

ВПЛИВ ЗГОДОВУВАННЯ РІЗНИХ КІЛЬКОСТЕЙ ЦИНКУ НА КОНЦЕНТРАЦІЮ ОКРЕМИХ ФОРМ ЖИРНИХ КИСЛОТ У СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗАХ ТА РІСТ КОРОПІВ

М. І. Храбко, Й. Ф. Рівіс

Інститут біології тварин НААН

У скелетних м'язах коропів дослідних груп, які в складі комбікорму отримували додаткові кількості цинку, є більший вміст цього важкого металу. Нижчий рівень неетерифікованих форм насичених жирних кислот у скелетних м'язах коропів дослідних груп зумовлений меншою кількістю в їх складі жирних кислот з парним і непарним числом вуглецевих атомів у ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родин n-7 і n-9 та поліненасичених жирних кислот родин n-3 і n-6. Більша концентрація аніонних насичених жирних кислот у скелетних м'язах коропів дослідних груп зумовлена більшою кількістю в їх складі насичених жирних кислот з парним і непарним числом атомів вуглецю в ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родини n-9 та поліненасичених жирних кислот родин n-3 і n-6. У кінці досліджу жива маса коропів першої та другої дослідних груп була відповідно на 12,6 і 16,5 % більшою, ніж у коропів контрольної групи.

Цинк у невеликих кількостях є незамінним у раціонах для коропів [1, 4]. Одні дані вказують на те, що в одному кілограмі комбікорму для коропів повинно міститися 30 мг цинку, інші — 60 мг. Від цього мінерального елемента в тканинах коропів залежить активність цілої низки ферментів білкового, ліпідного та вуглеводного обмінів [3, 5]. Він суттєво впливає на обмінні процеси жирних кислот [3, 4]. Це зв'язано з тим, що цинк активує 2-, 3-, 4- та 5-ту десатурази, які несуть відповідальність за кількість подвійних зв'язків у молекулі поліненасичених жирних кислот [5, 6]. У кінцевому випадку від цинку залежить інтенсивність росту коропів [2, 7].

Жирні кислоти у тканинах коропів є в етерифікованій (в ефірному зв'язку з спиртами — гліцерилем і холестеролом), неетерифікованій та аніонній (зв'язані з катіонами) формах [8, 12]. Рівень неетерифікованих форм жирних кислот у тканинах коропів залежить від інтенсивності процесів їх обміну (етерифікації, окиснення, зв'язування з катіонами) [9, 11], а аніонних — від вмісту в них катіонів [9, 12].

Метеріали і методи. Дослідження провели на ставках Львівської дослідної станції Інституту рибного господарства НААН. На початку літнього періоду вирощування риб було сформовано три групи дворічок коропів. Кожна група коропів вирощувалася в ставках з незалежним водопостачанням площею 0,10 га. Щільність посадки коропів у ставках 1500 екз/га. Коропи отримували стандартний гранульований комбікорм у розрахунку 6 % від маси тіла. Перша група коропів була контрольною та отримувала комбікорм, який містив 30 мг/кг цинку. Коропам першої та другої дослідної групи згодовували комбікорм, який містив відповідно 60 і 80 мг/кг цинку. Дослід тривав 90 днів. Підвищені кількості цинку в комбікормі створювалися за рахунок внесення перед гранулюванням до нього його солі у вигляді сульфату. Крім того, у відібраних зразках скелетних м'язів коропів визначали вміст неетерифікованої та аніонної форм жирних кислот.

Вміст цинку у ставкових водах, комбікормі та скелетних м'язах коропів визначали загальноприйнятим методом [10]. У скелетних м'язах визначали рівень неетерифікованої та аніонної форм жирних кислот загальноприйнятими методами [11, 12]. Цифровий матеріал обробляли методом варіаційної статистики з використанням критерію Стюдента.

Результати й обговорення. Встановлено, що в скелетних м'язах коропів дослідних груп, порівняно з скелетними м'язами коропів контрольної групи є більша концентрація цього важкого металу (у першій та другій дослідних групах відповідно $23,0 \pm 0,52$ і $23,0 \pm 0,52$ проти $15,8 \pm 0,55$ мг/кг натуральної маси в контролі). Разом з тим, у скелетних м'язах коропів

дослідних груп, змінюється концентрація неестерифікованих і аніонних форм жирних кислот. Це впливає на енергетичну [14, 15], функціонально-метаболичну [3, 4, 16] та біологічну цінність [6, 9] жирних кислот для організму коропів.

