

АКВАКУЛЬТУРА

УДК [639.3.043.13:636.087.72]:639.371.52

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2019.2.4>

ВПЛИВ МІНЕРАЛІВ САПОНІТ ТА АНАЛЬЦИМ НА ЛІПІДНИЙ СКЛАД М'ЯЗІВ КОРОПА ЗА УМОВ ВНЕСЕННЯ ЇХ ДО ОСНОВНОГО РАЦІОНУ

Батуревич О.О. – м. н. с.,

Інститут рибного господарства

Національної академії аграрних наук України, shtefan_91@ukr.net

Годівля є одним із основних чинників у розведенні риб і потребує постійного вдосконалення у зв'язку зі збільшенням обсягів виробництва, покращення якості та екологічності продукції. Тому у представлених матеріалах наведені дані стосовно застосування мінералів природного походження (сапоніту і анальциму) у складі основного раціону однорічок коропа та їх впливу на вміст загальних ліпідів і окремих класів в скелетних м'язах. Експеримент був проведений в лабораторних умовах і складався із 2-х варіантів досліджень. В I варіанті додатково до складу корму введено сапоніт в кількості 0,2%, 2%, 3%, 5% та 10%. В II варіанті додатково до складу корму введено анальцим в такій же концентрації. Контрольна група риб утримувалася в аналогічних умовах, але отримувала основний раціон без додавання будь-яких добавок. По закінченню дослідження, з краніально-дорзальної частини тулуба риб були відібрані зразки м'язів, які були використані в якості матеріалу для аналізу вмісту ліпідів в них. Як результат - було вивчено дію різних концентрацій сапоніту та анальциму на організм та проведено порівняльну характеристику цих мінералів. Виявлено достовірну ефективність застосування мінеральної добавки сапоніт в кількості 0,2 – 10% від основного раціону в годівлі однорічок коропа за рахунок підвищення вмісту загальних ліпідів. Проте, рекомендована доза цього мінералу може становити 3 – 5%. Щодо анальциму, то його застосування в годівлі коропа рекомендоване в кількості 3 і 10%. Порівняльний аналіз для сапоніту та анальциму довів, що більш перспективним мінералом виявився сапоніт, оскільки навіть при найнижчих його концентраціях у складі кормового раціону, він показав кращі результати. Так при введенні сапоніту в кількості 0,2% до корму, спостерігалось підвищення рівня загальних ліпідів на 47% ($P < 0,05$), відносно Контролю, тоді як анальцим внесений в корм в такій же концентрації, ніяким чином не вплинув на даний показник. Встановлено, що внесення до складу основного раціону однорічок коропа мінеральних добавок не чинить токсичної дії на організм та може застосовуватися у годівлі інших вікових груп коропа.

Ключові слова: сапоніт, анальцим, мінерали природного походження, короп, ліпіди.

Постановка проблеми. Хімічний склад розчинених у прісних водах мінеральних елементів визначається комплексним впливом як геологічних так і антропогенних структур. Повноцінне функціонування організму риб можливе при забезпеченні його усіма необхідними макро- та мікрокомпонентами у харчуванні. Насичення організму риб мікроелементами в значній мірі відбувається у водному середовищі, проте прісні води не мають у своєму складі достатньо повного якісного і кількісного набору життєво необхідних мікроелементів. Як наслідок – виникає необхідність внесення до складу корму легкозасвоюваних добавок з високим мікроелементним складом для того, аби компенсувати їх недостачу в організмі риб [1, с. 151]. Одними із таких є мінерали природного походження – сапоніт та анальцим, котрі володіють іонообмінними, сорбційними та мінеральними властивостями і використовуються в сільському господарстві, тваринництві, медицині, фармакології та харчовій промисловості [2, с. 38; 3, с. 123].

Зважаючи на перелік позитивних характеристик мінералів природного походження та вдале застосування їх у рибогосподарській галузі [4, с. 20; 5, с. 23], наші дослідження базувалися на вивченні впливу анальциму та сапоніту в якості мінеральних добавок до корму на організм коропа. Оскільки роль мікроелементів у регуляції ліпідного обміну у риб вивчено недостатньо, важливе значення має з'ясування впливу цих добавок на вміст загальних ліпідів та співвідношення їх окремих класів у м'язах риб.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Потреба коропа в основних поживних речовинах на сьогоднішній день добре вивчена, на базі чого розроблені нові рецептури комбікормів, які забезпечують нормальне функціонування організму та високу рибопродуктивність. Проте, покращення якості комбікормів залишається актуальною задачею. Все більше значення приділяється новим кормовим добавкам, котрі в складі корму здатні значно підвищити його продуктивну здатність. Тому крім ферментних, вітамінних та інших добавок важливе значення мають і мінеральні, оскільки роль мікроелементів в організмі риб така ж важлива як і в інших тварин, оскільки саме вони регулюють процеси росту, розвитку, розмноження та ін. [6, с. 347]. У цьому контексті важливе значення має дослідження природних мінеральних добавок – анальциму та сапоніту на показники обміну ліпідів у організмі коропа, оскільки і високий метаболічний статус ліпідів дуже важливий і дає можливість пристосуватися до змін, стресів та природних циклів

Одними із перших хто успішно використав мінерал природного походження (цеоліт) у годівлі риб були Канідьєв А.Н., Лабутін В.Г., які застосували його у годівлі форелі [7, с. 181; 8, с. 157]. У раціонах коропа вперше був використаний даний мінерал Шимувльською Л.К., Таратухінім В.А., Безкровною Н.І., котрі спробували його застосувати у ставовому та індустріальному

рибництві. Дані дослідження показали доцільність застосування цеоліту у складі продукційних комбікормів для коропа, оптимальна доза який становить 3–5% від маси добового раціону в індустріальних умовах [9, с. 35; 10, с. 21]. У рекомендаціях щодо використання цеоліту йдеться про те, що його включення у склад комбікорму підвищило інтенсивність росту коропа на 24%, а витрати кормів знизились на 12,7% [11, с. 94].

