

УДК 597-11:[639.3.043:636.087.8]

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2020.2.11>

## АКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ В ОРГАНІЗМІ КОРОПА ЗА ВИКОРИСТАННЯ У СКЛАДІ КОРМУ ПРЕБІОТИКА

*Добрянська О.П. – м.н.с.,  
Львівська дослідна станція  
Інституту рибного господарства НААН,  
olya\_dobryanska@ukr.net*

Раціональне використання штучних кормів в процесі вирощування коропа забезпечує підвищення продуктивних та якісних характеристик отриманої продукції, а також рентабельності виробництва. При цьому ключовим завданням є збалансування складу раціону з метою забезпечення потреб у поживних речовинах шляхом введення якісних та легкозасвоюваних компонентів, відповідно до видових та вікових особливостей об'єкта риборозведення. На сьогодні актуальним є введення до складу раціону риб препаратів пребіотичної дії та добавок, які сприяють збільшенню доступності та перетравності поживних речовин корму, нормалізації мікрофлори кишківника, загалом позитивно впливають на функціональний стан органів та систем організму.

Дослідження проведено впродовж у двох повторностях в умовах ставів-аналогів з одним джерелом водопостачання. Для цього було використано чотири стави (три дослідні та контрольний) у 2018 р. і три (два дослідні та контрольний) у 2019 р. Дослідні стави зарибнили однорічками лускатого коропа середньою масою 55–58 г за густоти посадки 1000 екз/га. Годівлю проводили впродовж 60 днів вегетаційного періоду. Контрольним групам риб згодовували збалансований комбікорм, а дослідним додатково до основного раціону методом гранулювання вводили пребіотичний препарат Актіген: у 2018 р. в кількості 0,025 % (Дослід 1), 0,05 % (Дослід 2), 0,075 % (Дослід 3) та у 2019 р. 0,025 % (Дослід 4) і 0,05 % (Дослід 5). Вивчали вплив досліджуваного препарату на активність ферментів системи антиоксидантного захисту (АОЗ) та процесу пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) в гепатопанкреасі дволіток коропа.

Отримані дані першої повторності свідчать, що за введення до раціону дволіток коропа пребіотика з розрахунку 0,025 % і 0,05 % зростає активність супероксиддисмутази (СОД) у Досліді 1 на 28 % ( $p < 0,05$ ), у Досліді 2 на 24,8 %, та каталази відповідно на 10,8 % ( $p < 0,05$ ) і 12,8 % ( $p < 0,05$ ) відносно показників контролю. При цьому вміст малонового діальдегіду (МДА) у Дослідах 1 та 2 знижується відповідно на 37,5 % ( $p < 0,05$ ) та 21,3 %. Схожа залежність спостерігається за згодовування 0,075 % Актігену: активність СОД і каталази зростає на 3,0 % ( $p < 0,01$ ) та 18,4 %, проте вміст малонового діальдегіду зростає на 35,6 %. При цьому вміст дієнових кон'югатів зростає відносно контролю та корелює зі збільшенням кількості введення досліджуваної добавки.

Результати досліджень другої повторності схожі з попередніми та підтверджують тенденцію до активації СОД та каталази в Дослідах 4 і 5. При цьому відмі-

чено тенденцію до зниження вмісту первинної і вторинної ланок продуктів ПОЛ відносно контрольної групи риб.

Отже, використання пребіотичного препарату в годівлі дволіток коропа позитивно впливає на функціонування системи антиоксидантного захисту в гепатопанкреасі, тобто підтримує оптимальний рівень окисно-відновних процесів шляхом активації її ферментної ланки та зниження вмісту продуктів ПОЛ.

Ключові слова: короп, пребіотик, гепатопанкреас, антиоксиданти, продукти перексидного окиснення ліпідів.

---

**Постановка проблеми.** Фізіологічний стан організму риб безпосередньо залежить від повноцінної та нормованої годівлі. Оскільки основу штучних кормів для коропа складають важкоперетравні компоненти рослинного походження, то доцільним є додаткове використання у їх складі добавок, які чинять позитивний вплив на стан травної системи загалом та склад мікрофлори кишківника зокрема [1]. З огляду на це, перспективним може бути використання в годівлі коропа пробіотичних та пребіотичних препаратів, багато з яких є продуктами, основою яких є дріжджі у вигляді цілих або похідних клітин [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженнями в різних підгалузях тваринництва доведено, що застосування пребіотиків є ефективним для контрольованої стимуляції росту та активності визначених родів корисних бактерій, що відповідно пригнічує ріст і розвиток хвороботворних бактерій, сприяє підвищенню всмоктування поживних речовин та активзації резистентності організму [3]. Досліджуваний пребіотичний препарат Актіген (Alltech, Inc) отримано зі зовнішніх стінок клітин дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* – активний концентрат мананових олігосахаридів. Два основних полісахариди становлять до 90 % від сухої маси клітинної стінки:  $\alpha$ -D-маннан і  $\beta$ -D-глюкан. Модуляція імунітету слизової кишківника шляхом зв'язування цих двох полісахаридів із специфічними рецепторами імунних клітин позитивно впливає на здоров'я тварин та підвищує стійкість до хвороб. Принцип дії даних полісахаридів полягає у взаємодії з імунною системою господаря, посилюючи антиоксидантну активність [4].

