

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

**ПИЩЕВАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ МИЦЕЛИЯ
ГРИБА *GANODERMA LUCIDUM*,
КУЛЬТИВИРУЕМОГО НА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ,
ОБОГАЩЕННОЙ ЦИТРАТАМИ ЦИНКА И ГЕРМАНИЯ**

**М.П. Гулич^{1*}, Н.Л. Емченко¹, В.Г. Каплуненко²,
О.В. Яценко¹, В.П. Ермоленко¹, О.О. Харченко¹, И.Е. Моисеенко¹**

¹ Институт гигиены и медицинской экологии им. А.М. Марзеева НАМН Украины,
Киев, Украина

² Украинский государственный научно-исследовательский институт нанобиотехнологий
и ресурсосохранения, Киев, Украина

РЕЗЮМЕ. Проведенные исследования выявили повышение пищевой и биологической ценности мицелия лекарственного гриба *G.lucidum*, культивируемого на жидкой питательной среде с добавлением цитратов биометаллов. Установлено, что цитрат цинка повышает количество общего белка в биомассе мицелия на 45,5%. Наивысший показатель аминокислотного сора (по лимитированной аминокислоте – лизину) – 63% и высокий индекс питательности – 13,24 установлен для белка мицелия гриба, выращенного на питательной среде с добавлением цитрата цинка. Цитраты цинка и германия приводят к двойному увеличению в биомассе мицелия количества жира. Цитрат цинка повышает содержание полисахаридов в мицелии на 22%. Доказано, что цитраты цинка и германия достоверно повышают в мицелии гриба *G.lucidum* содержание витаминов группы В, а также витаминов антиоксидантного ряда С и А. Полученные результаты позволили сделать вывод о перспективности применения цитратов цинка и германия для модификации биотехнологии получения грибного мицелия лекарственного гриба *G.lucidum* с целью получения ценного пищевого сырья.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: мицелий гриба *G.lucidum*, пищевая и биологическая ценность, цитраты биометаллов.

ВВЕДЕНИЕ

Среди новых дополнительных источников пищевого сырья продукты биотехнологии, а именно культивируемые грибы, рассматриваются как потенциальный резерв пищевых и биологически активных веществ (Crisan, Sands, 1978; Бабицкая и др., 2008; Бухало и др., 2011). В последнее время предпочтение отдается мицелию культивируемых грибов, а не плодовым телам, поскольку культивирование мицелия позволяет получить экологически чистое сырье с заданными свойствами в более короткий срок (Бабицкая, 2004). Все чаще основой для создания продуктов с высоким биологическим действием становятся высшие съедобные и лекарственные грибы, которые синтезируют целый спектр биологически активных веществ, в т.ч. полисахариды, вещества фенольной природы, каротиноиды, антиоксиданты и т.д. (Соломко, 2004; Hu et al., 2009). Сегодня на первый план выходят сферы деятельности инновационного характера. Поэтому открытие принципиальной возможности глубинного жидкофазного

культивирования грибов и высокая скорость их роста поставили этот процесс в ряд конкурентоспособных технологических решений индустриального получения протеина. Среди таких культивируемых высших грибов наибольшее внимание вызывают лекарственные грибы, в том числе ганодерма (*Ganoderma lucidum*) (Gao et al., 2003).

Современное промышленное выращивание лекарственных и съедобных грибов направлено на оптимизацию способов их культивирования для получения грибного сырья с высокой биологической активностью. Одним из инновационных способов культивирования является использование в питательных средах органических соединений биогенных металлов. В пищевой промышленности для обогащения пищевых продуктов минеральными веществами широко используются соединения биометаллов, в частности их цитраты.

Использование цитратов эссенциальных биометаллов в питательных средах при выращивании съедобных и лекарственных грибов открывает перспективу модификации макро- и микронутриентного состава их мицелия. Однако вся полнота

* Адрес для переписки:
Гулич Мария Павловна
E-mail: gumara@ukr.net

пищевой и биологической ценности полученного продукта может быть выяснена только после детального анализа его химического состава, определения белков, жиров, углеводов, полисахаридов, витаминов в грибном мицелии и сопоставления содержания каждого вещества с формулой сбалансированного питания (Покровский, 1997).

