

ществ на основе биотестирования / Рожнов Г.И., Проинова В.А., Лиманцев А.В. и др. // Токсикол. вестн. — 1995. — № 6. — С. 27-29.

6. Дурнев А.Д. Продукты питания и индуцированный мутагенез / А.Д. Дурнев, А.В. Орещенко, Н.Г. Сарисвили // Хранение и переработка сельхозсырья. — 1995. — № 5. — С. 21-23.

7. Принципы оценки безопасности пищевых добавок и компонентов в продуктах питания // Генетические критерии состояния окружающей среды. ВОЗ. — М., 1991. — 120 с.

8. Орещенко А.В. О пищевых добавках в продуктах питания / А.В. Орещенко, И.Ф. Беристель // Пищевая промышленность. — 1996. — № 6. — 1996. — С. 4-6.

9. Орещенко А.В. Пищевая комбинаторика и генетическое здоровье человека / А.В. Орещенко. — М.: Пищепромиздат, 1999. — 20 с.

10. Стрижельчик Н.Г. Мутагенные и антимутагенные свойства пищевых добавок / Н.Г. Стрижельчик, И.Р. Барилляк. — Харьков: ХНУ им. Карпазина, 2009. — 152 с.

11. Закон України "Про безпечність та якість харчових продуктів". Документ 771/97-вр від 15.10.2010. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=771%2F97-%E2%F0&fpage=1&text>

12. Хейфиц Л.А. Душистые вещества и другие продукты для парфюмерии: Справ. изд. / Л.А. Хейфиц, В.М. Дашунин. — М.: Химия, 1994. — 256 с.

13. Булдаков А.С. Пищевые добавки. Справочник. / А.С. Булдаков. — Санкт-Петербург: Ut, 1996. — 240 с.

14. Тихомирова М.М. Генетический анализ. — Л.: Наука, 1990. — 270 с.

15. Федоренко В.О. Великий практикум з генетики, генетичної інженерії та аналітичної біотехнології мікроорганізмів [Навчальний посібник для студентів біологічних факультетів університетів] / В.О. Федоренко, Б.О. Осташ, М.В. Гончар, Ю.В. Ребець. — Львів, 2005.

16. Дуган А.М. Критерии учета мутагенных эффектов в тесте Еймса / А.М. Дуган, В.С. Сурков, С.К. Абилов // Генетика и цитология. — 1990. — Т. 24, № 6. — С. 41-45. Надійшла до редакції 01.11.2011.

CITRATES OF BIOGENIC METALS – THE PERSPECTIVE SOURCES FOR THE ENRICHMENT WITH MINERAL SUBSTANCES OF EATABLE AND MEDICINAL FUNGI

Gulich M.P., Bisko N.A., Kaplunenko V.G., Yermolenko V.P., Yashchenko O.V., Kharchenko O.O., Mitropolska N.Yu.

ЦИТРАТИ БІОГЕННИХ МЕТАЛІВ – ПЕРСПЕКТИВНЕ ДЖЕРЕЛО ЗБАГАЧЕННЯ ЇСТИВНИХ ТА ЛІКАРСЬКИХ ГРИБІВ МІНЕРАЛЬНИМИ РЕЧОВИНАМИ



ГУЛІЧ М.П., БІСЬКО Н.А., КАПЛУНЕНКО В.Г., ЄРМОЛЕНКО В.П., ЯЩЕНКО О.В., ХАРЧЕНКО О.О., МИТРОПОЛЬСЬКА Н.Ю.
ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України", Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, ТОВ "Наноматеріали і нанотехнології"

УДК 613.2 : 635.8 : 543.632.512

Ключові слова: цитрати біометалів, аквананотехнологія, міцелій лікарсько-їстівних грибів, поживне середовище, сорбція.

ЦИТРАТЫ БИОГЕННЫХ МЕТАЛЛОВ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ОБОГАЩЕНИЯ СЪЕДОБНЫХ И ЛЕКАРСТВЕННЫХ ГРИБОВ МИНЕРАЛЬНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Гулич М.П., Бисько Н.А., Каплуненко В.Г., Ермоленко В.П., Ященко О.В., Харченко О.О., Митропольская Н.Ю.