Широко вивчено ефективність застосування пребіотика Актіген на ріст, конверсію корму, резистентність організму тварин. Так, введення препарату до раціону курчат-бройлерів позитивно впливає на показники вирощування птиці та зниження конверсії корму [5; 6], засвоюваність поживних речовин та склад мікрофлори кишківника птиці [7]. Також встановлено покращення лактації свиноматок та ефективності росту поросят [8], стійкості імунної системи та функціонального стану травного тракту свиней [9] за використання в годівлі Актігену.

Є позитивні напрацювання використання пребіотика на основі мананових олігосахаридів в аквакультурі [10]. Першими дослідженнями оці-

нено вплив Актігену на виживаність пангасіуса, штучно зараженого бактеріями *Edwardsiella ictaluri* [11]. Встановлено, що введення 0,08 % Актігену до раціону сибірського осетра призводило до зростання темпів росту та коефіцієнту перетравності корму [11]. Його додавання в кількості 0,08 % – 0,12 % до раціону сома призвело до збільшення продуктивності, покращення конверсії корму та показників імунної системи організму риб [11]. Встановлено позитивний вплив додавання 0,16 % Актігену до щоденного раціону морського окуня на темпи росту та параметри імунної системи організму риб, що пов'язано із нормалізацією кишкової мікрофлори [12].

На основі проведених нами експериментальних досліджень встановлено, що при додаванні до основного раціону дволіток коропа пребіотика Актігену в кількості 0,05 % рибопродуктивність збільшилась на 31,0 %, а витрати кормів на вирощування, при цьому, зменшились в 1,3 рази [13].

Враховуючи вищенаведене, актуальним та доцільним є подальше вивчення та комплексна оцінка впливу даного препарату на фізіолого-біохімічні показники організму риб.

**Постановка завдання.** В організмі риб у процесі життєдіяльності постійно утворюються вільні радикали, які є необхідними метаболітами і забезпечують перебіг багатьох фізіологічних реакцій. Вільнорадикальне окиснення безперервно проходить у всіх органах та тканинах, і не призводить до їх критичного пошкодження, оскільки регуляція надмірного утворення ліпопероксидів здійснюється за допомогою (АОС), яка складається з антиоксидантів та основних груп ензимів: супероксиддисмутази (СОД), тканинної каталази (КАТ) та ін. [14–16].

Дослідженнями *in vitro* та *in vivo* встановлено здатність риб генерувати активні форми кисню за впливу ксенобіотиків, фізичних умов та/або раціону. Визначення активності антиоксидантних ферментів в організмі риб використовується для оцінки оксидативного стресу, спричиненого чинниками навколишнього середовища у водних екосистемах [17].

Метою досліджень було визначення активності ферментів АОС та вмісту продуктів пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) в гепатопанкреасі дволіток коропа при застосуванні в годівлі пребіотика.

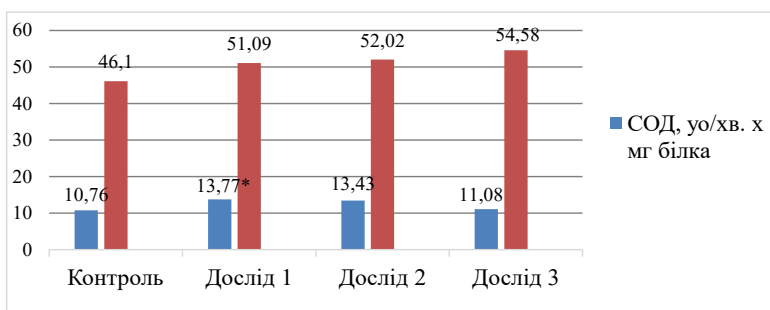
**Матеріали і методи дослідження.** Для вивчення впливу досліджуваної добавки на стан АОС та активність продуктів ПОЛ дослідження проводили два роки поспіль (2018–2019 рр.), на базі рибного господарства ТзОВ «Карпатський водограй» Пустомитівського району Львівської області в умовах ставів-аналогів з одним джерелом водопостачання. З цією метою у першій серії експериментальних досліджень було використано чотири стави, з яких три дослідні і контрольний. Дослідні стави зарибнені однорічками лускатого коропа середньою масою 55–58 г, із розрахунку 1000 екз/га. Впродовж 60 днів обох вегетаційних періодів контрольним

групам риб згодовували збалансований комбікорм, а дослідним групам додатково до основного раціону методом гранулювання вводили пребіотик Актіген. В першій серії у дослідних групах використовували 0,025 % (Дослід 1), 0,05 % (Дослід 2) та 0,075 % (Дослід 3), у другій серії – 0,025 % (Дослід 4) та 0,05 % (Дослід 5) добавки.