Целью данной работы было изучение влияния цитратов цинка и германия на пищевую и биологическую ценность биомассы мицелия лекарственного гриба *Ganoderma lucidum* при культивировании его на жидкой питательной среде.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследований был мицелий гриба *Ganoderma lucidum* (Curt.:Fr.) P. Karst. 1900 из коллекции культур шляпочных грибов (ИВК) Института ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины. Мицелий гриба выращивали на питательной среде следующего состава (опытный вариант): вода дистиллированная – 1 л, глюкоза – 25 г/л, пептон – 3 г/л, дрожжевой экстракт – 2 г/л, K_2HPO_4 – 1 г/л, KH_2PO_4 – 1 г/л, в которую прибавляли и цитраты Zn и Ge. Исходный раствор цитратов этих металлов: 300 мг/л Zn и 200 мг/л Ge. Контрольная среда № 1 содержала: воды дистиллированной – 1 л, глюкозы – 25 г/л, пептона – 3 г/л, дрожжевого экстракта – 2 г/л, K_2HPO_4 – 1 г/л, KH_2PO_4 – 1 г/л. Контрольная среда № 2 содержала (кроме вышеперечисленных компонентов) еще и сульфат цинка в концентрации 0,3 г/л. Выращивали грибной мицелий глубинным методом при температуре 24–26°C в течение девяти суток. Количество инокулюма составляло 5% от объема питательной среды. Выращенную грибную биомассу вынимали из колбы Эрленмейера, пропускали через капроновый фильтр, высушивали до постоянной массы при температуре 105 °C, затем взвешивали охлажденную массу.

В биомассе мицелия определяли содержание белка (по Кьельдалю), жира (экстракционным методом), углеводов (полисахаридов) (гравиметрическим методом). Изучали аминокислотный состав белка грибного мицелия (на аминокислотном анализаторе Т 339 – Microtechna). При этом определяли содержание заменимых и незаменимых аминокислот, соотношение между ними и аминокислотный скор (процентное соотношение массы незаменимой аминокислоты в 1 г белка к ее массе в 1 г стандартного белка), а также оценивали индекс питательности белка по формуле: $NI = AM \cdot SKOP \times \text{содержание белка, \%} / 100$, т.е. показатели, характеризующие биологическую ценность белка (Аністратенко и др., 2007). Также изучали жирнокислотный состав жира биомассы мицелия (методом газожидкостной хроматографии на газовом хроматографе Купо-55): содержание в нем насыщенных жирных кислот (НЖК), мононенасыщенных жирных кислот (МНЖК) и полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). Кроме того, выявили витаминный спектр полученной биомассы мицелия: витамин С определяли по ГОСТ 7047-55, витамин

А и витамины группы В – методом ВЭЖХ на жидкостном хроматографе «Agilent Technology-2000» (по ГОСТ 26573.1-93 и Государственной фармакопее МЗ Украины) соответственно.

Статистическую обработку результатов, включающую расчет средних значений (М) и их погрешностей (m) проводили в MS Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты определения содержания азота и общего белка в мицелии гриба *G. lucidum* (табл. 1), культивируемого на питательных средах, обогащенных цитратами биометаллов, показали, что по сравнению с контролем содержание общего белка увеличивается в мицелии гриба, питательная среда которого содержит цитрат цинка. Так, содержание общего белка в мицелии гриба в данной питательной среде превышало его содержание в контроле № 1 на 47,0%, а в контроле № 2 на 20,3%. Не отличалось от контроля количество белка в мицелии гриба, выращенного на питательной среде с добавлением цитрата германия.