Зважаючи на це, особливий інтерес для тваринництва та рибориства викликають мінерали природного походження (сапоніт та анальцим), що володіють сорбційними, іонообмінними і каталітичними властивостями та мають невисоку вартість у зв'язку з наявністю великих промислових родовищ в Україні [12, с. 313; 13, с. 23; 14, с. 99], а вчені роблять висновки, що використання мінералів природного походження цеоліт-сметинового ряду у годівлі риб може дати позитивний ефект [5, с. 22].

Постановка завдання. На сьогоднішній день значно розширилися знання про функцію ліпідів та їх окремих класів у організмі, а їх вміст у тканинах та органах риб характеризує їх фізіологічний стан і залежить від багатьох факторів. Доведено важливу роль ліпідів у імунних процесах, в процесах регуляції активності ферментів та рецепції гормонів [15, с. 3]. Тому метою наших досліджень були два завдання: перше з яких встановлення оптимальної кількості мінеральних добавок для коропа, друге – вивчення впливу різних концентрацій сапоніту та анальциму у складі основного раціону, на вміст ліпідів і співвідношення їх окремих класів у м'язах однорічок коропа у лабораторних умовах.

Матеріали і методи дослідження. Серію експериментальних випробувань в лабораторних умовах було проведено на базі Інституту рибного господарства НААН. Дослідження з визначення впливу введення до основного раціону однорічок коропа сапоніту та анальциму на вміст загальних ліпідів і їх окремих класів в залежності від кількості введеної добавки було проведено за загальноприйнятими у рибористві правилами постановки дослідів.

Об'єктом дослідження були однорічки нивківського внутрішньопородного типу української лускатої породи коропа. Для годівлі риб використовували збалансований комбікорм, до складу якого додатково вводили сапоніт та анальцим методом замішування. Комбікорм вносили в акваріуми один раз на добу в ранковий час. Добова кількість комбікорму становила 3–5% від маси риби.

Предметом дослідження були сапонітова глина з Ташківського родовища Хмельницької області та анальцим з Полицького родовища Рівненської області.

Перед проведенням досліду 10 діб тривав зрівняльний період, протягом якого коропів утримували в оптимальних умовах. Після адаптації риб

до умов утримання сформовано експериментальні групи відповідно до мети дослідження. Коропів утримували в акваріумах з постійною аерацією за середньої температури 18–20°C. Експеримент тривав 26 діб і складався із 2-х варіантів досліджень (сапоніт і анальцим), кожен з яких містив у собі п'ять дослідних груп.

В I варіанті додатково до складу корму введено сапоніт в кількості 0,2% – дослід 1, 2% – дослід 2, 3% – дослід 3, 5% – дослід 4, 10% – дослід 5.

У II варіанті додатково до складу корму введено анальцим в кількості 0,2% – дослід 1, 2% – дослід 2, 3% – дослід 3, 5% – дослід 4, 10% – дослід 5.

Контрольна група риб утримувалася в аналогічних умовах, але отримувала основний раціон без додавання будь-яких добавок.

По завершенні дослідів, відібрано зразки скелетних м'язів із краніально-дорзальної частини тулуба для подальших досліджень.

Ліпіди із скелетних м'язів екстрагували сумішшю хлороформ-метанолу у відношенні 2:1 за методом Фолча. Розділяли ліпіди на класи методом тонкошарової хроматографії на силікагелі у системі гексан-діетиловий ефір-льодова оцтова кислота у співвідношенні 70:30:1 і визначали їх кількість біхроматним методом [16].

Отримані цифрові результати опрацьовували статистично за допомогою пакету програм Microsoft Excel. Вираховували: середні арифметичні величини (M), середню квадратичну помилку (m) та вірогідність різниць між досліджуваними середньоарифметичними величинами (P) [17].

Результати досліджень. Вміст ліпідів у організмі риб свідчить про активність анаболічних процесів і мобілізацію їх як джерела енергії. Крім того, ліпіди використовуються рибою у шляху адаптації до екологічного стресу та змін умов існування протягом річного циклу [18, с. 51]

У складанні оцінки результатів досліджень впливу згодовування однорічкам коропа різної кількості сапоніту на вміст загальних ліпідів у м'язах риб, встановлена достовірна різниця у досліді 1–5 відносно контролю. Так, найкращий результат був у досліді 5, 4, 3 у порівнянні до риб контрольної групи. Там кількість загальних ліпідів була вищою на 98,6% ($P < 0,01$) у досліді 5, та майже на 93% ($P < 0,01$) у досліді 3 і 4 (рис. 1).

