

РЕЗУЛЬТАТИ ВИКОРИСТАННЯ В ГОДІВЛІ КОРОПА СОРБЕНТУ У СКЛАДІ КОРМУ З ОЗНАКАМИ КОНТАМІНУВАННЯ МІКОТОКСИНАМИ

О. В. Дерень, derenj@ukr.net, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ
Н. Ю. Сироватка, natysik_2g2@ukr.net, Інститут рибного господарства НААН,
м. Київ
М. З. Кориляк, stasiv8@gmail.com, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ
О. П. Добрянська, olya_dobryanska@ukr.net, Львівська дослідна станція Інституту
рибного господарства НААН, смт Великий Любін

Мета. Метою роботи було дослідження окремих морфо-фізіологічних показників коропа в результаті додаткового введення сорбенту мікотоксинів до корму з ознаками псування.

Методика. Впродовж 2019–2020 рр. проведено два експерименти в лабораторних умовах. У першому сформовано 7 груп-аналогів однорічок нивківського коропа, по 20 екз. у кожній, середньою масою 22,5 г. Контрольній групі риб протягом 24 днів згодовували комбікорм з ознаками псування, до раціону дослідних груп додатково вводили препарат «Мікосорб» в кількості, відповідно, 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25 та 0,40%. У другому експерименті — 4 групи однорічок коропа, по 12 екз. у кожній, середньою масою 20,0 г. Раціон контрольної групи був ідентичним першому експерименту, а дослідних груп — з добавкою 0,050; 0,075 та 0,100% «Мікосорбу» відповідно. Впродовж досліджень забезпечено оптимальні умови утримання риб. Після вилову однорічок вивчали розмірно-вагові показники, аналізували приріст маси за загальноприйнятими у рибництві методиками. Вивчали активність антиоксидантних ензимів та уміст продуктів перекисного окиснення ліпідів в залежності від складу раціону.

Результати. У дослідженнях використано комбікорм з ознаками псування в результаті порушення технології зберігання, у якому виявлено три групи токсинів: Афлатоксин В1, Зеараленон та Дезоксиніваленон.

В результаті першого етапу досліджень визначено норми введення до раціону коропа сорбенту мікотоксинів у кількості 0,05–0,20%. При цьому не встановлено чіткої пропорційної закономірності зміни середньої маси риб в залежності від кількості введення «Мікосорбу», показник зріс в усіх дослідних групах у порівнянні з контрольною на 0,4–15,2%. У м'язах однорічок встановлено вищу ($p < 0,001$) активність каталази за введення 0,15% досліджуваного препарату у 1,4 раза, 0,20% — на 46%, 0,25% — на 69 та 0,40% — на 79%. Активність супероксиддисмутази теж зростала, окрім груп за введення 0,20; 0,25 та 0,40% «Мікосорбу». Відмічено тенденцію до зниження на 21,0 та 22,6% вмісту дієнових кон'югатів в результаті згодовування 0,05 та 0,10 сорбенту та деяке підвищення в результаті згодовування 0,15; 0,20; 0,25 та 0,40% добавки.

Дослідженнями наступного етапу встановлено, що за згодовування у складі корму «Мікосорбу» з розрахунку 0,050; 0,075 та 0,100%, середня маса однорічок коропа у дослідних

© О. В. Дерень, Н. Ю. Сироватка, М. З. Кориляк, О. П. Добрянська, 2021



групах зросла відповідно на 45,4; 37,2 та 30,3%, коефіцієнт вгодованості риб — на 41,9; 40,8 та 42,7%, показник відносного приросту — у 4,3; 5,9 та 4,6 раза відповідно. Індекс високоспинності був нижчим на 10,3; 7,0 та 7,4% щодо показників контрольної групи. За додаткового згодовування 0,050; 0,075 та 0,100% «Мікосорбу», підвищилась опірність організму риб, з огляду на зростання у гепатопанкреасі активності антиоксидантних ензимів: супероксиддисмутази на 28,3; 30,5 і 5,0% та каталази на 56,5 ($p<0,001$); 55,5 ($p<0,001$) та 46,3% ($p<0,05$). При цьому за згодовування 0,05 та 0,10% «Мікосорбу» відмічено збільшення вмісту дієвових кон'югатів відповідно на 11,3 ($p<0,01$) та 12,3% ($p<0,01$), а також ТБК-активних продуктів — на 19,7 ($p<0,05$) та 13,2%.

Наукова новизна. Вперше досліджено доцільність введення сорбенту мікотоксинів «Мікосорб» до складу коронового корму з ознаками псування. Здійснено аналіз впливу згодовування раціону різного складу на окремі морфо-фізіологічні показники коропа в умовах модельних випробувань.

Практична значимість. Отримано додаткові прирости та покращення показників системи антиоксидантного захисту організму коропа. Використання в годівлі коропа препарату «Мікосорб» дозволяє зменшити негативний вплив на організм риб кормів низької якості, що були використані у експериментах.

Ключові слова: коропа, корм, кормові добавки, мікотоксини, сорбент, морфологічні показники, приріст, система антиоксидантного захисту.

RESULTS OF THE USE OF A SORBENT IN A CARP FEED WITH SIGNS OF MYCOTOXIN CONTAMINATION

O. Deren, derenj@ukr.net, Institute of Fisheries of NAAS, Kyiv

N. Syrovatka, natysik_2g2@ukr.net, Institute of Fisheries of NAAS, Kyiv

M. Koryliak, stasiv8@gmail.com, Institute of Fisheries of NAAS, Kyiv

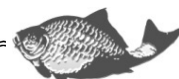
O. Dobryanska, olya_dobryanska@ukr.net, Lviv Research Station of the Institute of Fisheries of NAAS, Velykyj Lubin

Purpose. The aim of the work was to study certain morpho-physiological parameters of carp as a result of additional introduction of a mycotoxin sorbent to a feed with signs of spoilage.

Methodology. During 2019–2020, two experiments were conducted in the laboratory. The first one included 7 groups-analogues of age-1+ Nyvky carp, 20 fish in each group, with an average weight of 22.5 g. The control group of fish was fed for 24 days with a compound feed with signs of spoilage, «Mykosorb» was additionally added to the diet of the experimental groups in the amounts of 0.05, 0.1; 0.15; 0.2; 0.25 and 0.4%, respectively. The second group included 4 groups of age-1+ fish, 12 fish in each group, with an average weight of 20.0 g. The diet of the control group was identical to that of the first experiment, and the experimental groups with the addition of 0.05, 0.075 and 0.1% of «Mycosorb», respectively. During the study, optimal conditions for keeping fish were provided. Fish after were measured and weighed at the end of the experiment and their weight gains were analyzed according to generally accepted methods in fish farming. The activity of antioxidant enzymes and the content of lipid peroxidation products depending on the composition of the diet were studied.

