

original article | UDC [639.3.043.13:636.087.72]:639.371.52 |
doi: 10.31210/visnyk2019.03.17

THE EFFECTIVENESS OF USING NATURAL MINERALS IN THE DIET OF FEMALE CARP

O. O. Baturevich,

ORCID ID: [0000-0003-1446-0449](https://orcid.org/0000-0003-1446-0449), E-mail: shtefan_91@ukr.net,

Institute of Fishery of the NAAS of Ukraine, 135, Obukhivska str., Kyiv, 03164, Ukraine

At the present stage of fishing industry development in Ukraine, considerable attention should be paid to the intensification and reproduction of aquatic bio-resources. One of the important prerequisites for achieving these goals is the balanced feeding of fish, which is the basis of fishing industry efficiency, as it determines the state of health, reproductive capacity, intensity, and growth rate of the fish. In addition, it is necessary to take into account the economic component and the environmental friendliness of feed components, since most of the costs of fish farms are related to feeding. That is why the aim of our work is studying the influence of natural mineral additives (activated bentonite, saponite) on the trace element composition and the state of caviar antioxidant protection system, provided that they are introduced into the basic ration of carp females during the pre-spawning period. The studies were conducted on three groups of female carp, which, by the principle of analogues, were divided into one control and two experimental groups of 5 individuals in each. Carp females of the first experimental group were fed a balanced compound feed with the inclusion of activated bentonite in the amount of 0.2 % of the feed weight, females of the second experimental group - with the inclusion of 5 % saponite in the basic feed composition. Females of the control group consumed the same compound feed without additives. At the end of the experiment, 3 samples of caviar were selected in all groups. In the experimental samples of the first group (with adding 0.2 % of bentonite in the diet of carp females) there was a significant increase of zinc content by 30.5 % ($p < 0.05$). Besides, adding 5 % of saponite in the second experimental group enabled to reduce the content of heavy metal – nickel by 3 times ($p < 0.05$), which may indicate the sorption capacity of saponite. At the same time, the effectiveness of using activated bentonite in the amount of 0.2 % was proven while assessing the state of the caviar antioxidant protection system. In this case the adding of this mineral contributed to a significant increase in the activity of superoxide dismutase by 1.8 times ($p < 0.01$). There was also a significant decrease of TBAs by 97 % as a result of adding saponite in the given amount to the main ration. Based on the obtained results, it becomes clear that using 0.2 % of activated bentonite clay of the feed weight has almost the same effect on the quality of caviar as using 5 % saponite clay in the ration of female carp.

Keywords: *activated bentonite, saponite, minerals of natural origin, carp, caviar, trace elements, state of antioxidant protection system.*

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛІВ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ В РАЦІОНІ САМИЦЬ КОРОПА

O. O. Батуревич,

Інститут рибного господарства НААН України, вул. Обухівська, 135, м. Київ, 03164, Україна

На сучасному етапі розвитку рибного господарства в Україні значну увагу варто приділяти інтенсифікації та відтворенню водних біоресурсів. Однією з важливих передумов для виконання цих завдань є збалансована годівля плідників риб, що є основою ефективності рибництва, оскільки саме вона впливає на стан здоров'я, рівень відтворювальної здатності, інтенсивність та рівень росту риб. До того ж потрібно врахувати економічну складову та екологічність кормових компонентів, оскільки більшість витрат господарств припадає на годівлю. Тому метою нашої роботи є дослідження впливу природних мінеральних добавок (бентоніт активований, сапоніт) на мікроелемент-