По завершенні експерименту відібрано зразки тканин риб для проведення біохімічних досліджень. Використовували 10 % гомогенати тканин гепатопанкреасу коропа. Досліджували концентрацію дієнових кон'югатів за методом, що ґрунтується на реакції оптичної густини гептанізопропанольного екстракту ліпідів [18]. Визначення концентрації малонового діальдегіду (МДА) проводили спектрофотометрично за кольоровою реакцією з тіобарбітуровою кислотою [19]. Активність СОД – за визначенням відсотка гальмування реакції відновлення нітросинього тетразолію в присутності феназинметасульфату [20]. Активність каталази – за зміною концентрації пероксиду водню ( $H_2O_2$ ) [21]. Визначення вмісту білка проводили за методом Бредфорд [22].

Опрацювання експериментальних результатів проводили методом варіаційної статистики. Статистично вірогідну різницю показників оцінювали за t-критерієм Стьюдента [23].

**Результати досліджень.** Проаналізувавши результати досліджень активності АОС гепатопанкреасу дволіток коропа, яким впродовж вегетаційного сезону згодовували комбікорм з різним вмістом пребіотичного препарату, в першій серії встановлено реакцію активізації СОД та каталази у Досліді 1, 2 та Досліді 3 (рис. 1). Показник активності СОД у Досліді 1 перевищує показник контрольної групи на 28 %,0 ( $p < 0,05$ ), у Досліді 2 – на 24,8 %, у Досліді 3 – на 3,0 %. Активність каталази вірогідно підвищується в Дослідах 1, 2 і 3 відповідно на 10,8 ( $p < 0,05$ ), 12,8 ( $p < 0,05$ ) та 18,4 % ( $p < 0,01$ ) порівняно з контрольною групою риб.



**Рис. 1. Активність антиоксидантних ферментів у гепатопанкреасі дволіток коропа за введення Актігену ( $M \pm m$ ,  $n=4$ )**

Примітка. Тут і надалі різниці вірогідні порівняно з контрольною групою: \* –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ .

Характеризуючи показники вмісту у гепатопанкреасі дволіток продуктів ПОЛ, слід зазначити про накопичення вмісту дієнових кон'югатів, які зростають у відповідності до збільшення кількості введення пребіотика до раціону (рис. 2). Показник Дослід 1 збільшується на 11,6 %, Дослід 2 – на 86,5 % ( $p < 0,05$ ), Дослід 3 – у 2,3 рази ( $p < 0,001$ ).

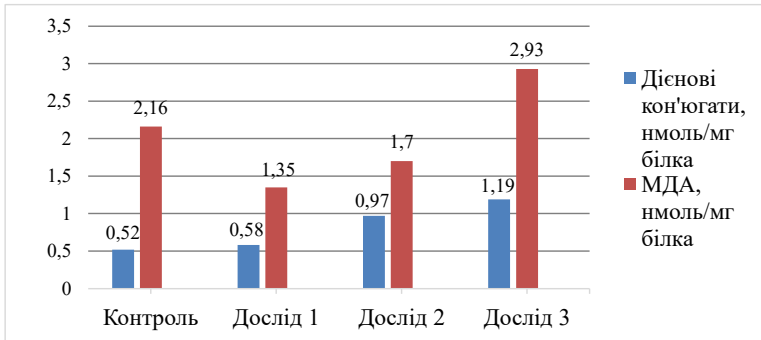


Рис. 2. Вміст продуктів ПОЛ у гепатопанкреасі дволіток коропа за введення Актігену ( $M \pm m$ ,  $n=4$ )

У ході досліджень відзначено зниження рівня МДА у Досліді 1 та Досліді 2 порівняно з Контролем на 62,5 ( $p < 0,05$ ) та 35,6 % відповідно, або у 1,6 та 1,3 рази. В Досліді 3 цей показник підвищився на 35,6 % відносно показників контрольної групи.