Findings. The studies used compound feed with signs of spoilage as a result of violation of their storage technology, which identified three groups of toxins: Aflatoxin B1, Zearalenone and Deoxynivalenol.

As a result of the first stage of the study, the rates of application of mycotoxin sorbent into the diet of carp at amounts of 0.05 - 0.2% were determined. At the same time, there was no clear proportional pattern of changes in the average weight of fish depending on the amount of introduction of «Mycosorb», the value increased in all experimental groups compared to the control by 0.4 – 15.2%. Muscles of age-1+ fish were found to have higher ($p<0,001$) catalase activity after application of 0.15% of the test drug by 1.4 times, 0.2% — by 46%, 0.25% — by 69 and 0.4% — by



79%. Superoxide dismutase activity also increased, except for the groups of 0.2, 0.25 and 0.4% of «Mycosorb». There was a tendency of 21.0 and 22.6% decrease in the content of diene conjugates as a result of feeding 0.05 and 0.1% sorbent and some increase as a result of feeding 0.15; 0.2; 0.25 and 0.4% additives.

Studies of the next stage showed that addition of «Mykosorb» at the rate of 0.05, 0.075 and 0.1% to the feed, the average weight of age-1+ carp in the experimental groups increased by 45.4; 37.2 and 30.3%, the condition factor — by 41.9; 40.8 and 42.7%, the relative growth rate is 4.3; 5.9 and 4.6 times, respectively. The fish body height to length ratio was lower by 10.3, 7.0 and 7.4% relative to the control group. Addition of 0.05, 0.075 and 0.1% of «Mycosorb» increased resistance of fish due to an increase in the hepatopancreatic activity of antioxidant enzymes: superoxide dismutase by 28.3, 30.5 and 5.0% and catalase by 56.5 ($p<0.001$), 55.5 ($p<0.001$) and 46.3% ($p<0.05$). At the same time, addition of 0.05 and 0.1% of «Mykosorb» increased the content of diene conjugates by 11.3 ($p<0.01$) and 12.3% ($p<0.01$), TBC-active products by 19.7 ($p<0.05$) and 13.2%.

Originality. For the first time, the feasibility of addition of the mycotoxin sorbent «Mykosorb» into the feed with signs of spoilage was studied. The effect of feeding age-1+ carp with diets of various compositions on some morpho-physiological parameters of carp in the conditions of model tests was carried out.

Practical value. Additional weigh gains and improvements of the antioxidant defense system of the carp organism were observed. The use of «Mykosorb» in carp feeding allows reducing the negative impact of low quality feed on fish body.

Key words: carp, feed, feed additives, mycotoxins, sorbent, morphological parameters, growth, antioxidant defense system.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КОРМЛЕНИИ КАРПА СОРБЕНТА В СОСТАВЕ КОРМА С ПРИЗНАКАМИ КОНТАМИНИРОВАНИЯ МИКОТОКСИНАМИ

О. В. Дерень, deren@if.org.ua, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев
Н. Ю. Сыворотка, natysik_2g2@ukr.net, Институт рыбного хозяйства НААН., г. Киев
М. З. Корыляк, stasiv8@gmail.com, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев
О. П. Добрянская, olya_dobryanska@ukr.net, Львовская опытная станция ИРХ НААН, пгт Великий Любень

Цель. Целью работы было исследование отдельных морфо-физиологических показателей карпа в результате дополнительного введения сорбента микотоксинов в корм с признаками порчи.

Методика. В течение 2019-2020 гг. проведено два эксперимента в лабораторных условиях. В первом было сформировано — 7 групп-аналогов годовиков нивчанского карпа, по 20 экз. в каждой, средней массой 22,5 г. Контрольной группе рыб в течение 24 сут. скармливали комбикорм с признаками порчи, в рацион опытных групп дополнительно вводили препарат «Микосорб» в количестве соответственно 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25 и 0,40%. Во втором эксперименте — 4 группы годовиков карпа, по 12 экз. в каждой, средней массой 20,0 г. Рацион контрольной группы был идентичным первому эксперименту, а опытных групп — с добавкой 0,050; 0,075 и 0,100% «Микосорба» соответственно. В течение исследований обеспечено оптимальные условия содержания рыб. После отлова годовиков изучали размерно-весовые показатели, анализировали прирост массы по общепринятым в рыбоводстве методикам. Изучали активность антиоксидантных ферментов и содержание продуктов перекисного окисления липидов в зависимости от состава рациона.

Результаты. В исследованиях использован комбикорм с признаками порчи в результате нарушения технологии хранения, в котором обнаружены три группы токсинов: Афлатоксин В1, Зеараленон и Дезоксиниваленон.



В результате первого этапа исследований определены нормы введения в рацион карпа сорбента микотоксинов в количестве 0,05–0,20%. При этом не установлено четкой пропорциональной закономерности изменения средней массы рыб в зависимости от количества введения «Микосорба», показатель вырос во всех опытных группах по сравнению с контрольной на 0,4–15,2%. В мышцах годовиков установлено более высокую ($p < 0,001$) активность каталазы при введении 0,15% исследуемого препарата в 1,4 раза, 0,2% — на 46%, 0,25% — на 69 и 0,4% — на 79%. Активность супероксиддисмутазы тоже возросла, кроме групп при введении 0,20; 0,25 и 0,40% «Микосорба». Отмечена тенденция к снижению на 21,0 и 22,6% содержания диеновых конъюгатов в результате скармливания 0,05 и 0,10 сорбента и некоторое повышение в результате скармливания 0,15; 0,20; 0,25 и 0,40% добавки.

Исследованиями следующего этапа установлено, что при скармливании в составе корма «Микосорба» из расчета 0,050; 0,075 и 0,100% средняя масса годовиков карпа в опытных группах возросла соответственно на 45,4; 37,2 и 30,3%, коэффициент упитанности рыб — на 41,9; 40,8 и 42,7%, показатель относительного прироста — в 4,3; 5,9 и 4,6 раза соответственно. Индекс вискоспинности был ниже на 10,3; 7,0 и 7,4% относительно показателей контрольной группы. При дополнительном скармливании 0,050; 0,075 и 0,100% «Микосорба» повысилась сопротивляемость организма рыб, учитывая рост в гепатопанкреасе активности антиоксидантных ферментов: супероксиддисмутазы — на 28,3; 30,5 и 5,0% и каталазы на 56,5 ($p < 0,001$); 55,5 ($p < 0,001$) и 46,3% ($p < 0,05$). При этом при скармливании 0,05 и 0,10% «Микосорба» отмечено увеличение содержания диеновых конъюгатов соответственно на 11,3 ($p < 0,01$) и 12,3% ($p < 0,01$), а также ТБК-активных продуктов — на 19,7 ($p < 0,05$) и 13,2%.

