

Соломатіна В. Д., д.біол.н. професор; Пінкіна Т. В., к.біол.н., доцент; Світельський М. М., к.с.-г.н., доцент; Матковська С. І., к.с.-г.н., доцент; Іщук О. В., к.с.-г.н., доцент; Федючка М. М., к.с.-г.н., доцент (Житомирський національний агроекологічний університет, м. Житомир)

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ФОСФОРНО-КАЛЬЦІЄВОГО РЕЖИМУ ВОДОЙМ З ЇХНЬОЮ БІОПРОДУКТИВНІСТЮ (ОГЛЯД)

Узагальнено дані про вміст кальцію і фосфору в континентальних водоймах різних геологічних зон України, оскільки ці елементи визначають перебіг багатьох фізико-хімічних процесів у водоймах і впливають на їх біопродуктивність. Кальцій і фосфор є надзвичайно важливими структурними елементами всіх живих систем, відіграють істотну роль у регуляції процесів, які протікають всередині водойм, мають велике значення у визначенні трофності водойм. Одним з критеріїв, при оцінці можливої ролі мінеральних солей у життєдіяльності гідробіонтів, є встановлення взаємозв'язку між загальною мінералізацією води, її іонним складом, чисельністю і біомасою окремих водних організмів. Зміна вмісту кальцію і фосфору у воді може здійснювати як прямий, так і опосередкований вплив через планктонні і бентосні кормові організми, на видовий склад і чисельність риб, які мешкають в морських і континентальних водоймах. Існують дані, що підтверджують наявність взаємозв'язку між зміною співвідношення у воді іонів кальцію, фосфору та інших елементів з видовим складом і чисельністю риб.

Ключові слова: фосфор, кальцій, континентальні водойми, біопродуктивність, антропогенний вплив.

Вступ. Хімічний стан поверхневих вод, у тому числі і вміст в них кальцію та фосфору, відзначається великим різноманіттям, що обумовлене геолого-грунтовими умовами і антропогенним впливом [1; 2]. Кальцій і фосфор є надзвичайно важливими структурними елементами усіх живих систем, відіграють істотну роль у регуляції процесів, які протікають всередині водойм, мають велике значення у визначенні трофності водойм. Зростаюча антропогенна евтрофікація континентальних водойм, підвищення вмісту фосфатів кальцію та інших мінеральних речовин істотно впливає на розвиток окремих форм гідробіонтів [11; 41]. У зв'язку зі збільшенням вмісту фосфатів

та інших біогенних елементів в багатьох водоймах зростає біомаса фітопланктону, змінилась чисельність окремих форм малакофауни та іхтіофауни [1]. Тому особливу актуальність набуває встановлення ролі фосфору і кальцію в життєдіяльності гідробіонтів як найбільш важливих пластичних елементів, які приймають участь в регуляції основних метаболічних процесів, що протікають на різних рівнях організації живих систем [59].

Аналіз останніх досліджень. Одним із завдань, які поставлені перед гідробіологічною наукою, є збільшення продуктивності внутрішніх водойм, у тому числі і рибопродуктивності [5]. Вирішення цієї проблеми потребує подальшого розвитку досліджень по вивченню механізмів адаптації риб до екологічних факторів водного середовища. Важливим аспектом даного питання є вивчення фосфорно-кальцієвого обміну у гідробіонтів, зокрема у риб, оскільки він тісно пов'язаний з біоенергетичними, біосинтетичними та іншими процесами в організмі. Встановлено, що в механізмі адаптації тварини провідна роль належить енергетичному обміну, зокрема, метаболізму макроергічних фосфорних сполук [7].

Кальцій і фосфор відіграють важливу роль у житті водойм, визначаючи перебіг багатьох фізико-хімічних процесів та впливаючи на їх біопродуктивність. Вміст цих елементів у водах різних водойм коливається в широких межах. Відомо, що в атмосферних опадах, що потрапляють у водойми, практично відсутній кальцій і міститься незначна кількість фосфору [10]. У результаті взаємодії атмосферних опадів з геологічними породами і ґрунтами вода збагачується різними органічними і мінеральними речовинами, зокрема кальцієм і фосфором. Цим можна пояснити те, що в кожній геохімічній зоні є води зі специфічним для кожного регіону хімічним складом [26].

Так, домінуючими іонами поверхневих вод лісової зони України є гідрокарбонатні сполуки кальцію [24; 34]. Ці води відрізняються порівняно малою мінералізацією і незначним вмістом кальцію. Вміст кальцію значно збільшується в ставках лісостепової і степової зон, а також гірських районів Криму. Концентрація кальцію у воді ставків цих районів коливається від 20 до 100 мг/л. Проте, в лісостеповій і степовій зонах зустрічаються ставки, в яких його зміст перевищує 250-600 мг/л. У ряді випадків у водах ставків лісостепової зони спостерігається декальцинація води, тобто випадання в осад CaCO_3 [26].

Вміст фосфору у водах ставків різних геохімічних зон також істотно відрізняється. Дуже бідні фосфатами води ставків Центрального Полісся (0,05-0,02 мг/л), що обумовлене незначним вмістом фосфору в ґрунтах. У ставках Східного і Західного Полісся його концент-

рація підвищується до 0,1-0,2 мг/л, досягаючи найбільших величин в ставках басейну Десни і Західного Бугу (0,40 мг/л). Особливо багаті фосфатами води ставків степової зони (до 1,65 мг/л) і Криму. Це пов'язано зі значним вмістом його в ґрунтах [25].

Методика досліджень. Вивчаючи фосфорно-кальцієвий обмін у риб використовували спеціальні методичні підходи, які дозволяють вивчати тканинні, клітинні і органні механізми регуляції обміну речовин з урахуванням особливостей проживання організмів у водному середовищі. При цьому необхідно було враховувати можливість надходження кальцію і фосфору в організм риб як через травну систему, так і безпосередньо з води, а також вплив на процеси абсорбції цих елементів температурного чинника, який істотно змінює інтенсивність протікання метаболічних процесів пойкилотермних тварин, до яких відносяться риби [43; 44].

Постановка завдання. Програмою досліджень було заплановано вивчення біологічних особливостей росту і розвитку, цвітіння і запилення пижма звичайного в умовах Полісся України; визначення фенотипічної мінливості і кореляції кількісних ознак у рослин початкової популяції пижма; вивчення різних способів розмноження пижма; оцінка колекції пижма за господарсько-цінними ознаками: врожайність суцвіть і насіння, вміст біологічно активних речовин і відбирання перспективних зразків для селекції.

Результати досліджень. Фосфорно-кальцієвий склад річкових вод, так само як і ставків, залежить від фізико-географічних умов. При цьому вміст кальцію в них не постійний і може коливатися в широких межах (від 20 до 400 мг/л) [24]. Дещо інша картина кальцієвого складу спостерігається у водах середніх і великих річок. У порівнянні з малими річками, води середніх і великих річок відповідної геохімічної зони багатші кальцієм, що пов'язане з значенням приток у формуванні хімічного складу води [4; 29].

Вміст фосфатів у річкових водах варіює в значних межах (від слідів і до 1-2 мг/л), досягаючи в окремих випадках 16 мг/л. При цьому фосфор у воді представлений як мінеральними, так і органічними сполуками. Серед мінеральних його сполук домінуюче положення займають іони ортофосфорної кислоти [3].

