

УДК 639.3:597.423

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2019.1.5>

ЗМІНИ ФОСФОРНО-КАЛЬЦІЄВОГО ОБМІНУ У РИБ ПРИ ЇХ ТЕПЛОВИДНОМУ ВИРОЩУВАННІ

Соломатіна В.Д. – д. біол. н., професор

Пінкіна Т.В. – к. біол. н., доцент

Світельський М.М. – к. с.-г. н., доцент

Федючка М.І. – к. с.-г. н., доцент

*Житомирський національний агроекологічний університет,
kbarp@ukr.net*

Переселення коропів із ставів в басейни на підігрітих скидних водах як в осінній, так і весняний періоди, супроводжується зростанням в їх організмі макроергічних фосфорних з'єднань. Це є особливо характерним для м'язової тканини, де рівень АТФ в найбільш теплі літні місяці (липень) майже в два рази вищий, ніж у ставових риб. В печінці коропів, що вирощуються в басейнах, рівень АТФ перевершує аналогічний показник у ставових риб після зимівлі в умовах підвищеної температури води. У риб весняної посадки він нижчий на 18%.

Додавання мінеральних солей до кормових сумішей істотно активує ферменти фосфорного обміну – лужну фосфатазу і Na^+ , K^+ , Mg^{2+} -АТФ-азу (табл. 4). При цьому ступінь активування ферменту залежав від природи мікроелемента і його дози. Так, найбільшим активуючим ефектом по відношенню до аденозинтрифосфатази печінки риб володіє манган у дозі 0,8 і 1,6 г/100 кг корму. Годування риб штучними гранульованими комбікормами з біотичними дозами мангану викликає збільшення активності ферменту в 5–12 разів у порівнянні з контролем. У м'язах піддослідних риб найбільш виражене активування аденозинтрифосфатазної активності зареєстровано при збільшенні кормового споживання сірчанокислого мангану до 1,6–2,4 г/100 кг корму.

Значне підвищення активності лужної фосфатази спостерігається в печінці риб, які споживали корм з меншими дозами сульфату мангану (0,8 і 1,6 г/100 кг). Висока доза його (2,4 г/100 кг) призводила до зменшення активності лужної фосфатази в печінці коропів. Активуючий вплив на лужну фосфатазу мали також сульфатні солі магнію і цинку при збагаченні ними кормових сумішей в дозі 31,0 і 0,8 г/100 кг корму відповідно. Деяко іншою була закономірність у зміні активності лужної фосфатази у м'язах риб під впливом солей магнію, мангану і цинку. Так, сульфатні солі магнію викликали підвищення активності ферменту при внесенні до комбікормів всіх доз, які випробовувались Манган активує лужну фосфатазу при внесенні його в кількості 1,6 г/100 кг корму, а дози цинку 0,8–2,4 г/100 кг – пригнічують її активність.

Ключові слова: короп, фосфорний обмін, тепловидний басейн, садки, рибне господарство, ріст риб, тепловидне середовище.

Постановка проблеми. З кожним роком розширюється будівництво тепловидних рибних господарств, характерною особливістю яких є не лише зміни в температурному режимі, але й у іонному і газовому

складі [2]. При садковому та басейновому вирощуванні коропа на основі відпрацьованих підігрітих вод теплових електростанцій, поряд із загальною позитивною дією теплового чинника, що сприяє більш тривалому періоду активного живлення і росту риб, відмічено також істотні зміни метаболічних процесів в їх організмі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Виявлено, що при застосуванні існуючих комбікормів в організмі риб, що вирощуються в садках на відпрацьованих водах ТЕС, порушуються метаболічні процеси, які виражається у швидкому накопиченні жиру в печінці й інших органах, уповільненні росту скелета, а в окремих випадках і в його викривленні [6]. При зарибленні садків і басейнів часто спостерігається підвищене відмирання молоді риб, особливо в перші тижні після її вселення [5]. Причиною цього є зменшення резистентності їх організму внаслідок значного перепаду температур в період зариблення [7].

Постановка завдання. Нами було поставлене завдання вивчити особливості зміни фосфорно-кальцієвого обміну макроергічних сполук та зміни метаболічних процесів в організмі риб при їх тепловодному вирощуванні в басейнах і садках на підігрітих скидних водах ТЕС.

Матеріали і методи 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 тепловодному середовищі при вирощуванні у басейнах і садках. Об'єктом досліджень були однорічки і дворічки коропа звичайного (*Cyprinus carpio L.*).