Резюмуючи отримані результати, визначено, що система АОС – ПОЛ у гепатопанкреасі дволіток коропа дослідних груп добре збалансована і працює за принципом зворотнього зв'язку: збільшення рівня антиоксидантів гальмує вільнорадикальне окиснення. І навпаки, при застосуванні Актігену в кількості 0,075 %, знижується активність СОД та підвищується вміст продуктів ПОЛ, що вказує на супресію даної системи організму.

У другій серії, провівши дослідження АОС гепатопанкреасу дволіток коропа, яким впродовж вегетаційного сезону згодували комбікорм з різною кількістю пребіотика Актіген, встановлено реакцію активізації СОД, яка є ключовим ферментом антирадикального захисту, а також каталази, яка досить швидко розщеплює шкідливий для СОД пероксид водню на воду і кисень [24].

Підвищення активності СОД у Досліді 4 на 42,4 % ( $p < 0,01$ ) та у Досліді 5 – на 41,8 % ( $p < 0,001$ ) відносно контрольної групи риб (рис. 3), є наслідком деактивації одного з найнебезпечніших для клітин токсинів – активних форм кисню, підтримуючи їх концентрацію в клітині на низькому рівні [25].

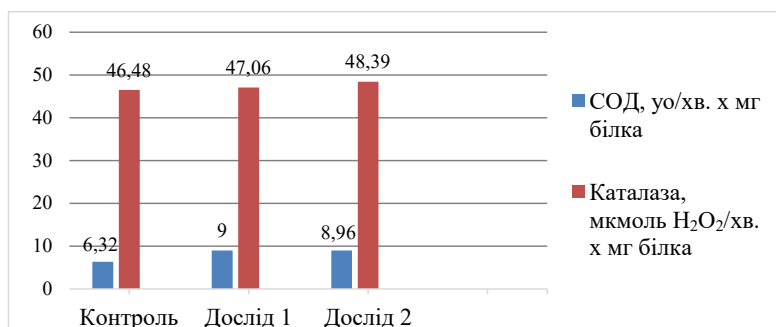


Рис. 3. Активність антиоксидантних ферментів у гепатопанкреасі дволіток коропа за впливу пребіотичного препарату ( $M \pm m$ ,  $n=4$ )

Як відомо, СОД завжди функціонує разом із каталазою [26], тому, внаслідок активації СОД, активність каталази підвищується. Хоча статистично вірогідної різниці показників каталази не встановлено, проте у Досліді 4 вона зросла на 1,2 %, у Досліді 5 – на 4,1 % відносно контрольної групи риб.

У результаті визначення вмісту продуктів ПОЛ встановлено, що показники, які характеризують вміст первинної і вторинної ланок продуктів вільно-радикального окиснення, знижуються відносно контрольної групи риб (рис. 4). А саме, вміст дієнових кон'югатів становив 1,21 нмоль/мг білка у Досліді 4 та 1,13 нмоль/мг білка у Досліді 5, що на 4,7 % та 11,0 % нижче показника контрольної групи. Зафіксовано зниження рівня МДА у Досліді 4 і Досліді 5 відповідно на 10,5 % та 3,0 %, проте вірогідної відмінності між показниками дослідних і контрольної груп не встановлено.

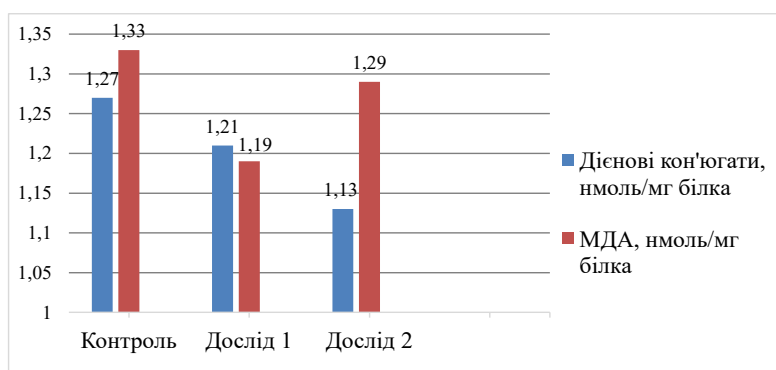


Рис. 4. Вміст продуктів ПОЛ у гепатопанкреасі дволіток коропа за введення Актігену ( $M \pm m$ ,  $n=4$ )

Отже, підсумовуючи результати досліджень застосування пребіотика в дозах 0,025 та 0,05 % в годівлі коропа, встановлено його здатність посилювати активність системи антиоксидантного захисту.

**Висновки та перспективи.** Активність ферментів АОС і зниження вмісту продуктів ПОЛ в гепатопанкреасі риб залежали від складу раціону.