Научная новизна. Впервые исследована целесообразность введения сорбента микотоксинов «Микосорб» в состав карпового корма с признаками порчи. Осуществлен анализ влияния скармливания рациона различного состава на отдельные морфо-физиологические показатели карпа в условиях модельных испытаний.

Практическая значимость. Получены дополнительные приросты и улучшения показателей системы антиоксидантной защиты организма карпа. Использование в кормлении карпа препарата «Микосорб» позволяет уменьшить негативное влияние на организм рыб кормов низкого качества, которые были использованы в экспериментах.

Ключевые слова: карп, корм, кормовые добавки, микотоксины, сорбент, морфологические показатели, прирост, система антиоксидантной защиты.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

З метою забезпечення оптимальних умов для росту та розвитку в процесі промислового вирощування риби необхідно дотримуватись основних технологічних параметрів. При цьому важливим аспектом є використання в годівлі кормів, які забезпечують потреби риби у поживних і мінеральних речовинах, добре перетравних та безпечних для екосистеми [1–3].

Важливим в екологічному контексті є те, що при вирощуванні рослинні компоненти корму накопичують ряд шкідливих речовин та підлягають грибковому ураженню. Недостатня термічна обробка в процесі виготовлення та порушення технології зберігання комбикормів є додатковими чинниками, що призводять не лише до зниження якості, а й безпечності в результаті накопичення в них микотоксинів [4, 5]. Додаткове введення до кормів препаратів з сорбційними властивостями дозволяє запобігти негативному впливу токсинів на організм тварин [6].



Тому пошук нових засобів, які дозволяють зменшити вплив екологічного тиску на водойму внаслідок інтенсифікаційно-екологічних чинників, є актуальним. Перспективним є дослідження з вивчення та аналізу механізму дії на організм коропа препаратів нового покоління із селективними сорбційними характеристиками.

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Застосування адсорбентів мікотоксинів може бути дієвим з метою профілактики бактеріальних захворювань, а також сприяє попередженню харчових токсикоінфекцій, які негативно впливають на резистентність та функціональний стан окремих систем організму, зумовлюють генетичні порушення [7–9].

У дослідженнях використано новий у рибористві препарат «Мікосорб» («Alltech Inc.», США), що є унікальним поєднанням етерифікованих глюкомананів, виділених із стінок клітин дріжджів, які, потрапляючи у травний тракт, зв'язують і виводять з організму широкий спектр мікотоксинів, запобігаючи їхньому всмоктуванню у кишечнику [10].

Огляд наукових праць свідчить про ефективність його використання в різних підгалузях тваринництва з метою покращення фізіолого-біохімічних показників організму різних видів тварин, а також конверсії корму [11–13]. Проте, є лише фрагментарні дані щодо застосування схожих за призначенням, але відмінних за спектром та механізмом дії препаратів у вітчизняному рибористві [14].

Метою роботи є оцінка ефективності додаткового введення до складу основного раціону коропа сорбенту мікотоксинів відповідно до впливу на основні рибориські та антиоксидантні показники організму.

Розроблення і впровадження поставленого завдання дозволить забезпечити можливість збільшити продуктивні характеристики коропа і зменшити витрати кормів на вирощування з одночасним поліпшенням якісних характеристик отриманої рибориської продукції.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження проводили впродовж 2019–2020 рр. в умовах лабораторного комплексу Інституту рибориського господарства НААН.

При проведенні досліджень 2019 р. сформовано 7 груп-аналогів однорічок нивківського коропа, по 20 екз. у кожній, середньою масою 22,5 г. Коропів утримували в акваріумах з аерацією, підігрівом та постійним водообміном, за середньої температури води 18–20°C. Зрівняльний період перед проведенням дослідів тривав 10 діб, впродовж якого забезпечували аналогічні оптимальні умови утримання. Після закінчення зрівняльного періоду, коли однорічки коропа адаптувалися до умов утримання, їх розділили на контрольну і дослідні групи. Основний раціон риб складався із комбікорму рецепту ПКС111-2/2/4 з ознаками грибкового ураження, що виникло в результаті недотримання технології зберігання. Однорічки коропа контрольної групи отримували основний раціон, а дослідних груп — такий з додаванням сорбенту мікотоксинів «Мікосорб» у різних



концентраціях: Дослід 1 — 0,05%, Дослід 2 — 0,10%, Дослід 3 — 0,15%, Дослід 4 — 0,20%, Дослід 5 — 0,25%, Дослід 6 — 0,40%. Експериментальна годівля тривала 24 дів.

Наступним етапом 2020 р. було повторне дослідження ефективності введення попередньо визначених, відповідно до рибогосподарських та біохімічних показників організму, оптимальних концентрацій досліджуваної добавки в годівлі коропа. Сформовано 4 групи-аналоги однорічок нивківського внутрішньопородного типу української лускатої породи коропа, по 12 екз. у кожній, середньою масою риб — 20,0 г. Адаптаційний період становив 14 дів, експериментальна годівля тривала 25 дів. В годівлі використовували комбікорм рецепту ПКС111-2/2/4 із зовнішніми ознаками грибкового ураження. Коропам дослідних груп додатково до корму вводили препарат «Мікосорб» з розрахунку відповідно: 0,050% (Дослід 1), 0,075% (Дослід 2) та 0,100% (Дослід 3).

Перед проведенням експерименту досліджували наявність мікотоксинів у використовуваному кормі. Таким чином, було виявлено три групи токсинів у комбікормі: Афлатоксин В1 — 1,5 мкг/кг (при гранично допустимій концентрації (ГДК) — 5 мкг/кг); Зеараленон — 62,5 мкг/кг (при ГДК — 200 мкг/кг); Дезоксиніваленон — 3360,0 мкг/кг (при ГДК — 2000 мкг/кг). Тобто, основні досліджувані токсини виявлені у зразках корму, при цьому вміст Дезоксиніваленону перевищував ГДК в 1,68 раза.

Експериментальні рибогосподарські роботи проведено з дотриманням загальноприйнятих у рибництві правил постановки та повторностей [15]. Добову потребу корму визначали за комплексною оцінкою показників маси риб. При цьому забезпечували оптимальну температуру води у акваріумах, а також контролювали основні хімічні показники та вміст у ній розчиненого кисню.

Для аналізу екстер'єру дослідних риб проводили вимірювання основних морфометричних показників: L — загальна довжина; l — мала довжина; O — обхват тіла; H — висота тіла. Довжину риби вимірювали за допомогою мірної стрічки з точністю до 1 мм. Зважували рибу електронними вагами дискретністю до 0,1 г. Усі проміри проводили згідно з правилами морфометричного аналізу коропових риб [16].