Результати досліджень. Дослідженнями встановлено, що при вирощуванні риб у басейнах на підігрітих скидних водах спостерігаються істотні зміни і в показниках фосфорного обміну (табл.1).

Таблиця 1. Вміст фосфорних з'єднань у тканинах коропа при вирощуванні на підігрітих скидних водах

Показник	Орган	Ставок «Нивка» (контроль)	Теплове рибне господарство			
			Весняна посадка		Осіньна посадка	
				Відхилення від контролю, %		Відхилення від контролю, %
Фосфор неорганічний, мг% сухої тканини	Печінка	79,00±0,0	91,30±2,17	+57,5	123,00±4,21	+65,00
	М'язи	267,00±10,0	372,00±10,40	+39,00	331,00±8,91	+20,00
Фосфор загальний, мг% сухої тканини	Печінка	971,50±35,3	618,30±26,70	-36,4	985,10±36,9*	+1,4
	М'язи	1214,70±24,90	907,50±42,50	-25,3	1011,60±47,60	-16,8

АТФ-аза, мкг мкг Р/мг білку/год	Печінка	1,79±0,05	1,47±0,06	-17,9	3,15±0,13	+75,9
	М'язи	7,12±0,16	8,35±0,26	+17,2	2,77±0,18	-61,1
Лужна фосфатаза, мкг Р/мг білку/год	Печінка	0,062±0,001	0,096±0,003	+54,8	0,13±0,008	+109,7
	М'язи	0,12±0,01	0,14±0,03	-	0,26±0,02	+116,7
АТФ, мкМ аденіну/г сирової тканини	Печінка	0,94±0,06	0,77±0,04	-18,0	1,05±0,05*	+11,7
	М'язи	1,21±0,04	2,27±0,04	+87,6	2,33±0,13	+92,5
АДФ, мкМ аденіну/г сирової тканини	Печінка	0,74±0,05	0,52±0,01	-22,8	0,57±0,02	-22,9
	М'язи	-	0,48±0,01	-	0,81±0,03	-
АМФ, мкМ аденіну/г сирової тканини	Печінка	0,47±0,02	0,37±0,02	-21,3	0,42±0,02*	-10,8
	М'язи	-	0,45±0,04	-	0,42±0,02	-
Сума аденозних нуклеотидів, мкМ аденіну/г сирової тканини	Печінка	2,15±0,06	1,66±0,03	-22,8	2,04±0,04*	-5,12
Енергетичний заряд	Печінка	0,66	0,62	-	0,65	-

*Результат недостовірний

Так, для риб, що вирощуються в теплих водах ТЕС, характерний підвищений рівень неорганічного фосфору і активності лужної фосфатази як в печінці, так і у м'язах. Збільшення названих показників найбільш виражене в тканинах короїв, які перезимували в підігрітих скидних водах. Наприклад, активність лужної фосфатази в печінці і м'язах риб осінньої посадки в 2–3 рази перевищує цей показник у риб, які вирощуються в природних водоймах, тоді як при весняному зарибненні лише на 16,0–55,0%.

За тепловодного вирощування риб у їх печінці вміст АДФ є пониженим у порівнянні із ставовими рибами. Відмічений нами характер змін рівня АТФ, АДФ і неорганічного фосфору за тепловодного вирощування риб свідчить про посилення гліколітичних процесів їхньої печінки. На посилення анаеробного гліколітичного шляху використання глікогену в тканинах риб, які вирощуються в садках на підігрітих скидних водах вказує [6]. При вирощуванні риб на теплих водах відбувається глибший розпад макроергічних фосфорних з'єднань (можливо до інозинмонофосфату), про що свідчить досліджуване нами зменшення рівня АМФ, завдяки чому енергетичний заряд аденолатної системи підтримується на постійному рівні. Тепловодне вирощування риб має істотний вплив на аденозинтрифосфатазну активність тканин (табл. 1).

Так, аденозинтрифосфатазна активність печінки коропа, що вирощується на підігрітих скидних водах, була зниженою у порівнянні з такою у ставових риб при їх весняній посадці на 17,8%, а у тих, що перезимували – перевищувала на 75,9%. Що ж до активності Na^+ , K^+ , Mg^{2+} -АТФ-ази м'язової тканини, то вона перевершувала тканинну

фосфатазну активність ставових риб на 17,2% за весняної посадки і була нижча за неї на 61% за осінньої посадки.