Анализ аминокислотного состава белка биомассы мицелия (для примера в табл. 2 представлен аминокислотный состав белка грибного мицелия, культивированного на питательной среде, обогащенной цитратом цинка) показал, что он содержит все 18 аминокислот, которые входят в формулу сбалансированного питания. Общее содержание аминокислот в белке мицелия гриба, выращенного на питательных средах с добавлением цитрата цинка и сульфата цинка было выше их содержания в белке биомассы мицелия, полученной на небогатой среде, на 47 и 20% соответственно.

Расчет соотношения суммы незаменимых и заменимых аминокислот белка мицелия представлены в табл. 3.

Как видно из представленных данных, при культивировании гриба *G. lucidum* на питательной среде, обогащенной цитратом цинка, по сравнению с культивированием его на обычной среде увеличивается как сумма незаменимых кислот (на 42%), так и сумма заменимых кислот (на 50%), а по сравнению с культивированием на среде, обогащенной сульфатом цинка, – только на 18 и 25%, соответственно. Показатель соотношения суммы незаменимых к сумме заменимых аминокислот во всех вариантах опыта был близок к 0,4 – величине, которая считается оптимальной (Аністратенко и др., 2007).

Другие показатели биологической ценности белка мицелия гриба *G. lucidum* представлены в табл. 4.

Как известно, белок грибов лимитирован по ряду аминокислот, прежде всего, по лизину, треонину и изолейцину. Действительно, анализ аминокислотного состава показал, что основной лимитирующей незаменимой аминокислотой в белке мицелия гриба *G. lucidum* является лизин. При культивировании гриба на обычной питательной среде его скор составлял 28%, а выращивание его на питательной среде, обогащенной цитратом цинка, повышало его скор до 63%.

Таблица 1. Сравнительная оценка содержания азота и общего белка в мицелии гриба *G.lucidum*

Показатели	Вариант питательной среды, (M±m); n=5			
	Контроль № 1	Контроль № 2	Цитрат цинка	Цитрат германия
Общий азот, г/кг	33,0 ± 8,9	39,8 ± 2,1*	48,0 ± 1,8*	32,9 ± 1,5
Общий белок (n × 4,38), г/кг	144,5	174,7	210,2	144,1

Примечание: * – различие с контролем достоверно, $p < 0,05$.

Таблица 2. Аминокислотный состав белка мицелия гриба *G.lucidum*, выращенного на питательной среде, обогащенной цитратом цинка

Аминокислоты	Концентрация, мкмоль	Масса, мг	% по мкмоль	% к массе, мг	Скор, %
Лизин	3,854 ± 0,016	0,563	2,81	3,49	63
Гистидин	1,667 ± 0,110	0,258	1,22	1,60	–
Аргинин	5,714 ± 0,131	0,994	4,17	6,16	–
Аспарагиновая кислота	12,523 ± 0,239	1,666	9,15	10,33	–
Треонин	5,602 ± 0,081	0,667	4,09	4,13	103
Серин	7,024 ± 0,093	0,738	5,13	4,57	–
Глутаминовая кислота	13,621 ± 0,110	2,002	9,95	12,41	–
Пролин	12,857 ± 0,098	1,479	9,39	9,17	–
Глицин	23,571 ± 0,340	1,768	17,21	10,96	–
Аланин	14,656 ± 0,193	1,304	10,70	8,09	–
Цистин	11,429 ± 0,089	1,371	8,35	8,50	271
Валин	8,049 ± 0,093	0,942	5,88	5,84	117
Метионин	1,053 ± 0,017	0,157	0,77	0,97	–
Изолейцин	4,576 ± 0,048	0,599	3,34	3,72	93
Лейцин	5,660 ± 0,039	0,742	4,13	4,60	66
Тирозин	2,581 ± 0,022	0,467	1,88	2,90	91
Фенилаланин	2,500 ± 0,030	0,413	1,83	2,56	–
Сумма	136,938	16,129	100,00	100,00	–

Таблица 3. Оценка белковой компоненты биомассы мицелия гриба *G.lucidum*, культивируемого на питательных средах, обогащенных цитратами биометаллов