На вміст фосфатів у воді впливають різні чинники, у тому числі і обумовлені сезонними змінами її температури, освітленості, кількості дощових і талих вод. Так, в літній час при споживанні фосфору фітопланктоном і водними тваринами його кількість падає [28]. Проте, в зимовий період при відмиранні і мінералізації залишків водних рослин і тварин, його вміст значно зростає. Збагачується вода фосфором

з ґрунтів і внаслідок змиву залишків фосфорвмісних добрив. Встановлено [24], що у водах малих річок України кількість мінерального фосфору коливається від слідів до 0,5 мг/л. Що ж до вмісту фосфатів в середніх і великих річках України, то він, як правило, не перевищує 0,15-0,20 мг/л.

Великий вплив на вміст фосфатів у дніпровській воді спричиняють водосховища, особливо в перші роки існування, коли відбувається вимивання їх із залитих ґрунтів, а також в результаті мінералізації рослинного покриву [29].

У зв'язку з розширенням будівництва теплових і атомних електростанцій, потрібно більш детально розглянути вплив підігрітих скидних вод на гідрохімічний режим водойм-охолоджувачів. Як показали результати досліджень [33], теплі води, що скидаються ТЕЦ і АЕС, не спричиняють істотного впливу на рівень окремих іонів і їх суму в порівнянні з їх природними змінами впродовж року. Подібне явище спостерігали [27; 39] в Бурштинському і Добротворському водосховищах-охолоджувачах, розташованих в зоні надмірного зволоження. Незначне додаткове випаровування води цих водосховищ, в які скидалися підігріті води ТЕЦ, практично не змінювали концентрацію головних іонів. В той же час підвищена температура води у водоймах сприяла посиленню біопродуктивності водоростей і інтенсивності протікання фотосинтезу, що призводило до зсуву карбонатно-кальцієвої рівноваги у бік утворення карбонату кальцію, який випадає в осад (біологічна декальцинація води) [6]. Якщо порівняти вміст фосфатів у воді водойм-охолоджувачів ГРЕС України, то найбільш багатими у цьому відношенні є води Емієвської і Добротворської ГРЕС, а їх кількість коливається від 0,1 до 1,9 мг/л [27; 33; 39].

Із стічними водами у водойми потрапляє значна кількість біогенних елементів, у тому числі і фосфору. Дуже багато фосфору вноситься у воду з міськими комунальними стічними водами. До них в першу чергу відносяться води комунальних підприємств, лазень, транспортних підприємств, води, що йдуть на приготування їжі та ін. [3]. Використання при пранні миючих засобів, багатих поліфосфатами, також збільшує вміст фосфору у водоймах [38].

А.І. Денісовою, Є.П. Нахшиною, Л.І. Журавльовою, І.К. Паламарчук (1974), показано [18], що з промисловими і міськими промстоками вноситься до водосховищ дніпровського каскаду від 0,6 до 3,6 тис. т. фосфору. Тільки на ділянці Дніпра від Києва до Запоріжжя з цими водами в річку і водосховище скидається до 35% фосфору [49]. Все це викликає істотні зміни у вмісті біогенних елементів і сольового складу вод внутрішніх водойм.

Проте, головним джерелом надходження біогенів, зокрема, фосфору у водні об'єкти, є води з сільськогосподарських угідь [51]. Встановлено [10], що з сільськогосподарських угідь, розташованих у басейні Дніпра, річне винесення фосфору складає 8 тис. тонн. Збільшене надходження фосфатів у внутрішні водойми різко позначається і на його вмісті у воді цих водойм. Яскравим прикладом цього може слугувати Боденське озеро. Якщо в 1940 році минулого століття вода практично не містила фосфору, то вже в 1960 р. його концентрація досягла 30 мг/л, а в 1964 р. – 50 мг/л [61].

Значний вплив на фосфорно-кальцієвий склад внутрішніх водойм спричиняє вапнування і удобрення ставків [12]. Так, внесення до ставків вапна (до концентрації 40 мг/л), а також одночасно з цим і фосфору (до концентрації 0,1 мг/л), викликало збільшення вмісту кальцію у воді в 5 разів, а в донних відкладах майже в два рази. Надалі воно стабілізувалося на рівні близько 15 мг/л. Кількість фосфатів особливо помітно зростає, а потім суттєво знижується [13]. При удобренні вирощувальних ставків суперфосфатом кальцію від 200 до 500 кг за сезон (вміст чистого фосфору за одне внесення дорівнював 0,4-1,0 мг/л), спостерігалось різке збільшення фосфору у воді. В результаті цього, у воді ставків, що інтенсивно удобрюються, концентрація мінерального фосфору утримувалася в межах 0,18-0,43 мг/л, а загального – 0,6-1,35 мг/л. У воді ж середньоудобрюваних ставків кількість мінерального фосфору не перевищувала 0,1-0,2 мг/л, а загального – 0,2-0,4 мг/л [2].

Одним із критеріїв, при оцінці можливої ролі мінеральних солей в життєдіяльності гідробіонтів, є встановлення взаємозв'язку між загальною мінералізацією води, її іонним складом, чисельністю і біомасою окремих водних організмів [45]. Необхідно, проте, підкреслити, що ступінь вивченості впливу загальної мінералізації води і її окремих сольових компонентів на ці показники неоднаковий. Досить детально досліджено вплив загальної мінералізації води на видову різноманітність і чисельність зоопланктону і зообентосу у водоймах різних геохімічних зон країни [31; 22; 50; 38]. Визначені найбільш оптимальні величини загальної мінералізації води для інтенсивного росту і розвитку планктонних і бентосних організмів [6; 8; 21].

Що ж до впливу окремих сольових компонентів на видовий склад і чисельність безхребетних, то з цього питання є значно менше даних, які дозволяють зробити лише загальне уявлення про їх дію. У природних екосистемах не можна виключити або залишити тільки один елемент, що вивчається. Лише зміна його концентрації або співвідношення з іншими елементами дозволяє створити уявлення

про його переважаючий вплив на ті або інші угруповання організмів [43; 46].

Як відомо, величина насичення кальцієм континентальних вод відіграє істотну роль в розселенні окремих видів безхребетних [54]. За даними А.Д. Коненко і ін. (1961) [25], ставки України за рівнем кальцію поділяються на дві групи: з низькою мінералізацією, бідні солями кальцію (6-10 мг/л); з помірною мінералізацією, багаті кальцієм (50-100 мг/л). У ставках з низьким рівнем кальцію відмічається незначний видовий і кількісний склад родів *Brachionus* і *Moina* невелика кількість *Bosmina longirostris* і *Ceriodaphnia pulohella*. Недостатньо розвинена донна фауна, зокрема, олігохети і молюски. Чисельний склад донної фауни також зростає зі збільшенням до певної межі іонів кальцію в середовищі [25; 56].

Така підвищена чутливість безхребетних до рівня кальцію у воді найімовірніше може бути пояснена значним значенням цього елемента в регуляції процесів росту і розвитку їх ембріонів [9]. При вивченні здатності безбарвних джгутикових до розмноження в середовищах з різним сольовим складом Н.В. Горячева (1975) спостерігала їх загибель на середовищах без KCl і $CaCl_2$ через 7-10 днів [14]. У той же час виключення з середовища існування інших двовалентних іонів (магнію) спричиняло тільки гальмуючий вплив на процеси розмноження джгутикових. За низьких концентрацій кальцію у воді (0,12 мг/л) у *P. marmorata* і *B. glabrata* хоча і відбувалося відкладання яєць, але ембріони, що сформувалися в них, були не здатні до вилуплення. Для вилуплення лише 31,06% ембріонів *B. glabrata* необхідною концентрацією кальцію виявилась 0,42 мг/л [58].