ний склад та стан системи антиоксидантного захисту ікри за умови введення їх до складу основного раціону самиць коропа у переднерестовий період. Дослідження проводили на трьох групах самиць коропа, які за принципом аналогів були розділені на одну Контрольну та дві Дослідних, по 5 особин у кожній. Самицям коропів I Дослідної групи згодовували збалансований комбікорм із включенням у нього активованого бентоніту в кількості 0,2 % від маси корму, самицям II Дослідної групи – із включенням до основного складу корму 5 % сапоніту. Самиці Контрольної групи споживали той самий комбікорм без добавок. У зразках ікри I Дослідної групи виявлено достовірне підвищення вмісту цинку на 30,5 % ($p < 0,05$). Крім того введення 5 % сапоніту в II Дослідну групу сприяє зниженню вмісту важкого металу – нікелю в 3 рази ($p < 0,05$), що може свідчити про сорбційну здатність сапоніту. Паралельно доведено ефективність застосування активованого бентоніту в кількості 0,2 % при складанні оцінки стану системи антиоксидантного захисту ікри. Тут уведення цього мінералу сприяло достовірному підвищенню активності супероксиддисмутази в 1,8 рази ($p < 0,01$). Також при введенні до основного раціону сапоніту в заданій кількості було виявлене достовірне зниження ТБК-продуктів на 97 %. На основі отриманих результатів стає зрозумілим той факт, що застосування бентонітової глини активованої у кількості 0,2 % від маси корму, практично має таке саме впливає на якість ікри, як і застосування 5 % глини сапонітової в кормовому раціоні самок коропа.

Ключові слова: бентоніт активований, сапоніт, мінерали природного походження, короп, ікра, мікроелементи, стан системи антиоксидантного захисту.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛОВ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В РАЦИОНЕ САМОК КАРПА

О. А. Батуревич,

Институт рыбного хозяйства УААН Укрины, ул. Обуховская, 135, г. Киев, 03164, Украина

Цель работы – исследование влияния бентонита активированного и сапонита на микроэлементный состав и состояние системы антиоксидантной защиты икры при условии введения их в состав основного рациона самок карпа в преднерестовый период. I Опытной группе скармливали комбикорм с активированным бентонитом в количестве 0,2 % от массы корма, II Опытной группе – с включением в состав корма 5 % сапонита. Самки Контрольной группы потребляли комбикорм без добавок. В I группе установлено достоверное повышение цинка на 30,5 % ($p < 0,05$), а введение 5 % сапонита в рацион способствует снижению содержания тяжелого металла – никеля в 3 раза ($p < 0,05$). Доказана эффективность применения активированного бентонита в количестве 0,2 % при составлении оценки системы антиоксидантной защиты икры. Здесь его использование способствовало достоверному увеличению активности супероксиддисмутазы в 1,8 раз ($p < 0,01$). Также при введении сапонита в заданном количестве было обнаружено достоверное снижение ТБК-продуктов на 97 %.

Ключевые слова: бентонит активированный, сапонит, минералы природного происхождения, карп, икра, микроэлементы, состояние системы антиоксидантной защиты.

Вступ

На сьогоднішній день відомо, що важливими факторами підвищення рибопродуктивності є різні види кормів і кормових добавок, які сприяють нормальному процесу нагулу риб, їх плодючості, активному розвитку організму та ін. Фізіологічні принципи годівлі потребують повноцінності кормів та їхньої збалансованості, а раціональна годівля риб повинна забезпечувати потреби організму як в органічних, так і в мінеральних речовинах, тому що саме в таких умовах можуть бути забезпечені нормальний його ріст та розвиток [1, 2].

Потреби коропа в основних поживних речовинах добре відомі, однак питання покращення якісних характеристик рибних кормів не втрачає своєї актуальності, оскільки сучасна система вирощування риби недосконала, і в середовищі існування гідробіонтів відбувається інтенсивне накопичення токсинів, важких металів і небезпечної мікрофлори, що знижує якість вихідної продукції [3, 4].

Одним із важливих та критичних періодів в онтогенезі коропа є розмноження, тому що саме в цей час багато чинників, які необхідні рибам, стають лімітуючими. Ось чому в цей час дуже важливо забезпечити організм плідників структурними та енергетичними елементами, що, головне, можуть надходити разом з кормом [5, 6].