Отже, на обмін фосфорних з'єднань в організмі коропа, який вирощується на підігрітих скидних водах, впливає не тільки температура води, але й період адаптації риб до тепловодних умов утримання. Причому, такі показники як аденозинтрифосфатазна активність залозистих органів, вміст загального фосфору, АТФ, за якими можна проаналізувати інтенсивність окислювальних процесів, перевищують аналогічні показники у ставових риб або наближаються до них тільки після тривалого періоду адаптації до зростання температурного чинника місця існування. За кількістю неорганічного фосфору і активністю лужної фосфатази тканини коропів за їх тепловодного вирощування перевищують такі ж показники риб з природних водойм незалежно від часу перебування в даних умовах.

Іонна активація метаболічних процесів у риб за їх тепловодного вирощування. Зміни метаболічних процесів в організмі риб, які вирощуються в підігрітих скидних водах енергетичних об'єктів, зумовлені, поряд з температурним чинником, також іншими причинами, серед яких найбільш важливими є відсутність у їх раціоні тваринної і рослинної їжі, змінений газовий та іонний склад води.

Як відомо, баланс мінеральних солей в організмі риб заповнюється не лише за рахунок кормового надходження, але й адсорбції безпосередньо з води. В умовах садкового або басейнового вирощування можливості для збалансованого надходження мінеральних речовин в організм украй несприятливі. Це зумовлене температурною обробкою води при проходженні її через агрегати теплових електростанцій, посиленням фотосинтетичних процесів в теплій воді, що супроводжуються зменшенням концентрації вуглекислоти, розпадом бікарбонатів і утворенням важкорозчинних солей кальцію і магнію, які слабо утилізуються [7]. У зв'язку з цим дефіцит мінеральних солей в організмі риб повинен поповнюватись за рахунок їх надходження з кормом. Відомо, що у всі стандартні кормові суміші для риб додається лише крейда (джерело кальцію). Проте, всмоктування її в кишківнику риб, які вирощуються в теплих водах, досить ускладнене, що зумовлене підвищенням у їх організмі карбонатних з'єднань [7]. У той же час іони кальцію в концентрації, що не перевищує 1 мкМ/л, мають позитивний вплив на біосинтетичну функцію залозистих органів риб, зокрема на протікання реакцій карбоксилування в цих органах у риб, яких вирощуються в теплих водах [3, 8]. Враховуючи наявність взаємозв'язку між обміном кальцію і фосфору, в кормовий раціон для риб необхідно вводити фосфор, оскільки нестача цього елемента в кормі зменшує здатність риб абсорбувати його з місця існування і негативно діє на ріст і розвиток.

З метою підвищення ефективності використання гранульованих комбікормів при басейновому та садковому вирощуванні риб, а також для нормалізації метаболічних процесів у їх організмі разом з кальцієм

і фосфором у кормовий раціон включаються солі магнію, мангану, цинку. Введення солей цих металів в гранульовані комбікорми для риб ґрунтувалось на їх біологічній дії. Відомо, що сірчаноокислі солі магнію, мангану і цинку активують процеси карбоксилювання, підсилюючи біосинтез органічних сполук в організмі риб, тим самим сприяючи значному прискоренню росту коропа не лише при його вирощуванні в садках на теплих водах, але й у природних водоймах [3]. Необхідно відзначити, що магній, манган і цинк є мінеральними речовинами, які за певних концентрацій активують процеси аеробного дихання, збільшуючи «енергоозброєність» організму риб [1].

Наші дослідження показали, що введення в штучні гранульовані комбікорми сірчаноокислих солей мангану і цинку в дозі 0,8; 1,6; 2,4 г/100 кг, магнію – 31,0; 62,0% і 93,0 г/100 кг корму поряд з прискоренням росту риб на 43% викликає також істотні зміни у фосфорно-кальцієвому обміні. Так, в печінці риб, які отримують з кормом добавки вказаних елементів, кількість загального фосфору була значно вищою, ніж у контрольної групи риб (табл. 2), а найвищий вміст його відмічений при згодовуванні сірчаноокислого мангану.