Проведены сравнительные исследования влияния цитратов биогенных металлов, полученных с помощью нанотехнологии, на рост мицелия и минеральный состав биомассы лекарственно-съедобных грибов при культивировании их на жидкой среде. Впервые установлена закономерность интенсивности сорбции Cu, Zn и Fe из растворов цитратов этих биометаллов биомассой лекарственных и съедобных грибов *P. ostreatus*, *G. lucidum*, *C. sinensis*, *C. militaris*. Показано, что 100% поглощение цитратов Cu, Zn и Fe биомассой съедобных и лекарственных грибов происходит при концентрации этих металлов в исходной среде в диапазоне 0,14-0,40 мг/кг. Использование нанокислот эссенциальных биометаллов в питательных средах при выращивании съедобных и лекарственных грибов открывает реальную перспективу возможности модифицирования макро- и микроэлементного состава мицелия грибов.

Ключевые слова: цитраты биометаллов, аквананотехнология, мицелий лекарственно-съедобных грибов, питательная среда, сорбция.

© Гулич М.П., Бисько Н.А., Каплуненко В.Г., Ермоленко В.П., Ященко О.В., Харченко О.О., Митропольская Н.Ю. СТАТТЯ, 2012.

особливо есенціальні біометали [14-16].

Добре відома здатність вищих грибів накопичувати токсичні мікроелементи (Mg, Cd, As) [17-20]. При цьому вважалося, що вони не здатні акумулювати есенціальні метали [18, 21]. Проте дослідженнями [22, 23] показано високий рівень біоаккумуляції плодовими тілами базидіальних (у тому числі болетальних) грибів фізіологічно важливих для людини мікроелементів Zn, Fe, Cu, Mn, Mo, Se, Ge, які водночас є ключовими елементами у фізіології рослин і грибів.

Вирощування грибного міцелію на рідких поживних середовищах надає можливість змінювати та моделювати мінеральний склад культуральної рідини і отримувати грибний міцелій з оптимальним рівнем того чи іншого мікроелементу або їх комплексу.

Однак необхідно враховувати, що мінеральні речовини, які використовуються у поживних середовищах для вирощування грибів, повинні бути чистими у хімічному відношенні і містити мінімум токсичних речовин, оскільки у грибів ступінь поглинання токсичних елементів (Hg, Cd) значно вищий, ніж есенціальних. Тому, окрім хімічної чистоти, есенціальні біометали повинні мати таку хімічну форму, яка б добре акумулювалася грибним міцелієм. До цього часу міцелій грибів вирощувався на культуральних середовищах з використанням неорганічних солей біометалів. Але відомо, що грибами найкраще засвоюються добре розчинні форми елементів та їхні хелатні сполуки. Перспективні у цьому відношенні комплекси біометалів з харчовими кислотами (карбоксилатами), зокрема їхні цитрати, які дозволені до застосування у харчовій промисловості [24-27].

Проте традиційні хімічні технології отримання карбоксилатів харчових кислот трудомісткі, енерго- та матеріаловитратні, а отримані карбоксилати не відрізняються особливою хімічною чистотою.

Можливість отримання відносно дешевих і значно більш хімічно чистих карбоксилатів біометалів з'явилась як результат інтенсивного розвитку нанотехнологій. Так, за допомогою аквананотехнології отримано розчини цитратів, сукцинатів, лактатів і карбоксилатів прак-

тично усіх есенціальних макро- та мікроелементів [28, 29].

Використання нанокарбоксилатів есенціальних біометалів у поживних середовищах при вирощуванні їстівних та лікарських грибів відкриває реальну перспективу можливості модифікувати макро- та мікроелементний склад міцелію грибів.

Зважаючи на вищенаведене **метою** даної роботи була оцінка впливу цитратів біогенних металів, отриманих за аквананотехнологією, на ріст міцелію лікарсько-їстівних грибів та мінеральний склад їхньої біомаси при культивуванні їх у рідкому поживному середовищі.

Матеріали і методи. Об'єктами досліджень були види з колекції культур шапинкових грибів (IBK Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України: *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.)Kumm. 453, *Ganoderma lucidum* (Curt.:Fr.)P.Karst. 1900, *Cordyceps militaris* (L.:Fr.)Link. 1862, *Cordyceps sinensis* (Berk.)Sacc. 1928.

Міцелій зазначених видів вирощували поверхневим методом на поживному середовищі такого складу (контроль), г/л: глюкоза — 30, аспарагін — 1,2, K_2HPO_4 — 1, KH_2PO_4 — 1, $MgSO_4 \times 7H_2O$ — 0,5, $ZnSO_4 \times 7H_2O$ — 0,3, $CuSO_4 \times 5H_2O$ — 0,07, $FeSO_4 \times 7H_2O$ — 0,2, $MnCl_2 \times 4H_2O$ — 0,24, $CoSO_4 \times 7H_2O$ — 15 мг, MoO_3

— 10 мг, вода дистильована — 1 л. Вихідний розчин суміші цитратів біогенних металів вміщував (мг/л): Mg — 500, Zn — 300, Cu — 70, Fe — 200, Mn — 240, Co — 15, Mo — 10.