Встановлено, що різні кількості цинку в комбікормі впливають на загальну концентрацію неестерифікованих форм жирних кислот у скелетних м'язах коропів. Так, загальний вміст неестерифікованих форм жирних кислот у скелетних м'язах коропів, які в складі комбікорму отримували додаткові кількості цинку, є дозозалежно меншим, ніж у скелетних м'язах коропів, які отримували комбікорм без добавок (табл. 1).

Зменшення загальної концентрації неестерифікованих форм жирних кислот у скелетних м'язах коропів, які в складі комбікорму отримували додаткові кількості цинку, може вказувати на зниження забезпеченості їх організму легкодоступною енергією [1, 6]. Зниження рівня неестерифікованих форм поліненасичених жирних кислот у скелетних м'язах коропів може вказувати також на зменшення її забезпеченості структурними [6, 8] та біологічно активними [15, 16] компонентами.

Таблиця 1

Концентрація неестерифікованих форм жирних кислот у скелетних м'язах коропів, г⁻³/кг натуральної маси, (M±m, n=3)

Жирні кислоти та їх код	Контрольна група (OP)	Перша дослідна група (OP+60 мг/кг цинку)	Друга дослідна група (OP+80 мг/кг цинку)
1	2	3	4
Лауринова, 12:0	0,70±0,058	0,60±0,057	0,53±0,033
Міристинова, 14:0	2,60±0,115	2,36±0,038	2,23±0,120
Пентадеканова, 15:0	0,80±0,057	0,70±0,057	0,60±0,057*
Пальмітинова, 16:0	78,40±1,159	76,30±1,121	75,43±0,990
Пальмітоолеїнова, 16:1	8,13±0,133	7,90±0,057	7,76±6,667
Стеаринова, 18:0	34,70±1,058	33,23±0,536	32,50±0,602
Олеїнова, 18:1	255,43±3,598	254,36±3,931	250,96±4,368
Лінолева, 18:2	127,61±1,563	125,50±1,609	124,10±1,471
Ліноленова, 18:3	64,43±1,304	62,93±1,109	61,96±1,162
Арахідова, 20:0	23,63±0,712	22,86±0,705	22,26±0,762
Ейкозаснова, 20:1	24,70±2,122	21,83±0,669	21,06±0,581
Ейкозациєнова, 20:2	29,56±1,105	27,76±0,841	29,93±0,731
Ейкозатриєнова, 20:3	21,10±0,737	20,33±0,656	19,80±0,610
Арахідонова, 20:4	25,13±0,491	24,30±0,401	23,63±0,375*
Ейкозапентаєнова, 20:5	43,53±0,995	42,61±0,986	42,00±1,053
Докозациєнова, 22:2	8,59±0,208	8,40±0,208	8,21±0,208
Докозатриєнова, 22:3	9,03±0,202	8,76±0,202	8,50±0,230
Докозатетраєнова, 22:4	18,43±0,560	17,76±0,497	17,30±0,458
Докозапентаєнова, 22:5	36,56±0,990	35,10±0,550	34,51±0,472
Докозагексаєнова, 22:6	65,03±2,110	63,30±2,066	62,41±1,908
Загальний вміст НЕЖК	878,09	856,89	845,68
в т. ч. насичені	140,83	136,05	130,75
мононенасичені	288,26	284,09	279,78
поліненасичені	449,00	436,75	432,35
n-3/n-6	1,12	1,12	1,10

Менший вміст неестерифікованих форм насичених жирних кислот у скелетних м'язах коропів дослідних груп, порівняно з скелетними м'язами коропів контролю (табл. 1), зумовлений меншою концентрацією у їх складі жирних кислот з парним (у коропів першої та другої дослідних груп відповідно до 135,35 і 130,15 проти 140,03 г⁻³/кг натуральної маси) і непарним (у коропів першої та другої дослідних груп відповідно до 0,70 і 0,60 проти 0,80 г⁻³/кг натуральної маси) числом вуглецевих атомів у ланцюгу.

