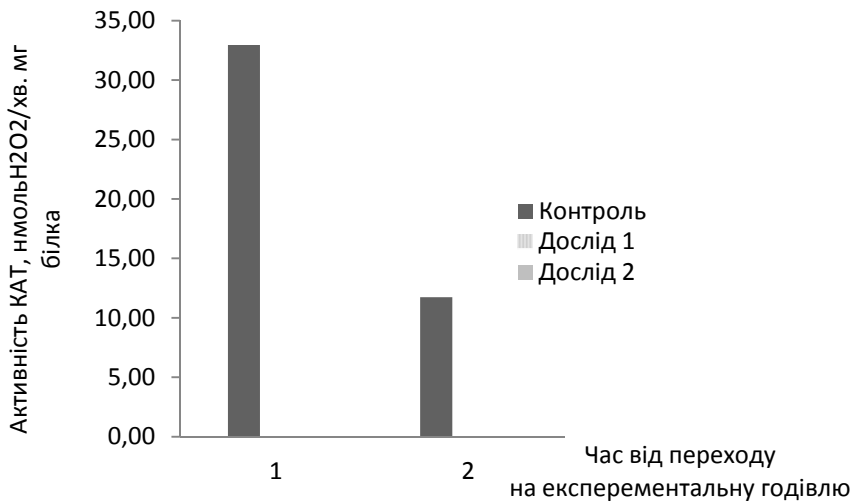


Рисунок 1. Активність каталази у печінці російського осетра, ($M \pm m$, $n=15$)

КАТ є геміновим ензимом, що містить Fe^{3+} і бере участь в тканинному диханні. Він каталізує розкладання пероксидів, які утворюються в процесі біологічного окиснення токсичного пероксиду водню ($C_{15}H_{24}O$) на воду і молекулярний кисень, а також окиснює в його присутності низькомолекулярні спирти і нітрити. Підвищення рівня активності цього ензиму є захисно-адаптаційною реакцією, спрямованою на стримування ПОЛ клітинних мембран. За дії дріжджів, якими збагачувався раціон молоді російського осетра рівень активності іншого важливого ензиму – супероксиддисмутази (КФ 1.15.1.1) навпаки, знижувався (рис. 2).

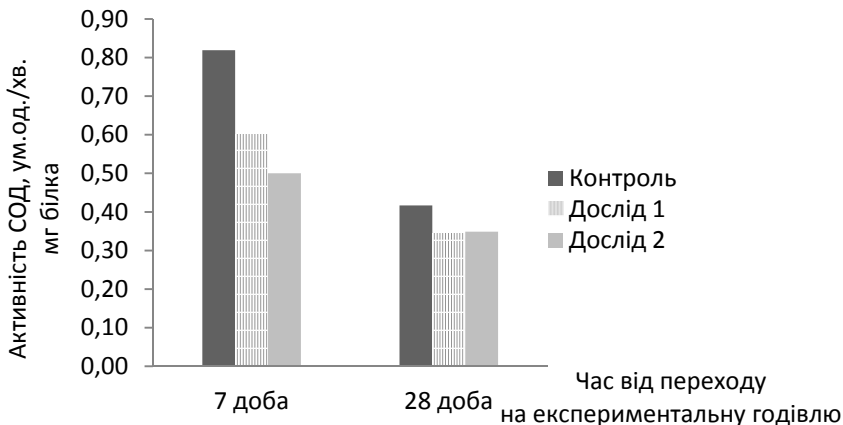


Рисунок 2. Активність СОД у печінці російського осетра, ($M \pm m$, $n=15$)

Це пояснюється тим, що сьома доба експериментального живлення, яка відповідає 28 добі екзогенного живлення личинок російського осетра, співпадає з

періодом завершення метаморфозних змін організму, що супроводжуються стресами, які активують процеси антиоксидантного захисту, які з часом нормалізуються. Протягом цілого періоду експериментальної годівлі, збільшення вмісту нуклеїнових кислот з інактивованих дріжджів до 5 та 15 % в раціоні знижує активність СОД, що свідчить про зниження інтенсивності утворення продуктів дисмутації – перекису водню.

Вірогідної зміни активності каталази на 7 добу експериментального живлення не має. Однак після 20 діб експерименту спостерігається дозозалежне зростання активності цього ензиму, що очевидно пов'язане із зростанням в печінці гідроперекису водню, утвореного не в результаті діяльності СОД, а інших процесів тканинного дихання, які активізуються за дії дріжджів. Причиною цьому є різке зростання кількості піридинових залишків з нуклеїнових кислот дріжджів, і збільшення кількості матеріалу для коферменту дегідрогеназ – НАДФ⁺, які і активують тканинне дихання з виділянням пероксиду.