У дослідних варіантах цитрати біогенних металів вносили у поживне середовище замість солей $MgSO_4 \times 7H_2O$, $ZnSO_4 \times 7H_2O$, $CuSO_4 \times 5H_2O$, $FeSO_4 \times 7H_2O$, $MnCl_2 \times 4H_2O$, $CoSO_4 \times 7H_2O$, MoO_3 , розводячи вихідний розчин суміші цитратів металів у 100, 200, 500, 1000 та 1500 разів.

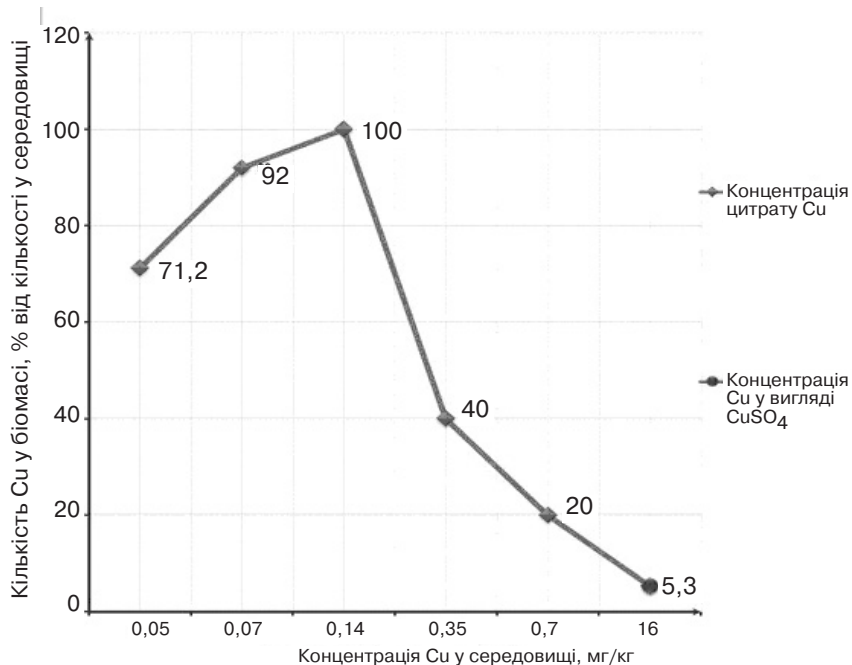
Міцелій вирощували за температури 24-26°C протягом 30 діб. Інокулюм отримували при вирощуванні міцелію дослідних видів глибинним методом на качалці. Кількість інокулюму — 5% до об'єму поживного середовища. Біомасу фільтрували через капроновий фільтр та висушували до постійної маси за температури 105°C.

Для дослідження вмісту біогенних металів Cu та Zn у біомасі сухого міцелію їстівних та лікарських грибів використовували інверсійний вольтамперометричний метод [30-32], для дослідження Fe — спектрофотометричний [33]. Коефіцієнт біологічного поглинання (КБП) металів біомасою грибів визначали за формулою Б.Б. Полинова [34].

$$КБП = \frac{\text{концентрація елементів у біомасі грибів}}{\text{концентрація елемента у вихідному середовищі}}$$

Рисунок 1

Вплив різних концентрацій цитрату біометалу Cu у середовищі на концентрацію Cu у біомасі *P. ostreatus*



**CITRATES OF BIOGENIC METALS —
THE PERSPECTIVE SOURCES FOR
THE ENRICHMENT WITH MINERAL SUBSTANCES
OF EATABLE AND MEDICINAL FUNGI**

**Gulich M.P., Bisko N.A., Kaplunenko V.G.,
Yermolenko V.P., Yashchenko O.V.,
Kharchenko O.O., Mitropolska N.Yu.**

A comparative study of the impact of citrates of biogenic metals, obtained with the help of nanotechnology, on the growth of mycelium and mineral composition of biomass of medicinal-and-eatable fungi at their cultivation in a liquid medium has been carried out. For the first time a regularity of the intensity of Cu, Zn and Fe from the solution of biometal citrates of medicinal and eatable fungi

P. ostreatus, G. lucidum, C. sinensis, C. militaris has been determined at the cultivation in the liquid medium. It is shown that 100% absorption of the citrates of Cu, Zn, and Fe by the biomass of eatable fungi takes place at the concentrations of these metals in a range of 0,14-0,40 mg/kg in the initial medium.