Одним із методів інтенсифікації ставкових господарств є внесення добрив, зокрема, вапна, що призводить до значних змін хімічного складу води і структури зоопланктонних угруповань [20]. За даними А. Гильбріхт-Ільківської і ін. (1977), в рік внесення вапна у воді озера Флесек кількість кальцію зросла у 5 разів, а в донних відкладах – у 2 рази [13]. Одночасно з цим збільшився видовий склад і чисельність коловерток, відбулося десятиразове збільшення бентосних організмів, зросла роль олігохет і майже повністю зникли личинки *Chaolorus*. Є, однак, дані про те, що високі дози вапна в ставках уповільнюють процес відродження молоді гіллястовусих ракоподібних [30] і згубно діють на зоопланктон в цілому [50].

Виключно важливим елементом для розвитку безхребетних є фосфор. Безхребетні тварини проявляють підвищену чутливість до збільшення рівня фосфору у воді. Так, за невисоких концентрацій радіоактивного фосфору хоча і зберігається розмноження дафній,

проте життєздатність їх потомства різко падає [48]. Із зміною концентрації фосфору у воді і викликаного цим рівнем фітопланктону змінювався видовий склад зоопланктону.

За даними В.І. Кузьмічової (1970), на тлі загального збільшення вмісту водоростей (10-70 мкг/л хлорофілу) внаслідок удобрення ставків фосфатними добривами основну біомасу зоопланктону склали гіллястовусі рачки (57%) і діаптомуси (36%) [32]. За більш високої концентрації хлорофілу у водоростях у планктоні домінували коловертки (52%).

Внесення мінеральних добрив, що змінює рівень біогенних елементів (фосфору), впливає на зоопланктон не тільки опосередковано через фітопланктон, але і безпосередньо зміною обмінних процесів в організмі зоопланктону і зообентосу [21; 43]. При цьому вплив фосфатних мінеральних добрив більшою мірою позначається на складі зоопланктону, ніж зообентосу [12]. За даними В.Л. Грімальського і ін. (1970), в ставках, що удобрюються, чисельність і біомаса зоопланктону є в 2,5-10 разів вищою у порівнянні зі ставками, що не удобрюються [15]. Необхідно, проте, підкреслити, що систематичне внесення мінеральних добрив може позначитися на розвитку бентосних організмів, обумовлюючи зниження чисельності і змінюючи їх видовий склад. Зокрема, в бентосі ставків, що удобрюються, виявляються в основному хірономіди, личинки волохокрильців і хасборуси, тоді як до удобрення в них виявлялося до 10 груп організмів [12].

Як відомо, кінцевою продукцією водойми є риба. Згідно з розрахунковими даними в загальному улові Світового океану 36% складають риби і лише 8% безхребетні [36].

Зміна вмісту кальцію і фосфору у воді може здійснювати як прямий, так і опосередкований вплив через планктонні і бентосні кормові організми на видовий склад і чисельність риб, які мешкають в морських і континентальних водоймах [62; 47; 20]. Особливо це стало помітним після зарегулювання стоку річок і створення великих водосховищ, в які скидається щорічно значна кількість азоту, фосфору і інших елементів [18; 29; 46]. У свою чергу збільшення вмісту біогенів у воді, викликаючи значні зміни в забезпеченості їжею, відбивається і на іхтіофауні. Так, якщо до зарегулювання стоку в Дніпрі щорічно виловлювалося в середньому 41,8 тис. ц, то після зарегулювання улови досягли 149,0 тис. ц [40].

Інтенсивне удобрення озер і ставків (фосфатні, комплексні кальцієві добрива), що регулярно здійснюється в рибному господарстві, також може призвести до зміни чисельності окремих видів риб [32; 35]. Літнє внесення впродовж 4 років добрив із розрахунку N-1;

P—0,1; K—4 і Ca—40 мг/л в слабко евтрофовані і евтрофовані озера викликає неоднакове посилення розвитку чисельності окремих видів риби. Так, якщо в слабко евтрофованому озері застосування добрив сприяло росту ляща, то в евтрофованому озері його ріст пригнічувався. У обох озерах також уповільнювався ріст плітки. Разом з цими змінами удобрення озер супроводжувалося збільшенням кількості густери і вівсянки, що сприяло підвищенню чисельності судака [52].

Внесення комплексних кальцієвих добрив до ставків або їх вапнування може зумовити підвищення рибопродуктивності у декілька разів [50; 20].

Рибопродуктивність ставків, що удобряються, підвищується в значній мірі за рахунок зміни характеру живлення риби. В.П. Ляхнович (1968) встановив, що в ставку, який не удобряється зообентос складав 14% від загального числа кормових організмів [35]. При цьому в раціоні коропа, що вирощується в таких умовах, він займав 63%, останні 37% раціону риби поповнювалося зоопланктоном. У середньоудобряваному ставку (600 кг добрив на га) на частку зообентосу припадає 31% загальної біомаси кормових організмів, а відсоток його в раціоні риби досягає тільки 48%. У високоудобряваному ставку (1000 кг/га) за рахунок зоопланктону задовільнялося 74% харчових потреб коропа. У високоудобряваному ставку на одиницю рибопродукції припадає більше кормових організмів зоопланктону і зообентосу, ніж в тому ставку, який не удобряється [35].

Внесення до водойм фосфорних і кальцієвих добрив здійснює істотний вплив на ріст молоді риби. Так, личинки молоді пеляді краще ростуть в ставках з більш високим вмістом цих елементів, що забезпечує достатню біомасу зоопланктону. У таких ставках мальки можуть досягати маси 7,4 г, в той час, як в тих, що не удобряються, вона не перевищує 3,37 г [19].

На рибопродуктивність водойм певний вплив здійснює збільшення загальної солоності за рахунок сумарного підвищення кальцію, фосфору та інших іонів [16]. На прикладі оз. Манзала (Єгипет) показано, що постійні зміни в розподілі риби, зокрема, тиляпій, відбуваються в результаті сезонних змін солоності в різних його районах [44].

Є й інші дані, що підтверджують наявність взаємозв'язку між зміною співвідношення у воді іонів кальцію, фосфору та інших елементів з видовим складом і чисельністю риби [17; 37; 60]. Найяскравіше ця закономірність проявляється у складі іхтіофауни Каспійського моря, яке не має прямого зв'язку з океаном і тому має декілька

відмінностей від інших морів за гідрохімічним режимом. Вода цього моря особливо багата кальцієвими солями і сульфатами, у той час в інших морях, з'єднаних з океаном, переважаючими є солі натрію і хлору. Особливості іонного складу Каспійського моря визначили і видовий склад у ньому риб, що є характерними тільки для цієї водойми [53]. Окрім таких промислових риб, як осетрові – осетер, севрюга, шпилька, білуга, які користуються світовою популярністю, багато інших видів (білорибиця, каспійська мінога, оселедець-чорноспинка) мешкають тільки в Каспійському морі. Проте в Каспійському морі майже повністю відсутні види риб, що мешкають у відкритих морях і океанах. У таких морях, як Чорне, які мають зв'язок з океаном, каспійська фауна займає лише солонуваті і опріснені ділянки, де вона може нормально розвиватися [23].