Найбільш важливими ліпідними фракціями у організмі риб являються фосфоліпіди, які у комплексі із білками і стеролами становлять основу мембран та мають важливе значення у будові клітин. Хоча фосфоліпіди не можуть бути використані в умовах голодування, вони відіграють основну роль у функціонуванні мембран, беруть участь у рецепції гормонів і транспорті кальцію [19, с. 178; 15, с. 24].

Проведені дослідження показали, що істотне і достовірне підвищення фосфоліпідної частини у загальній кількості ліпідів відбулося у досліді 2 – 5 та було вищим на 51,3% ($P < 0,001$), 60,0% ($P < 0,001$), 54,2%

($P < 0,01$) та 52,7% ($P < 0,001$) відповідно, відносно Контрольної групи. Такий значний вміст фосфоліпідів у тканинах коропа, ймовірно, може бути пов'язаний із активним ростом риби.

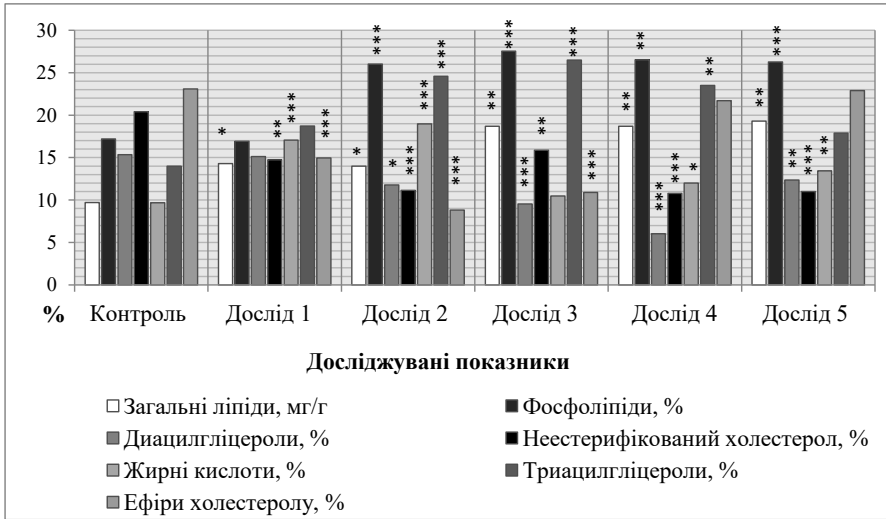


Рис. 1. Загальний вміст ліпідів, (мг/г сирової маси) та співвідношення їх окремих класів у скелетних м'язах однорічок коропа при внесенні до основного раціону сапоніту, (%) ($M \pm m$, $n=3$)

Примітка: тут і надалі *** – $P < 0,001$; ** – $P < 0,01$; * – $P < 0,05$

Разом з тим, підвищений за рахунок внесення сапоніту в корм, рівень жирних кислот у дослідях 1–5, у порівнянні з контролем, більш за все, сприяє зниженню вмісту неестерифікованого холестеролу та його ефірів. Такі показники вказують на те, що жирні кислоти сприяють переведенню холестеролу у жовчні кислоти, статеві гормони та гормони кори наднирників [20, с. 158]. Так, відмічене збільшення жирних кислот в усіх дослідних групах, але достовірним воно є у досліді 1, 2 ($P < 0,001$), досліді 5 ($P < 0,01$) та досліді 4 ($P < 0,05$) у порівнянні з контрольною групою; достовірне зменшення неестерифікованого холестеролу прослідковується в усіх дослідних групах (досліди 1, 2 – ($P < 0,01$), досліді 3 – 5 – ($P < 0,001$)), а достовірне зниження ефірів холестеролу відбулося при внесенні до складу основного раціону 0,2%, 2% та 3% сапоніту ($P < 0,001$).

Зростання рівня триацилгліцеролів в усіх дослідних групах, в порівнянні з контрольною, могло б свідчити про дію якогось токсиканту чи стресового чинника, на організм коропа, проте, поряд з цим, не спостерігається збільшення вмісту диацилгліцеролів, що може свідчити лише про їх використання у синтезі структурних ліпідів [21, с. 3; 22, с. 218]

Не менш цікавим показником стану мембран є співвідношення холестеролу до фосфоліпідів, оскільки саме ці показники являються основним компонентом біомембран у клітинах. Коефіцієнт «холестерол/фосфоліпід» пропорційно залежний і величина цього показника визначає її фазовий стан. Тобто, збільшення його значення призводить до збільшення щільності плазматичної мембрани та проникності [23, с. 99]. У результаті наших досліджень, прослідковується зниження коефіцієнту «холестерол/фосфоліпід» в усіх дослідних варіантах, в порівнянні з контролем. Так, у контролі ця залежність становить 1,1, в дослідах: 1 – 0,8, 2 – 0,5, 3 – 0,4, 4 – 0,4, 5 – 0,4, що може свідчити про зниження проникності мембран. Тобто, додавання до складу основного раціону коропа сапоніту не чинить ніякого токсичного впливу на клітини, а навпаки, завдяки своїм сорбуючим властивостям здатен утримувати у своїй кристалічній решітці іони важких металів, що часто призводять до отруєнь риб.

Якісний і кількісний склад ліпідів в органах і тканинах організму залежить від сезонних чинників, статі, віку, фізіологічного стану та годівлі риб. А обмін ліпідів це складний фізіологічний процес від надходження їх до організму з їжею до утворення кінцевих продуктів [23].