Після обробки показників визначали коефіцієнт вгодованості (Кв, од.) за Фультоном. Абсолютний приріст (A_n , г) визначали як різницю між живою масою риб наприкінці й на початку періоду досліджень. Відносний приріст (B_n , %), який характеризує темп росту, визначали за відношенням абсолютного приросту до живої маси риб на початку періоду досліджень, помноженим на сто відсотків [17].

Експерименти на тваринах проводили відповідно до правил, прийнятих Європейською Конвенцією із захисту хребетних тварин, що використовуються для експериментальних та інших наукових цілей [18].

Для біохімічних досліджень використовували 10% гомогенати тканин гепатопанкреасу і скелетних м'язів коропа. Досліджували концентрацію дієвих кон'югатів за методом, що ґрунтується на реакції оптичної густини гептанізопропанольного екстракту ліпідів [19]. Визначення концентрації ТБК-активних продуктів (ТБК) проводили спектрофотометрично за кольоровою



реакцією з тіобарбітуровою кислотою [20]. Активність супероксиддисмутази (СОД) — за визначенням відсотка гальмування реакції відновлення нітросинього тетразолію в присутності феназинметасульфату [21]. Активність каталази — за зміною концентрації H_2O_2 [22]. Визначення вмісту білка проводили за методом Бредфорд [23].

Одержані цифрові результати опрацьовували статистично за допомогою стандартного пакету статистичних програм «Microsoft Excel». Обчислювали середні арифметичні величини (M), середню квадратичну помилку (m) і вірогідність різниць (P) між досліджуваними середньоарифметичними величинами. Статистично вірогідну різницю отриманих показників оцінювали за t-критерієм Стьюдента [24].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Як було зазначено, моделювання досліджень передбачало, що цьоголітки отримували основний раціон у вигляді комбікорму з ознаками грибкавого ураження та псування в результаті порушення технології його зберігання. Відомо, що наявність пліснявих грибів призводить до продукування у кормі мікотоксинів. Негативний вплив від згодовування таких кормів в першу чергу проявляється у порушенні функціонального стану органів і тканин, стимуляції процесів антиоксидантного захисту, впливі на активність ензимів [25, 26]. Тому, при дослідженні сорбційних властивостей «Мікосорбу» здійснено порівняльний аналіз розмірно-вагових показників, а також активності травних та антиоксидантних ензимів в організмі однорічок коропа дослідних та контрольної груп.

В результаті досліджень 2019 р. не встановлено чіткої пропорційної закономірності зміни середньої маси риб в залежності від кількості введення до раціону «Мікосорбу», проте даний показник збільшився в усіх дослідних групах у порівнянні з контрольною (табл. 1). Так, в Контролі середня маса риб склала 23,90 г. В Досліді 1 — 25,54; Досліді 2 — 25,60; Досліді 3 — 24,0; Досліді 4 — 28,17; Досліді 5 — 26,23; Досліді 6 — 27,80 г, що більше відповідно — на 8,9; 6,6; 0,4; 15,2; 8,9 та 14,0%. Відповідно до маси риб, не відмічено суттєвої зміни розмірних показників та залежності їх зміни відносно кількості згодовування досліджуваної добавки. Так, індекс високоспинності (I/H) коливався у невеликих межах — від 2,59 до 2,82 од.

Разом з тим, можна відзначити незначну відмінність показника Кв однорічок дослідних і контрольної груп (рис. 1). У Контролі даний показник склав 2,59 од. У Досліді 1 Кв становить 2,68 од., що на 3,4% більше, ніж у Контролі, в Досліді 2 — 2,62 од. та 1,2%, Досліді 4 — 2,69 од. та 3,7% відповідно. В решті дослідних груп даний показник був нижче, порівняно з Контролем: в Досліді 3 — 2,33 од. та 10%, Досліді 5 — 2,42 од. та 6,6%, Досліді 6 — 2,55 од. та 1,6%.

Відповідно, встановлено зміну значень A_p і B_p відносно показників контрольної групи. Так, B_p коропів контрольної групи склав 6,22%, у Дослідах 1 і 2 — був вищим у 2,2 раза, у Досліді 5 — у 2,7 раза, у Досліді 3 практично не відрізнявся від показника Контролю. Найвищим B_p був у Дослідах 4 і 6, що відповідно у 4,1 і у 3,8 раза більше, ніж у Контролі.



Таблиця 1. Розмірно-вагові показники однорічок коропа за введення «Мікосорбу» до складу раціону, 2019 р. (M ± m, n = 10)

Table 1. Size and weight indicators of 1+ carp for the introduction of «Mikosorb» in the diet, 2019 (M ± m, n = 10)

Група риб / Group of fish	P, г / P, g	l, см / l, cm	L, см / L, cm	H, см / H, cm	O, см / O, cm	I/H / I/H
Контроль / Control	23,90±2,79	9,63±0,31	12,34±0,33	3,66±0,13	8,01±0,29	2,64±0,05
Дослід 1 / Experiment 1	25,54±1,50	9,86±0,22	12,78±0,33	3,75±0,13	8,08±0,25	2,65±0,07
Дослід 2 / Experiment 2	25,60±1,45	9,92±0,21	12,71±0,28	3,84±0,11	8,22±0,18	2,59±0,04
Дослід 3 / Experiment 3	24,00±1,03	10,12±0,18	12,57±0,20	3,68±0,08	7,89±0,16	2,76±0,05
Дослід 4 / Experiment 4	28,17±3,30	10,05±0,33	12,88±0,42	3,87±0,18	8,31±0,30	2,62±0,06
Дослід 5 / Experiment 5	26,23±1,65	10,30±0,32	12,33±0,32	3,68±0,11	8,07±0,25	2,82±0,09
Дослід 6 / Experiment 6	27,80±2,30	10,27±0,33	12,88±0,41	3,79±0,15	8,28±0,34	2,72±0,07

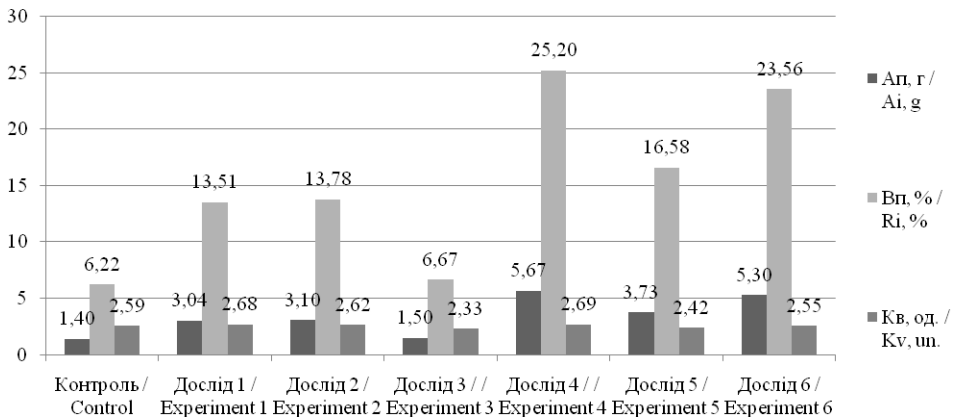


Рис. 1. Морфологічні показники експериментальних груп коропа за введення «Мікосорбу» до складу раціону, 2019 р. (M ± m, n = 10)