Аналізуючи доступні джерела інформації щодо підвищення якості та безпеки продуктів харчування, стає популярним використання природних алюмосилікатів як мінеральних добавок та сорбентів

на різних етапах виробництва. Найбільш відомими та вживаними мінералами на території України є поклади цеолітів, сапонітів, бентонітів, анальцимів та глауконітів [7].

Результати фізико-хімічних досліджень доводять, що сапоніт та бентоніт є унікальними глинами за своїми мінеральними та фізичними властивостями [8, 9].

Учені рекомендують застосовувати бентоніти та сапоніти в харчовій промисловості, тваринництві, сільському господарстві, медицині як ефективні сорбційні матеріали, антиоксиданти та високодисперсні мінерали, оскільки вони мають специфічну каркасну будову молекулярних сит і містять у своєму складі безліч мікро- та макроелементів [10, 11]. Оскільки ці мінерали активно застосовуються в рибництві, що доведено позитивними результатами у годівлі різних видів риб, доцільним було б застосувати їх у раціонах самок коропа, оскільки репродуктивна здатність риб значною мірою залежить від забезпечення організму мікроелементами, котрі є активними центрами антиоксидантного захисту і входять до складу біологічно активних складових, що регулюють обмін речовин [1, 2, 12–17].

Зважаючи на це, актуальним завданням є проведення експериментальних робіт з використанням у годівлі різновікових груп коропа мінералів природного походження для дослідження їхнього впливу на організм риб і ефективності застосування, а метою роботи є порівняльна характеристика застосування активованого бентоніту і сапоніту в годівлі самок коропа у переднерестовий період, визначення показників системи антиоксидантного захисту, мікроелементного складу ікри та концентрації в ній важких металів, оскільки саме від її якості залежить життєздатність майбутнього потомства.

Матеріали і методи досліджень

Експеримент проведено в умовах науково-дослідної бази ДП ДГ «Нивка» Інституту рибного господарства НААН 2017 року. Об'єктом дослідження слугували самиці нивківського лускатого внутріпородного типу української лускатої породи коропа. Сформовано три групи риб: дві Дослідних і Контрольну, в кожній з яких було по 5 екз. самиць коропа. Кожна з груп була розміщена в нерестові стави-аналоги площею 0,04 га.

Предметом дослідження слугували мінерали природного походження бентоніт активований та сапоніт, поклади яких розташовані на території України.

Бентоніт видобувається на Дашуківській ділянці Черкаського родовища бентонітових глин. Активність природних бентонітів содою відбувається для того, аби повністю замінити катіони дифузійного шару глини катіонами натрію, внаслідок чого утворюється натрієвий лужний бентоніт, що має високу дисперсність [18].

Сапонітове борошно, яке було застосоване в наших дослідженнях, – з родовища Ташківське Славутського району Хмельницької області.

Годівлю риб проводили кожного дня в ранковий час. Контрольній групі згодовували збалансований комбікорм стандартного складу в кількості 10 % від маси риб. Самицям коропа I та II Дослідних груп вносили той самий комбікорм, але з додаванням до складу основного раціону бентонітової глини активованої в кількості 0,2 % та сапоніту в кількості 5 %, відповідно. Експеримент тривав протягом 37 днів до початку нерестової кампанії.

Під час досліджень проводився фоновий контроль гідрохімічного та температурного режимів ставів. Ці показники були в оптимальних межах для активного засвоєння їжі.

По закінченні досліду проаналізовано вплив цих мінеральних добавок на мікроелементний склад ікри та активність у ній антиоксидантних ферментів шляхом відбору з кожної групи по 3 зразки статевих продуктів риб. Для визначення мікроелементного складу ікри, досліджувану ікру висушували в сушильній шафі при температурі 108 °C до постійної маси. Потім виконували її спалювання за методом мокрого озолування в азотній кислоті (марки х. ч.) протягом 12–18 год. до повного знебарвлення суміші, у яку додатково додавали 5–6 краплин 30 %-го пероксиду водню (марки х. ч.). Кількісне визначення концентрації важких металів здійснювали прямим всмоктуванням розчину у пропан-бутан-повітряне полум'я за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра марки С-115М [19].