Висновки. Аналіз наведених вище літературних даних дозволяє зробити висновок, що різний рівень кальцію і фосфору у водному середовищі є фактором, що суттєво впливає на скерованість метаболічних процесів у організмі риб, а це, в свою чергу, може мати вплив на рибопродуктивність континентальних водойм. Встановлено, що між іонами водного середовища і організмами гідробіонтів здійснюється постійний обмін. По відношенню до деяких мінеральних речовин прісноводні гідробіонти володіють вираженими концентруючими властивостями, а рівень цих елементів, у тому числі кальцію, набагато перевищує його рівень у середовищі [42]. Такий високий вміст кальцію у позаклітинній рідині уже сам по собі визначає його специфічну участь в ключових реакціях організму, у тому числі пов'язаних з обміном фосфатів. Останні складають основу багатьох структурних і функціональних одиниць живих істот, а також є найбільш лабільним компонентом основного енергетичного субстрату клітини – аденозинтри-фосфорної кислоти. Роль фосфору у гідробіонтів в значній мірі визначається особливостями шляхів надходження його в організм. На відміну від наземних тварин, які отримують фосфорні сполуки в основному з кормом, гідробіонти здатні засвоювати його із водного середовища через зябра та шкіряні покриви тіла. Встановлено, що вміст мінерального фосфору у водному середовищі коливається в широких межах – від 0,02 до 0,6 мг/л [4]. Максимальний вміст фосфорних сполук спостерігається у воді в літній період у зв'язку з тим, що їх кількість, яка утворюється в процесі регенерації органічних речовин, перевищує споживання фітопланктоном [57]. Концентрація фосфатів у водоймах істотним чином змінюється у результаті антропогенного впливу [2]. Встановлення оптимальних концентрацій фосфору у воді має велике значення для рибориства, оскільки іони фос-

фору, проникаючи в організм риб із оточуючого середовища, не тільки виявляються у великих кількостях в місцях проникнення і всмоктування – зябрах, слизовій ротової порожнини, стінках кишківника, шкірі [55], але й засвоюються у процесі обміну [9]. Таким чином, фосфорно-кальцієвий обмін має безпосереднє відношення до пластичного і енергетичного забезпечення організму риб.

1. Алимов А. Ф. Морфометрия озер, количество видов и биомасса гидробионтов. *Биология внутр. вод.* 2006. № 1. С. 3–7.
2. Астапович И. Т. Влияние интенсификации рыбоводства на гидрохимический состав, первичную продукцию и рыбопродуктивность прудов Белоруссии : Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Минск, 1968. 26 с.
3. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л. : Гидрометеиздат, 1970. 444 с.
4. Алмазов А. М., Денисова А. И., Майстренко Ю. Г. Гидрохимия Днепра, его водохранилищ и притоков. Киев : Наук. думка, 1967. 315 с.
5. Афанасьева О. А., Багацька Т. С., Оляницька Л. Г. та ін. *Екологічний стан кийвських водойм*. К. : Фітосоціоцентр, 2010. 256 с.
6. Біргер Т. І. Вплив різної концентрації кальцію у воді на вміст сухого залишку золи і кальцію в тілі молоді коропа. *Деякі питання фізіології травлення та обміну речовин у риб*. Київ : вид-во АН УРСР, 1962. С. 72–82.
7. Бєдункова О. О. Гомеостаз риб як інструмент оцінки критичних навантажень на гідроекосистему малої річки. *Гідробіол. журн.* Т. 52, № 3. 2016. С. 26–34.
8. Богоров Г. В. Планктон мирового океана. М. : Наука, 1974. 319 с.
9. Богоявленская М. П., Шеханова И. А. Применение P^{32} и Ca^{45} при изучении некоторых сторон фосфорного и кальциевого обмена у молодежи карповых и осетровых рыб. *Тр. Всесоюзн. научн.-техн. конф. по применению радиоактивных и стабильных изотопов в народном хозяйстве и науке*. М. : Изд-во АН СССР, 1958. С. 207–211.
10. Бондаренко Л. М., Иванов М. С., Коваль Ю. Д., Пичахчи И. Д. Источники поступления и масштабы возможного выноса биогенных элементов в водные объекты. *Формирование и контроль качества поверхностных вод*. Киев : Наук. думка, 1976. Вып. 2. С. 88–95.
11. Бузевич І. Ю., Рубцова Н. Ю., Шевченко Р. В., Долгопол П. П., Соломатіна В. Д. Стан іхтіофауни затоки Київського водосховища, яка експлуатується в режимі товарного рибного господарства. *Рибогосподарська наука України*. 2014. № 4 (30). С. 16–26.
12. Винберг Г. Г., Ляхнович В. П. Удобрение прудов. Пищевая промышленность. 1965. 270 с.
13. Гильбрихт-Ильковская А., Рыбак Я., Каяк З., Вангленская Т., Дюсом К., Ейсмонт-Карабинова А., Карабин А., Сподневская И., Годлевская-Липова А. Реакция двух дистрофных озер на известкование и удобрение. *Гидробиол. журн.* 1977. XIII, № 6. С. 39–46.
14. Горячева Н. В. Влияние минерального состава среды на размножение бесцветных жгутиконосцев. *Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР*. 1975. Вып. 30(33). С. 149–157.
15. Гримальский В. Л., Кожонару Я. В., Михайловский Н. М., Муцинский В. Г. Влияние органо-минеральных удобрений на рыбопродуктивность выростных прудов Молдавской рыбохозяйственной опытной станции. *Гидробиологические и рыбохозяйственные исследования водоемов Молдавии*. Кишинев :

Картя Молдовеняскэ, 1970. С. 101–109. **16.** Грудинин П. И. Влияние зарегулирования Миусского лимана на условия размножения основных промысловых рыб. *Основы рыбопродуктивности Азовского моря*. М., 1975. С. 119–132. **17.** Даниленко Л. А. Рыборазведение и использование озерного фонда Западной Сибири. *Биологическая продуктивность водоемов Сибири*. М. : Наука, 1969. С. 171–176. **18.** Денисова А. И., Нахшина Е. П., Журавлева Л. Н., Паламарчук И. К. Факторы, влияющие на формирование гидрохимического режима Днепра и его евтрофикацию в условиях зарегулирования стока. *Антропологическое евтрофирование водоемов*. Черноголовка, 1974. С. 85–91. **19.** Завялова Т. Я. Выращивание молоди пеляди в прудах Утурского рыбхоза. *Биологическая продуктивность водоемов Сибири*. М. : Наука, 1968. С. 183–194. **20.** Здановски Б., Коруцка А., Бнинска М., Сосновска И., Радзей Й., Захвея Й. Изменения в дистрофном озере под влиянием удобрения. *Гидробиол. журн.* 1977. № 3. С. 32–37. **21.** Касымов А. Г., Бадалов Ф. Г., Алиев А. Р. Современное состояние зоопланктона и зообентоса озер Аджикапуя. *Изв. АН АзССР. Сер. Биол. наук.* 1975. № 2. С. 107–110. **22.** Качалова О. А., Лиена Р. А., Пареля Э. Л., Циндиныш П. А. Влияние антропогенного фактора на донные сообщества малых рек. *Основы биопродуктивности внутренних водоемов Прибалтики*. Вильнюс, 1975. С. 3–5. **23.** Клименко М. О., Пилипенко Ю. В., Бедункова О. О. Огляд підходів до оцінювання «здоров'я» гідроекосистем за показниками гомеостазу риб. *Вісник Дніпропетр. університету. Біологія, екологія.* 2016. 24 (1). С. 61–71. **24.** Коненко А. Д. Гидрохимическая характеристика малых рек УССР. Киев : Наук. думка, 1952. 171 с. **25.** Коненко Г. Д., Підгайко М. Л., Радзімовський Д. О. Ставки Полісся України (гідробіологічний та гідрохімічний нарис). Київ : Видавництво АН УРСР, 1961. 139 с. **26.** Коненко А. Д. Закономерность формирования ионно-солевого состава воды в прудах УССР. *Гидробиол. журн.* 1965. С. 42–51. **27.** Коненко А. Д., Абремская С. И., Кутовенко В. М. Характеристика гидрохимического режима водоемов-охладителей ГРЭС Украины. *Гидрохимия и гидробиология водоемов-охладителей тепловых электростанций СССР*. Киев : Наукова думка, 1971. С. 57–73. **28.** Коржов Є. І., Гільман В. Л. Еколого-гідрологічна характеристика Кардашинського лиману. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.* 2015. № 2. С. 100–108. **29.** Кошелева С. И., Сидоренко В. М., Кись Р. Я. Химические показатели качества воды р. Днепра на участке Киевского водохранилища – Триполье. *Самоочищение, биопродуктивность и охрана водоемов и водотоков Украины*. Киев : Наукова думка, 1975. С. 66–67. **30.** Кражан С. А. Зоопланктон и зообентос соловановатоводных прудов юга Украины (на примере Херсонской и Николаевской областей) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев, 1970. 31 с. **31.** Кражан С. А. Харитоновна Н. Н., Исаева С. А. Влияние известкования рыбоводных прудов на некоторых ракообразных планктона. *Гидробиол. журн.* 1978. 14, № 2. С. 36–38. **32.** Кузьмичева В. И. Первичная продукция планктона при использовании минеральных удобрений в рыбоводных прудах : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1970. 24 с. **33.** Ларцина Л. Е., Боронкова Э. М. Влияние сбросных вод ТЭС и АЭС на биологический и химический режим водоемов-охладителей. Л. : Энергия,