Як видно із даних таблиці, нижчий рівень неетерифікованих форм мононенасичених жирних кислот у скелетних м'язах коропів дослідних груп зумовлена меншим вмістом у їх складі жирних кислот родин п-7 (у коропів першої та другої дослідних груп відповідно до 7,90 і 7,76 проти 8,13 г⁻³/кг натуральної маси) і п-9 (у коропів першої та другої дослідних груп відповідно до 276,19 і 272,02 проти 280,13), а поліненасичених жирних кислот — родин п-3 (у коропів першої та другої дослідних груп відповідно до 230,46 і 226,68 проти 237,01) і п-6 (у коропів першої та другої дослідних груп відповідно до 206,29 і 205,67 проти 211,98 г⁻³/кг натуральної маси). Відношення неетерифікованих форм поліненасичених жирних кислот родини п-3 до неетерифікованих форм поліненасичених жирних кислот родини п-6 при цьому в першій дослідній групі не змінюється, а в другій — знижується.

Одночасно, в скелетних м'язах коропів другої та, особливо, першої дослідних груп, які в складі комбікорму отримували додаткові кількості цинку, порівняно з скелетними м'язами коропів контрольної групи, які отримували комбікорм без добавок, зменшується інтенсивність перетворень неетерифікованої форми лінолевої кислоти в її більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні (у коропів першої та другої дослідних груп становить відповідно 1,55 і 1,52 проти 1,51 у контролі). При цьому, в печінці коропів першої та другої дослідних груп дещо зменшується інтенсивність перетворень неетерифікованої форми ліноленової кислоти в її більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні (відповідно до 0,38 і 0,38 проти 0,37).

Неетерифіковані форми жирних кислот у тканинах коропів мають здатність зв'язувати важкі метали [11, 15]. Причому, неетерифіковані форми довголанцюгових жирних кислот (18 і більше атомів вуглецю в ланцюгу) у тканинах коропів мають максимальну здатність зв'язувати важкі метали, насамперед двовалентні [9, 16]. Встановлено, що згодовування додаткових кількостей цинку має вплив на вміст наведених вище жирних кислот у тканинах коропів. Так, концентрація неетерифікованих форм довголанцюгових жирних кислот у скелетних м'язах коропів, які в складі комбікорму отримували додаткові кількості цинку, порівняно з скелетними м'язами коропів, які отримували комбікорм без добавок, зменшується (у коропів першої та другої дослідних груп відповідно до 769,03 і 759,03,12 проти 787,46 г⁻³/кг натуральної маси).

З таблиці 1 видно, що тільки в скелетних м'язах коропів другої дослідної групи, які в складі комбікорму отримували найбільшу кількість цинку, порівняно з скелетними м'язами коропів контрольної групи, які отримували комбікорм без добавок, вірогідно зменшується вміст таких неетерифікованих форм жирних кислот, як пентадеканова та ейкозатетраєнова-арахідонова. Наведене вище вказує на те, що в скелетних м'язах коропів проходить зв'язування неетерифікованих форм жирних кислот з катіонами, зокрема з важкими металами, серед яких є цинк. При цьому утворюються аніонні форми жирних кислот.

Встановлено, що згодовування додаткових кількостей цинку впливає на загальний вміст аніонних форм жирних кислот у скелетних м'язах коропів. Так, загальний вміст аніонних форм жирних кислот у скелетних м'язах коропів, які в складі комбікорму отримували додаткові кількості цинку, є більшим, ніж у скелетних м'язах коропів, яким згодовували комбікорм без добавок (табл. 2). Найвищий рівень аніонних форм жирних кислот виявлено у скелетних м'язах коропів, які в складі комбікорму отримували найбільшу кількість цинку.