Таблиця 2. Вплив окремих мікроелементів (г/100 кг корму) на вміст фосфорних з'єднань і кальцію в печінці коропа (мг% сухої тканини)

Найменування мікроелемента	Кількість	Показники		
		Кальцій	Фосфор загальний	Фосфор неорганічний
Контроль	-	31,00±5,81	666,60±49,75	130,00±0,53
Манган	0,8	-	907,70±27,7	88,00±8,5
	1,6	31,82±0,91*	1127,70±41,95	109,00±2,27
	2,4	47,05±5,88	938,00±58,88	139,00±0,90
Магній	31,0	-	823,80±32,91	79,00±7,0
	62,0	37,85±7,53*	888,80±39,17*	93,00±0,50
	93,0	52,66±7,44	1031,17±39,28	107,00±0,9
Цинк	0,8	-	704,34±52,59*	111,00±2,0
	1,6	50,18±5,61	777,19±23,15	92,30±7,5
	2,4	56,43±3,93	764,20±19,21*	89,00±5,21

*Результат недостовірний

При цьому залежно від дози сірчаноокислого мангану кількість загального фосфору в печінці коропів перевищувала контрольний рівень на 40–70%. У меншій мірі зростав вміст загального фосфору в печінці риб після введення в комбікорми сірчаноокислого магнію і особливо цинку. Аналогічна закономірність виявляється і у м'язах досліджуваних риб (табл. 3).

Відмічене нами зростання рівня загального фосфору в тканинах коропа при збагаченні комбікормів біологічно активними металами, пов'язане з активацією біосинтезу органічних сполук, у тому числі і багатих на фосфор. Згодовування коропам кормових сумішей, збагачених сірчаноокислими солями мангану, магнію і цинку в дозах 2,25; 93,0,

2,25 г/100 кг відповідно підвищувало інтенсивність включення радіовуглецю (^{14}C) з міченого бікарбонату натрію в білки і ліпіди, екстраговані з печінки риби [3].

Таблиця 3. Вплив окремих мікроелементів (г/100 кг корму) на вміст фосфорних з'єднань і кальцію в м'язах коропа (мг% сухої тканини)

Найменування мікроелемента	Кількість г/100 кг корму	Показники		
		Кальцій	Фосфор неорганічний	Фосфор загальний
Контроль	-	114,52±2,63	379,0±2,3	556,45±4,35
Манган	0,8	-	336,0±1,0	833,0±36,06
	1,6	170,04±2,511	315,0±1,4	742,50±30,43
	2,4	187,31±20,61	314,0±4,1	780,20±59,3
Магній	31,0	-	271,0±1,0	646,50±40,13*
	62,0	114,59±14,51*	176,0±3,21	793,00±1,0
	93,0	97,52±10,05	334,0±1,0	853,96±17,92
Цинк	0,8	-	318,0±5,03	763,31±32,61
	1,6	196,45±23,45	290,0±2,2	772,50±31,14
	2,4	191,75±14,08	275,0±1,6	723,30±39,47

*Результат недостовірний

Відмічено, що споживання рибами збагачених мікроелементами кормових сумішей сприяє підвищенню відкладання солей кальцію в печінці (табл. 2). Найбільший ефект відмічений при внесенні до кормів сірчаноокислого цинку. У м'язовій тканині на вміст кальцію більший вплив спричиняли солі мангану. Ці дані узгоджуються з результатами досліджень [4], які показали залежність між рівнем кальцію в організмі риби і вмістом мангану в кормі.

Згодовування коропам, яких вирощували на підігрітих скидних водах, штучних гранульованих кормових сумішей, збагачених мінеральними речовинами, викликає значні зміни тканинного вмісту макроергічних фосфорних з'єднань (табл. 4).

При цьому зміни вмісту аденінових нуклеотидів (АТФ, АДФ) в печінці і м'язах риби виражені неоднаково. Так, в печінці піддослідних коропів рівень АТФ був значно нижчим, ніж у контрольних риби. Виняток становили риби, які отримували з підкормкою сірчаноокислі солі цинку в дозі 2,4 г/100 кг корму. Найбільш виражене зниження кількості АТФ відбувалось в печінці риби, що споживали у складі гранульованих кормових сумішей 1,6 і 2,4 г/100 кг корму сульфату мангану, а також 62 і 93 г/100 кг корму сульфату магнію.

Таблиця 4. Вплив окремих мікроелементів на зміст АТФ, АДФ і активність ферментів в печінці коропа

Найменування мікроелемента	Кількість (г/100 кг корму)	АТФ мкМ аденіну/ г сухої тканини	АДФ	АТФ-аза, мкг Р/мг білку/1 год.	Лужна фосфатаза
Манган	0,8	1,25±0,02	1,25±0,04	4,90±0,35	0,86±0,01
	1,6	1,07±0,05	1,36±0,05	9,48±0,20	0,97±0,01
	2,4	1,11±0,02	0,88±0,01	2,00±0,12	0,35±0,01
Магній	31,0	1,17±0,01	0,99±0,03	3,27±0,02	0,69±0,01
	62,0	1,11±0,02	0,93±0,01	1,69±0,02	0,28±0,004
	93,0	1,11±0,01	1,21±0,01	1,44±0,02	0,21±0,003
Цинк	0,8	1,42±0,03	1,04±0,02*	1,49±0,03	1,01±0,004
	1,6	1,21±0,02	1,03±0,01	2,10±0,01	0,27±0,01
	2,4	2,39±0,06	1,17±0,02*	2,31±0,04	0,38±0,01
Контроль	-	1,57±0,01	1,13±0,02	0,82±0,004	0,47±0,01

