

при оцінці показника еколого-хімічної безпеки транспортних засобів враховувати вплив технічного стану ДВЗ на масовий викид  $i$ -ої шкідливої речовини, тобто:

$$M_i = m_i \cdot k_{i(TЗ)}, \quad (13)$$

де  $k_{i(TЗ)}$  – коефіцієнт, який враховує вплив величини пробігу транспортного засобу і відповідно технічного стану ДВЗ на масовий рівень викиду  $i$ -ої шкідливої речовини.

Графік, побудований на підставі експериментальних даних (рис. 3), був доповнений, для наочності, розрахованими значеннями критерію відповідності транспортних засобів міжнародним вимогам «Євро-4».

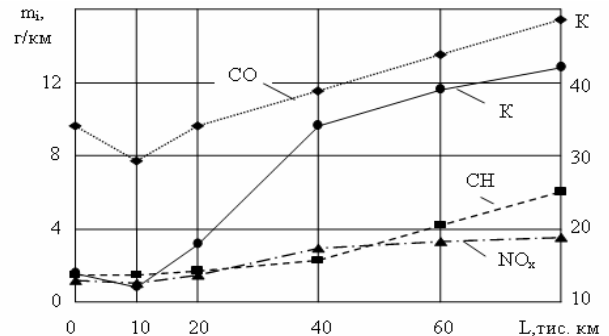


Рис. 3. Залежність еколого-хімічних показників транспортних засобів від їх пробігу

**Список літератури:** 1. *Иванов А.* Удельные показатели образования вредных веществ, выделяющихся в атмосферу от основных видов технологического оборудования предприятий машиностроения и военно-промышленного комплекса [Текст] / А. Иванов. – Х.: ХГПИ, 1997. – Т.1.– 318 с. 2. *Канило П.М.* Анализ экологохимических показателей легковых автомобилей при использовании различных топлив / П.М. Канило, М.В. Сарапина // Проблемы охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: зб. наукових праць. – Х.: Райдер. – 2008. Вып. XXX. – С. 248-259. 3. *Воробьев-Обухов А.И.* Наночастицы и мегазатраты / А.И. Воробьев-Обухов // За рулем. – 2008. – № 1. – С. 176-177. 4. *Коротков М.В.* Пробег и экологическая безопасность автомобиля / М.В. Коротков, Е.В. Бондаренко // Автомобильная промышленность. – 2003. – № 5. – С. 8-10. 5. *Ахмедов Р.Б.* Технология сжигания горючих газов и жидких топлив [Текст] / Р.Б. Ахмедов, Л.М. Цирульников. – Л.: Недра, 1984. – 283 с. 6. *Канило П.М.* Автомобиль и окружающая среда [Текст] / П.М. Канило, И.С. Бей, А.И. Ровенский. – Х.: Прапор, 2000. – 304 с. 6. *Звонов В.А.* Анализ европейских норм на выбросы вредных веществ с отработавшими газами автомобильных дизелей / В.А. Звонов, Л.С. Заиграев // Автошляховик України.– 1996.– № 2.– С. 2-5. 7. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды / [авт. текста И. Петров]. – М.: Экономика, 1986. – 95 с.

Поступила в редколлегию 23.11.2011

УДК 573.6.086.83:582.28

*Л. О. АНТОНЕНКО*, асп., НТУУ «КПІ», Київ

## ПЕРСПЕКТИВИ ОТРИМАННЯ БАД НА ОСНОВІ БІОМАСИ CORIOLUS VERSICOLOR

Розглянута можливість використання біомаси базидіального гриба *Coriolus versicolor* для створення БАД лікувально-профілактичного або харчового призначення. Оптимізовано поживне середовище та умови культивування.

**Ключові слова:** біомаса, *Coriolus versicolor*, БАД

Рассмотрена возможность использования биомассы базидиального гриба *Coriolus versicolor* для создания БАД лекарственно-профилактического и пищевого назначения. Оптимизированы

питательная среда и условия культивирования. Представлено химический, амынокислотный и жирнокислотный состав биомассы.

**Ключевые слова:** биомасса, *Coriolus versicolor*, БАД

The possibility of using biomass basidiomycete *Coriolus versicolor* to create a dietary and preventive medicinal supplements. Optimized nutrient medium and the conditions of cultivation. Presented by the chemical, aminoacid and fatty acid composition of the biomass.