Проведені дослідження виявили суттєвий вплив інактивованих дріжджів у якості кормової добавки на процеси перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ). Зокрема, його первинних продуктів – ДК. Оскільки енергія розриву С-Н зв'язку менша, вони переважно окиснюють ω -3-поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК) з великою кількістю подвійних зв'язків: арахідонову ($C_{20}H_{32}O_2$), ейкозопентаєнову ($C_{20}H_{30}O_2$) та докозогексаєнову ($C_{21}H_{31}COOH$) кислоти. Вміст ДК у печінці характеризує ранню стадію ПОЛ (рис. 3).

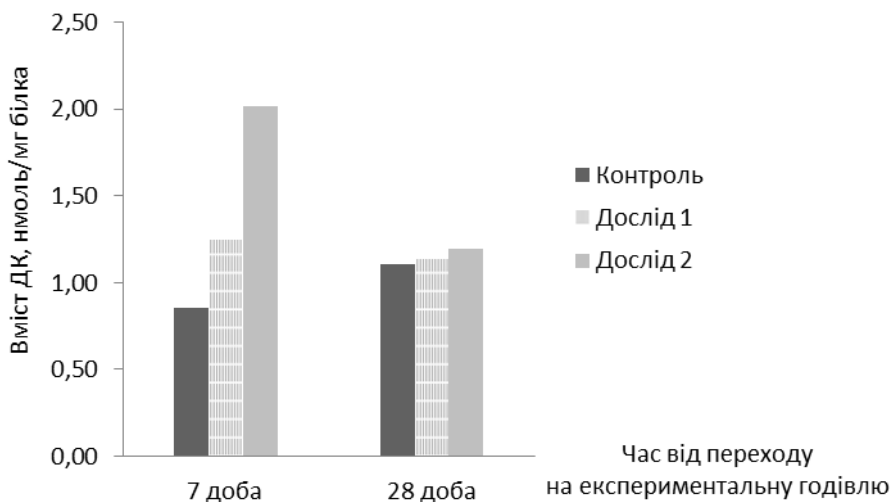


Рисунок 3. Вміст ДК у печінці російського осетра, ($M \pm m$, $n=15$)

Через те, що вміст ПНЖК у складі ліпідів (особливо фосфоліпідів) осетрових видів риб вищий, ніж у савців, вони чутливіші до ПОЛ та більш залежні від антиоксидантного статусу організму. Накопичення на 7 добу експериментальної годівлі ДК свідчить про наявність оксидативного стресу спричиненого адаптацією організму після настання метаморфозних змін травної системи, а також зростанням вмісту нуклеїнових кислот у раціоні. Проте, через 20 діб годівлі експери-

ментальним кормом з вмістом дріжджів, антиоксидантна система стабілізує вміст токсичних метаболітів перекисного окиснення в обох дослідних групах.

Малоновый діальдегід (МДА) – кінцевий продукт ПОЛ, рівень накопичення якого свідчить про активізацію перекисних процесів в організмі осетра (рис. 4).

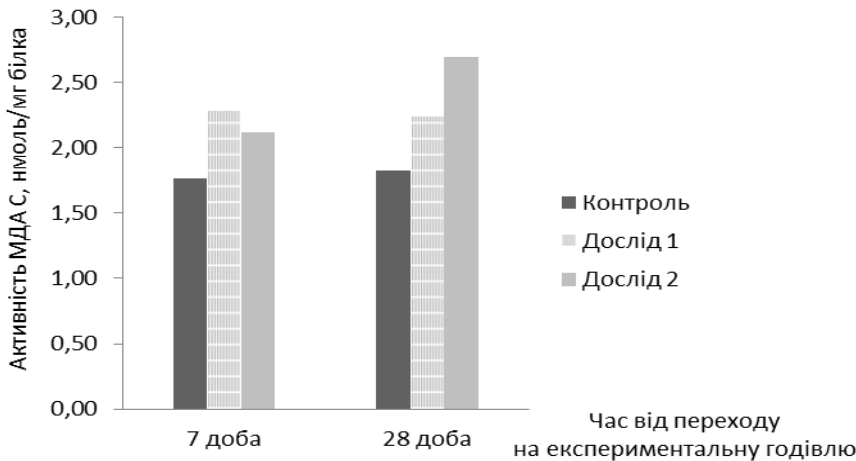


Рисунок 4. Активність МДА у печінці російського осетра, ($M \pm m$, $n=15$).