*Результат недостовірний

Слід підкреслити, що кількість аденозиндифосфорної кислоти в печінці коропів, які отримували сірчаноокислий магній в дозі 31 і 62 г/100 кг і сірчаноокислий цинк (0,8 1,6 г/100 кг корму) була нижчою, ніж у контрольних риб, тоді як збільшення дози (93 і 2,4 г/100 кг відповідно) викликало різке збільшення її тканинного вмісту. У динаміці тканинного вмісту АДФ під впливом біотичних доз сірчаноокислого мангану встановлена залежність, обернена концентрації елементу в кормі. Необхідно відзначити, що вміст неорганічного фосфору в печінці піддослідних риб під впливом згодовування комбікормів, збагачених добавками магнію, мангану і цинку, був зменшений у порівнянні з контрольною групою риб. Виключення складав лише вміст неорганічного фосфору в печінці коропів, що отримували як мінеральну добавку сірчаноокислий манган в дозі 2,4 г/100 кг корму, коли спостерігалось зростання його рівня. Виходячи з вищевикладеного, можна припустити, що біоенергетичні процеси в печінці піддослідних риб протікають на достатньо високому рівні. Проте, вміст АТФ при цьому не збільшувався, а, навпаки, зменшувався. Відмічений факт пояснюється посиленням біосинтетичної функції печінки коропів, які отримали мінеральні добавки [3]. У результаті цього значно збільшується приріст живої ваги [7]. Необхідно підкреслити, що в м'язах піддослідних риб, на відміну від печінки, рівень АТФ був вищим у порівнянні з таким у коропів, які не отримували мінеральних солей.

Додавання мінеральних солей до кормових сумішей істотно активує ферменти фосфорного обміну – лужну фосфатазу і Na^+ , K^+ , Mg^{2+} -АТФ-азу (табл. 4). При цьому ступінь активування ферменту залежав від природи мікроелемента і його дози. Так, найбільшим активуючим ефектом по відношенню до аденозинтрифосфатази печінки риб володіє манган у дозі 0,8 і 1,6 г/100 кг корму. Годування риб штучними гранульованими

комбікормами з біотичними дозами мангану викликає збільшення активності ферменту в 5–12 разів у порівнянні з контролем. У м'язах піддослідних риб найбільш виражене активування аденозинтрифосфатазної активності зареєстровано при збільшенні кормового споживання сірчаноокислого мангану до 1,6–2,4 г/100 кг корму.

Значне підвищення активності лужної фосфатази спостерігається в печінці риб, які споживали корм з меншими дозами сульфату мангану (0,8 і 1,6 г/100 кг). Висока доза його (2,4 г/100 кг) призводила до зменшення активності лужної фосфатази в печінці коропів. Активуючий вплив на лужну фосфатазу мали також сульфатні солі магнію і цинку при збагаченні ними кормових сумішей в дозі 31,0 і 0,8 г/100 кг корму відповідно. Дещо іншою була закономірність у зміні активності лужної фосфатази у м'язах риб під впливом солей магнію, мангану і цинку. Так, сульфатні солі магнію викликали підвищення активності ферменту при внесенні до комбікормів всіх доз, які випробовувались Манган активує лужну фосфатазу при внесенні його в кількості 1,6 г/100 кг корму, а дози цинку 0,8–2,4 г/100 кг – пригнічують її активність.

На підставі отриманих даних по впливу окремих іонів на біоенергетичні і біосинтетичні процеси була складена комплексна мінеральна добавка для коропів, яких вирощують в садках на підігрітих скидних водах ТЕС. У цю мінеральну добавку, окрім сірчаноокислих солей магнію, мангану і цинку, а також крейди (джерело Ca^{2+}), введені й інші з'єднання зокрема, діамонійфосфат, хлористий натрій, хлористий кобальт. Введення їх базується на впливі, який здійснюють ці елементи на метаболічні процеси, що протікають в організмі риб з урахуванням теплового чинника середовища. Так, введення в мінеральну добавку для риб діамонійфосфату передбачало часткову заміну азоту тваринного походження на амонійні солі, а також введення аніонів фосфору, вкрай необхідного для росту і розвитку організму. Додавання в кормові суміші хлористого натрію проводилось з метою введення в організм риб такого осмотично активного іона, як натрій і створення сприятливих умов для поглинання кальцію, враховуючи наявність взаємозв'язку кишкового транспорту цих елементів. Включення в кормові суміші вуглекислого кобальту пояснювалось його активуючим впливом по відношенню до кісткової лужної фосфатази і карбоксилази.