**Key words:** biomass, *Coriolus versicolor*, supplement

## **Вступ**

Базидіальні гриби є цінним харчовим продуктом завдяки наявності в них не лише дієтичного білку, а й незамінних у харчуванні людини компонентів (амінокислот, вітамінів, мікроелементів тощо) [1].

Вид *Coriolus versicolor* найчастіше згадується в медико-біологічній літературі як продуцент біологічно активних сполук, і традиційно використовується в народній медицині Сходу. Для нього характерна здатність до швидкого росту в умовах глибинної культури та накопичення біомаси з високим вмістом білку, що може бути перспективним з точки зору розробки технології отримання інтактною міцеліальною біомаси цих грибів лікувально-профілактичного або харчового призначення.

## **Постановка проблеми**

Аналіз даних літератури показав [1, 2], що для розробки технології отримання харчової добавки на основі грибів роду *Coriolus* перепонує є фрагментарна інформація щодо вивчення трофічних потреб *Coriolus*, їх культуральних та біосинтетичних особливостей в умовах штучної культури. Крім того, ці параметри можуть значно варіювати в залежності від штаму і тому є необхідність підбирати оптимальні умови та режими культивування для вибраних штамів. Таким чином, дослідження в цьому напрямку є доцільними.

**Мета досліджень** – оптимізація складу поживного середовища та умов культивування для отримання біомаси лікувально-профілактичного призначення.

Об'єкт дослідження – штам 353 *Coriolus versicolor* - отриманий з колекції культур шапинкових грибів Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України.

## **Експериментальна частина**

Результатом дослідження ростових характеристик штаму 353 *C.versicolor* в глибинній культурі стало встановлення умов культивування, що забезпечують високий вихід біомаси (температура 30 °С, швидкість перемішування 120-180 об/хв., аерація 1об/об/хв.).

Склад середовища культивування було оптимізовано з використанням плану дробного факторного експерименту за кількісним вмістом глюкози, пептону, сухого дріжджового екстракту, пивного суслу, концентрації водневих іонів (рН). Отримане комплексне середовище, що забезпечувало вихід біомаси в межах 14,5-16,0 г/дм<sup>3</sup> на 4 добу культивування.

Вивчення біохімічних характеристик сухої біомаси штаму 353 *C.versicolor*, отриманої на комплексному середовищі, дало змогу встановити хімічний склад міцелію (таблиця 1). Вміст сирого протеїну (32 %) на рівні з аналогічним показником для *Pleurotus ostreatus*. Виский вміст золи ймовірно пов'язаний з

вихідним значним вмістом зольних елементів у середовищі культивування (пивне сусло, дріжджовий екстракт).

Таблиця 1. Загальний хімічний склад глибинного міцелію

Показник	Вміст, % від абсолютно сухої маси		
	<i>Coriolus versicolor</i> 353 ІБК	<i>Ganoderma lucidum</i> 1621 ІБК [3]	<i>Pleurotus ostreatus</i> 101937 CBS [4]
Сирий протеїн (Nx4,38)	32,0±0,1	28,1±0,1	36,0±0,3
Ліпіди	3,3±0,4	6,1±0,4	2,1±0,1
Загальні вуглеводи	52,1±0,3	59,8±0,3	54±0,3
Зола	12,6±0,4	6,0±0,4	7,9±0,3

У гідролізатах біомаси штаму 353 *C.versicolor* нами виявлено 17 амінокислот (таблиця 2).

Таблиця 2. Амінокислотний склад сухої біомаси і вихідного поживного середовища

Амінокислоти		Вихідне поживне середовище	<i>C.versicolor</i> 353 ІБК
		Вміст, % від загальної кількості	
Незамінні	Лізин	6,91±0,11	6,72±0,12
	Треонін	5,32±0,13	5,59±0,12
	Валін	5,42±0,12	4,56±0,11
	Метіонін і цистин*	0,61±0,10 1,42±0,10	1,91±0,11 0,75±0,11
	Ізолейцин	4,55±0,11	2,91±0,11
	Лейцин	7,18±0,11	7,74±0,11
	Фенілаланін і тирозин*	4,85±0,11 1,35±0,11	4,96±0,12 3,19±0,11
Замінні	Гістидин	2,05±0,13	2,46±0,11
	Аргінін	5,0±0,12	7,01±0,11
	Аспарагінова кислота	12,74±0,31	10,2±0,31
	Серин	5,62±0,22	6,33±0,11
	Глутамінова кислота	20,53±0,31	15,12±0,31
	Пролін	3,82±0,11	5,86±0,11
	Гліцин	5,28±0,13	6,19±0,12
	Аланін	7,36 ±0,21	8,5±0,12
Показники	Сума незамінних АМ (Е)	34,83	34,39
	Сума замінних АМ (N)	65,17	65,61
	Е/N	0,53	0,52