Концентрацію дієвих кон'югатів досліджували за методом, що ґрунтується на реакції оптичної густини гептанізопропанольного екстракту ліпідів [20]. Визначення концентрації ТБК-активних продуктів проводили спектрофотометрично за кольоровою реакцією з тіобарбітуровою кислотою [21]. Активність супероксиддисмутази – за визначенням відсотка гальмування реакції відновлення нітросинього тетразоліа у присутності феназинметасульфату [22]. Активність каталази – за зміною концентрації H₂O₂ [23]. Визначення вмісту білка проводили за методом Бредфорд [24].

Одержані цифрові результати опрацьовували статистично за допомогою стандартного пакету статистичних програм *Microsoft EXCEL*. Виразовували середні арифметичні величини (M), середню

квадратичну помилку (m) і вірогідність різниць (P) між досліджуваними середньоарифметичними величинами [25].

Результати досліджень та їх обговорення

Такі метали, як цинк, манган, мідь та ферум є життєво необхідними для виконання в організмі риб багатьох регуляторних функцій. Водночас перелік важких металів містить елементи, біологічну роль у живих організмах для яких не визначено, і які токсично впливають навіть у невеликих концентраціях. До таких елементів належать свинець, кадмій, нікель [26].

У таблиці 1 наведені дані про вплив добавок активованого бентоніту та сапоніту до раціону самиць коропів на вміст деяких мікроелементів та важких металів в ікрі. Аналізуючи результати досліджень, спостерігаємо підвищення вмісту заліза в I та II Дослідних групах на 27,4 та 89,9 % відповідно порівняно з контролем. Хоча отримані результати не достовірні ($p < 0,5$), потрібно зазначити, що саме залізо входить до складу гемовмісних ферментів, що відіграють важливу роль у захисті молекул гемоглобіну від оксидативних ушкоджень та беруть участь у зв'язуванні потенційно небезпечних продуктів обміну речовин, що так чи так позитивно впливає на розвиток гонад в організмі коропа [27, 28].

Щодо цинку, то його біологічну роль в організмі риб у період інтенсивного розвитку та статевого дозрівання важко переоцінити, оскільки його значне накопичення у статевих продуктах обумовлено стимулюючим впливом на репродуктивну функцію [29]. У Досліді I спостерігається достовірне підвищення його вмісту на 30,5 % ($p < 0,05$) порівняно з контролем, при ГДК у тканинах 40 мг/кг сирової маси [30].

Біологічна роль марганцю реалізується через ферменти, що активуються саме цим мікроелементом, тому дуже важливим є його наявність у кормових компонентах, оскільки саме він позитивно впливає на репродуктивні процеси та ріст організму [31]. Крім того, доведена його ефективність у процесах антиоксидантного захисту клітин, оскільки саме він є каталітичним центром захисного ферменту [32]. У Дослідах I, II не спостерігається достовірного зниження цього мікроелементу відносно Контролю.

Схожу участь в організмі відіграє мідь. Встановлено її важливе місце в антиоксидантному захисті тканин та покращенні функціонування імунної системи [33, 34]. В отриманих результатах досліджень не визначено опосередкованого впливу бентоніту активованого та сапоніту на вміст цього мікроелементу в ікрі коропа.

У Досліді II спостерігається достовірне зниження вмісту нікелю у зразках ікри з 0,57 мг/кг, у Контролі до 0,19 мг/кг, у Досліді ($p < 0,05$). Відомо, що нікель у низьких концентраціях в організмі каталізує обмін деяких амінокислот та відіграє важливу роль у кровотворенні, проте його високі концентрації є токсичними для риб [35]. У Досліді I відмічено підвищення вмісту цього мікроелементу порівняно з контролем, що може свідчити про те, що у зразок проби потрапила кров, оскільки накопичення цього елементу в низьких кількостях спостерігається у тканинах, які найменше наповнені кров'ю.