Висновки. Наявність дріжджів у раціоні російського осетра на ранніх етапах постембріонального розвитку, безпосередньо впливає на життєздатність молоді. Для досягнення позитивного рибиницького ефекту від її вирощування в склад базового осетрового корму варто додавати інактивовані пекарські дріжджі в кількості – 15% від раціону протягом 7 днів від початку переходу на екзогенне живлення. Оскільки вони хоча і викликають незначний оксидативний стрес, в цілому позитивно впливають на антиоксиданту систему організму молоді російського осетра.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Абросимова Н. А., Абросимова К. С. Активность дегидрогеназ в процессе развития тимпани у молоди стерляди *Acipenser ruthenus* L. // Юг России: экология, развитие. № 1. — 2012. — С.59—63.
2. Пименов Ю. Т., Берберова Н. Т., Осипова В. П. та ін. Токсичное действие соединений ртути и олова на молодь осетровых рыб // Вестник ЮНЦ РАН — т. 1, №1. — 2005. — С.33—40.
3. Шахматова О. А. Использование показателей антиоксидантной системы гидробионтов в экологическом мониторинге (аналитический обзор) // Рыбне господарство України. — №1. — 2009. — С.6—11
4. Черкесова Д. У., Рабаданова А. И., Мурадова Г. Р. Сравнительное изучение показателей окислительно-антиоксидантной системы в мышечной ткани русского осетра (*Acipenser gueldenstaedti* Brant) и карпа (*Cyprinus Carpio* L.) при воздействии свинца // Успехи современного естествознания. — №12. — 2012. — С.50—53.

5. Антонова Н. А., Осипова В. П., Коляда М. Н., Мовчан Н. О., Милаева Е. Р., Пименов Ю. Т. Исследование антиоксидантных свойств порфиринов и их комплексов с металлами // Макрогетероциклы. — №3(2-3). — 2010. — С.139—144.
6. Попова Е. М., Кощій І. В. Ліпіди як компонент адаптації риб до екологічного стресу. // Рибогосподарська наука України. — № 1. — 2007. — С.49—56.
7. Гераскин П. П. Реакции организма каспийских осетровых (*Acipenseridae*) на загрязнение среды обитания: дис...доктора биол. наук по специальности «Физиология» 03.03.01 / Гераскин П. П. — Москва, 2013. — 34 с.
8. Гераскин П. П., Металлов Г. Ф., Аксёнов В. П., Галактионова М. Л. Влияние загрязнения северного Каспия на интенсивность перекисного окисления липидов и активность цитохромооксидазы печени и мышц осетровых рыб // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство — №2 — 2010. — С.88—97.
9. Новоселова Ю. В., Дорохова И. И. Морфофизиологические и биохимические особенности печени рыб как индикатора их состояния в условиях антропогенного загрязнения // Водні біоресурси і аквакультура / За редакцією І. І. Грициняка, М. В. Гринжевського, О. М. Третяка. — К.: ДІА, 2010. — С.287—290.
10. Семенкова Т. Б. Эколого-гистофизиологический анализ печени и некоторые аспекты регуляции липидного обмена у сибирского осетра: дис. ... канд. биол. наук по специальности: «Ихтиология» 03.00.10 / Семенкова Т. Б. — Ленинград, 1987. — 21 с.
11. Дубинина Е. Е. Активность и изоферментный спектр супероксиддисмутазы эритроцитов. / Е. Е. Дубинина, Л. Ф. Сальникова // Лабораторное дело. — 1983. — № 10. — С. 30—33.
12. Корольок М. А. Метод определения активности каталазы / М. А. Корольок, И. Г. Майорова, В. Е. Токарев // Лабор. дело. — 1988. — № 1. — С. 16—18.

УДК 502.5

ОПТИМІЗАЦІЯ МАТЕМАТИЧНОЇ ОБРОБКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Шахман І.О. — к. геогр. н., доцент ДВНЗ «Херсонський ДАУ»,
Бистрянцева А.М. — к. ф.-м. н., старший викладач,
Херсонський ДУ

У статті висвітлено приклад оптимізації розрахункових операцій при оцінці якості води за гідрохімічними показниками. Наведено досвід використання комп'ютерних технологій при математичній обробці екологічної інформації відповідно до діючих нормативів якості поверхневих водних ресурсів. Продемонстровано приклад впровадження автоматичної обробки даних аналітичного контролю поверхневих вод р. Інгулець.

Ключові слова: екологічна оцінка якості води, гідрохімічні показники, автоматична обробка, програмне забезпечення.