Вариант питательной среды	Сумма незаменимых аминокислот (Σ НАК), мг/кг	Сумма заменимых аминокислот (Σ ЗАК), мг/кг	Σ НАК/ Σ ЗАК
Контроль № 1	32,03	77,36	0,410
Контроль № 2	38,40	92,86	0,413
С цитратом цинка	45,50	115,80	0,393
С цитратом германия	32,13	76,66	0,419

Представленные данные свидетельствуют о том, что мицелий гриба *G.lucidum*, культивируемый на питательной среде с добавлением цитрата цинка, имел наиболее высокое количество общего белка (210,2 мг/кг), а также показатель аминокислотного сора (по лимитирующей аминокислоте – лизину) 63% и индекс питательности – 13,2, т.е. белок мицелия гриба, культивируемый на питательной среде с добавлением цитрата цинка, имел высокую биологическую ценность, что существенно отличает его от белка мицелия грибов, культивируемых на других питательных средах, и белка высших растений. Поэтому, дополняя растительную пищу грибами, культивируемыми на питательной среде с добавлением цитрата цинка, можно повысить общую биологическую ценность растительных продуктов вегетарианской диеты.

Грибы не являются жировым продуктом, однако содержание жира в некоторых дикорастущих и культивируемых грибах колеблется от 1,1 до 8,3%, занимая по этому показателю промежуточное положение между продуктами животного происхождения – молоком, мясом (говядиной), яйцами и растительными продуктами – крупами и т.д. (Скалецкая, Подпратов, 2008). Результаты по определению в биомассе грибного мицелия жира и его жирнокислотный состав приведены в табл. 5. Как видно из приведенных данных, введение в питательную среду цитратов цинка и германия вызывает почти 2-кратное повышение содержания жира в мицелии. Причем цитрат цинка обуславливает достоверно большее содержание жира в нем, чем его сульфат. Цитрат германия вдвое повышает в жире содержание линолевой кислоты (ω_6). Значительное

содержание суммы линолевой (ω_6) и линоленовой (ω_3) жирных кислот (от 30,6 до 73,0%) и олеиновой жирной кислоты (до 22,79%) свидетельствует о высокой биологической ценности жира мицелия гриба *G.lucidum*. В целом его можно характеризовать как полноценный, что открывает перспективу для использования грибного мицелия, полученного на питательной среде, обогащенной цитратами биометаллов, для коррекции жирнокислотного состава рациона человека.

Основная часть суммарных углеводов всех грибов – это полисахариды различной степени полимеризации. Они составляют фракцию клетчатки, в которую входят азотсодержащий полимер клеточной стенки грибов – хитин, а также пигменты (меланины и хиноны). Часть этих полисахаридов, связанных с белком, обладает фармакологической активностью, благодаря чему грибы способны стимулировать иммунную систему человека, а также проявлять онкостатическое действие. Полученные результаты по изучению влияния исследуемых цитратов на содержание в биомассе мицелия полисахаридов представлены в табл. 6.

Как видно из представленных данных, содержание полисахаридов в мицелии гриба *G.lucidum*, культивируемого на питательных средах, обогащенных цитратами биометаллов, достоверно выше, чем их содержание в мицелии гриба, культивируемого как на среде с сульфатом цинка (контроль № 2), так и на обычной питательной среде (контроль № 1).

Результаты изучения влияния цитратов цинка и германия на содержание в грибном мицелии витаминов показаны в табл. 7.