Щодо плумбуму, то його дія на організм гідробіонтів є доволі токсичною, але зниження вмісту цього токсиканту в обох Дослідних групах порівняно з Контролем може свідчити про сорбційні властивості бентоніту та сапоніту, проте ці дані є не достовірними [35].

1. Вміст деяких мікроелементів та важких металів в ікрі коропа під час згодовування бентоніту активованого та сапоніту у складі продукційних комбікормів, мг/кг сирової маси ($M \pm m, n=3$)

Група риб	Fe	Zn	Mn	Cu	Ni	Pb	Cd
Контроль	21,87±7,51	13,73±1,30	0,60±0,08	0,77±0,07	0,57±0,10	3,49±0,39	0,04±0,00
Дослід I	27,87±6,86	17,93±0,54*	0,43±0,12	0,53±0,15	2,32±2,21	2,54±0,10	0,04±0,00
Дослід II	41,53±15,64	16,43±1,99	0,51±0,21	0,63±0,02	0,19±0,04*	2,42±0,28	0,04±0,00

Примітка. Різниця статистично вірогідна порівняно з контрольною групою: * – $p < 0,05$.

Багато вчених розглядають продукти перекисного окиснення ліпідів як певні біомаркери забруднення водного середовища з одного боку та біомаркери пошкодження чи ураження тканин та їх клітин – з іншого [36–38].

У таблиці 2 представлені дані щодо впливу активованого бентоніту та сапоніту до раціону самиць коропа на вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів і активність антиоксидантних ферментів у їх ікрі.

2. Вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів і активність антиоксидантних ферментів у м'язах експериментальних груп самиць коропа ($M \pm t$, $n=3$)

Група риб	Каталаза Мкмоль H_2O_2 /хв. х мг білка	СОД Ум. Од/хв. х мг білка	Дієнові кон'югати С (нмоль/мг біл- ка)	ТБК-продукти С (нмоль /мг біл- ка)
Контроль	3,35±0,75	4,92±0,51	1,69±0,39	1,26±0,05
Дослід I	1,84±0,26	7,64±0,17**	1,44±0,23	0,90±0,22
Дослід II	1,82±0,29	6,42±0,37	1,38±0,034	0,04±0,00***

Примітка. Різниця статистично вірогідна порівняно з контрольною групою: ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$.

У результаті досліджень встановлено, що згодовування самицям коропа вказаних мінералів у переднерестовий період призвело до зниження каталази в обох Дослідних групах порівняно з Контролем, проте ці різниці не є достовірними ($< 0,5$).

При цьому значно зростає активність супероксиддисмутази в ікрі за умови згодовування самицям активованого бентоніту в 1,5 рази ($p < 0,01$), а за згодовування сапоніту – в 1,3 рази ($p < 0,5$) відносно Контролю. Збільшення активності супероксиддисмутази під впливом мінералів природного походження можна пояснити дією наявних у добавках мікроелементів цинку, купруму, мангану, оскільки інтенсивність ліпопероксидації та антиоксидантний статус в організмі коропа змінюються під впливом іонів цих елементів [39, 40].

У I та II Дослідних групах прослідковується тенденція до зниження вмісту дієнових кон'югатів відповідно на 14,8 % та 18,3 % відносно Контролю, проте ці різниці статистично не вірогідні ($p < 0,5$).

Водночас спостерігається тенденція до зменшення вмісту ТБК-продуктів в ікрі I Дослідної групи на 28,5 % ($p < 0,5$), II Дослідної групи – майже на 97 % ($p < 0,001$) порівняно з Контролем, що свідчить про посилення ферментативної ланки системи антиоксидантного захисту в гонадах досліджуваних груп риб.