Більша кількість аніонних насичених жирних кислот у скелетних м'язах коропів дослідних груп, зумовлена більшим вмістом у їх складі насичених жирних кислот (табл. 2) з парним (у коропів першої та другої дослідних груп відповідно до 128,81 і 131,91 проти 125,92 г⁻³/кг натуральної маси) і непарним (у коропів першої та другої дослідних груп відповідно до 0,66 і 0,73 проти 0,60 г⁻³/кг натуральної маси) числом атомів вуглецю в ланцюгу. Вона зумовлена також більшою концентрацією в їх складі аніонних

мононенасичених жирних кислот (табл. 2) родини n-9 (у коропів першої та другої дослідних груп відповідно до 268,43 і 270,93 проти 244,73 г⁻³/кг натуральної маси).

Таблиця 2

**Вміст аніонних форм жирних кислот у скелетних м'язах коропів,
г⁻³/кг натуральної маси, (M±m, n=3)**

Жирні кислоти та їх код	Контрольна група (OP)	Перша дослідна група (OP+60 мг/кг цинку)	Друга дослідна група (OP+80 мг/кг цинку)
1	2	3	4
Лауринова, 12:0	0,50±0,057	0,60±0,057	0,66±0,033
Міристинова, 14:0	1,96±0,145	2,10±0,115	2,20±0,115
Пентадеканова, 15:0	0,60±0,057	0,66±0,033	0,73±0,033
Пальмітинова, 16:0	71,50±1,504	72,46±1,416	73,50±1,266
Пальмітоолеїнова, 16:1	7,93±0,338	7,90±0,152	8,03±0,133
Стеаринова, 18:0	30,83±0,895	31,73±0,779	32,89±0,560
Олеїнова, 18:1	244,73±1,923	248,90±1,530	250,53±1,387
Лінолева, 18:2	120,10±1,300	121,20±1,212	121,90±1,059
Ліноленова, 18:3	58,26±1,091	59,10±0,984	60,03±0,920
Арахінова, 20:0	20,53±0,864	21,26±0,856	21,93±0,768
Ейкозасенова, 20:1	18,86±0,866	19,53±0,867	20,40±0,781
Ейкозадисенова, 20:2	29,40±1,0,58	30,26±0,970	31,13±0,938
Ейкозатрисенова, 20:3	18,76±0,898	19,70±0,952	20,61±0,723
Арахідонова, 20:4	20,13±0,845	20,83±0,864	21,73±0,656
Ейкозапентасенова, 20:5	38,26±1,291	39,70±1,340	40,96±1,186
Докозадисенова, 22:2	8,43±0,881	8,66±0,120	8,86±0,120
Докозатрисенова, 22:3	8,76±0,120	9,00±1,150	9,13±0,145
Докозатетрасенова, 22:4	15,53±0,448	16,13±0,392	16,56±0,425
Докозапентасенова, 22:5	30,60±0,871	31,70±0,094	32,43±0,866
Докозагексасенова, 22:6	58,03±1,211	59,63±1,058	60,53±0,864
Загальна концентрація аніонних форм жирних кислот	803,70	821,05	834,74
в т. ч. насичені	125,92	128,81	131,91
мононенасичені	271,52	276,33	278,96
поліненасичені	406,26	415,91	423,87
n-3/n-6	1,06	1,07	1,08

У скелетних м'язах коропів дослідних груп, також є більша кількість аніонних поліненасичених жирних кислот (табл. 2) родин n-3 (у коропів першої та другої дослідних груп відповідно до 215,26 і 219,64 проти 209,44 г⁻³/кг натуральної маси) і n-6 (у коропів першої та другої дослідних груп відповідно до 200,65 і 204,23 проти 196,82 г⁻³/кг натуральної маси). Відношення аніонних форм поліненасичених жирних кислот родини n-3 до аніонних форм поліненасичених жирних кислот родини n-6 при цьому дещо зростає. Найбільше зростає вміст аніонних форм насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у скелетних м'язах коропів, які в складі комбікорму отримували найбільшу кількість цинку.

Одночасно, в скелетних м'язах коропів дослідних груп, не змінюється інтенсивність перетворень аніонних форм лінолевої (у коропів контрольної, першої та другої дослідних груп відповідно 0,75, 0,75 і 0,74) та ліноленової (у коропів контрольної, першої та другої дослідних груп однозначно 0,18) в їх більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні.