У ході проведення досліджень було встановлено, що найбільш високий ефект на ріст коропа мала мінеральна добавка, до складу якої входили наступні інгредієнти: (у грамах на 100 кг корму): сірчаноокислий магній – 62,0; сірчаноокислий цинк і сірчаноокислий манган – по 1,6; хлористий натрій – 1000,0; бікарбонат натрію – 740,0; вуглекислий кобальт – 5,0; діамонійфосфат – 62,0; крейда – 1000,0 [6]. Згодовування коропам вказаної мінеральної добавки супроводжується також зміною керованості біоенергетичних процесів у їхньому організмі (табл. 5).

Таблиця 5. Вплив згодовування комплексу мінеральних солей у складі штучних кормових з'єднань на вміст фосфорних з'єднань і активність АТФ-ази в печінці коропа

Показники	Група риб	
	Контрольна	Піддослідна
Фосфор загальний (мг% сухої тканини)	666,60±49,75	686,60±17,43*
Фосфор неорганічний (мг% сухої тканини)	130,00±0,50	114,0±1,20
АТФ (мкМ аденіну/г сирової тканини)	1,57±0,01	1,19±0,02
АДФ (мкМ аденіну/г сирової тканини)	1,13±0,02	0,92±0,03
Na ⁺ , K ⁺ , Mg ²⁺ -АТФ-АЗА (мкг Р/мг білка/1 год)	0,82±0,004	1,79±0,02

*Результат недостовірний

Так, у печінці групи риб, які отримували у складі комбікормів сольовий премікс, рівень аденозинтрифосфору і аденозиндифосфору, а також неорганічного фосфору був нижчим, ніж у контрольних риб.

Так, у печінці групи риб, що отримували у складі комбікормів сольовий премікс, рівень аденозинтрифосфору і аденозиндифосфору, а також неорганічного фосфору був нижчим, ніж у контрольних риб. Разом з цим відмічено активуючий вплив мінеральної добавки на Na⁺, K⁺, Mg²⁺-АТФ-азу і пов'язане з цим підвищене витрачання макроергічних фосфорних з'єднань на синтез органічних сполук.

Разом із цим відмічено активуючий вплив мінеральної добавки на Na⁺, K⁺, Mg²⁺-АТФ-азу і пов'язане з цим підвищене витрачання макроергічних фосфорних з'єднань на синтез органічних сполук.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Таким чином, включення в кормові суміші для риб неорганічних іонів значно посилює біоенергетичні реакції, зокрема, обмін макроергічних фосфорних з'єднань, що є важливим чинником у регуляції метаболічних процесів в їх організмі, у тому числі і пов'язаних з біосинтезом органічних сполук.

Подальші наші дослідження будуть скеровані на вивчення фосфоро-кальцієвого обміну макроергічних сполук та зміни метаболічних процесів в організмі риб за їх тепловодного вирощування в басейнах і садках на підігрітих скидних водах ТЕС на прикладі інших видів риб, зокрема, канального сома, білого амура і білого товстолоба. Ці дані можуть бути корисними для фахівців, що займаються питаннями розведення примислових видів риб.

ИЗМЕНЕНИЯ ФОСФОРНО-КАЛЬЦИЕВОГО ОБМЕНА У РЫБ ПРИ ИХ ТЕПЛОВОДНОМ ВЫРАЩИВАНИИ

Соломатина В.Д. – д. биол. н., профессор

Пинкина Т.В. – к. биол. н., доцент

Свительский Н.М. – к. с.-х. н., доцент

Федючка Н.И. – к. с.-х. н., доцент

Житомирский национальный агроэкологический университет, kbapn@ukr.net

Переселение карпов из прудов в бассейны на подогретых сбросных водах как в осенний, так и весенний периоды, сопровождается увеличением количества в их организме макроэргических фосфорных соединений. Это особенно характерно для мышечной ткани, где уровень АТФ в наиболее теплые летние месяцы (июль) почти в два раза выше, чем у прудовых рыб. В печени карпов, выращиваемых в бассейнах, уровень АТФ превосходит аналогичный показатель у прудовых рыб после зимовки в условиях повышенной температуры воды. У рыб весенней посадки он ниже на 18%.