1974. 56 с. **34.** Линник П. М., Жежеря В. А., Батог С. В. Экологичний стан водних об'єктів урбанізованих територій. Київські ставки. К. : Логос, 2015. 76 с. **35.** Ляхнович В. П. Зависимость характера питания двухлетних карпов от состава естественной кормовой базы и влияние фактора потребления на динамику популяций зоопланктона и зообентоса. *Гидробиологические и ихтиологические исследования внутренних водоемов Прибалтики*. Вильнюс : Минтис, 1968. С. 232–256. **36.** Марти Ю. Ю., Мартинсон Г. В. Проблемы формирования и использования биологической продуктивности Атлантического океана. М. : Пищевая промышленность, 1966. 267 с. **37.** Мойсеев П. А. Биологические ресурсы Мирового океана. М. : Пищевая промышленность, 1969. 339 с. **38.** Мордухай-Болтовский Ф. Д., Дзюбан Н. А. Изменение в составе и распределение фауны Волги в результате антропогенных воздействий. *Биологические продукционные процессы в бассейне Волги*. Л. : Наука, 1976. С. 67–82. **39.** Наталюк Н. Т., Шиманский Б. Н. Гидрохимический режим водохранилища-охладителя Добротворской ГРЭС и р. Западный Буг. *Гидрохимия и гидробиология водоемов-охладителей тепловых электростанций СССР*. Киев : Наукова думка, 1971. С. 85–94. **40.** Пикуш Н. В., Сухойван П. Г. К оценке рыбопродуктивности Днепровских водохранилищ. *Гидробиол. журн.* 1978. 14, № 2. С. 49–51. **41.** Пінкіна Т. В., Пінкін А. А. Оцінка токсикорезистентності ставковика озерного (Mollusca: Gastropoda) до впливу іонів мангану (II) у водному середовищі. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. № 8 (1). Р. 719–729. **42.** Проссер Л. Сравнительная физиология животных. М. : Мир, 1977. Т. 2. 608 с. **43.** Ринькис Г. Я. Методы ускоренного колориметрического определения микроэлементов в биологических объектах. Рига : Изд-во АН Латв. ССР, 1983. С. 28–30. **44.** Романенко В. Д. Физиология кальциевого обмена. Киев : Наукова думка, 1975. 171 с. **45.** Романенко В. Д., Крот Ю. Г., Леконцева Т. И., Подругина А. Б. Особенности структурной организации фито- и зоопланктона при экстремально высоком содержании неорганических соединений азота в воде. *Гидробиол. журн.* 2017. Т. 53, № 3. С 3–15. **46.** Сальников И. Е., Хуссейн Х. А., Амин Э. М. Влияние солености воды на распределение тилляпии в оз. Манзала. *Рыбное хоз-во*. 1979. № 2. С. 20–21. **47.** Соломатина В. Д., Романенко В. Д., Малиновская М. В., Коваленко В. Ф. Особенности тканевого метаболизма рыб при их содержании в регулируемых системах водоподготовки рециркуляционного типа. *Гидробиол. журн.* 1996. 32, № 3. С. 81–89. **48.** Соломатина В. Д., Зиньковский О. И., Потрохов А. С., Могилевич Н. А. Оценка роли аллохтонного азота в водоеме по изменению физиолого-биохимических показателей годовиков карпа. *Наук. записки Тернопільського нац. педуніверситету ім. В. Гнатюка*. 2005. 3 (26). С. 170–172. **49.** Соломатина В. Д., Зиньковский О. И., Потрохов А. С., Могилевич Н. А. Влияние аллохтонного азота на некоторые биохимические показатели карпа. *Гидробиол. журн.* 2006. 42, № 5. С. 93–104. **50.** Строганов Н. С., Хоботьев В. Г. Накопление и отдача радиоактивного фосфора водными организмами и распределение его в тканях рыб. *Вестник Московского ун-та, серия VI Биология, почвоведение*. 1960. 4. С.

3–12. **51.** Топачевский А. В., Цееб Я. Я., Сиренко Л. А., Макаров А. И. «Цветение» воды как результат нарушения процессов регуляции в гидробиоценозах. *Биологическое самоочищение и формирование качества воды*. М. : Наука, 1975. С. 41–49. **52.** Харитоновна Н. И., Антипчук А. Ф., Панченко С. М. Минеральные удобрения и известь как факторы, регулирующие трофность рыбоводных прудов. *Самоочищение, биопродуктивность и охрана водоемов и водотоков Украины*. Киев : Наук. думка, 1975. С. 214–216. **53.** Шилькрот Г. С. Изменения химизма природных вод культурных ландшафтов. *Изв. АН СССР. Сер. География*. 1973. № 3. С. 42–50. **54.** Шерман І. М., Кутіцев П. С. Екологія живлення та харчові взаємовідносини промислових корошових Дніпровського лиману : наук. моногр. Херсон, 2013. 247 с. **55.** Юдкин И. И. Ихтиология. М. : Пищевая промышленность, 1970. 380 с. **56.** Alvares J. Uber die Verbreitung der Land- und Susswassers-chmecken in Mittelspanien in besug auf die versch iedene Boden und Cewasser. *Halacologie*. 1979. N 1. P. 43–57. **57.** Dyer W. Y., Hiltz D. F., Acuman R. G. et al. In vivo assimilation by cod muscle and liver tissue of elemental phosphorus from polluted sea water. *J. Fish. Res. Board Can.* 1980. 27. N 6. P. 1131–1135. **58.** Eglislaw Y. G. The quantitative relationship between fauna and plant detritus in streams of different calcium concentrations. *J. Appl. Ecol.* 1978. 5. N 3. 731–740. **59.** Reimold R. J., Franklin D. C. Dissolved Phosphorus Concentrations in a natural salt Marsh of Delaware. *Hydrobiologia*. 1990. 36. P. 151–160. **60.** Ross L. P., Harrison A. D. Effect of environmental calcium deprivation of the egg massen of *Physa marmorata* guie ding (Gastropoda:Physidae) and *Biophalaria glabrata* Say (Gastropoda: Planorbidae). *Hydrobiologif*. 1997. 55. N 1. P. 45–48. **61.** Solomatina V. D. Calsium-137 excretion and bionergetic processes sn *Cyprinus Carpio* L. acclimatedesed to different potassium concentration sn water. *Freshwater and Estuarine Radsoecology*. 1997. P. 50–56. **62.** Ucinski S. Wplyw cutrofikacji na stan zasobow rybnych Baltyku. *Techn. i gosp. mor.* 1999. 29, N 4. P. 206–208. **63.** Wagner G. Beitrage sun Sauerstoff, Stickatoff und Phosphorhausbalt des Bodence. *Arch. Hydrobiol.* 1987. 63. N 1. P. 83–103. **64.** Wiktor R., Flinski M. Changes in plankton resulting from the eutrophication of a Baltic fish. *Merentutkimuslaitok julk.* 1985. 239. P. 311–315.