Application of nanocarboxylates of the essential biometals in nutrient medium in the production of eatable and medicinal fungi opens a real perspective for the possibility of the modification of macro- and microelementary content of fungi mycelium.

Keywords: biometal citrates, aquanotechnology, medicinal-and-eatable fungi mycelium, nutrient medium, sorption.

Дослідження проводили у 5 повторностях. Статистичну обробку згідно з [35] проводили за допомогою комп'ютерних пакетів Microsoft office Excell та Stat Soft Statistika 6.0. У таблицях та рисунках представлено середні статистично достовірні дані за 95% ймовірності.

Результати досліджень. Дослідження накопичення біомаси різних видів грибів показало, що порівняно з контролем при культивуванні на поживному середовищі з комплексом цитратів біометалів значно збільшувалася кількість біомаси міцелію гливи (*P. ostreatus*) при використанні розчину цитратів у розведенні 1:200 на 33%, 1:500 — на 77%, 1:1000 — на 71%. При культивуванні інших видів грибів біомаса практично не відрізнялася від контролю (табл. 1).

Результати наших досліджень з впливу концентрації суміші цитратів біогенних металів на поглинання Cu, Zn та Fe біомасою різних видів грибів свідчать про те, що їхня сорбція в усіх дослідних варіантах порівняно з контролем значно підвищується (табл. 2-5). Залежно від концентрації цитрату Cu у вихідному середовищі вміст цього металу у біомасі *P. ostreatus* порівняно з вихідним середовищем зростає у 172-818 разів (у контрольному варіанті — у 40 разів). Причому максимальну сорбцію відзначено у варіанті вирощування гриба на середовищі суміші цитратів металів у розведенні 1:1000. Аналогічна закономірність відзначена для сорбції біомасою *P. ostreatus* цитрату Zn. Особливість накопичення цитрату Fe у біомасі гливи полягала у тому, що його максимальне поглинання міцелієм гриба помічено на по-

живному середовищі з розчином цитратів біометалів у розведенні 1:500 (табл. 2).

Крім того, концентрація Fe у біомасі *P. ostreatus*, що була вирощена на середовищі з розчином цитратів біометалів, у 4000-6800 разів перевищувала концентрацію цього елемента у середовищі (у контролі перевищення у 30 разів) (табл. 2).

Отримані нами результати свідчать про те, що максимальне поглинання вивчених біометалів біомасою *G. lucidum*, *C. sinensis* та *C. militaris* відбувається у варіантах вирощування цих видів на середовищах з розчином цитратів металів у розведенні 1:500 або 1:1000 (табл. 3-5).

Рисунок 2
Вплив різних концентрацій цитрату біометалу Zn у середовищі на концентрацію Zn у біомасі *P. ostreatus*

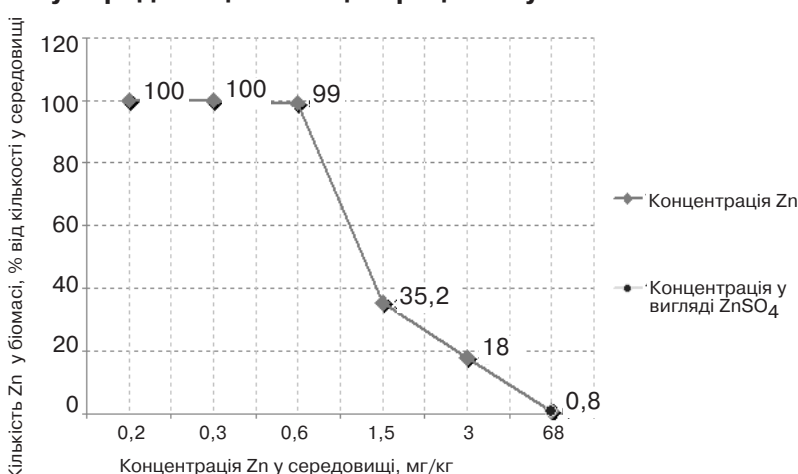
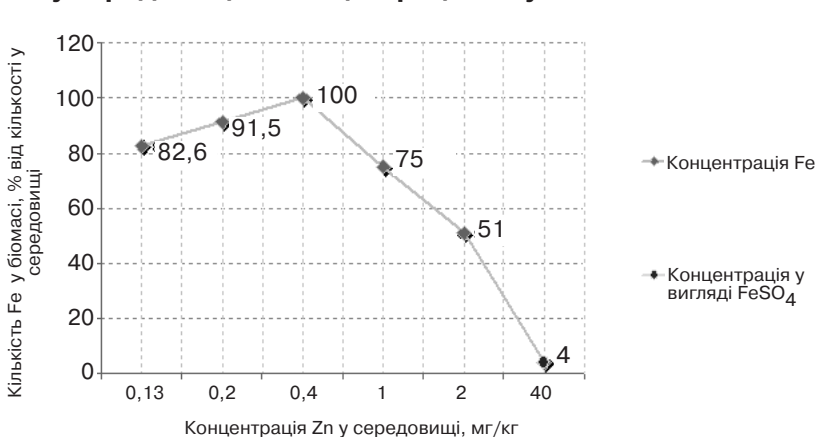