Fig. 1. Morphological parameters of experimental groups of carp for the introduction of «Mikosorb» in the diet, 2019 (M ± m, n = 10)

Визначали активність антиоксидантних ензимів (каталази і СОД) у скелетних м'язах однорічок у результаті введення до складу корму «Мікосорбу» (табл. 2). У м'язах коропів Досліді 3 активність каталази збільшилася в 1,4 рази (p<0,001), Досліді 4 — на 46% (p<0,001), Досліді 5 і 6 — на 69 (p<0,001) та 79% (p<0,001) відповідно, у порівнянні з Контролем. Разом з тим, спостерігалися достовірні різниці у зниженні активності СОД у м'язах коропів Дослідів 4, 5 і 6 — відповідно у 4,5 (p<0,001); 2,6 (p<0,001) та 5,1 (p<0,001) рази, що може свідчити про підвищення рівня вільнорадикальних процесів з одночасним посиленням активності каталази.



При оцінці вмісту продуктів ПОЛ встановлено достовірно виражене підвищення вмісту ТБК у Досліді 5, у порівнянні з Контролем, на 44% ($p < 0,01$). Разом з тим, у Досліді 1 цей показник достовірно знизився на 31% ($p < 0,01$) щодо Контролю. Вміст дієнових кон'югатів в Дослідах 3–6 був дещо підвищеним, а в Дослідах 1 і 2 знизився на 21,0 та 22,6% відповідно, хоча ці показники не є достовірними.

Таблиця 2. Активність антиоксидантних ензимів та вміст продуктів ПОЛ в скелетних м'язах коропа в результаті згодовування препарату «Мікосорб», 2019 р. (M ± m, n = 5)

Table 2. The activity of antioxidant enzymes and the content of lipid peroxidation products in the skeletal muscles of carp as a result of «Mikosorb» feeding, 2019 (M ± m, n = 5)

Група риб / Group of fish	СОД, уо/хв. × мг білка / SOD, con. units / min. × mg protein	Каталаза, мкмоль H ₂ O ₂ /хв. × мг білка / Catalase, mkmol H ₂ O ₂ / min. × mg protein	Дієнові кон'югати, нмоль/мг білка / Dyne conjugates, nmol/mg protein	ТБК, нмоль/мг білка / TBA-reactive substances, nmol/mg protein
Контроль / Control	5,41±0,515	3,53±0,224	1,90±0,255	2,17±0,139
Дослід 1 / Experiment 1	5,92±0,355	3,96±0,108	1,50±0,090	1,55±0,073**
Дослід 2 / Experiment 2	3,83±0,408*	2,36±0,226**	1,47±0,119	2,29±0,105
Дослід 3 / Experiment 3	3,68±0,638	4,96±0,088***	1,91±0,045	2,47±0,099
Дослід 4 / Experiment 4	1,18±0,084***	5,04±0,113***	1,89±0,086	2,40±0,129
Дослід 5 / Experiment 5	2,06±0,379***	5,84±0,169***	2,34±0,087	3,13±0,188**
Дослід 6 / Experiment 6	1,05±0,155***	6,19±0,453***	2,12±0,054	2,25±0,069

Примітка. Тут і надалі вірогідні різниці у показниках дослідних груп риб в порівнянні з контрольною: * — $p < 0,05$, ** — $p < 0,01$, *** — $p < 0,001$.

Note. In this and subsequent tables the difference is statistically significant compared to the control group: * — $p < 0,05$, ** — $p < 0,01$, *** — $p < 0,001$.

Виходячи з аналізу описаних вище показників, для проведення подальших досліджень рекомендовано додавання до основного раціону коропа сорбенту «Мікосорб» у кількості 0,05–0,20%.

Після закінчення експериментальних робіт 2020 р. здійснено аналіз розмірно-вагових показників однорічок коропа. Встановлено, що за введення до складу раціону «Мікосорбу» збільшилася середня маса риб в усіх дослідних групах в



порівнянні з контрольною (табл. 3). Так, у Контролі цей показник склав 22,77 г, а в Дослідах 1–3 — відповідно 41,71; 36,25 та 32,67 г. У відсотковому виразі ця різниця склала 45,4; 37,2 та 30,3%. Розмірні показники були дещо нижчими у дослідних варіантах відносно контрольного, проте, як і в попередньому експерименті, не відмічено суттєвих змін. Показник індексу високоспинності (I/H) у Контролі склав 2,72; у Досліді 1 — 2,44; у Досліді 2 — 2,53; у Досліді 3 — 2,52 од.; різниця склала відповідно 10,3; 7,0 та 7,4%.

Таблиця 3. Розмірно-вагові показники однорічок коропа за введення «Мікосорбу» до складу раціону, 2020 р. (M ± m, n = 12)

Table 3. Size and weight indicators of 1+ carp for the introduction of «Mikisorb» in the diet, 2020 (M ± m, n = 12)

Група риб / Group of fish	P, г / P, g	l, см / l, cm	L, см / L, cm	H, см / H, cm	O, см / O, cm	I/H / I/H
Контроль / Control	22,77±2,63	11,18±0,43	13,49±0,50	9,35±0,35	4,12±0,17	2,72±0,02
Дослід 1 / Experiment 1	31,77±2,48	10,61±0,40	12,92±0,45	9,05±0,41	4,38±0,19	2,44±0,04
Дослід 2 / Experiment 2	36,25±4,41	10,93±0,47	13,28±0,55	9,21±0,38	4,33±0,19	2,53±0,04
Дослід 3 / Experiment 3	32,67±3,28	10,51±0,41	12,85±0,50	8,99±0,37	4,18±0,16	2,52±0,04

Разом з тим, можна відмітити збільшення Кв в усіх дослідних групах відносно Контролю, де даний показник склав 1,57 од. (рис. 2). В Досліді 1 Кв становив 2,70 од., що на 41,9% більше, ніж у Контролі, в Досліді 2 — 2,65 од. та 40,8%, в Досліді 3 — 2,74 од. та 42,7% відповідно.