REFERENCES:

1. Alimov A. F. Morfometriia ozer, kolichestvo vidov i biomassa hidrobiontov. *Biolohiia vnutr. vod.* 2006. № 1. S. 3–7. **2.** Astapovich I. T. Vliianie intensifikatsii rybovodstva na hidrokhimicheskii sostav, pervichnuiu produktsiiu i ryboproduktivnost prudov Belorussii : Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. Minsk, 1968. 26 s. **3.** Alekin O. A. Osnovy hidrokhimii. L. : Hidrometeoizdat, 1970. 444 s. **4.** Almazov A. M., Denisova A. I., Maistrenko Yu. H. Hidrokhimiiia Dnepra, eho vodokhranilishch i pritokov. Kyev : Nauk. dum-ka, 1967. 315 s. **5.** Afanasieva O. A., Bahatska T. S., Olianytska L. H. ta in. Ekolohichni stan kyivskykh vodoim. K. : Fitosotsiotsentr, 2010. 256 s. **6.** Birher T. I. Vplyv riznoi kontsentratsii kaltsiiu

u vodi na vmist sukhoho zalyshku zoly i kaltsiiu v tili molodi koropa. *Deiaki pytannia fiziologii travlennia ta obminu rehovyn u ryb.* Kyiv : vyd-vo AN USSR, 1962. S. 72–82. **7.** Biedunkova O. O. Homeostaz ryb yak instrument otsinky krytychnykh navantazhen na hidroekosystemu maloi richky. *Hidrobiol. zhurn.* T. 52, № 3. 2016. S. 26–34. **8.** Bohorov H. V. Plankton myrovoho okeana. M. : Nauka, 1974. 319 s. **9.** Bohoiavlenskaia M. P., Shekhanova I. A. Primenenie R32 i Sa45 pri izuchenii nekotorykh storon fosfornoho i kaltsievoho obmena u molodi karpovykh i osetrovyykh ryb. *Tr. Vsesoiuzn. nauchn.-tekhn. konf. po primeneniiu radioaktivnykh i stabilnykh izotopov v narodnom khoziaistve i nauke.* M. : Izd-vo AN SSSR, 1958. S. 207–211. **10.** Bondarenko L. M., Ivanov M. S., Koval Yu. D., Pichakhchi I. D. Istochniki postupleniia i masshtaby vozmozhnogo vynosa biogenykh elementov v vodnye obekty. *Formirovanie i kontrol kachestva poverkhnostnykh vod.* Kyev : Nauk. dumka, 1976. Vyp. 2. S. 88–95. **11.** Buzevych I. Yu., Rubtsova N. Yu., Shevchenko R. V., Dolhopol P. P., Solomatina V. D. Stan ikhtiofauny zatoky Kyivskoho vodoskhovyshcha, yaka ekspluatuietsia v rezhymi tovarnogo rybnoho gospodarstva. *Rybohospodarska nauka Ukrainy.* 2014. № 4 (30). S. 16–26. **12.** Vinberh H. H., Liakhnovich V. P. Udobrenie prudov. Pishchevaia promyshlennost. 1965. 270 s. **13.** Hilbrikht-Ilkovska A., Rybak Ya., Kaiak Z., Vanhlenska T., Diusom K., Eismont-Karabinova A., Karabin A., Spodnevskaia I., Hodlevska-Lipova A. Reaktsiia dvukh distrofnyykh ozer na izvestkovanie i udobrenie. *Hidrobiol. zhurn.* 1977. XIII, № 6. S. 39–46. **14.** Horiacheva N. V. Vliianie mineralnogo sostava sredy na razmnozhenie bestsvetnykh zhgutikonostsev. *Tr. In-ta byol. vnutr. vod AN SSSR.* 1975. Vyp. 30(33). S. 149–157. **15.** Hrimalskii V. L., Kozhonaru Ya. V., Mikhailovskii N. M., Mushchinskii V. H. Vliianie orhanomineralnykh udobrenii na ryboproduktivnost vyrostnykh prudov Moldavskoi rybokhoziaistvennoi opytnoi stantsii. *Hidrobio-lohicheskie i rybokhoziaistvennye issledovaniia vodoemov Moldavii.* Kishinev : Kartia Moldoveniaske, 1970. S. 101–109. **16.** Hrudinin P. I. Vliianie zarehulirovaniia Myusskoho limana na usloviia razmnozheniia osnovnykh promyslovykh ryb. *Osnovy ryboproduktivnosti Azovskoho moria.* M., 1975. S. 119–132. **17.** Danilenko L. A. Ryborazvedenie i ispolzovanie ozernoho fonda Zapadnoi Sibiri. *Biologhieskaia produktivnost vodoemov Sibiri.* M. : Nauka, 1969. S. 171–176. **18.** Denisova A. I., Nakhshina E. P., Zhuravleva L. N., Palamarchuk I. K. Faktory, vliiaushchie na formirovanie hidrokhimicheskoho rezhima Dnepra i eho evtrofikatsiiu v usloviakh zarehulirovaniia stoka. *Antropologhieskoe evtrofirovanie vodoemov.* Chernoholovka, 1974. S. 85–91. **19.** Zavialova T. Ya. Vyrashchivanie molodi peliadi v prudah Uturskoho rybkhoza. *Biologhieskaia produktivnost vodoemov Sibiri.* M. : Nauka, 1968. S. 183–194. **20.** Zdanovski B., Korytska A., Bninska M., Sosnovska I., Radzei I., Zakhveia I. Izmeneniia v distrofnom ozere pod vlianiem udobreniia. *Hidrobiol. zhurn.* 1977. № 3. S. 32–37. **21.** Kasymov A. H., Badalov F. H., Aliev A. R. Sovremennoe sostoianie zooplanktona i zoobentosa ozer Adzhikapuia. *Izv. AN AzSSR. Ser. Biol. nauk.* 1975. № 2. S. 107–110. **22.** Kachalova O. A., Liena R. A., Parelia E. L., Tsindinysh P. A. Vliianie antropohennoho faktora na donnye soobshchestva malykh rek. *Osnovy bioproduktivnosti vnutrennikh vodoemov*