За результатами наших досліджень із внесенням до складу основного раціону однорічок коропа анальциму, прослідковується деяке збільшення кількості загальних ліпідів у м'язових тканинах дослідних груп коропа. Так, вірогідне їх збільшення прослідковується у досліді 3 – на 37% ($P<0,05$) та у досліді 5 – на 57,7% ($P<0,05$) у порівнянні з контролем.

Крім цього, увагу привертає збільшення частки фосфоліпідів в дослідних групах 1–4. Необхідно відмітити, що фосфоліпідиди являються джерелом поліненасичених жирних кислот, котрі є основним субстратом перекисного окиснення ліпідів, що захищає клітинні структури від дії токсичного впливу [24, с. 4]. Так, у контролі цей показник становив $17,2\pm 0,436\%$, у досліді 1 – $19,7\pm 0,321^{**}$, ($P<0,01$), у досліді 2 – $19,20\pm 0,866$, у досліді 3 – $20,0\pm 1,002$, у досліді 4 – $20,5\pm 0,608^{*}$, ($P<0,05$). В досліді 5 частка фосфоліпідів була нижча, ніж в контролі, і становила $14,4\pm 2,113\%$, але ця різниця не була достовірною (рис. 2).

Щодо інших класів ліпідів, встановлено збільшення частки резервних ліпідів – триацилгліцеролів в дослідах: 1 – на 55,5% ($P<0,001$), 2 – на 39,2% ($P<0,01$), 4 – на 43,5% ($P<0,01$), 5 – на 47,3% ($P<0,001$) у порівнянні з контролем. Підвищення рівнів загальних ліпідів та триацилгліцеролів у вказаних групах однорічок коропа, яким у складі основного раціону вводили анальним у різних концентраціях говорить про збільшення кількості жиру у м'язових тканинах, що сприятиме підвищенню рівня адаптаційних можливостей під час зимувального періоду [25, с. 117].

При дослідженні складу ліпідів за впливу анальциму, було відмічено зниження вмісту неестерифікованого холестеролу в усіх дослідних групах риб, проте, достовірно менший він був в досліді 1, досліді 3 та досліді 4 відповідно на 37,7% ($P < 0,01$), 39,2% ($P < 0,001$), 39,8% ($P < 0,001$) у порівнянні з контролем. Напевно, це свідчить про підвищення функціональності тканин, що вказує на зміни процесів гідролізу холестеролу в організмі.

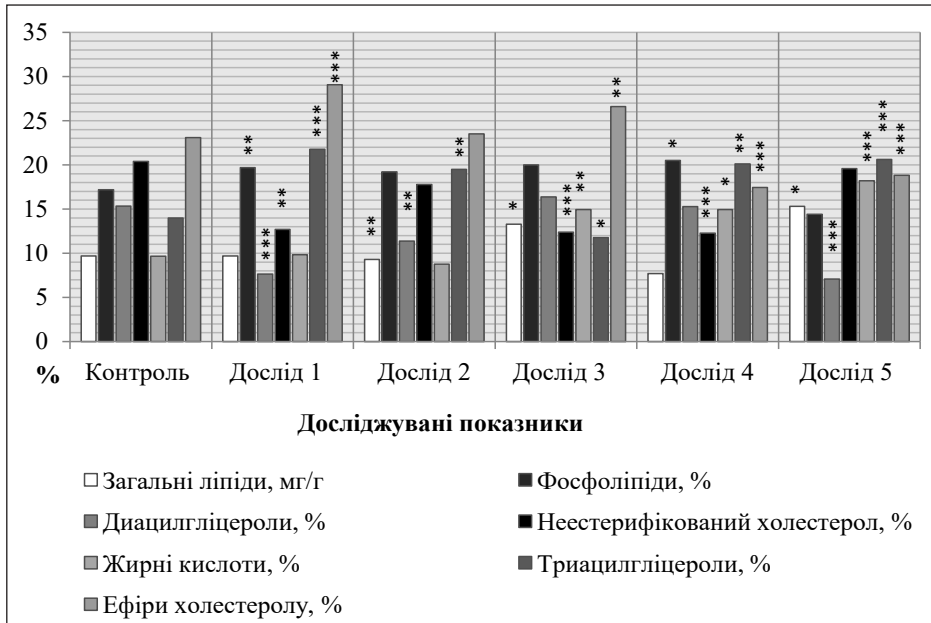


Рис. 2. Загальний вміст ліпідів, (мг/г сирової маси) та співвідношення їх окремих класів у скелетних м'язах однорічок корона при внесенні до основного раціону анальциму, (%) ($M \pm m$, $n=3$)

Вміст ефірів холестеролу в дослідних групах 1 і 3 був достовірно вищий, і становив, відповідно $29,07 \pm 0,504^{***\%}$ ($P < 0,001$) і $26,60 \pm 0,721^{**\%}$ ($P < 0,01$), проти $23,10 \pm 0,153$ у контролі. Зниження показників відзначається у досліді 4 і 5 і становить $17,43 \pm 0,328^{***\%}$ ($P < 0,001$) та $18,83 \pm 0,467^{***\%}$ ($P < 0,001$), відповідно. Враховуючи те, що завданням ефірів холестеролу є транспорт жирних кислот, таке коливання до зменшення їх кількості у досліді 4 і 5 не являється критичним [26, с. 112].