Рисунок 3
Вплив різних концентрацій цитрату біометалу Fe у середовищі на концентрацію Fe у біомасі *P. ostreatus*



Порівняння коефіцієнтів біологічного поглинання цитратів Cu, Zn та Fe біомасою 4-х досліджених видів грибів свідчить про те, що *G. lucidum* характеризується найвищим показником КБП Cu (1064), *C. sinensis* — найвищим показником КБП Zn (2393), а КБП Fe біомасою *P. ostreatus*, *C. sinensis* та *C. militaris* (у розведенні

1:1000) практично однакові (4100-4500) (табл. 2-5).

Досліджені нами цитрати біометалів Cu, Zn та Fe за ступенем збільшення поглинання різними видами грибів можна розташувати у такий ряд:

для *P. ostreatus* — Fe > Cu ≈ Zn;
для *G. lucidum* — Zn > Cu;
для *C. sinensis* — Fe > Zn > Cu;
для *C. militaris* — Fe > Zn > Cu.

Водночас для сорбції сульфатів цих металів дослідженими видами грибів існує інша закономірність:

для *P. ostreatus* — Cu > Fe > Zn;
для *G. lucidum* — Cu > Zn;
для *C. sinensis* — Zn > Cu > Fe;
для *C. militaris* — Cu > Zn > Fe.

Аналіз цих рядів поглинання металів біомасою різних видів грибів свідчить про наявність за-

Таблиця 1

Вплив розведення суміші цитратів біометалів на накопичення біомаси різними видами істівних та лікарських грибів

Варіант середовища	ВИД, ШТАМ							
	P. ostreatus 453		G. lucidum 1900		C. militaris 1862		C. sinensis 1928	
	г/л	% до контролю	г/л	% до контролю	г/л	% до контролю	г/л	% до контролю
Контроль	1,32±0,04	100	2,67±0,09	100	3,52±0,12	100	8,76±0,20	100
З цитратами біометалів у розведенні								
1:100	1,28±0,02	96,96	1,86±0,08	69,66	3,49±0,11	99,09	4,16±0,15	47,49
1:200	1,76±0,05	133,33	2,7±0,09	101,50	3,49±0,11	98,97	5,31±0,12	60,62
1:500	2,34±0,08	177,73	2,19±0,07	82,0	3,53±0,10	100,11	4,79±0,13	54,60
1:1000	2,26±0,10	171,21	2,22±0,07	83,1	3,37±0,11	95,59	5,26±0,14	60,05
1:1500	1,28±0,04	96,96	-	-	3,29±0,10	93,40	4,72±0,14	53,88

Примітки: - — не визначали.

Таблиця 2

Вплив різних концентрацій цитратів біометалів Cu, Zn та Fe у поживному середовищі на їх поглинання біомасою *P. ostreatus*

Варіант середовища	Концентрація Cu, мг/кг				Концентрація Zn, мг/кг				Концентрація Fe, мг/кг			
	Вихідне поживне середовище	Біомаса	Кількість Cu у біомасі, % від кількості у середовищі	Коефіцієнт біологічного поглинання	Вихідне поживне середовище	Біомаса	Кількість Zn у біомасі, % від кількості у середовищі	Коефіцієнт біологічного поглинання	Вихідне поживне середовище	Біомаса	Кількість Fe у біомасі, % від кількості у середовищі	Коефіцієнт біологічного поглинання
Контроль	16,00	641,0	5,3	40,1	68,00	405	0,8	6,0	40,0	1217,5	4,0	30,4
З цитратами біометалів у розведенні												
1:100	0,70	121,0	20,0	172,9	3,00	422	18,0	140,7	2,00	808,8	51,8	404,4
1:200	0,35	80,9	40,0	231,1	1,50	300	35,2	200,0	1,00	753,0	75,1	753,0
1:500	0,14	66,8	100,0	477,1	0,60	254	99,1	423,3	0,40	596,6	100,0	1491,5
1:1000	0,07	57,3	92,0	818,6	0,30	170	100,0	566,7	0,20	833,3	91,5	4166,5
1:1500	0,05	28,0	71,7	560,0	0,20	164	100,0	820,0	0,13	892,8	82,6	6867,7