Висновки

Додавання до раціону коропа в переднерестовий період бентоніту активованого та сапоніту в кількості 0,2 та 5 % від маси корму, відповідно, опосередковано не впливає на вміст мікроелементів та важких металів у ікрі риб, проте відсутність вірогідних різниць у Дослідних зразках можна пояснити невисоким ступенем засвоєння цих добавок організмом коропа через відносно короткий термін годівлі. Незважаючи на це, відмічено достовірне підвищення вмісту цинку на 30,5 % при внесенні до складу основного раціону самиць коропа 0,2 % бентоніту, а введення 5 % сапоніту сприяє зниженню вмісту важкого металу – нікелю в 3 рази, що може свідчити про сорбційну здатність мінералу. Оцінюючи стан системи антиоксидантного захисту ікри досліджуваних груп коропа, можна рекомендувати введення активованого бентоніту і сапоніту в досліджуваних концентраціях у раціон плідників коропа, оскільки ці добавки підвищують активність супероксиддисмутази та сприяють зниженню вмісту продуктів перекисного окиснення ліпідів. Порівнюючи ці дві добавки в запропонованих концентраціях, можна зробити висновок, що введення активованого бентоніту буде більш вигідним в економічному аспекті, оскільки його потреба для досягнення вищенаведених показників значно нижча.

Перспективи подальших досліджень. Перспективою подальших досліджень є застосування мінералів природного походження в годівлі товарних груп коропа, оскільки саме він є кінцевою ланкою вихідної продукції ставового рибництва.

References

- Muhramova, A. A., & Kojshibaeva, S. K. (2012). Issledovanie vlijaniya kormov s biologicheski aktivnimi dobavkami na rost osetrovih ryb pri bassejnovoj tehnologii vyrashhivaniya. *Vestnik Kaz. NU*, 1 (33), 106–108 [In Russian].
- Shherbina, M. A., & Gamygin, E. A. (2006). *Kormlenie ryb v presnovodnoj akvakul'ture*. Moskva: VNIRO [In Russian].
- Jurin, D. A., Kononenko, S. I., & Maksim, E. A. (2015). Povyshenie jeffektivnosti rascheta racionov. *Trudy Kubanskogo GAU*, 56, 201–205 [In Russian].
- Kononenko, S. I., Jurina, N. A. Maksim, E. A., & Chernyshov, E. V. (2016). Innovacionnye kormovye