Підсумовуючи результати досліджень, встановлено посилення активності АОС організму дволіток коропа за введення до складу раціону пребіотика Актіген у двох повторностях з розрахунку 0,025 % і 0,05 %, а саме: зростання активності СОД ікатолази та зниження МДА. Обернена залежність відмічена за введення до корму пребіотика з розрахунку 0,075 %, що вказує на деяку супресію даної системи організму.

Отже, використання пребіотичного препарату в годівлі дволіток коропа позитивно впливає на функціонування системи антиоксидантного захисту в гепатопанкреасі, тобто підтримує оптимальний рівень окисно-відновних процесів шляхом активації її ферментної ланки та зниження вмісту продуктів ПОЛ.

З огляду на отримані результати досліджень, перспективним є комплексне вивчення досліджуваного препарату, відповідно до його функціональних властивостей, на продуктивні та фізіолого-біологічні показники організму коропа.

## **ACTIVITY OF ANTIOXIDANT PROTECTION SYSTEM IN CARP ORGANISM FOR USE IN FEEDING PREBIOTICS**

*Dobrianska O.P. – research assistant,*

*Lviv Research Station of the Institute of Fisheries NAAS,*

*olya\_dobryanska@ukr.net*

Rational use of artificial fodder in the process of growing carp provides an increase in productive and quality characteristics of the products, as well as profitability. The key task is to balance the composition of the diet in order to meet the needs for nutrients by introducing quality and easily digestible components, in accordance with the species and age characteristics of the object of fish farming. Today it is important to include in the diet of fish drugs of prebiotic action and supplements that increase the availability and digestibility of feed nutrients, normalize the intestinal microflora, generally have a positive effect on the functional state of organs and systems.

The study was conducted in duplicate in the conditions of analogous ponds with one source of water supply. For this purpose, four ponds (three experimental and control) in 2018 and three (two experimental and control) in 2019 were used. Feeding was carried out for 60 days of the growing season. Control groups of fish were fed a balanced feed, and experimental in addition to the main diet by the method of granulation was introduced prebiotic Actigen: in 2018 in the amount of 0.025 % (Experiment 1), 0.05 % (Experiment 2), 0.075 % (Experiment 3) and in 2019 0.025 % (Experiment 4) and 0.05 % (Experiment 5). The effect of the study drug on the activity of enzymes of the antioxidant defense system (AOP) and the processes of lipid peroxidation (LPO) in the hepatopancreas of biennial carp was studied.

The obtained data of the first iteration show that the introduction of the diet of two-year-old carp prebiotic at the rate of 0.025 % and 0.05 % increases the activity of superoxide dismutase (SOD) in Experiment 1 by 28 % ( $p < 0.05$ ), in Experiment 2 by 24.8 %, and catalase, respectively, by 10.8 % ( $p < 0.05$ ) and 12.8 % ( $p < 0.05$ ) relative to control indicators. The content of malonic dialdehyde (MDA) in Experiments 1 and 2 decreased by 37.5 % ( $p < 0.05$ ) and 21.3 %, respectively. A similar relationship is observed with the feeding of 0.075 % Actigen: the activity of SOD and catalase increases by 3.0 % ( $p < 0.01$ ) and 18.4 %, but the content of malonic dialdehyde increases by 35.6 %. At the same time, the content of diene conjugates increases relative to control and correlates with the increase for administration of the studied additive.

The results of the second replication studies are similar to the previous ones and confirm the tendency to SOD and catalase activation in Experiments 4 and 5. There is a tendency to reduce the content of primary and secondary links of LPO products relative to the control group of fish.

Thus, the use of prebiotic drug in the feeding of biennial carp has a positive effect on the functioning of the antioxidant defense system in the hepatopancreas, that maintains the optimal level of redox processes by activating its enzyme link and reducing the content of LPO products.

Keywords: carp, prebiotic, hepatopancreas, antioxidants, products of lipid peroxidation.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Дехтярьов П.А., Євтушенко М.Ю., Шерман І.М. Фізіологія риб. К.: Аграрна освіта. 2008. 342 с.
2. Ganguly S., Paul I. and Mukhopadhyay S.K. (2010). Application and effectiveness of immunostimulants, probiotics, and prebiotics in aquaculture: a review. *Isr. J. Aquacult.* Bamidgah, 62(3). 130–138.
3. Spring P., Wenk C., Connolly A. and Kiers A. (2015). A review of 733 published trials on Bio-Mos®, a mannan oligosaccharide, and Actigen®, a second generation mannose rich fraction, on farm and companion animals. *Journal of Applied Animal Nutrition*. 3. 1–11. doi:10.1017/jan.2015.6
4. Křížková L., Ďuračková Z., Šandula J., Sasinková V. and J. Krajčovič. (2001). Antioxidative and antimutagenic activity of yeast cell wall mannans *in vitro*. *Mutat. Res.* 497. 213–222. doi: 10.1016/s1383-5718(01)00257-1.
5. Chernikova G., Procopenko N. (2017). Slaughter quality of broiler-chickens by prebiotic Actigen using. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, 1. 50–53. (in Ukrainian). doi: 10.15414/agrobiodiversity.2017.2585-8246.50-53
6. Yang Y., Iji P.A., Kocher A., Thomson E., Mikkelsen L.L. and Choct M. (2008). Effects of mannan oligosaccharide in broiler chicken diets on growth performance, energy utilisation, nutrient digestibility, and intestinal microflora. *British Poultry Science*. 49. 186–194. doi:10.1080/00071660801998613.
7. Danny M. Hooge, Alexis Kiers and Aidan Connolly (2013). Meta-Analysis Summary of Broiler Chicken Trials with Dietary Actigen™ (2009-2012).