Pribaltiki. Vylnius, 1975. S. 3–5. **23.** Klymenko M. O., Pylypenko Yu. V., Biedunkova O. O. Ohliad pidkhodiv do otsiniuvannia «zdorovia» hid-roekosystem za pokaznykamy homeostazu ryb. *Visnyk Dnipropetr. universytetu. Biolohiia, ekolohiia*. 2016. 24 (1). S. 61–71. **24.** Konenko A. D. Hidrokhimicheskaia kharakteristika malykh rek USSR. Kiev : Nauk. dumka, 1952. 171 s. **25.** Konenko H. D., Pidhaiko M. L., Radzimovskyi D. O. Stavky Polissia Ukrainy (hidrobiolohichni ta hidrokhimichni narys). Kyiv : Vydavnytstvo AN URSS, 1961. 139 s. **26.** Konenko A. D. Zakonomernost formirovaniia ionnosolevoho sostava vody v prudakh USSR. *Hidrobiol. zhurn.* 1965. S. 42–51. **27.** Konenko A. D., Abremenskaia S. Y., Kutovenko V. M. Kharakteristika hidrokhimicheskoho rezhima vodoemov-okhladitelei HRES Ukrainy. *Hidrokhimiia i hidrobiolohiia vodoemov-okhladitelei teplovykh elektrostantsii SSSR*. Kyev : Naukova dumka, 1971. S. 57–73. **28.** Korzhov Ye. I., Hilman V. L. Ekolohe-hidrolohehna kharakterystyka Kardashynskoho lymanu. *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia*. 2015. № 2. S. 100–108. **29.** Kosheleva S. I., Sidorenko V. M., Kis R. Ya. Khimicheskie pokazateli kachestva vody r. Dnepra na uchastke Kievskoho vodokhranilishcha – Tripole. *Samoochishchenie, bioproduktivnost i okhrana vodoemov i vodotokov Ukrainy*. Kiev : Naukova dumka, 1975. S. 66–67. **30.** Krazhan S. A. Zooplankton i zoobentos solovanovatovodnykh prudov yuha Ukrainy (na primere Khersonskoi i Nikoloevskoi oblasti) : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Kiev, 1970. 31 s. **31.** Krazhan S. A. Kharitonova N. N., Isaeva S. A. Vliianie izvestkovaniia rybovodnykh prudov na nekotorykh rakoobraznykh planktona. *Hidrobiol. zhurn.* 1978. 14, № 2. S. 36–38. **32.** Kuzmicheva V. I. Pervichnaia produktsiia planktona pri ispolzovanii mineralnykh udobrenii v rybovodnykh prudakh : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. M., 1970. 24 s. **33.** Lartsina L. E., Boronkova E. M. Vliianie sbrosnykh vod TЭС y AЭС na biolohicheskii i khimicheskii rezhim vodoemovokhladitelei. L. : Enerhiia, 1974. 56 s. **34.** Lynnyk P. M., Zhezheria V. A., Batoh S. V. Ekolohichni stan vodnykh obiektiv urbanizovanykh terytorii. *Kytaivski stavky*. K. : Lohos, 2015. 76 s. **35.** Liakhnovich V. P. Zavisimost kharaktera pitaniia dvukhletnykh karpov ot sostava estestvennoi kormovoi bazy i vliianie faktora potrebleniia na dinamiku populiatsii zooplanktona i zoobentosa. *Hidrobiolohicheskie i ikhtiolohehskie issledovaniia vnutrennykh vodoemov Pribaltiki*. Vilnius : Mintis, 1968. S. 232–256. **36.** Marti Yu. Yu., Martinson H. V. Problemy formirovaniia i ispolzovaniia biolohicheskoi produktivnosti Atlanticheskoho okeana. M. : Pishchevaia promyshlennost, 1966. 267 s. **37.** Moiseev P. A. Biolohicheskii resursy Mirovoho okeana. M. : Pishchevaia promyshlennost, 1969. 339 s. **38.** Mordukhai-Boltovskii F. D., Dziuban N. A. Izmenenie v sostave i raspredelenie fauny Volhi v rezultate antropohennykh vozdeistvii. *Biolohicheskie produktsionnye protsessy v basseine Volhi*. L. : Nauka, 1976. S. 67–82. **39.** Nataliuk N. T., Shimanskii B. N. Hidrokhimicheskii rezhim vodokhranilishcha-okhladitelia Dobrotvorskoii HRES i r. Zapadni Buh. *Hidrokhimiia i hidrobiolohiia vodoemov-okhladitelei teplovykh elektrostantsii SSSR*. Kiev : Naukova dumka, 1971. S. 85–94. **40.** Pikush N. V., Sukhoivan P. H. K otsenke ryboproduktivnosti Dneprovskikh vodokhranilishch. *Hidrobiol. zhurn.*

1978. 14, № 2. S. 49–51. **41.** Pinkina T. V., Pinkin A. A. Otsinka toksykorezystentnosti stavkovyka ozernoho (Mollusca: Gastropoda) do vplyvu yoniv manhanu (II) u vodnomu seredovyshchi. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. № 8 (1). P. 719–729. **42.** Prosser L. Sravnitelnaia fiziologhiia zhivotnykh. M. : Myr, 1977. T. 2. 608 s. **43.** Rinkis H. Ya. Metody uskorennoho kolorimetriceskoho opredeleniia mikroelementov v biologicheskikh obektakh. Riha : Izd-vo AN Latv. SSR, 1983. S. 28–30. **44.** Romanenko V. D. Fiziologhiia kaltsievoho obmena. Kiev : Naukova dumka, 1975. 171 s. **45.** Romanenko V. D., Krot Yu. H., Lekontseva T. I., Podruhina A. B. Osobennosti strukturnoi orhanizatsii fito- i zooplanktona pri ekstremalno vysokom sodержanii neorhanicheskikh soedinenii azota v vode. *Hidrobiol. zhurn.* 2017. T. 53, № 3. S. 3–15. **46.** Salnikov I. E., Khussein Kh. A., Amin E. M. Vliianie solenosti vody na raspredelenie tiliapii v oz. Manzala. *Rybnoe khoz-vo*. 1979. № 2. S. 20–21. **47.** Solomatina V. D., Romanenko V. D., Malinovskaia M. V., Kovalenko V. F. Osobennosti tkanevoho metabolizma ryb pri ikh sodержanii v reuliruemykh sistemakh vodopodgotovki retsirkulia-tsiionnoho tipa. *Hidrobiol. zhurn.* 1996. 32, № 3. S. 81–89. **48.** Solomatina V. D., Zinkovskii O. I., Potrokhov A. S., Mohilevich N. A. Otsenka roli allokhtonnoho azota v vodoeme po izmeneniiu fiziologo-biokhimicheskikh pokazatelei hodovikov karpa. *Nauk. zapysky Ternopil'skoho nats. peduniversytetu im. V. Hnatiuka*. 2005. 3 (26). S. 170–172. **49.** Solomatina V. D., Zinkovskii O. I., Potrokhov A. S., Mohilevich N. A. Vliianie allokhtonnoho azota na nekotorye biokhimicheskie pokazateli karpa. *Hidrobiol. zhurn.* 2006. 42, № 5. S. 93–104. **50.** Strohanov N. S., Khobotev V. H. Nakoplenie i otdacha radioaktivnoho fosfora vodnymi orhanizmami i raspredelenie eho v tkaniakh ryb. *Vestnik Moskovskoho un-ta, seriia VI Biologhiia, pochvovedenie*. 1960. 4. S. 3–12. **51.** Topachevskii A. V., Tseeb Ya. Ya., Sirenko L. A., Makarov A. I. «Tsvetenie» vody kak rezultat narusheniia protsessov rehuliiatsii v hidrobiotsenozakh. *Biologicheskoe samoochishchenie i formirovanie kachestva vody*. M. : Nauka, 1975. S. 41–49. **52.** Kharitonova N. I., Antipchuk A. F., Panchenko S. M. Mineralnye udobreniia i izvest kak faktory, rehuliruiushchie trofnost rybovodnykh prudov. *Samoochishchenie, bioproduktivnost i okhrana vodoemov i vodotokov Ukrainy*. Kiev : Nauk. dumka, 1975. S. 214–216. **53.** Shilkrot H. S. Izmeneniia khimizma prirodnykh vod kulturnykh landshaftov. *Izv. AN SSSR. Ser. Heohrafiia*. 1973. № 3. S. 42–50. **54.** Sherman I. M., Kutishchev P. S. Ekologhiia zhyvlennia ta kharchovi vzaiemovidnosyny promyslovykh koropovykh Dniprovskoho lymanu : nauk. monohr. Kherson, 2013. 247 s. **55.** Yudkin I. I. Ikhtiolohiia. M. : Pishchevaia promyshlennost, 1970. 380 s. **56.** Alvares J. Uber die Verbreitung der Land- und Susswassers-chmecken in Mittelspanien in besug auf die versch iedene Boden und Cewasser. *Halacologie*. 1979. N 1. P. 43–57. **57.** Dyer W. Y., Hiltz D. F., Acuman R. G. et al. In vivo assimilation by cod muscle and liver tissue of elemental phosphorus from polluted sea water. *J. Fish. Res. Board Can.* 1980. 27. N 6. P. 1131–1135. **58.** Eglshaw Y. G. The quantitative relationship between fauna and plant detritus in streams of different calcium concentrations. *J. Appl. Ecol.* 1978. 5. N 3. 731–740. **59.** Reimold R. J., Franklin