Отже, у скелетних м'язах коропів дослідних груп, які в складі комбікорму отримували додаткові кількості цинку, порівняно з скелетними м'язами коропів, яким згодовували комбікорм без добавок, зменшується загальна концентрація неетерифікованих форм насичених жирних кислот з парним і непарним числом вуглецевих атомів у ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родин n-7 і n-9 та поліненасичених жирних кислот родин n-3 і n-6. При цьому, у скелетних м'язах коропів першої дослідної групи сильно зменшується

інтенсивність перетворень неетерифікованої форми ліноленової кислоти в її більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні. Одночасно, у скелетних м'язах коропів дослідних груп, збільшується загальна концентрація аніонних форм насичених жирних кислот з парним та непарним числом вуглецевих атомів у ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родини n-9 та поліненасичених жирних кислот родин n-3 і n-6.

Протягом літнього періоду (90 днів) жива маса коропів контрольної, першої дослідної та другої дослідної груп зросла відповідно в 19,3, 21,0 і 21,8 разів. Однак, у кінці дослідження жива маса коропів першої та другої дослідних груп, була відповідно на 12,6 і 16,5 % більшою, ніж у коропів контрольної групи.

ВИСНОВКИ

1. У скелетних м'язах коропів дослідних груп, які в складі комбікорму отримували додаткові кількості цинку, є більший вміст цього важкого металу.

2. Нижчий рівень неетерифікованих форм насичених жирних кислот у скелетних м'язах коропів дослідних груп зумовлений меншою кількістю в їх складі жирних кислот з парним і непарним числом вуглецевих атомів у ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родин n-7 і n-9 та поліненасичених жирних кислот родин n-3 і n-6.

3. Кількість неетерифікованих форм довголанцюгових жирних кислот (18 і більше атомів вуглецю в ланцюгу) у скелетних м'язах коропів, які в складі комбікорму отримували додаткові кількості цинку, зменшується.

4. Більша концентрація аніонних насичених жирних кислот у скелетних м'язах коропів дослідних груп, зумовлена більшою кількістю в їх складі насичених жирних кислот з парним і непарним числом атомів вуглецю в ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родини n-9 та поліненасичених жирних кислот родин n-3 і n-6.

5. У кінці дослідження жива маса коропів першої та другої дослідних груп, була відповідно на 12,6 і 16,5 % більшою, ніж у коропів контрольної групи.

Перспективи подальших досліджень. Вивчення впливу різних кількостей цинку на концентрацію окремих форм жирних кислот у скелетних м'язах та на ріст.

INFLUENCE OF FEEDING DIFFEREND ZINC CONCENTRATION OF VARIOUS FORMS OF VARIOUS ACIDS IN SKELETAL MUSCLES AND THE GROWTH OF CARP

M. I. Hrabko, J. F. Rivis

S U M M A R Y

In carp's of research groups skeletal muscles, which within the feed received additional quantity of zinc there is a higher contents of this heavy metal. The lower level nonsaturated forms of fatty acids in skeletal muscles of research carp due to lower number of fatty acids in their composition with even and odd number of carbon atoms in the chain, monounsaturated fatty acids families n-7 and n-9, and polyunsaturated fatty acids families n-3 and n-6. Most anion concentration of saturated fatty acids in skeletal muscles of carp from research groups, due to their larger number of saturated fatty acids with even and odd number of carbon atoms in the chain, monounsaturated fatty acids n-9 families and families of polyunsaturated fatty acids n-3 and n-6. At the end of experiment live weight of first and second study groups carp was respectively 12,6 and 16,5 % higher than in control carp.

ВЛИЯНИЕ СКАРМЛИВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ЦИНКА НА КОНЦЕНТРАЦИЮ ОТДЕЛЬНЫХ ФОРМ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦАХ И РОСТ КАРПОВ

М. И. Храбко, И. Ф. Ривис

А Н Н О Т А Ц И Я

В скелетных мышцах карпов опытных групп, которые составе комбикорма получали дополнительные количества цинка, имеется большее содержание этого тяжелого металла. Низкий уровень неэтерифицированных форм насыщенных жирных кислот в скелетных мышцах карпов опытных групп, обусловлен меньшим количеством в их составе жирных кислот с четным и нечетным числом углеродных атомов в цепи, мононенасыщенных жирных кислот семейств n-7 и n-9 и полиненасыщенных жирных кислот семейств n-3 и n-6. Большая концентрация анионных насыщенных жирных кислот в скелетных мышцах карпов опытных групп, обусловленная большим количеством в их составе насыщенных жирных кислот с четным и нечетным числом атомов углерода в цепи, мононенасыщенных жирных кислот семейства n-9 и полиненасыщенных жирных кислот семейства n-3 и n-6. В конце опыта живая масса карпов первой и второй опытных групп, была соответственно на 12,6 и 16,5 % больше, чем у карпов контрольной группы.