- International Journal of Poultry Science*. 12 (1). 01–08. doi:10.3923/ijps.2013.1.8.
8. Taylor-Pickard J., McArdle T. and Icely S. (2017). Effect of feeding Actigen™ to sows during gestation and lactation and on piglet performance. *Journal of Applied Animal Nutrition*. 5(1). 1–4. doi:10.1017/Jan.2017.2
  9. Руслан Толстих, Андрій Баглай, Володимир Ткачик, Юлія Дворська. «Актиген» підвищує вміст імуноглобулінів у молозиві свиноматок. *Передова технологія*. 2011. № 5–6 (09–10). С. 50–51.
  10. Mihai BeŃea, Aurel Ńara, Alina Ani, Aurelian Barbu (2014). The Effects of Prebiotic Products in Fish Nutrition. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*, 71(2). 271–272. doi:10.15835/buasvmcn-asb:10445
  11. Sverinciuc C., BeŃea M. I., Sara A. (2017). The effects of some fodder additives on growth performance of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*). *Agriculture–Science and Practice*. 1–2 (101–102). 105–109.
  12. Torrecillas S., Montero D., Caballero M. J., Robaina L., Maria Jesus Zamorano, Sweetman J., Izquierdo M. (2015). Effects of dietary concentrated mannan oligosaccharides supplementation on growth, gut mucosal immune system and liver lipid metabolism of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Fish & Shellfish Immunology*. 42. 508–516. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2014.11.033>
  13. Добрянська О.П., Дерень О.В., Григоренко Т.В. Продуктивні показники дволіток коропа при застосуванні в годівлі пребіотика в умовах вирощувальних ставів. *Рибогосподарська наука*. 2019. 4(50). 95–108. doi:10.15407/fsu2019.04.095
  14. Поліщук В.М. Вікові особливості функціонування системи антиоксидантного захисту крові страусів. *Укр. біохім. журн*. 2010. Т. 82. № 5. С. 92–97.
  15. Цехмістренко С.І. Особливості вільнорадикальних процесів у спермі кнурів плідників. *Збірник наукових праць. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. Біла Церква. 2012. Вип. 8 (98). С. 128–131.
  16. Роль Н.В. Вплив вітамінно-мінеральної добавки на стан антиоксидантної системи кролів. *Науково-технічний бюлетень Інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок*. 2017. 1. С. 66–70.
  17. Zhang J., Shen H., Wang X., Wu J. And Y. Xue. (2004). Effects of chronic exposure of 2,4-dichlorophenol on the antioxidant system in liver of fresh water fish *Carassius auratus*. *Chemosphere*. 55. 167–174. doi: 10.1016/j.chemosphere.2003.10.048.
  18. Стальная И.Д. Метод определения диеновой конъюгации ненасыщенных высших жирных кислот. *Современные методы в биохимии* / ред. В. Н. Орехович. М. Медицина. 1977. С. 63–64.

19. Коробейникова Е.Н. Модификация определения продуктов перекисного окисления липидов в реакции с тиобарбитуровой кислотой. *Лаб. дело*. 1989. № 7. С. 8–9.
20. Дубинина Е.Е., Сальникова Л.А., Ефимова Л.Ф. Активность и изоферментный спектр супероксиддисмутазы эритроцитов и плазмы крови человека. *Лаб. дело*. 1983. № 10. С. 30–33.
21. Королюк М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г. Метод определения активности каталазы. *Лабораторное дело*. 1988. № 1. С. 16–19.
22. 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. doi: 10.1006/abio.1976.9999.
23. Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика. Основы моделирования первичной обработки данных. М: *Финансы и статистика*. 1983. 471 с.
24. Цехмістренко С.І. Онтогенетичні зміни активності супероксиддисмутази в органах травлення курчат. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету*: збірник наукових праць. Біла Церква. 1999. Вип. 8. Ч. 2. 189–194.
25. Zelko I.N., Mariani T.J., Folz R.J. (2002). Superoxide dismutase multigene family: a comparison of the Cu, Zn-SOD (SOD<sub>1</sub>), Mn-SOD (SOD<sub>2</sub>), and EC-SOD (SOD<sub>3</sub>) gene structures, evolution, and expression. *Free Radic. Biol. Med.* 33(3). 337–349. doi:10.1016/s0891-5849(02)00905-x
26. Беленічев І.Ф., Левицький Є.Л., Губський Ю.І. Антиоксидантна система захисту організму (огляд). *Совр. пробл. токсикол*, 2002. 3. С. 24–29.