Зниження коефіцієнту «холестерол/фосфоліпіди» в усіх дослідних варіантах у порівнянні з контролем також спостерігається при внесенні до складу раціону анальциму. У досліді 1, 2, 3, 4, 5 ці коефіцієнти складають 0,6, 0,9, 0,6, 0,5 та 0,4, відповідно, тоді як в контрольній групі цей показник становить 1,1.

Висновки та перспективи. У результаті проведених досліджень та аналізу отриманих результатів, було визначено доцільність застосування сапоніту та анальциму в годівлі однорічок коропа та встановлено оптимальні норми внесення цих добавок до складу основного раціону у зв'язку з підвищенням рівня загальних ліпідів у м'язових тканинах риб.

Згодовування коропам сапоніту призвело до зростання загальної кількості ліпідів в усіх дослідних групах, фосфоліпідів у дослідях 2–5, і зменшення неетерифікованого холестеролу в усіх дослідних зразках скелетних м'язів коропа. Найкращі результати було констатовано у дослідях 3, 4 і 5. Саме у них відбулося зростання вмісту ліпідів на 93% у дослідях 3 і 4 та на 98,6% у досліді 5.

Згодовування коропам анальциму, дозволило зробити наступні висновки: введення його до складу основного раціону в концентрації 0,2, 2 та 5% не вплинуло на вміст загальних ліпідів, проте спостерігалось достовірне підвищення фосфоліпідної частки у дослідях 1 і 4, що відповідає вмісту в кормовому раціоні 0,2% та 5%. Найкращі показники за вмістом загальних ліпідів, було констатовано в дослідях 3 і 5 за внесення 3 та 10% добавки.

Порівняльний аналіз для сапоніту та анальциму довів, що більш перспективним мінералом виявився сапоніт, оскільки навіть при найнижчих його концентраціях у складі кормового раціону, він показав кращі результати. Так при введенні сапоніту в кількості 0,2% до корму, спостерігалось підвищення рівня загальних ліпідів на 47% відносно контролю.

Крім того, враховуючи фізико-хімічні властивості сапоніту та анальциму, внесення обох видів добавок у раціон коропа не чинить токсичної дії на організм і може бути застосована для різновікових груп коропа.

З результатів досліджень, рекомендована кількість внесених до складу основного раціону коропа добавок сапоніт та анальцим, може становити 3 – 5% та 3–10%, відповідно.

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛОВ САПОНИТ И АНАЛЬЦИМ НА ЛИПИДНЫЙ СОСТАВ МЫШЦ КАРПА ПРИ УСЛОВИИ ВНЕСЕНИЯ ИХ В СОСТАВ ОСНОВНОГО РАЦИОНА

Батуревич О.О. – м. н. с.,

Институт рыбного хозяйства НААН Украины, shtefan_91@ukr.net

Кормление является одним из важных факторов в разведении рыб и требует постоянного совершенствования в связи с увеличением объемов производства, улучшением качества и экологичности продукции. Поэтому в представленных материалах приведены данные по применению минералов природного

происхождения (сапонита и анальцима) в составе основного рациона однолеток карпа и их влияния на содержание общих липидов и отдельных классов в скелетных мышцах. Эксперимент был проведен в лабораторных условиях и состоял из 2-х вариантов исследований. В I варианте дополнительно в состав корма введено сапонит в количестве 0,2%, 2%, 3%, 5% и 10%. Во II варианте дополнительно в состав корма введено анальцимом в такой же концентрации. Контрольная группа рыб содержалась в аналогичных условиях, но получала основной рацион без добавления каких-либо добавок. По окончании исследования, с краниально-дорзальной части туловища рыб были отобраны образцы мышц, которые были использованы в качестве материала для анализа содержания липидов в них. Как результат - было изучено действие различных концентраций сапонита и анальцима на организм и проведена сравнительная характеристика этих минералов. Выявлено достоверную эффективность применения минеральной добавки сапонит в количестве 0,2 - 10% от основного рациона в кормлении однолеток карпа за счет повышения содержания общих липидов. Однако, рекомендуемая доза этого минерала может составлять 3 - 5%. Что касается анальцима, то его применение в кормлении карпа рекомендовано в количестве 3 и 10%. Сравнительный анализ для сапонита и анальцима доказал, что более перспективным минералом оказался сапонит, поскольку даже при низких его концентрациях в составе кормового рациона, он показал лучшие результаты. Так при введении сапонита в количестве 0,2% к корму, наблюдалось повышение уровня общих липидов на 47% ($P < 0,05$), относительно Контроля, тогда как анальцимом внесен в корм в такой же концентрации, никоим образом не повлиял на данный показатель. Установлено, что внесение в состав основного рациона однолеток карпа минеральных добавок не оказывает токсического действия на организм и может применяться в кормлении разновозрастных групп карпа.

Ключевые слова: сапонит, анальцим, минералы природного происхождения, карп, липиды.