Таблиця 3

Вплив різних концентрацій цитратів біометалів Cu та Zn у поживному середовищі на їх поглинання біомасою *G. lucidum*

Варіант середовища	Концентрація Cu, мг/кг				Концентрація Zn, мг/кг			
	Вихідне поживне середовище	Біомаса	Кількість Cu у біомасі, % від кількості у середовищі	Коефіцієнт біологічного поглинання	Вихідне поживне середовище	Біомаса	Кількість Zn у біомасі, % від кількості у середовищі	Коефіцієнт біологічного поглинання
Контроль	16,00	293,4	4,9	18,3	68,00	413,0	1,6	6,12
З цитратами біометалів у розведенні								
1:500	0,14	237,0	35,5	1692,8	0,6	63,2	19,6	105,3
1:1000	0,07	74,5	17,4	1064,3	0,3	84,0	61,3	280

гальних закономірностей: для цитратів біометалів найбільша сорбція характерна для Fe, найменша — для Cu, а для сульфатів металів найбільшу сорбцію встановлено для Cu та Zn, а найменшу — для Fe (табл. 2-5).

Отримані нами результати свідчать про те, що 100% поглинання цитратів біометалів з поживного середовища біомасою *P. ostreatus* відбувається за концентрації цитратів біометалів у середовищі, що дорівнює для Cu 0,14 мг/кг, для Zn — 0,2-0,3 мг/кг, для Fe — 0,4 мг/кг (рис. 1-3). Біомаса *P. ostreatus*, що була вирощена на контрольному середовищі з сульфатами цих металів, містила лише 5,3% Cu, 4% Fe та 0,8% Zn від кількості цих металів у вихідному середовищі (рис. 1-3, табл. 2).

Висновки

1. Вперше встановлено закономірність інтенсивності сорбції Cu, Zn та Fe з розчину цитратів цих біометалів біомасою лікарських та їстівних грибів *P. ostreatus*, *G. lucidum*, *C. sinensis*,

C. militaris при культивуванні на рідкому середовищі.

Отримані результати свідчать про те, що концентрація Cu, Zn та Fe у біомасі досліджених видів у 170-6000 разів вища, ніж у вихідному середовищі з розчином цитратів біометалів. При вирощуванні на контрольному середовищі з сульфатами цих біометалів біомаса грибів містила лише у 4-40 разів більше Cu, Zn та Fe за вихідне середовище.

2. Встановлено, що 100% поглинання цитратів Cu, Zn та Fe біомасою їстівних та лікарських грибів відбувається за концентрації цих металів у вихідному середовищі у діапазоні 0,14-0,40 мг/кг.

3. На відміну від сульфатів Cu, Zn та Fe за наявності у середовищі цитратів біометалів біомаса грибів більш інтенсивно поглинає Fe.

ЛІТЕРАТУРА

1. Питание и здоровье в Европе: резюме [Электронный ресурс] / Под ред. А. Robertson, С. Tirabo, Т. Lobetein et al. Европейское региональное бюро ВОЗ. — Копен-

гаген, 2003. — 38 с. — Режим доступа: <http://www.euro.who.int/document/e78578r.pdf>.

2. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation [Электронный ресурс]. — Женева: ВОЗ, 2003. — 149 с. — Режим доступа — <http://whglbdoc.who.int/trs/WHO TRS 916.pdf>.

3. Руководство по профилактике в практическом здравоохранении: адаптированный вариант рекомендаций ВОЗ "Prevention in primary care" / ВОЗ. — М., 2000. — 216 с.

4. Сердюк А.М. Політика у галузі харчування населення — головний пріоритет держави / А.М. Сердюк, М.П. Гуліч // Довкілля та здоров'я. — 2003. — № 3. — С. 8-11.

5. Спиричев В.Б. Обогащенные пищевые продуктов витаминами и минеральными веществами / В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Позняковский. — Новосибирск: Наука и технология, 2004. — 547 с.