ЛІТЕРАТУРА

1. Воробьев В. И. Микроэлементы и их применение в рыбоводстве / В. И. Воробьев. — М. : Пищевая пром-сть, 1979. — 184 с.
2. Шерман І. М. Наукове обґрунтування раціональної годівлі риб / І. М. Шерман, М. В. Гринжевський, Ю. О. Желтов та ін. — К. : Вища освіта, 2002. — 128 с.
3. Войнар А. И. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека / А. И. Войнар. — М. : Пищевая пром-сть, 1986. — 264 с.
4. Остроумова Н. И. Биологические основы кормления рыб / Н. И. Остроумова. — Санкт-Петербург : ИП Комплекс, 2001. — 372 с.
5. Сорвачев К. Ф. Основы биохимии питания рыб / К. Ф. Сорвачев. — Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 248 с.
6. Цап М. М. Вміст неетерифікованих жирних кислот у печінці коропа за згодовування олій та фузів / М. М. Цап, Й. Ф. Рівіс // Рибогосподарська наука України. — Київ, 2008. — № 2. — С. 61–65.
7. Анисимова И. М. Питание и упитанность рыб / И. М. Анисимова, В. В. Лавровский // Ихтиология. — М. : Высшая школа, 1983. — 256 с.
8. Остроумова И. Н. Рост карпа и распределение липидов в его тканях в условиях теплых вод при различных рационах питания / И. Н. Остроумова, Г. В. Комарова // Гидробиол. журнал. — 1979. — № 6. — С. 66–71.
9. Ленинджер А. Биохимия. Молекулярные основы структуры и функций клетки / А. Ленинджер ; Пер. с англ. ; Под ред. А. А. Баева и Я. М. Варшавского. — М. : Мир, 1974. — 957 с.
10. Алекин О. А. Руководство по химическому анализу вод суши / О. А. Алекин, А. Д. Семенов, В. А. Скопенцов. — Л. : Гидрометеиздат, 1993. — 270 с.
11. Рівіс Й. Ф. Газохроматографічне визначення високомолекулярних неетерифікованих жирних кислот в біологічному матеріалі [Текст] / Й. Ф. Рівіс, Б. Б. Данилик // Український біохімічний журнал. — 1997. — Т. 69, № 1. — С. 79–83.
12. Рівіс Й. Ф. Метод визначення аніонних високомолекулярних жирних кислот у біологічному матеріалі [Текст] / Й. Ф. Рівіс, Б. Б. Данилик, Я. М. Процик // Вісник аграрної науки. — 1996. — № 8. — С. 46–47.
13. Bryan G. Zinc regulation in the lobster *Homarus vulgaris*. I. Tissue zinc and copper concentrations [Text] / G. Bryan // J. Mar. Biol. Ass. U.K. — 1964. — 44. — P. 549–563
14. Мецлер Д. Биохимия. Химические реакции в живой клетке / Д. Мецлер ; Пер. с англ. ; Под ред. А. Е. Браунштейна, Л. М. Гиномана, Е. С. Северина. — М. : Мир, 1980. — Т. 1. — 408 с.
15. Jahan P. Effect of dietary fish meal levels on environmental phosphorus loading from carp culture / P. Jahan, T. Watanabe, S. Satoh et al. // Fisheries Science. — 2000. — Vol. 66 (2). — P. 204–210.
16. Wekell J. C. Zinc supplementation of trout diets : tissue indicators of body zinc status / J. C. Wekell, K. D. Shearer and E. J. Gauglitz Jr // Prog. Fish Cult. — 1986. — 48, 205–212.

Рецензент: кандидат біологічних наук О. С. Грабовська.