- dobavki pri vyrashhivanii molodi ryb. *Izvestija Gorskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 53 (1), 30–34 [In Russian].
5. Bil'ko, V. P., & Kruzhylina, S. V. (2009). Pidvyshchennya zhyttyezdatnosti embrioniv i lychynok ryb pid vplyvom biolohichno aktyvnykh rehovyn pry zavods'komu sposobi yikh vidtvorennya. *Rybohospodars'ka nauka Ukrayiny*, 2, 70–76 [In Ukrainian].
 6. Sherelo, A. H. & Yevtushenko, M. Yu. (2014). Dynamika vmistu bilkiv ta vyzhyvanist' embrioniv v rann'omu ontogenezi koropa. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho universytetu*, 1 (58), 16–21 [In Ukrainian].
 7. Proskurko, A. I. (1989). *Mineral'nye resursy Ukrainy: ohrana i racional'noe ispol'zovanie*. L'vov:Vyshha shkola [In Ukrainian].
 8. Nikipelova, O. M. (2014). Rezultaty fizyko-khimichnykh doslidzhen bentonitu dashukovskoho rodovyshcha. *Visnyk ONU. Khimiia*, 19 (3 (51)), 70–75 [In Ukrainian].
 9. Huliieva, N. M. (2014). Khimichnyi analiz ta fizychni vlastyivosti pryrodnoho materialu – saponitu. *Mizhvuzivskiy Zbirnyk «Naukovinotatky»*, 44, 78–82 [In Ukrainian].
 10. Carretero, M. I. (2002). Clay minerals and their beneficial effects upon human health. *Applied Clay Science*, 21, 155–163. doi: 10.1016/S0169-1317(01)00085-0.
 11. Kosorukov, P. A. (2011). Issledovanie mineral'nogo sostava i osnovnykh harakteristik saponita Varvarovskogo mestorozhdeniya. *Jenergotekhnologii i Resursosberezhenie*, 3, 38–42 [In Russian].
 12. Muhramova, A. A. (2012). Ocenka sostojaniya molodi russkogo osetra po rybovodno-biologicheskim parametram i biohimicheskim pokazateljam krovi posle kormleniya jeksperimental'nymi kormami. *Vestnik KazNU. Seriya Jekologicheskaja*, 1 (33), 103–106 [In Russian].
 13. Wang, X. (2016). Response of yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*) to different dietary concentrations of aflatoxin B1 and evaluation of an aflatoxin binder in offsetting its negative effects. *Ciencias Marinas*, 42 (1), 15–29. doi: 10.7773/cm.v42i1.2595.
 14. Ismajli, S., Tong, D. S., Soetaredjo, F. E., Ayucitra, A., Yu, W. H., & Zhou, C. H. (2015). Bentonite-hydrochar composite for removal of ammonium from Koi fish tank. *Applied Clay Science*, 114, 467–475. doi: 10.1016/j.clay.2015.06.025.
 15. Hussain, D. (2018). Effect of Aflatoxins in Aquaculture: Use of Bentonite Clays as Promising Remedy. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18 (8), 1009–1016. doi: 10.4194/1303-2712-v18_8_10.
 16. Jawahar, S., Nafar, A., Paray, B. A., Al-Sadoon, M. K., Balasundaram, C., & Harikrishnan, R. (2018). Bentonite clay supplemented diet on immunity in stinging catfish, *Heteropneustes fossilis* against *Aeromonas hydrophila*. *Fish & Shellfish Immunology*, 75, 27–31. doi: 10.1016/j.fsi.2018.01.049.
 17. Popyk, I. M., Oleksiuk, N. P., & Yanovych, V. H. (2011). Vplyv hodivelnykh chynnykiv na peroksydni protsesy y aktyvnist fermentiv antyoksydantnoi systemy v pechintsi koropa. *Biolojiia Tvaryn*, 13 (1–2), 227–231 [In Ukrainian].
 18. Balinskyi, N. I. Malovanyi, M. S., & Diedyk, L. M. (2000). Aktyvatsiia bentonitiv sodoi u v pryrodnykh umovakh. *Visnyk Derzhavnoho Universytetu «Lvivska Politekhnikha»*, 395, 111–113 [In Ukrainian].
 19. Havezov, I. P., & Calev, D. L. (1983). *Atomno-absorbcionnyj analiz*. Leningrad: Himija [In Russian].
 20. Stalnaya, I. D. & Garishvili, T. G. (1997). Metod opredeleniya dienovoj konyugacii enasysshenykh vysshih zhirnih kislot. V V. N. Orehovicha (Red.), *Sovremennye metody v biohimii* (s. 63–64). Moskva: Medicina [In Russian].
 21. Korobejnikova, E. N. (1989). Modifikacija opredeleniya produktov perekisnogo okisleniya lipidov v reakcii s tiobarbiturovoj kislotoj. *Laboratornoe Delo*, 7, 8–9 [In Russian].
 22. Dubinina, E. E., Sal'nikova, L. A., & Efimova, L. F. (1983). Aktivnost' i izofermentnyj spektr superoksiddismutazy jeritrocytov i plazmy krovi cheloveka. *Laboratornoe Delo*, 10, 30–33 [In Russian].
 23. Koroljuk, M. A., Ivanova, L. I., & Majorova, I. G. (1988). Metod opredeleniya aktivnosti katalazy. *Laboratornoe Delo*, 1, 16–19 [In Russian].
 24. Bradford, M. (1976). A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. *Analytical Biochemistry*, 72 (1–2), 248–254. doi: 10.1006/abio.1976.9999.
 25. Plohinskij, H. A. (1969) *Rukovodstvo po biometrii dlja zootehnikov*. Moskva: Kolos [In Russian].
 26. Kozyreva, G. F., Malinovskij, V. A., Rish, M. A., Jusupova, G. M., & Fidirko, E. V. (1990). Gidrobionty kak bioindikatory zagrjazneniya vodoemov tjazhelymi metallami. *11 Vses. konf.*

“*Mikrojelementy v biologii i ih primeneniye v s.h. i med.*”: tez. dokl. Samarkand [In Russian].