THE INFLUENCE OF SAPONITE AND ANALCIME MINERALS ON THE LIPID COMPOSITION OF CARP MUSCLES, AS ADDITIVES IN THE MAIN DIET

*Baturevich O.O. – Research Assistant,
Institute of Fisheries NAAS, shtefan_91@ukr.net*

Feeding is one of the main factors in fish farming and requires constant improvement due to increase of production volumes, quality enhancement and environmental friendliness of products. The article presents data on the use of natural minerals (saponite and analcime) as part of the main diet of age-1 carp and their effect on the content of total lipids and their individual classes in skeletal muscle. The experiment was conducted under laboratory conditions and consisted of 2 variants of studies. In the first variant, a saponite of 0.2%, 2%, 3%, 5% and 10% was introduced into the feed composition. In the second variant, analcime in the same concentration was additionally introduced into the feed. The control group of fish was kept under similar conditions, but received a basic diet without any additives. At the end of the study, muscle samples were taken from the cranial-dorsal part of the fish's torso and

used as material to analyze the lipid content in fish. As a result, the effect of different concentrations of saponite and analcime on the organism was analyzed and a comparative characterization of these minerals was performed. The effect of different concentrations of saponite and analcime on the organism was analyzed and a comparative characterization of these minerals was performed. Significant efficiency of mineral supplement saponite application in the amount of 0.2 - 10% of the basic diet in feeding age-1 carp was revealed due to an increase in the content of total lipids. However, the recommended dose of this mineral may be 3-5%. As for analcime, it is recommended for feeding carp in the amount of 3 and 10%. A comparative analysis of the results of studies on the use of saponite and analcime showed that a more promising mineral was saponite, since even at low concentrations in the composition of the feed ration, it showed better results. Thus, with the introduction of saponite in the amount of 0.2% of the feed, there was an increase in the level of total lipids by 47% ($<0,05$), relative to control, while the introduction of analcime in the feed at the same concentration did not affect this indicator. It has been found that the introduction of mineral supplements to the basic diet of age-1 carp does not have a toxic effect on the organism and can be used in feeding of other age groups of carp.

Keywords: saponite, analcime, minerals of natural origin, carp, lipids.

ЛІТЕРАТУРА

1. Цирульська З.И., Люкшина В.Д. Включение в корма микроэлементов для улучшения роста рыб. *Сборник научных трудов ГосНИОРХ*. 1981. Вып. 176. С. 151–154.
2. Косоруков П.А. Исследование минерального состава и основных характеристик сапонита Варваровского месторождения. *Энерготехнологии и ресурсосбережение*. 2011. № 3. С. 38–42.
3. Бондаренко Є. Перспективи використання цеолітів у харчовій галузі. Україна та ЄС: подолання технічних бар'єрів у торгівлі: тези доп. міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 18-19 бер., 2015 р.). Київ, 2015. С. 122-125. URL : <https://knute.edu.ua/file/MTc=/bcb49b41d65edcccf8a44ab27b370e09.pdf#page=122>
4. Глупов Т.Х. Эффективность применения природного бентонита при выращивании рыбы в условиях загрязнения водной среды различными токсикантами : автореф. дис. на получ. научн. степени канд.биол. наук : спец. ВАК РФ 03.00.16 «Экология». Ставрополь, 1999. 22 с.
5. Кузнецов А.А. Рыбоводно-биологическая эффективность применения природного цеолита-клиноптилолита в составе комбикормов для радужной форели и сибирского осетра: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. биол. наук: 03.00.32. Москва, 2002. 26 с.
6. Янович Н.Є., Янович Д.О. Роль мікроелементів у життєдіяльності ставкових риб. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2014. Том 16 № 2 (59). Ч. 2. С. 345–372.
7. Канидьев А.Н., Лабутин В.Г. Эффективность добавления в комбикорм радужной форели природного цеолита (клиноптилолита). Вопросы

- інтенсифікації прудового рибоводства: *Науч. сб. ВНИИПРХ*. 1985. Вып. 45. С. 178–184.
8. Лабутин В.Г., Канидьеv А.Н Природные цеолиты в составе комбикорма для молоди радужной форели. *Биологические основы рационального кормления рыбы*: ВНИИПРХ. 1986. Вып. 49. С. 155–158.
 9. Таратухин В.А., Шимувльська Л.К. Корма для карпа с добавкой цеолитового туфа. *Рыбное хоз-во*. 1984. Вып. 9. С. 35–36.
 10. Безкровна Н.І. Використання природних цеолітів для підвищення ефективності годівлі коропа : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біолог. наук : спец. 03. 00. 10 «Іхтіологія». Київ, 1994. 25 с.
 11. Безкровна Н.І. Рекомендації щодо використання цеоліту-клинотилоліту у складі продукційних комбикормів для коропа. Збірник інструктивно-технологічної документації «Інтенсивне рибництво». Київ, 1995. 186 с.
 12. Сивий М.І., Паранько Є.І. Географія мінеральних ресурсів України: монографія. Львів: Простір М, 2013. 684 с.
 13. Байраков В. В. Особенности минерального состава клиноптилолитовых пород Закарпатья. Природные цеолиты: IV болгаро-советский симпозиум: тезисы докл. Бургас, 1985. С. 23–24.
 14. Марцин І.І. Структурно-сорбційні характеристики українського сапоніту. *Укр. хим. журн.* 2001. Т. 67, № 2. С. 98–101.
 15. Грициняк І.І., Смолянiнов К.Б., Янович В.Г. Обмін ліпідів у риб. Львів : триада плюс, 2010. 336 с.
 16. Kates M. Techniques of lipidology. Amsterdam : Elsevier, 1986. 451 p.
 17. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва : Колос, 1969. 256 с.
 18. Попова Е.М., Кошій І.В. Ліпіди як компонент адаптації риб до екологічного стесу. *Рибогосподарська наука України*. 2007. № 1. С. 49–56.
 19. Р. Малькольм Лав. Химическая биология рыб. Москва : Пищевая промышленность, 1976. 352 с.
 20. Малеvич М.Б. Ліпідний склад тканин та відтворна здатність коропів-плідників за різного рівня вітаміну А в комбикормі. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Серія : Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2015. Вип. 205. С. 155–162. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pvnau_tevppt_2015_205_21.
 21. Дятловицкая Э.В., Безуглов В.В. Липиды как биоэффекторы. Введение. *Биохимия*. 1998. Т. 63. Вып. 1. С. 3–5.
 22. Сенік Ю.І. Ліпідний склад деяких тканин коропа за дії іонів кадмію. *Наук. зап. Терноп. пед. Ун-ту. Серія Біологія*. 2011. № 2 (47). С. 216–220.
 23. Сидоров В.С. Экологическая биохимия рыб. Липиды. Ленинград : Наука, 1983. 240 с.