Виходячи з показників Ап експериментальних груп риб, встановлено, що Вп у Контролі склав 13,85%, у Досліді 1 — 58,85%, у Досліді 2 — 81,25 та у Досліді 3 — 63,35%. Тобто, показники Вп коропів дослідних груп були вищими щодо контрольної у 4,3; 5,9 та 4,6 раза відповідно.

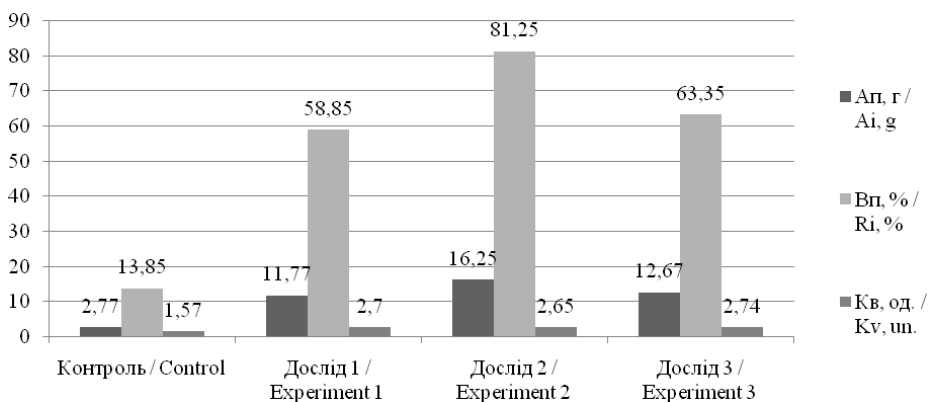


Рис. 2. Морфологічні показники експериментальних груп коропа за введення «Мікосорбу» до складу раціону, 2020 р. (M ± m, n = 12)

Fig. 2. Morphological parameters of experimental groups of carp for the introduction of «Mikisorb» in the diet, 2020 (M ± m, n = 12)



Отже, в результаті здатності «Мікосорбу» до сорбції мікотоксинів кормів, вдалося отримати додаткові прирости риб у дослідних групах щодо контрольної. Це свідчить про кращий функціональний стан їхнього організму. Здійснено аналіз активності ензимів АОС та рівня продуктів ПОЛ у гепатопанкреасі за даних умов експерименту та дії досліджуваного сорбенту. Процеси ПОЛ і стан антиоксидантної системи є інформативними показниками для оцінки ступеня впливу токсикантів на організм, а їх порушення призводить до розвитку в риб різноманітних патологій, зумовлених окисненням у ліпідах клітин поліненасичених жирних кислот активними формами кисню.

Спостерігалися відмінності за показниками активності ферментної ланки АОС контрольної і дослідних груп (табл. 4). Показники активності СОД у Контролі були найнижчими і склали $1,52 \pm 0,298$ уо/хв. \times мг білка, а в Дослідах 1–3 переважали контрольні значення на 28,3; 30,5 і 5,0% відповідно.

Відповідно до активації СОД, активність каталази у гепатопанкреасі дослідних груп достовірно зростала. Найвище значення даного показника зафіксовано у Досліді 1, за згодовування 0,050% «Мікосорбу», — $54,14 \pm 0,531$ мкмоль H_2O_2 /хв. \times мг білка та в Досліді 2, за згодовування 0,075% «Мікосорбу», — $52,87 \pm 2,429$ мкмоль H_2O_2 /хв. \times мг білка. Найнижчим вміст каталази був у гепатопанкреасі однорічок контрольної групи, складаючи $23,54 \pm 3,431$ мкмоль H_2O_2 /хв. \times мг білка. Загалом, у Дослідах 1–3 активність каталази зросла відповідно на 56,5 ($p < 0,001$); 55,5 ($p < 0,001$) та 46,3% ($p < 0,05$) відносно показників контрольної групи.

Таблиця 4. Активність антиоксидантних ензимів та вміст продуктів ПОЛ в гепатопанкреасі коропа в результаті згодовування препарату «Мікосорб», 2020 р. (M \pm m, n = 5)

Table 4. The activity of antioxidant enzymes and the content of lipid peroxidation products in the hepatopancreas of carp as a result of «Mikosorb» feeding, 2019 (M \pm m, n = 5)

Група риб / Group of fish	СОД, уо/хв. \times мг білка / SOD, con. units / min. \times mg protein	Каталаза, мкмоль H_2O_2 /хв. \times мг білка / Catalase, μ mol H_2O_2 / min. \times mg protein	Дієнові кон'югати, нмоль / мг білка / Dyne conjugates, nmol / mg protein	ТБК, нмоль/мг білка / TBA-reactive substances, nmol/mg protein
Контроль / Control	$1,52 \pm 0,298$	$23,54 \pm 3,431$	$2,36 \pm 0,076$	$1,84 \pm 0,124$
Дослід 1 / Experiment 1	$2,12 \pm 0,315$	$54,14 \pm 0,531^{***}$	$2,66 \pm 0,026^{**}$	$2,29 \pm 0,091^*$
Дослід 2 / Experiment 2	$2,19 \pm 0,108$	$52,87 \pm 2,429^{***}$	$2,30 \pm 0,192$	$1,85 \pm 0,060$
Дослід 3 / Experiment 3	$1,60 \pm 0,110$	$43,83 \pm 6,480^*$	$2,69 \pm 0,029^{**}$	$2,12 \pm 0,148$

Серед чинників оксидантних змін простежується тенденція узгодженості між активністю антиоксидантних ензимів та пероксидацією ліпідів. В Досліді 2, за використання в годівлі 0,075% «Мікосорбу», вміст продуктів ПОЛ був на рівні показників контрольної групи (табл. 4). У Досліді 1 відмічено достовірне, але не значне збільшення вмісту дієнових кон'югатів — на 11,3% ($p < 0,01$) та ТБК — на



19,7% ($p < 0,05$). У Досліді 3 дані показники зросли відповідно на 12,3 ($p < 0,01$) та 13,2%.

Отже, в результаті досліджень встановлено, що за згодовування однорічкам коропа комбікорму, контамінованого мікотоксинами, характерним є виражений інгібували вплив на АОС у контрольній групі відносно дослідних, з огляду на зниження активності антиоксидантних ензимів та відповідного зростання кількості продуктів ПОЛ. Тобто, найбільш ефективним в контексті підвищення резистентності організму коропа є введення до складу ураженого мікотоксинами корму сорбенту «Мікосорб» з розрахунку 0,050 та 0,075%.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

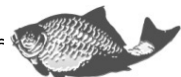
У дослідженнях використано комбікорм з ознаками псування в результаті порушення технології зберігання, в якому виявлено три групи токсинів: 1,5 мкг/кг Афлатоксину В1 (за ГДК 5 мкг/кг); 62,5 мкг/кг Зеараленону (за ГДК 200 мкг/кг) та 3360,0 мкг/кг Дезоксиніваленолу (за ГДК 2000 мкг/кг).