Таблица 4. Показатели биологической ценности белка мицелия гриба *G.lucidum*

Показатели	Вариант питательной среды			
	Контроль № 1	Контроль № 2	С цитратом цинка	С цитратом германия
АМ-СКОР, %	28	33	63	28
Индекс питательности	4,05	5,76	13,24	4,03

Таблица 5. Содержание липидов в мицелии гриба *G.lucidum* и его жирнокислотный состав

Питательная среда	Общее содержание жира, г/кг, (M±m); n=5	Содержание НЖК, %		Содержание МНЖК/% олеиновая	Содержание ПНЖК, %		Σ ($\omega_3+\omega_6$), %
		Пальмитиновая	Стеариновая		Линолевая (ω_6)	Линоленовая (ω_3)	
с ZnSO ₄	89,7 ± 0,61	16,35	5,45	18,81	52,30	1,63	53,93
ZnCit ₂	125,0 ± 0,45*	22,05	8,63	22,79	29,75	0,85	30,60
GeCit ₂	112,0 ± 0,76*	17,17	5,66	21,53	49,55	0,50	50,05

Примечание: * – различие с контролем достоверно, $p < 0,05$.

Таблица 6. Содержание полисахаридов в мицелии гриба *G.lucidum*

Вариант питательной среды	Содержание полисахаридов (M ± m), n=3	
	В навеске, мг	г/кг
Контроль № 1	0,8599 ± 0,0017	433,7
Контроль № 2	1,0841 ± 0,0029	542,1
С цитратом цинка	1,2720 ± 0,0011*	636,0
С цитратом германия	1,1386 ± 0,0027*	569,3

Примечание: * – различие с контролем достоверно, $p < 0,05$.

Таблица 7. Характеристика витаминного спектра мицелия гриба *G.lucidum*

Витамины, мг/кг	Вариант питательной среды, (M ± m); n=5			
	Контроль № 1	Контроль № 2	Глюкозопептонная с добавлением	
			ZnCit ₂	GeCit ₂
Аскорбиновая кислота (витамин С)	1818 ± 91	5158 ± 258*	15351 ± 768*	2982 ± 149*
Тиамин (В ₁)	–	31,6 ± 01,6	33,5 ± 01,0*	33,8 ± 01,1
Рибофлавин (В ₂)	40,0 ± 01,0	10,8 ± 00,3*	52,7 ± 00,4*	75,2 ± 02,0*
Пиридоксин (В ₆)	390,8 ± 04,5	475 ± 04,2	517,4 ± 03,2*	966,8 ± 30,2*
Ниацин (РР)	13,2 ± 00,09	43,6 ± 02,2*	75,0 ± 02,6*	32,0 ± 03,3*
Ретинол (витамин А)	0,46 ± 00,02	0,25 ± 00,07	0,53 ± 00,025*	2,8 ± 00,11

Примечание: * – различие с контролем достоверно, $p < 0,05$.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что введение в питательную среду цинка, особенно в виде цитрата, а также в меньшей степени цитрата германия содействует синтезу в мицелии гриба аскорбиновой кислоты (витамина С). Так, его содержание в мицелии, культивируемом на питательной среде с цитратом цинка, примерно в 8 раз выше, чем в мицелии, полученном на обычной среде (контроле № 1). При культивировании гриба на питательной среде, обогащенной сульфатом цинка, содержание витамина С повышается примерно в 3 раза, а на среде с цитратом германия – в 1,5 раза.

Цитрат германия способствуют повышению в мицелии гриба содержания витамина В₆ в 34 раза и витамина В₂ – в 2 раза. Цитрат германия повышает содержание витамина А в мицелии в 6 раз. В присутствии цитрата цинка отмечено достоверное увеличение по сравнению с контролем содержания в биомассе мицелия всех исследуемых показателей витаминного спектра. Наличие в полу-

ченном грибном мицелии гриба *G.lucidum* витаминов антиоксидантного ряда (С и А) делает перспективным создание на его основе специальных продуктов антиоксидантной направленности.

ВЫВОДЫ

В результате проведенной оценки пищевой и биологической ценности биомассы мицелия гриба *G.lucidum*, культивируемого на жидкой питательной среде, обогащенной цитратами цинка и германия, выявлено, что цитраты этих элементов влияют на синтезирующую активность грибного мицелия. Так, обогащение питательной среды цитратом цинка приводило к увеличению содержания в мицелии белка на 45,5% и полисахаридов – на 21%. Цитрат цинка увеличивал также содержание в мицелии жира на 52%, а цитрат германия – на 43%. Белок мицелия гриба *G.lucidum*, культивированного на питательной среде с цитратом цинка, по своей биологической ценности весьма

существенно отличается от белков мицелия, культивируемого на других питательных средах, и белков высших растений. Он имеет наибольший показатель аминокислотного сора (по лимитирующей кислоте – лизину) – 63% и наивысший индекс питательности – 13,24.