D. C. Dissolved Phosphorus Concentrations in a natural salt Marsh of Delaware. *Hydrobiologia*. 1990. 36. P. 151–160. **60.** Ross L. P., Harrison A. D. Effect of environmental calcium deprivation of the egg massen of *Physa marmorata* gui eding (Gastropoda:Physidae) and *Biophalaria glabrata* Say (Gastropoda: Planorbidae). *Hydrobiologif*. 1997. 55. N 1. P. 45–48. **61.** Solomatina V. D. Calsium-137 excretion and bionergetic processes sn *Cyprinus Carpio* L. accli-matedesed to different potassium concentration sn water. *Freshwater and Estua-rine Radsoecology*. 1997. P. 50–56. **62.** Ucinski S. Wplyw cutrofikacji na stan zasobow rybnych Baltyku. *Techn. i gosp. mor*. 1999. 29, N 4. P. 206–208. **63.** Wagner G. Beitrage sun Sauerstoff, Stickatoff und Phosphorhausbalt des Bodence. *Arch. Hydrobiol*. 1987. 63. N 1. P. 83–103. **64.** Wiktor R., Flinski M. Changes in plankton resulting from the eutrophication of a Baltic fish. *Meren-tutkimuslaitok julk*. 1985. 239. P. 311–315.

Solomatina V. D., Doctor of Biological Sciences, Professor;
Pinkina T. V., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.), Associate
Professor; Svitelskyi M. M., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.),
Associate Professor; Matkovska S. I., Candidate of Agricultural
Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Ishchuk O. V., Candidate of
Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor; Fediuchka M. I.,
Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor
(Zhytomyr National Agroecological University)

INTERCONNECTION OF PHOSPHATE-CALCIUM REGIME OF RESERVOIRS WITH THEIR BIOPRODUCTIVITY (REVIEW)

The data on the content of calcium and phosphorus in continental waters of different geological zones of Ukraine is summarized, since these elements determine the course of many physical and chemical processes in water bodies and affect their bioproductivity. Calcium and phosphorus are extremely important structural elements of all living systems that play an important role in regulating the processes occurring inside the reservoirs, which are of great importance in determining the trophy of water bodies.

One of the criteria for assessing the possible role of mineral salts in the life of hydrobionts is the establishment of the relationship between the total mineralization of water, its ionic composition, the abundance and biomass of individual aquatic organisms. Changes in the content of calcium and phosphorus in water can have both direct and indirect effects through planktonic and benthic fodder organisms, on the species composition and number of fish living in marine and continental waters. There is evidence that there is a correlation

between the change in the ratio of calcium, phosphorus and other elements in water to the species composition and number of fish. The chemical state of surface water, including the content of calcium and phosphorus in them, is marked by a large variety due to geological and soil conditions and anthropogenic influences. Calcium and phosphorus are extremely important structural elements of all living systems, which play an essential role in regulating processes occurring inside the reservoirs, which are of great importance in determining the trophy of reservoirs. Increasing anthropogenic eutrophication of continental reservoirs, increasing the content of calcium phosphates and other minerals significantly affects the development of individual forms of hydrobionts.

In connection with an increase in the content of phosphates and other biogenic elements in many reservoirs, the biomass of phytoplankton has increased, the number of individual forms of malacofauna and ichthyofauna has changed. Therefore, the role of phosphorus and calcium in the activity of hydrobionts as the most important plastic elements that take part in the regulation of the main metabolic processes occurring at different levels of the organization of living systems is of particular importance.

One of the tasks set before hydrobiological science is to increase the productivity of internal reservoirs, including fish productivity. Solving this problem requires the further development of research into the mechanisms of adaptation of fish to environmental factors of the water environment. An important aspect of this question is the study of phosphoric-calcium metabolism in hydrobionts, in particular in fish, because it is closely related to bioenergetic, biosynthetic and other processes in the body. It is established that in the mechanism of animal adaptation the leading role belongs to the energy metabolism, in particular, the metabolism of macroergic phosphorus compounds. Calcium and phosphorus play an important role in the life of reservoirs, determining the course of many physical and chemical processes and affecting their bioproductivity. The content of these elements in the waters of different reservoirs varies widely. It is known that in atmospheric precipitation entering the water body, there is practically no calcium and contains a small amount of phosphorus. As a result of the interaction of atmospheric precipitation with geological rocks and soils, water is enriched with various organic and mineral substances, in particular calcium and phosphorus. This can be explained by the fact that in each geochemical zone there are water with a chemical-specific specific to each region.

***Keywords:* phosphorus, calcium, continental waters, biodegradability, anthropogenic impact.**

Соломатина В. Д., д.биол.н., профессор; Пинкина Т. В., к.биол.н., доцент; Свительский Н. М., к.с.-х.н., доцент; Матковская С. И., к.с.-х.н., доцент; Ищук О. В., к.с.-х.н., доцент; Федючка Н. И., к.с.-х.н., доцент (Житомирский национальный агроэкологический университет, г. Житомир)

ВЗАИМОСВЯЗЬ ФОСФОРНО-КАЛЬЦИЕВОГО РЕЖИМА ВОДОЕМОВ С ИХ БИОПРОДУКТИВНОСТЬЮ (ОБЗОР)

Обобщены данные о содержании кальция и фосфора в континентальных водоемах различных геологических зон Украины, поскольку эти элементы определяют ход многих физико-химических процессов в водоемах и влияют на их биопродуктивность. Кальций и фосфор являются чрезвычайно важными структурными элементами всех живых систем, играют существенную роль в регуляции процессов, протекающих внутри водоемов, имеют большое значение в определении трофности водоемов. Одним из критериев при оценке возможной роли минеральных солей в жизнедеятельности гидробионтов, является установление взаимосвязи между общей минерализацией воды, ее ионным составом, численностью и биомассой отдельных водных организмов. Изменение содержания кальция и фосфора в воде может осуществлять как прямое, так и опосредованное влияние через планктонные и бентосные кормовые организмы, на видовой состав и численность рыб, обитающих в морских и континентальных водоемах. Существуют данные, подтверждающие наличие взаимосвязи между изменением соотношения в воде ионов кальция, фосфора и других элементов с видовым составом и численностью рыб.

Ключевые слова: фосфор, кальций, континентальные водоемы, биопродуктивность, антропогенное воздействие.