Відповідно до аналізу результатів першого етапу досліджень, визначено оптимальними концентрації введення препарату «Мікосорб» до складу раціону коропа в кількості 0,05–0,20%. Встановлено, що середня маса однорічок за додаткового згодовування 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,40% була вищою щодо контрольного варіанту відповідно на 8,9; 6,6; 0,4; 15,2; 8,9 та 14,0%. Не відмічено суттєвої зміни розмірних показників та залежності їхньої зміни відносно кількості згодовування досліджуваної добавки. V_p за згодовування 0,05 та 0,10% добавки був вищим у 2,2 раза, за згодовування 0,20; 0,25 та 0,40%, відповідно у 4,1; 2,7 та 3,8 раза щодо Контролю.

Аналізуючи активність ензимів АОС у м'язах однорічок, встановили вищу ($p < 0,001$) активність каталази за введення «Мікосорбу» у кількості 0,15% у 1,4 раза; 0,2% — на 46%; 0,25% — на 69 та 0,40% — 79% у порівнянні з контрольною групою. Активність СОД теж зростала, окрім груп за введення 0,20; 0,25 та 0,40% «Мікосорбу», в яких вона знизилась ($p < 0,001$) відповідно у 4,5; 2,6 та 5,1 раза, що може свідчити про підвищення рівня вільнорадикальних процесів, з одночасним посиленням активності каталази. При цьому встановлено зниження вмісту на 31% ($p < 0,01$) ТБК за згодовування 0,05% «Мікосорбу» та підвищення на 44% ($p < 0,01$) за згодовування 0,25%. Відмічено тенденцію до зниження на 21,0 та 22,6% вмісту дієнових кон'югатів в результаті згодовування 0,05 та 0,1 сорбенту та деяке зростання в результаті згодовування 0,15; 0,20; 0,25 та 0,40% добавки.

Дослідженнями наступного етапу встановлено, що за згодовування в складі корму «Мікосорбу» з розрахунку 0,050; 0,075 та 0,100%, середня маса однорічок коропа у дослідних групах зросла відповідно на 45,4; 37,2 та 30,3%, коефіцієнт вгодованості риб — на 41,9; 40,8 та 42,7%, показник V_p — у 4,3; 5,9 та 4,6 раза відповідно.

Відмічено виражений інгібувальний вплив згодовування контамінованого грибками корму на антиоксидантну активність у гепатопанкреасі коропів контрольної групи відносно дослідних. За додаткового згодовування 0,050; 0,075 та 0,100% «Мікосорбу» підвищила опірність організму риб, з огляду на зростання у гепатопанкреасі активності антиоксидантних ензимів: СОД — на 28,3; 30,5 і 5,0% та каталази — на 56,5 ($p < 0,001$); 55,5 ($p < 0,001$) та 46,3% ($p < 0,05$). При цьому за згодовування 0,05 та 0,10% «Мікосорбу» відмічено збільшення вмісту дієнових кон'югатів відповідно на 11,3 ($p < 0,01$) та 12,3% ($p < 0,01$), а також ТБК — на 19,7



($p < 0,05$) та 13,2%.

Перспективним є поглиблений аналіз впливу досліджуваного препарату на організм піддослідних риб, відповідно до його функціональних особливостей, з наступним розробленням методичних рекомендацій із застосування у виробничих умовах.

ЛІТЕРАТУРА

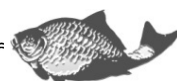
1. Фермерське рибництво / Грициняк І. І. та ін. Київ : Герб, 2008. 560 с.
2. Дехтярьов П. А., Євтушенко М. Ю., Шерман І. М. Фізіологія риб. Київ : Аграрна освіта, 2008. 342 с.
3. Wrona F. G., Cash K. J. The ecosystem approach to environment assessment: moving from theory to practice // J. Aquat. Ecosyst. Health. 1996. № 5. P. 89—97.
4. Мікотоксикологічний моніторинг концентрованих кормів лісостепу України / Малінін О. та ін. // Тваринництво України. 2003. №12. С. 26—28.
5. Попова С. А., Скопцова Т. И., Лосякова Е. В. Микотоксины в кормах: причины, последствия, профилактика // Известия Великолукской ГСХА. 2017. № 1. С. 16—23.
6. Осулливан Д. Микотоксины — бесшумная опасность // Комбикорма. 2005. № 5. С. 54—56.
7. Гогин А. Микотоксины: эффективный контроль — эффективное производство // Комбикорма. 2005. № 2. С. 68—69.
8. Дворська Ю. Є. Мікотоксини в кормах птиці: оцінка ризику // Аграрний вісник причорномор'я. 2013. Вип. 68. С. 62—69.
9. Дворская Ю., Донец В., Кузьменко С. Микотоксины опасны для свиней // Тваринництво України. 2008. № 5. С. 14—15.
10. Ефективність препарату «Мікосорб» (Alltech) в умовах періодичної контамінації кормів мікотоксинами / Котик А. М. та ін. // Ефективне тваринництво і птахівництво. 2004. № 1. С. 46—49.
11. Адамс Ник. Эффективность одновременного связывания нескольких микотоксинов различными адсорбентами в условиях модели желудочно-кишечного тракта *in vitro* // Животноводство России. 2020. № 7. С. 56—60.
12. Сурмач В. Н., Ковалевский В. Ф., Сехин А. А. Адсорбент микотоксинов «Микосорб™»-эффективная защита комбикормов для цыплят-бройлеров // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2011. № 14(1). С. 17—25.
13. Сурмач В. Н. Ковалевский В. Ф., Сехин А. А. Кормовая добавка «Микосорб» в кормлении дойных коров // Сельское хозяйство — проблемы и перспективы : сборник научных трудов. В 2-х т. 2010. Т. 1. С. 213—220.
14. Сироватко К. М., Зотько М. О. Технологія кормів та кормових добавок : навчальний посібник. Вінниця : ВНАУ, 2020. 263 с.
15. Желтов Ю. О. Методичні вказівки з проведення дослідів по годівлі риб // Рибне господарство. 2003. Вип. 62. С. 23—28.
16. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). Москва : Пищевая промышленность, 1966. 377 с.
17. Инструкции по физиолого-биохимическим анализам рыб / Лиманский В. В. и др. Москва : ВНИИПРХ, 1984. 58 с.
18. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and other Scientific Purposes. Strasbourg, 18/03/1986. ETS No.123.