27. Goth, L., Rass, P., & Pey, A. (2004). Catalase Enzyme Mutations and their Association with Diseases. *Molecular Diagnosis*, 8 (3), 141–149. doi: 10.2165/00066982-200408030-00001.

28. Underwood, E. J., & Suttle, N. F. (1999). *The mineral nutrition of livestock*. doi: 10.1079/9780851991283.0000.

29. Vorob'ev, V. I. (1993). *Biogeoхимija i rybovodstvo*. Saratov: MP «Litera». [in Russian].

30. Dmytriieva, O. V., & Kolos, O. M. (1993). Do pytannia pro zabrudnennia stavovoi ryby vazhky my metalamy. *Rybne Hospodarstvo*, 47, 75–78 [In Ukrainian].

31. Vorob'ev, V. I. (1979). *Mikrojelementy i ih premeneniye v rybovodstve*. Moskva: Pishhevaja promyshlennost' [In Russian].

32. Malecki, E. A., & Greger, J. L. (1996). Manganese protects against heart mitochondrial lipid peroxidation in rats fed high levels of polyunsaturated fatty acids. *The Journal of Nutrition*, 12 (1), 27–33. doi: 10.1093/jn/126.1.27.

33. Taylor, C. G., Bettger, W. J., & Bray, T. M. (1988). Effect of dietary zinc or copper deficiency on the primary free radical defense system in rats. *The Journal of Nutrition*, 118 (5), 613–621. doi:10.1093/jn/118.5.613.

34. Schuschke, D. A., Saari, J. T., West, C. A., & Miller, F. N. (1994). Dietary Copper Deficiency Increases the Mast Cell Population of the Rat. *Experimental Biology and Medicine*, 207 (3), 274–277. doi: 10.3181/00379727-207-43816.

35. Hrytsyniak, I. I., & Kolesnyk, N. L. (2014). Bioloхichne znachennia ta toksychnist vazhkykh metaliv dlia bioty prisnovodnykh vodoim (Ohliad). *Rybohospodarska Nauka Ukrainy*, 2, 31–45. [in Ukrainian].

36. Mishchuk, O. (2008). Biokhimichni markery prisnovodnoho dvostulkovoho moliuska *Anodontacygnea* (Unionidae) za umov pereselennia. *Visnyk Lvivskoho Universytetu Serii biologichna*, 47, 96–103 [In Ukrainian].

37. Cossu, C., Doyotte, A., Babut, M., Exinger, A., & Vasseur, P. (2000). Antioxidant Biomarkers in Freshwater Bivalves, *Unio tumidus*, in Response to Different Contamination Profiles of Aquatic Sediments. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 45 (2), 106–121. doi: 10.1006/eesa.1999.1842.

38. Rudneva, I. I. (2007). Primeneniye biohimicheskikh markerov dlja ocenki zdorov'ja ryb. *Problemy immunologii, patologii i ohrany zdorov'jaryb i drugih gidrobiontov. 2. Rasshir. mater. Mezhdunar. nauchno-prakticheskoy konferencii*. Borok-Moskva [In Russian].

39. Hrytsyniak, I. I., Smolianinov, K. B., & Yanovych, V. H. (2010). *Obmin lipidiv u ryb*. Lviv: Triadaplus [In Ukrainian].

40. Kravtsiv, R. I. & Yanovych, N. Ie. (2007). Vmist produktiv perekysnoho okysnennia lipidiv u tkanynakh koropa za riznoho vmistu Zn, Cu, Mn, i Se u vodi. *Bioloхiia Tvaryn*, 9, (1-2), 113–116 [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 16.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Батуревич О. О. Ефективність використання мінералів природного походження в раціоні самиць коропа. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 132–138.

© Батуревич Оксана Олександрівна, 2019