Добавление минеральных солей в кормовых смесей существенно активизирует ферменты фосфорного обмена - ЩФ и Na⁺, K⁺, Mg²⁺ + АТФ-азу (табл. 4). При этом степень активации фермента зависит от природы микроэлемента и его дозы. Так, самым активирующим эффектом по отношению к аденозинтрифосфатаза печени рыб обладает марганец в дозе 0,8 и 1,6 г / 100 кг корма. Кормления рыб искусственными гранулированными комбикормами с биотическими дозами марганца вызывает увеличение активности фермента в 5-12 раз по сравнению с контролем. В мышцах подопытных рыб наиболее выраженное активации аденозинтрифосфатазной активности зарегистрировано при увеличении кормовой потребления сернистого марганца в 1,6-2,4 г / 100 кг корма.

Значительное повышение активности щелочной фосфатазы наблюдается в печени рыб, которые потребляли корм с меньшими дозами сульфата марганца (0,8 и 1,6 г / 100 кг). Высокая доза его (2,4 г / 100 кг) приводила к уменьшению активности щелочной фосфатазы в печени карпов. Активирующее влияние на ЩФ имели также сульфатные соли магния и цинка при обогащении ими кормовых смесей в дозе 31,0 и 0,8 г / 100 кг корма соответственно. Несколько иной была закономерность в изменении активности щелочной фосфатазы в мышцах рыб под влиянием солей магния, марганца и цинка. Так, сульфатные соли магния вызвали повышение активности фермента при внесении в комбикормов всех доз, которые испытывались марганец активизирует ЩФ при внесении его в количестве 1,6 г / 100 кг корма, а дозы цинка 0,8-2,4 г / 100 кг - угнетают ее активность.

Ключевые слова: карп, фосфорный обмен, тепловодный бассейн, садки, рыбное хозяйство, рост рыб, тепловодная среда.

CHANGES IN CALCIUM AND PHOSPHORUS METABOLISM IN FISH WITH THEIR WARM-WATER GROWING

Solomatina V.D., Pinkina T.V., Svitelskyi M.M., Feduchka M.I.

Zhytomyr National Agroecological University, kbapn@ukr.net

Relocation of carps from ponds to the pools on heated waste waters, both in autumn and spring, is accompanied by an increase in the number of high-energy phosphoric compounds in their bodies. This is especially characteristic of muscle

tissue, where the level of ATP in the warmest summer months (July) is almost two times higher than in pond fish. In the liver of carps grown in swimming pools, the level of ATP exceeds that of pond fish after wintering in conditions of elevated water temperature. In spring landing fish, it is lower by 18%.

The addition of mineral salts in feed mixtures significantly activates phosphorus metabolism enzymes - alkaline phosphatase and Na⁺, K⁺, Mg²⁺ + ATPase (Table 4). The degree of activation of the enzyme depended on the nature of the trace element and its dose. So, manganese at a dose of 0.8 and 1.6 g / 100 kg of feed has the most activating effect in relation to fish liver adenosine triphosphatase. Feeding fish with artificial granular compound feeds with biotic doses of manganese causes an increase in enzyme activity by a factor of 5-12 compared with the control. In the muscles of experimental fish, the most pronounced activation of adenosine triphosphatase activity was recorded with an increase in feed intake of manganese sulfate in 1.6-2.4 g / 100 kg of feed.

A significant increase in alkaline phosphatase activity is observed in the liver of fish that consumed food with lower doses of manganese sulfate (0.8 and 1.6 g / 100 kg). A high dose of it (2.4 g / 100 kg) led to a decrease in the activity of alkaline phosphatase in the liver of carps. The sulfate salts of magnesium and zinc also had an activating effect on alkaline phosphorus when they were enriched in feed mixtures at a dose of 31.0 and 0.8 g / 100 kg of feed, respectively. A slightly different pattern was in the activity of alkaline phosphatase in fish muscles under the influence of magnesium, manganese and zinc salts.

So, magnesium sulfate salts caused an increase in the activity of the enzyme when all doses that were tested were added to the feed, manganese activates alkaline phosphatase when it is added in the amount of 1.6 g / 100 kg of feed, and zinc doses of 0.8-2.4 g / 100 kg inhibit its activity.

Keywords: carp, phosphorus exchange, warm water pool, cages, fisheries, fish growth, warm-water environment.