## REFERENCES

1. Dekhtiarov P.A., Yevtushenko M.Yu., Sherman I.M. (2008). *Fiziologhiia ryb* [Fish physiology]. К.: Ahrarna osvita. [in Ukrainian].
2. Ganguly S., Paul I. and Mukhopadhyay S.K. (2010). Application and effectiveness of immunostimulants, probiotics, and prebiotics in aquaculture: a review. *Isr. J. Aquacult.* Bamidgheh, 62(3). 130–138.
3. Spring P., Wenk C., Connolly A. and Kiers A. (2015). A review of 733 published trials on Bio-Mos®, a mannan oligosaccharide, and Actigen®, a second generation mannose rich fraction, on farm and companion animals. *Journal of Applied Animal Nutrition*. 3. 1–11. doi:10.1017/jan.2015.6
4. Križková L., Ďuračková Z., Šandula J., Sasinková V. and J. Krajčovič. (2001). Antioxidative and antimutagenic activity of yeast cell wall mannans in vitro. *Mutat. Res.* 497. 213–222. doi: 10.1016/s1383-5718(01)00257-1.
5. Chernikova G., Procopenko N. (2017). Slaughter quality of broiler-chickens by prebiotic Actigen using. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition*,

- Health and Life Quality*, 1. 50–53. [in Ukrainian]. doi: 10.15414/agrobiodyversity.2017.2585-8246.50-53
6. Yang Y., Iji P.A., Kocher A., Thomson E., Mikkelsen L.L. and Choct M. (2008). Effects of mannanoligosaccharide in broiler chicken diets on growth performance, energy utilisation, nutrient digestibility, and intestinal microflora. *British Poultry Science*. 49. 186–194. doi:10.1080/00071660801998613.
  7. Danny M. Hooge1, Alexis Kiers and Aidan Connolly (2013). Meta-Analysis Summary of Broiler Chicken Trials with Dietary Actigen™ (2009-2012). *International Journal of Poultry Science*. 12 (1). 01–08. doi:10.3923/ijps.2013.1.8.
  8. Taylor-Pickard J., McArdle T. and Icely S. (2017). Effect of feeding Actigen™ to sows during gestation and lactation and on piglet performance. *Journal of Applied Animal Nutrition*. 5(1). 1–4. doi:10.1017/Jan.2017.2
  9. Ruslan Tolstykh, Andrii Bahlai, Volodymyr Tkachyk, Yuliia Dvorska (2011). «Aktyhen» pidvyshchuie vmist imunoglobuliniv u molozyvi svynomatok [Actigen increases the content of immunoglobulins in the colostrum of sows]. *Peredova tekhnolohiia*. [Advanced technology]. № 5-6(09-10). pp. 50–51. [in Ukrainian].
  10. Mihai Bentea, Aurel Şara, Alina Ani, Aurelian Barbu (2014). The Effects of Prebiotic Products in Fish Nutrition. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*, 71(2). 271–272. doi:10.15835/buasvmcn-asb:10445
  11. Sverinciuc C., Bentea M. I., Sara A. (2017). The effects of some fodder additives on growth performance of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*). *Agriculture–Science and Practice*. 1–2 (101–102). 105–109.
  12. Torrecillas S., Montero D., Caballero M. J., Robaina L., Maria Jesus Zamorano, Sweetman J., Izquierdo M. (2015). Effects of dietary concentrated mannan oligosaccharides supplementation on growth, gut mucosal immune system and liver lipid metabolism of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Fish & Shellfish Immunology*. 42. 508–516. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2014.11.033>
  13. Dobrianska, O.P, Deren, O.V, Hryhorenko, T.V. (2019). *Produktyvni pokaznyky dvolitok koropa pry zastosuvanni v hodivli prebiotyka v umovakh vyroshchuvannykh staviv* [Productive indices of age-2 carp after application of a prebiotic in their feeding]. *Rybohospodarska nauka* [Fisheries]. 4(50). pp. 95–108. doi:10.15407/fsu2019.04.095. [in Ukrainian].
  14. Polishchuk, V.M. (2010). *Vikovi osoblyvosti funkcionuvannia systemy antyoksydantnoho zakhystu krovi strausiv* [Age features of functioning of system of antioxidant protection of blood of ostriches]. *Ukr. biokhim. zhurn* [Ukr. Biochem. journal]. T. 82, № 5. pp. 92–97. [in Ukrainian].
  15. Tsekhmistrenko S.I. (2012). *Osoblyvosti vilnoradykalnykh protsesiv u spermii knurivplidnykiv* [Features of free radical processes in the semen of