Установлено, что исследуемые цитраты повышают биологическую ценность жира грибного мицелия. Так, цитрат германия увеличивает в нем содержание полиненасыщенной жирной кислоты ω_6 в 2 раза.

Обогащение питательной среды данными цитратами достоверно повышает содержание в мицелии культивируемого гриба витаминов. Цитрат цинка индуцирует синтез в мицелии витамина С и ниацина, цитрат германия – витаминов В₆, В₂ и А.

Полученные результаты могут быть использованы для модификации способа глубинного культивирования мицелия грибов с целью получения пищевого грибного сырья повышенной биологической ценности, которое может быть применено для создания пищевых продуктов специального назначения с целью коррекции рациона для решения важной гигиенической проблемы, макро- и микронутриентного дефицитов в питании населения.

ЛИТЕРАТУРА

Аністратенко Т.І., Білко Т.М., Благодарова О.В. та ін. Гігієна харчування з основами нутриціології : підручник: у 2-х кн. Кн. 1 / проф. В.І. Ципріян (ред.). К.: Медицина, 2007. 528 с.

Бабицкая В.Г. Грибные пищевые добавки. Микробиология и биотехнология XXI ст. Минск. 2002. № 2. С. 202–203.

Бабицкая В.Г., Щерба В.В., Бисько Н.А. Грибы рода *Cordyceps* – продуценты биологически активных соединений // Мат. VI Междунар. науч. конф. «Совре-

менное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии». Минск. 2008. Т. 1. С. 284–286.

Бухало А.С., Бабицкая В.Г., Бисько Н.А. и др. Биологические свойства лекарственных макромицетов в культуре. Сборник научных трудов в двух томах. Т. 1. Киев: Альтерпрес, 2011. 211 с.

Державна фармакопея. I-е видання / МОЗ України. Харків. 2001. С. 396 – 457.

Методы определения витамина А. ГОСТ 26573.1-93. Минск, 1993. 14 с.

Определение аскорбиновой кислоты в пищевых продуктах и готовой пище. ГОСТ 7047-55. М.: Изд-во стандартов, 1955. 49 с.

Покровский А.А. Метаболические аспекты фармакологии и токсикологии пищи. М.: Медицина, 1997. 251 с.

Скалецька Л.Ф., Подпратов Г.І. Біохімічні зміни продукції рослинництва при її зберіганні та переробці: навч. посібник. К.: Видавничий центр НАУ, 2008. 287 с.

Соломко С.Ф. Грибы как физиологически функциональный пищевой продукт и источник фармакологически активных лекарственных средств // Мат. Междунар. конф. «Перспективы использования лекарственных грибов при решении медико-экологических проблем» (10–11 сент.). Киев. 2004. С. 70–80.

Crisan E.V., Sands A. Nutrition value. The biology and cultivation of edible mushrooms. New York: Acad. Press, 1978: 137–168.

Gao Y., Zhou S., Huang M., Xu A. Antibacterial and antiviral value of the genus *Ganoderma* P.Karst. species (*Aphyllorphomycetidae*): a review // Int J Med Mushrooms. 2003. 5(3):235–246.

Hu Sh.-H., Lien J.-L., Hsieh Sh.-L. et al. Antioxidant and antigenotoxicity activities of extracts from liquid submerged culture of culinary – medicinal *Ferula* oyster mushroom, *Pleurotus eryngii* (DC.) Quel. Var. *ferulae* (Lanzi) Sacc. (*Agaricomycetidae*) // Int J Med Mushr. 2009. 11(4):116.