24. Фурманевич М.Б., Томчук В.А., Віщур О.І. Вплив добавок мікроелементів до раціону самиць коропа у переднерестовий період на вміст ліпідів у отриманій від них ікрі та виведених з неї личинках. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. № 2. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2017_2_24.
25. Фурманевич М.Б. Вплив вітамінно-мінеральної добавки на вміст загальних ліпідів та співвідношення їх окремих класів у печінці та скелетних м'язах дворічок коропа у кінці вегетаційного періоду. *Біологія тварин*. 2016. Т. 18. № 4. С. 113–119.
26. Янович В.Г., Лагодюк П.З. Обмен липидов у животных в онтогенезе. Москва : Агропромиздат. 1991. 316 с.

REFERENCES

1. Cirul'sskaja, Z.I., & Ljukshina, V.D. (1981). *Vkljuchenie v korma mikrojelementov dlja uluchshenija rosta ryb*. [Investigation of the influence of feed with biologically active additives on the growth of sturgeon fish in basin growing technology]. *Sbornik nauchnyh trudov GosNIORH - Collection of scientific papers StateSRILRF, Issues 1*, 151–154. [in Russian].
2. Kosorukov, P.A. (2011). *Issledovanie mineral'nogo sostava i osnovnyh harakteristik saponita Varvarovskogo mestorozhdenija*. [Study of the mineral composition and basic characteristics of saponite of the Varvarovsky deposit]. *Jenergotehnologii i resursosberezenie*, no. 3, 38–42. [in Ukrainian].
3. Bondarenko, Ye. (2015). *Perspektyvy vykorystannia tseolitiv u kharchovii haluzi*. [Prospects for the use of zeolites in the food industry. Ukraine and the EU: Overcoming technical barriers to trade]. *Ukraina ta YeS: podolannia tekhnichnykh barrieriv u torhivli – Ukraine and the EU: Overcoming technical barriers to trade: tezy dop. mizhnar. nauk.-prakt. konf. m. Kyiv*, 18-19 ber., 2015. Retrived from: <https://knute.edu.ua/file/MTC=/bcb49b41d65edccccf8a44ab27b370e09.pdf#page=122>. [in Ukrainian].
4. Tlupov, T.H. (1999). *Jeffektivnost' primenenija prirodnogo bentonita pri vyrashhivanii ryby v uslovijah zagrjaznenija vodnoj sredy razlichnymi toksikantami*. [The effectiveness of the use of natural bentonite in fish farming in conditions of water pollution by various toxicants]. Extended abstract of candidate's thesis. Stavropol'. [in Russian].
5. Kuznecov, A.A. (2002). *Rybovodno-biologicheskaja jeffektivnost' primenenija prirodnogo ceolita-klinoptilolita v sostave kombikormov dlja raduzhnoj foreli i sibirskogo osetra*. [Fish-breeding and biological effectiveness of the use of natural clinoptilolite zeolite as part of compound feeds for rainbow trout and Siberian sturgeon]. Extended abstract of candidate's thesis. Moscow. [in Russian].