ЛІТЕРАТУРА

1. Арсан О.М. Особенности функционирования основных механизмов процессов акклиматизации рыб к абиотическим факторам водной среды: Автореф. дисс. докт. биол. н. М.: 1987. 37с.
2. Веригин Б.В. Термогенная эвтрофикация и рыбное хозяйство. Всесоюзное совещание по рыбхоз. использованию тёплых вод энергетических объектов. Москва, 1975. С.: 3-4.
3. Евтушенко Н.Ю. Интенсивность фиксации углекислоты в тканях карпов в зависимости от температуры среды. *Укр. биохим. журнал.* 1976. №48. С. 629-632.
4. Крисальский В.А., Гребенкина Т.Г. Тканевое содержание воды, кальция и фосфора у карпов, выращиваемых в садках на подогретых водах. Освоение тёплых вод энергетических объектов для интенсивного рыбоводства. К.: Наукова думка, 1978. С. 69-94.
5. Печокинес А., Жалюкене А., Заблоцкис Ю. Методы использования Литовской ГРЭС в целях рыбоводства. Освоение тёплых вод энергетических объектов для интенсивного рыбоводства. К.: Наукова думка, 1978. С. 137-141.

6. Романенко В.Д., Коцар Н.І. Регуляція кислотно-лужної рівноваги крові риб при їх адаптації щодо зміни температури води. *Фізіол. журнал*. 1976. №6. С. 750-754.
7. Романенко В.Л., Весельский С.П., Евтушенко Н.Ю., Влияние термальных вод на метаболические процессы в печени рыб. *Доклады АН УССР*, серия Б. 1976. № 4. С. 350-352.
8. Топачевский А.В., Кафтаникова О.Г. Влияние тепло-электростанций на биологический режим водоёмов-охладителей. *Вестн. академии наук УССР*. 1978. № 12. С. 74-78.

REFERENCES

1. Arsan O.M. (1987). Osobennosti funkcionirovaniya osnovnykh mekhanizmov processov akklimatizatsii ryb k abioticheskim faktoram vodnoy sredy: Avtoref. diss. dokt. biol. n. Moscow. [in Russian].
2. Verigin B.V. (1975). Termogennaya jevtrofikatsiya i rybnoe hazhajstvo. *Vsesojuznoe soveshhanie po rybhov. ispol'zovaniju tjoplykh vod jenergeticheskikh ob#ektov*. Moscow. P. 3-4. [in Russian].
3. Evtushenko N.Ju. (1976). Intensivnost' fiksatsii uglekisloty v tkanjah karpov v zavisimosti ot temperatury sredy. *Ukrainskij biohimicheskij zhurnal*. no 48. P. 629-632. [in Russian].
4. Krisal'skij V.A., Grebenkina T.G. (1978). *Tkanevoe sodержание vody, kal'cija i fosfora u karpov, vyrashhivaemykh v sadkah na podogretykh vodah. Osvoenie tjoplykh vod jenergeticheskikh ob#ektov dlja intensivnogo rybovodstva*. (The content of water, calcium and phosphorus in the tissues of carps which grown in cages on heated waters. The development of warm waters of energy facilities for intensive fish farming). Kyiv: Naukova dumka. P. 69-94. [in Russian].
5. Pechjukines A., Zhaljukene A., Zablockis Ju. (1978). *Metody ispol'zovanija Litovskoj GRJeS v celjah rybovodstva. Osvoenie tjoplykh vod jenergeticheskikh ob#ektov dlja intensivnogo rybovodstva*. (Methods of using Lithuanian GRES for fish farming. The development of warm waters of energy facilities for intensive fish farming). Kyiv: Naukova dumka. P. 137-141. [in Russian].
6. Romanenko V.D., Kocar N.I. (1976). Reguljacija kyslotno-luzhnoi' rivnovagy krvi ryb pry i'h adaptatsii' shhodo zminy temperatury vody. *Fiziol. Zhurnal*. No 6. P 750-754. [in Ukrainian].
7. Romanenko V.L., Vesel'skij S.P., Evtushenko N.Ju. (1976). Vlijanie termal'nykh vod na metabolicheskie processy v pecheni ryb. *Doklady AN USSR*, serija B. 1976. no. 4. P. 350-352. [in Russian].
8. Topachevskij A.V., Kaftannikova O.G. (1978). Vlijanie teplojelektrostantsij na biologicheskij rezhim vodojomov-ohladiutelej. *Vestn. akademii nauk USSR*. no. 12. P.74-78. [in Russian].