NUTRITIONAL AND BIOLOGICAL VALUE OF FUNGUS *GANODERMA LUCIDUM* MYCELIUM, CULTIVATED ON THE MEDIUM, ENRICHED WITH ZINC AND GERMANIUM CITRATES

¹ A.N.Marzeev Institute for Hygiene and Medical Ecology, National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Popudrenka str., 50, Kiev 02660, Ukraine; e-mail: gumapa@ukr.net

² Nanotechnology and Resource Preservation Ukrainian State Research Institute, Bozhenko str., 84, Kiev 03150, Ukraine

ABSTRACT. Modern industrial production of edible and medicinal mushrooms is strictly connected with optimization of cultivation methods and obtaining mushrooms with high biological activity. In this respect production of mycelium seems to be of special interest. The aim of the present work was evaluation of zinc and germanium citrates effect on nutritional and biological properties of *G.lucidum* mushrooms mycelium. The utilization of 300 mg Zn/l and/or 200 mg Ge/l of cultivated medium revealed an increase of nutritional significance of the product. Thus, zinc citrate was shown to increase the amount of total protein content by 45.5% and polysaccharides concentration – by 22%. Furthermore the highest aminoacid score – 63% and high nutritional index – 13.24–were typical for protein of fungi mycelium enriched with zinc citrate. Addi-

tion of zinc and germanium citrates to cultivating medium doubled the content of lipids in the mycelium of *G.lucidum* mushrooms. Synchronic effect of zinc and germanium citrates was characterized also by significant improvement of the content of vitamins B group and also vitamins C and A. The results indicated the prospects of zinc and germanium citrates utilization for modification of *G.lucidum* mycelium production biotechnology.

KEYWORDS: fungus *G.lucidum* mycelium, food and biological value, zinc and germanium citrates.

REFERENCES

- Anistratenko T.I., Bilko T.M., Blagodarova O.V. et al.* [Nutritional hygiene with elementaries of nutritiology: a handbook]. Kiev: Meditsina, 2007 (in Ukr.).
- Babitskaya V.G.* // Mikrobiologiya i biotekhnologiya XXI st. Minsk. 2002, 2:202–203 (in Russ.).
- Babitskaya V.G., Shcherba V.V., Bis'ko N.A.* // Proc. VI Int. Sci. Conf. "Current state and prospects of microbiology and biotechnology". Minsk. 2008, 1:284–286 (in Russ.).
- Bukhalo A.S., Babitskaya V.G., Bis'ko N.A. et al.* [Biological properties of cultured medicinal macromycetes]. Vol. 1. Kiev: Al'terpres, 2011 (in Russ.).
- Ministry of Healthcare of Ukraine. [State pharmacopoeia]. Kharkiv. 2001. P. 396–457 (in Ukr.).
- GOST 26573.1-93. [Methods of vitamin A determination]. Minsk, 1993 (in Russ.).
- GOST 7047-55. [Determination of ascorbic acid in foodstuffs and ready meals]. Moscow: Izd-vo standartov, 1955 (in Russ.).
- Pokrovskiy A.A.* [Metabolic aspects in pharmacology and toxicology of food]. Moscow: Meditsina, 1997 (in Russ.).
- Skalets'ka L.F., Podpryatov G.I.* [Biochemical changes in agricultural products during storage and processing]. Kiev: Vidavnicхий tseñtr NAU, 2008 (in Ukr.).
- Solomko E.F.* // Proc. Int. Conf. "Prospects in use of medicinal mushrooms for solving medical-ecological problems". Kiev, 2004. P. 70–80 (in Russ.).
- Crisan E.V., Sands A.* Nutrition value. The biology and cultivation of edible mushrooms. New York: Acad. Press, 1978: 137–168.
- Gao Y., Zhou S., Huang M., Xu A.* // Int J Med Mushrooms. 2003, 5(3):235–246.
- Hu Sh.-H., Lien J.-L., Hsieh Sh.-L., Wang J.-Ch., Chang S.-J.* // Int J Med Mushrooms. 2009, 11(4):116.