- boars]. Zbirnyk naukovykh prats. Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnystva [Collection of scientific works. Technology of production and processing of livestock products], Bila Tserkva. Vyp. 8 (98). pp. 128–131. [in Ukrainian].
16. Rol N.V. (2017). *Vplyv vitaminno-mineralnoi dobavky na stan antyoksydantnoi systemy kroliv* [The effect of vitamin and mineral supplements on the state of the antioxidant system of rabbits]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu veterynarnykh preparativ ta kormovykh dobavok* [Scientific and technical bulletin of the Institute of Veterinary Drugs and Feed Additives]. 1. pp. 66–70. [in Ukrainian].
  17. Zhang J., Shen H., Wang X., Wu J. and Y. Xue. (2004). Effects of chronic exposure of 2,4-dichlorophenol on the antioxidant system in liver of fresh water fish *Carassius auratus*. *Chemosphere*. 55. 167–174. doi: 10.1016/j.chemosphere.2003.10.048.
  18. Stal'naya I.D. (1977). *Metod opredeleniya dienovoy kon'yugatsii nenasyshchennykh vysshikh zhirnykh kislot* [Method for determination of diene conjugation of unsaturated higher fatty acids]. *Sovremennye metody v biokhīmii* [Modern methods in biochemistry] / red. V. N. Orekhovich. M. Meditsina. pp. 63–64. [in Russian].
  19. Korobeynikova E.N. (1989). *Modifikatsiya opredeleniya produktov perekisnogo okisleniya lipidov v reaktsii s tiobarbiturovoy kislotoy* [Modification of the determination of lipid peroxidation products in the reaction with thiobarbituric acid]. *Lab. Delo* [Lab. case]. № 7. pp. 8–9. [in Russian].
  20. Dubinina E.E., Sal'nikova L.A., Efimova L.F. (1983). *Aktivnost' i izofermentnyy spektr superoksidmutazy eritrotsitov i plazmy krovi cheloveka* [Activity and isoenzyme spectrum of erythrocyte superoxide dismutase and human blood plasma]. *Lab. Delo* [Lab. case]. № 10. pp. 30–33. [in Russian].
  21. Korolyuk M.A., Ivanova L.I., Mayorova I.G. (1988). *Metod opredeleniya aktivnosti katalazy* [Method for determining catalase activity]. *Laboratornoe delo* [Laboratory case]. № 1. pp. 16–19. [in Russian].
  22. 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. doi: 10.1006/abio.1976.9999.
  23. Ayvazyan S.A., Enyukov I.S., Meshalkin L.D. (1983). *Prikladnaya statistika. Osnovy modelirovaniya pervichnoy obrobтки dannykh* [Applied statistics. Fundamentals of modeling primary data processing]. M: *Finansy i statistika*. [Finance and statistics]. 471 p. [in Russian].
  24. Tsekhmistrenko S.I. (1999). *Ontohenetychni zminy aktyvnosti superoksyddysmutazy v orhanakh travlennia kurchat* [Ontogenetic changes

- in superoxide dismutase activity in the digestive organs of chickens]. *Visnyk Biloserkivskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu: zbirnyk naukovykh prats*. [Bulletin of Bila Tserkva State Agrarian University: a collection of scientific papers]. Bila Tserkva. Vol. 8(2), pp. 189–194. [in Ukrainian].
25. Zelko I.N., Mariani T.J., Folz R.J. (2002). Superoxide dismutase multigene family: a comparison of the Cu, Zn-SOD (SOD<sub>1</sub>), Mn-SOD (SOD<sub>2</sub>), and EC-SOD (SOD<sub>3</sub>) gene structures, evolution, and expression. *Free Radic. Biol. Med.* 33(3). 337–349. doi:10.1016/s0891-5849(02)00905-x
26. Bielenichev I.F., Levytskyi Ye.L., Hubsnyi Yu.I. (2002). *Antyoksydantna systema zakhystu orhanizmu (ohliad)* [Antioxidant system of body protection (review)]. *Sovr. probl. Toksykol* [Modern probl. toxicol]. 3. pp. 24–29. [in Ukrainian].