6. Ianovych, N.Ye., & Yanovych, D.O. (2014). *Rol mikroelementiv u zhyttiedialnosti stavkovykh ryb* [The role of trace elements in the life of pond fish]. *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Hzhyskoho – Scientific Bulletin of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S. Z. Hzhyskoho*, vol. 16, no. 2(59), part 2, 345–372. [in Ukrainian].
7. Kanid'ev, A.N., & Labutin, V.G. (1985). *Jeffektivnost' dobavlenija v kombikorm raduzhnoj foreli prirodnoho ceolita (klinoptilolita)*. [The effectiveness of adding in the feed of rainbow trout natural zeolite (clinoptilolite)]. *Voprosy intensifikacii prudovogo rybovodstva: Nauch. sb. VNIIPRH*, Issue 45, 178–184. [in Russian].
8. Labutin, V.G., & Kanid'ev, A.N. (1986). *Prirodnye ceolity v sostave kombikorma dlja molodi raduzhnoj foreli*. [Natural zeolites as part of feed for juvenile rainbow trout]. *Biologicheskie osnovy racional'nogo kormlenija ryby: VNIIPRH*, Issue 49, 155–158. [in Russian].
9. Taratuhin, V.A., & Shimul'skaja, L.K. (1984). *Korma dlja karpa s dobavkoj ceolitovogo tufa*. [Feed for carp with zeolite tuff]. *Rybn. hoz-vo*, Issue 9, 35–36. [in Russian].
10. Bezкровна, N.I. (1994). *Vykorystannia pryrodnykh tseolitiv dlia pidvyshchennia efektyvnosti hodivli koropa*. [The use of natural zeolites to increase the efficiency of feeding carp]. Extended abstract of candidate's thesis. Kyiv. [in Ukrainian].
11. Bezкровна, N.I., Kanidiev, O.M., Zhelto, Yu.O., & Herdii O. M. (1995). *Rekomendatsii shchodo vykorystannia tseolitu-klynoptylolitu u skladi produktsiinykh kombikormiv dlia koropa*. [Recommendations for the use of zeolite-clinoptilolite in production feed for carp]. *Zbirnyk instruktyvno-tekhnolohichnoi dokumentatsii «Intensyvne rybnytstvo»*. Kyiv. [in Ukrainian].
12. Syvyi, M.I., & Paranko, Ye.I. (2013). *Heohrafiia mineralnykh resursiv Ukrainy* [Geography of mineral resources of Ukraine] Lviv: Prostir M. [in Ukrainian].
13. Bajrakov, V.V. (1985). *Osobennosti mineral'nogo sostava klinoptilolitovykh porod Zakarpat'ja*. [Features of the mineral composition of clinoptilolite rocks of Transcarpathia]. *Prirodnye ceolity: IV bolgaro-sovetskij simpozium: tezisy dokl. Burgas*, 23–24. [in Ukrainian].
14. Martsyn, I.I., Mank, V.V., Lebovka, M.I., & Vyhornytskyi, M.V. (2001). *Strukturno-sorbtsiini kharakterystyky ukrainskoho saponitu*. [Structural-sorption characteristics of Ukrainian saponite]. *Ukr. khym. Zhurn*, vol. 67, no. 2, 98–101. [in Ukrainian].
15. Hrytsyniak, I. I., Smolianinov, K. B., & Yanovych, V.H. (2010) *Obmin lipidiv u ryb*. [Lipid metabolism in fish]. Lviv: Triada plus. [in Ukrainian].

16. Kates M. (1986). *Techniques of lipidology*. Amsterdam: Elsevier.
17. Plohinskij, N.A (1969). *Rukovodstvo po biometrii dlja zootehnikov*. [Biometrics Guide for Livestock]. Moscow: Kolos. [in Ukrainian].
18. Popova ,E.M., & Koshchii, I.V. (2007). *Lipidy yak komponent adaptatsii ryb do ekolohichnoho stesu*. [Lipids as a component of fish adaptation to the ecological stack]. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, no. 1, 49–56. [in Ukrainian].
19. R., Mal'kol'm Lav. (1976). *Himicheskaja biologija ryb*. [Chemical biology of fish]. Moscow: Pishhevaja promyshlennost'. [in Russian].
20. Malevych, M. B. (2015). *Lipidnyi sklad tkanyn ta vidtvorna zdatnist koropiv-plidnykiv za riznoho rivnia vitaminu A v kombikormi*. [Lipid composition of tissues and reproductive capacity of carp-weavers at different levels of vitamin A in compound feed]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriiia : Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnnytstva*. Retrived from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_tevppt_2015_205_21 [in Ukrainian].
21. Djatlovickaja, Je.V., & Bezuglov V.V. (1998). *Lipidy kak bioeffektory. Vvedenie*. [Lipids as bio-effects. Introduction]. *Biohimija*, vol. 63, Issue 1, 3–5. [in Ukrainian].
22. Senyk, Yu.I., Khomenchuk, V.O., Liavrin, B.Z., Hlovyn, N.M., & Kurant, V.Z. (2011). *Lipidnyi sklad deiakykh tkanyn koropa za dii ioniv kadmiuu*. [The lipid composition of some carp tissues by the action of cadmium ions]. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu. Seriiia Biolohichna*, no. 2 (47), 216–220. [in Ukrainian].
23. Sidorov, V. S. (1983). *Jekologicheskaja biohimija ryb. Lipidy*. [Ecological biochemistry of fish. Lipids]. Leningrad: Nauka. [in Russian].
24. Furmanevych, M.B., Tomchuk, V.A., & Vishchur, O.I. (2017). *Vplyv dobavok mikroelementiv do ratsionu samyts koropa u perednerestovyi period na vmist lipidiv u otrymanii vid nykh ikri ta vyvedenykh z nei lychynkakh*. [The influence of trace elements in the diet of carp females in the pre-spawning period on the content of lipids in their eggs and their larvae]. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*, no. 2. Retrived from http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2017_2_24. [in Ukrainian].
25. Furmanevych, M.B, Vishchur, O.I., Smolianinov, K.B., & Tomchuk, V.A. (2016). *Vplyv vitaminno-mineralnoi dobavky na vmist zahalnykh lipidiv ta spivvidnoshennia yikh okremykh klasiv u pechintsi ta skeletnykh miazakh dvorichok koropa u kintsi vehetatsiinoho periodu*. [Effect of vitamin and mineral supplement on the content of total lipids and the ratio of their individual classes in the liver and skeletal muscles of the carp colon at the end of the growing season]. *Biolohiia tvaryn*, vol. 18, no. 4, 113–119. [in Ukrainian].
26. Janovich, V.G., & Lagodjuk, P.Z. (1991). *Obmen lipidov u zhivotnyh v ontogeneze*. [Lipid metabolism in animals in ontogenesis]. Moscow: Agropromizdat. [in Russian].