6. Коденцова В.М. Пищевые продукты, обогащенные вита-

Таблиця 4

Вплив різних концентрацій цитратів біометалів Cu, Zn та Fe у поживному середовищі на їх поглинання біомасою *C. militaris*

Варіант середовища	Концентрація Cu, мг/кг				Концентрація Zn, мг/кг				Концентрація Fe, мг/кг			
	Вихідне поживне середовище	Біомаса	Кількість Cu у біомасі, % від кількості у середовищі	Коефіцієнт біологічного поглинання	Вихідне поживне середовище	Біомаса	Кількість Zn у біомасі, % від кількості у середовищі	Коефіцієнт біологічного поглинання	Вихідне поживне середовище	Біомаса	Кількість Fe у біомасі, % від кількості у середовищі	Коефіцієнт біологічного поглинання
Контроль	16	339,0	7,5	21,18	68	1931	10,0	28,39	40	376,2	3,3	9,4
3 цитратами біометалів у розведенні												
1:500	0,14	65,1	100,0	465,00	0,600	260	94,9	433,33	0,4	7,5	24,1	18,75
1:1000	0,07	20,0	96,3	285,71	0,300	218,8	100,0	729,33	0,2	912,2	100,0	4561

Таблиця 5

Вплив різних концентрацій цитратів біометалів Cu, Zn та Fe у поживному середовищі на їх поглинання біомасою *C. sinensis*

Варіант середовища	Концентрація Cu, мг/кг				Концентрація Zn, мг/кг				Концентрація Fe, мг/кг			
	Вихідне поживне середовище	Біомаса	Кількість Cu у біомасі, % від кількості у середовищі	Коефіцієнт біологічного поглинання	Вихідне поживне середовище	Біомаса	Кількість Zn у біомасі, % від кількості у середовищі	Коефіцієнт біологічного поглинання	Вихідне поживне середовище	Біомаса	Кількість Fe у біомасі, % від кількості у середовищі	Коефіцієнт біологічного поглинання
Контроль	16	841,0	7,0	52,56	68	2030	26,2	29,85	40	158,6	3,5	3,96
3 цитратами біометалів у розведенні												
1:500	0,14	37,9	100,0	270,71	0,600	427	98,2	711,66	0,4	157,0	80,3	392,5
1:1000	0,07	21,5	46,0	307,14	0,300	718	100,0	2393,33	0,2	820,9	100,0	4104,5

минами и минеральными веществами: их роль в обеспечении организма микроэлементами / В.М. Коденцова, О.А. Вржесинская // Вопросы питания. — 2008. — Т. 77, № 4. — С. 16-25.

7. Гарибова Л.В. Пищевая и лечебно-профилактическая ценность съедобных грибов / Л.В. Гарибова // Успехи медицинской микологии: матер. XI Всерос. конгр. по мед. микологии / Национальная академия микологии. — М., 2004, т. 111. — С. 236-237.

8. Бисько Н.А. БАДы "Микосвит", полученные из высших базидиальных грибов / Н.А. Бисько // Перспективы использования лекарственных грибов при решении медико-экологических проблем: матер. Междунар. науч.-практ. конф. — К., 2004. — С. 14-15.

9. Бабицкая В.Г. Базидиальные грибы — субстанция для получения функциональных препаратов / В.Г. Бабицкая, В.В. Щерба // Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии: матер. Междунар. конф. — Минск, 2004. — С. 230-232.

10. Грибы рода Вешенка — ингредиенты новых физиологических функциональных пищевых продуктов / В.В. Щерба, И.И. Паромчук, Т.А. Пучкова и др. // Успехи медицинской микологии: матер. V Всерос. конгр. по мед. микологии. — М., 2007, т. IX. — С. 270-272.

11. Оценка возможности использования базидиальных грибов в качестве источников биоактивных липидных компонентов / Т.С. Гвоздкова, Т.В. Черноок, Т.В. Филимонова и др. // Успехи медицинской микологии: матер. V Всерос. конгр. по мед. микологии. — М., 2007, т. IX. — С. 151-154.

12. Бабицкая В.Г. Грибы рода *CORDYCEPS* — продуценты биологически активных соединений / В.Г. Бабицкая, В.В. Щерба, Н.А. Бисько Н.А. // Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии: матер. VI Междунар. науч. конф. — Минск, 2008, т. 1. — С. 284-286.

13. Бисько Н.А. Диетические добавки серии "Мико" — новые функциональные продукты на основе лекарственных грибов / Н.А. Бисько, Н.И. Джуренко, Е.П. Паламарчук // Иммунология, аллергология, инфектология. — 2009. — № 2. — С. 163-164.

14. Иммунофармакология микроэлементов / А.В. Кудрин,

А.В. Скальный, А.А. Жаворонков и др. — М.: Изд-во МКК, 2000. — 537 с.

15. Дадали В.А. Минеральные компоненты пищевых растений как регуляторы детоксикационных и метаболических систем организма / В.А. Дадали // Вестник Санкт-Петербургской государственной медицинской академии им. И.И. Мечникова. — 2001. — № 1. — С. 24-30.