19. Стальная И. Д. Метод определения диеновой конъюгации ненасыщенных высших жирных кислот // *Современные методы в биохимии*. 1977. С. 63—64.
20. Коробейникова Е. Н. Модификация определения продуктов перекисного окисления липидов в реакции с тиобарбитуровой кислотой // *Лабораторное дело*. 1989. № 7. С. 8—9.
21. Дубинина Е. Е., Сальникова Л. А., Ефимова Л. Ф. Активность и изоферментный спектр супероксиддисмутазы эритроцитов и плазмы крови человека // *Лабораторное дело*. 1983. № 10. С. 30—33.
22. Королюк М. А., Иванова Л. И., Майорова И. Г. Метод определения активности каталазы // *Лабораторное дело*. 1988. № 1. С. 16—19.
23. Bradford M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding // *Anal. Biochem.* 1976. Vol. 72. P. 248—254.
24. Плохинский Н. А. *Проблемы современной биометрии*. Москва : Моск. ун-т, 1981. 166 с.
25. Кожевников Ю. Н. О перекисном окислении липидов в норме и патологии (обзор) // *Вопросы медицинской химии*. 1985. № 1. С. 2—7.
26. Комаров А. А., Панин А. Н. *Микотоксикозы животных. Методическое пособие для профессиональной переподготовки работников предприятий АПК*. Москва : Пищепромиздат, 2003. 82 с.

REFERENCES

1. Hrytsyniak, I. I., Hrynzhevskiy, M. V., Tretiak, O. M., Kiva, M. S., & Mruk, A. I. (2008). *Fermerske rybnytstvo*. Kyiv: Herb.
2. Dekhtiarov, P. A., Yevtushenko, M. Yu., & Sherman, I. M. (2008). *Fizioloohiia ryb*. Kyiv: Ahrarna osvita.
3. Wrona, F. G., & Cash, K. J. (1996). The ecosystem approach to environment assessment: moving from theory to practice. *J. Aquat. Ecosyst. Health*, 5, 89-97.
4. Malinin, O., Kutsan, O., Shevtsova, H., & Semerina, O. (2003). Mikotoksykologichnyi monitorynh kontsentrovanykh kormiv lisostepu Ukrainy. *Tvarynnytstvo Ukrainy*, 12, 26-28.
5. Popova, S. A., Skoptsova, T. I., & Losyakova, E. V. (2017). Mikotoksiny v kormakh: prichyny, posledstviya, profilaktika. *Izvestiya velikolukskoy GSKhA*, 1, 16-23.
6. Osullivan, D. (2005). Mikotoksiny – besshumnaya opasnost'. *Kombikorma*, 5, 54-56.
7. Gogin, A. (2005). Mikotoksiny: effektivnyy kontrol' – effektivnoe proizvodstvo. *Kombikorma*, 2, 68-69.
8. Dvorska, Yu. Ye. (2013). Mikotoksiny v kormakh ptytsi: otsinka ryzyku. *Ahrarnyi visnyk prychnomoria*, 68, 62-69.
9. Dvorskaya, Yu., Donets, V., & Kuz'menko, S. (2008). Mikotoksiny opasny dlya sviney. *Tvarynnytstvo Ukrainy*, 5, 14-15.
10. Kotyk, A. M., Trufanova, V. O., Ledneva, O. L., & Andriienko, O. M. (2004). Efektivnist preparatu “Mikosorb” (Alltech) v umovakh periodychnoi kontaminatsii kormiv mikotoksynamy. *Efektivne tvarynnytstvo i ptakhivnytstvo*, 1, 46-49.
11. Adams, Nik (2020). Effektivnost' odnovremennogo svyazyvaniya neskol'kikh mikotoksinov razlichnymi adsorbentami v usloviyakh modeli zheludochno-



- kishechnogo trakta *in vitro*. *Zhivotnovodstvo Rosii*, 7, 56-60.
12. Surmach, V. N., Kovalevskiy, V. F., & Sekhin, A. A. (2011). Adsorbent mikotoksinov "Mikosorb™" — effektivnaya zashchita kombikormov dlya tsyplyat-broylerov. *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva*, 14(1), 17-25.
 13. Surmach, V. N., Kovalevskiy, V. F., & Sekhin, A. A. (2010). Kormovaya dobavka «Mikosorb» v kormlenii doynnykh korov. *Sel'skoe khozyaystvo — problemy i perspektivy: sbornik nauchnykh trudov*, 1, 213-220.
 14. Syrovatko, K. M., & Zotko, M. O. (2020). *Tekhnolohiia kormiv ta kormovykh dobavok: navchalnyi posibnyk*. Vinnytsia: VNAU.
 15. Zheltov, Yu. O. (2003). Metodichni vказivki z provedennya doslidiv po godivli rib. *Rybne gospodarstvo*, 62, 23-28.
 16. Pravdin, I. F. (1966). *Rukovodstvo po izucheniyu ryb (preimushchestvenno presnovodnykh)*. Moskva: Pishchevaya promyshlennost'.
 17. Limanskiy, V. V., Yarzhombek, A. A., Bekina, E. N., & Andronikov, S. B. (1984). *Instruktsii po fiziologo-biokhimicheskim analizam ryb*. Moskva: VNIIPRH.
 18. *European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and other Scientific Purposes*. (1986). Strasbourg, 18/03/1986. ETS No.123.
 19. Stal'naja, I. D. (1977). Metod opredelenija dienovoj kon'jugacii nenasyshhenykh vysshih zhirnih kislot. *Sovremennye metody v biohimii*, 63-64.
 20. Korobejnikova, E. N. (1989). Modifikacija opredelenija produktov perekisnogo okislenija lipidov v reakcii s tiobarbiturovoj kislotoj. *Laboratornoe delo*, 7, 8-9.
 21. Dubinina, E. E., Sal'nikova, L. A., & Efimova, L. F. (1983). Aktivnost' i izofermentnyj spektr superoksiddismutazy jeritroцитov i plazmy krovi cheloveka. *Laboratornoe delo*, 10, 30-33.
 22. Koroljuk, M. A., Ivanova, L. I., & Majorova, I. G. Metod opredelenija aktivnosti katalazy. *Laboratornoe delo*, 1, 16-19.
 23. Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem*, 72, 248-254.
 24. Plohinskij, H. A. (1969). *Rukovodstvo po biometrii dlja zootehnikov*. Moskva: Kolos.
 25. Kozhevnikov, Yu. N. (1985). O perekisnom okislenii lipidov v norme i patologii (obzor). *Voprosy meditsinskoj khimii*, 1, 2-7.
 26. Komarov, A. A., & Panin, A. N. (2003). *Mikotoksikozy zhivotnykh. Metodicheskoe posobie dlya professional'noj perepodgotovki rabotnikov predpriyatij APK*. Moskva: Pishchepromizdat.