16. Шабров А.В. Биохимические основы действия микрокомпонентов пищи / А.В. Шабров, В.А. Дадали, В.Г. Макаров. — М.: Авваллон, 2003. — 166 с.

17. Иванов А.И. О роли базидиальных макромицетов в трансформации ультрамикроразнообразия в экосистемах. Биосорбция селена / А.И. Иванов, А.Ф. Блинохватога // Микология и фитопатология. — 2003. — Т. 37, вып. 1. — С. 70-75.

18. Gad G.M. Interaction of fungi with toxic metals / G.M. Gad // New phytol. — 1993. — Vol. 124. — P. 25-60.

19. Влияние ионов меди, свинца и кадмия на рост мицелия и состав липидов *PLEURO-TUS OSTREATUS* / Л.Ф. Николайчук, Е.Е. Шубина, О.А. Розенцвиг и др. // Микология и фитопатология. — К., 2004. — Т. 39, вып. 2. — С. 56-61.

20. Ровбель Н.М. Протекторные свойства грибов при хроническом поступлении в организм тяжелых металлов / Н.М. Ровбель, И.А. Гончарова // Перспективы использования лекарственных грибов при решении медико-экологических проблем: матер. Междунар. науч.-практ. конф. — К., 2004. — С. 63-67.

21. Гончарова И.А. Влияние присутствия органических и минеральных веществ на эффективность связывания ионов меди биосистемой медицинских грибов / И.А. Гончарова, Н.М. Ровбель, Н.В. Иконникова // Перспективы использования лекарственных грибов при решении медико-экологических проблем: матер. Междунар. науч.-практ. конф. — К., 2004. — С. 21-26.

22. Бисько Н.А. Биология и культивирование съедобных грибов рода Вешенка / Н.А. Бисько, И.А. Дудка. — К.: Наукова думка, 1987. — 145 с.

23. Минеральный состав некоторых видов культивируемых и дикорастущих грибов класса *Basidiomycetes* / Э.Ф. Соломко, А.А. Гродзинская, Л.А. Пащенко и др. // Микология и фитопатология. — 1986. — Т. 20, № 6. — С. 474-478.

24. Новинюк Л.В. Цитраты — безопасные нутриенты / Л.В. Новинюк // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. — 2009. — № 3. — С. 70-71.

25. Новинюк Л.В. Железосодержащие соли лимонной кислоты для обогащения продуктов ценными нутриентами / Л.В. Новинюк // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2008. — № 2. — С. 64-66.

26. Молочная кислота и лактаты в пищевой промышленности / В.В. Евелева, Д.Х. Кулев, Т.М. Черпалина, И.Н. Филимонова // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2009. — № 2. — С. 52-53.

27. Сравнительная оценка биодоступности органических и неорганических форм цинка *in vivo* / М. Баяржаргал, И.С. Зилова, С.Н. Зорин и др. // Вопросы питания. — 2008. — Т. 77, № 1. — С. 34—37.

28. Патент України № 39392, МПК (2006): C07C 51/41, C07F 5/00, C07F 15/00, B82B 3/00. Спосіб отримання карбоксилатів харчових кислот з використанням нанотехнології / М.В. Косінов, В.Г. Каплуненко; Опубл. 25.02.2009. — Бюл. № 4/2009.

29. Нанотехнології мікронутриєнтів: проблеми, перспективи та шляхи вирішення ліквідації дефіциту макро- та мікроелементів / А.М. Сердюк, М.П. Гуліч, В.Г. Каплуненко, М.В. Косінов // Журнал Академії медичних наук України. — 2010. — Т. 16, № 1. — С. 107-114.

30. Сырье и продукты пищевые. Методы определения меди. ГОСТ 26931-86. — М.: Изд-во стандартов, 1986. — 14 с.

31. Сырье и продукты пищевые. Методы определения цинка. ГОСТ 26934-86. — М.: Изд-во стандартов, 1986. — 8 с.

32. Методика выполнения измерений содержания цинка в водных растворах методом инверсионной вольтамперометрии: метод. выполнения МВВ № 081-12/04-98 / НПП "Буревестник". — Санкт-Петербург, 1995. — 21 с.

33. Сырье и продукты пищевые. Методы определения железа: ГОСТ 26928-86. — М.: Изд-во стандартов, 1986. — 5 с.

34. Перельман А.И. Геохимия ландшафта / А.И. Перельман. — М.: Высшая школа, 1966.

35. Антомонов М.Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных / М.Ю. Антомонов. — К., 2006. — 558 с.

Надійшла до редакції 04.04.2011.