Примітка. \* Потреба організму людини в метіоніні задовольняється на 80-89% замінною амінокислотою цистином, а у фенілаланіні – на 70-75% замінною амінокислотою тирозином, тому обидві названі пари амінокислот оцінюють разом

Амінокислотний склад білкових речовин дослідженого штаму подібний до амінокислотного складу білків інших грибів.

Загальновідомо, що одним з показників, які характеризують біологічну цінність білку є співвідношення сумарного відсоткового вмісту незамінних амінокислот до вмісту решти (E/N). Тому доцільно було розрахувати цей показник для біомаси штаму 353 *C.versicolor*.

Даний показник для білку біомаси складав 0,52, що на рівні з відповідними показниками для білку біомаси таких грибів як *Pleurotus ostreatus* (0,52), *Schizophyllum commune* (0,51), *Flammulina velutipes* (0,48), *Ganoderma lucidum* (0,48), *Grifola frondosa* (0,48), і в 2,0 рази менше, ніж біологічна цінність білку яєчного альбуміну, показник якого прийнятий за одиницю.

Порівняння вмісту амінокислот біомаси досліджуваного штаму зі стандартним білком (шкала ФАО/ВООЗ) показав, що він лімітований за метіоніном і цистеїном. За вмістом решти амінокислот білок біомаси знаходиться на рівні стандартного білку.

За даними літератури між амінокислотним складом білку та ступенем його розщеплення травними ферментами існує безпосередній взаємозв'язок. Нами розраховано, що для білку біомаси штаму 353 *C.versicolor* ступінь переварювання становив 2,34, що на рівні з показником для соєвого борошна (2,1).

Жирнокислотний склад сухої біомаси представлений в таблиці 3.

Таблиця 3. Жирнокислотний склад глибокого міцелію

Жирна кислота	Код жирної кислоти	Вміст, % загальної кількості		
		<i>C.versicolor</i> 353 ІБК	<i>C.pubescens</i> 923-2 ЛЕ (БИН) [1]	<i>P.ostreatus</i> 101937 CBS [4]
Мірістінова	C 14:0	0,31 ± 0,02	-	1,5 ± 0,4
Пальмітинова	C 16:0	22,73 ± 0,30	34,5 ± 0,6	18,4 ± 1,9
Гептодеканова	C 17:0	0,45 ± 0,02	-	-
Стеаринова	C 18:0	5,48 ± 0,54	4,1 ± 0,2	-
Арахідонова	C 20:0	0,3 ± 0,16	-	-
Бегенова	C 22:0	0,43 ± 0,01	-	-
Сума насичених		29,70	38,6	19,9
Пальмітоолеїнова	C 16:1	0,61 ± 0,12	1,3 ± 0,2	1,5 ± 0,4
Гептадеценева	C 17:1	0,86 ± 0,04	-	-
Олеїнова	C 18:1n9c	25,94 ± 0,30	33,4 ± 0,5	18,4 ± 1,6
Лінолева	C 18:2n6c	48,1 ± 0,46	25,7 ± 0,3	43,2 ± 1,5
Ліноленова	C 18:3n3	0,39 ± 0,12	сліди	-
Сума ненасичених кислот		75,9	60,4	63,1

Примітка: «-» дані відсутні

Фракція жирних кислот біомаси штаму 353 *C. versicolor* характеризується високим (більше 75,9 %) вмістом ненасичених жирних кислот (олеїнова та лінолева).

Високий вміст лінолевої кислоти в ліпідах грибів білої гнилі, до яких належить і рід *Coriolus* узгоджується з даними літератури [5]. Серед насичених жирних кислот більший відсоток належить пальмітиновій (22,73 %) та стеариновій кислоті (5,48 %). Для порівняння в таблиці 3 наведені дані жирнокислотного складу біомаси базидіоміцетів *Coriolus pubescens*, *Pleurotus ostreatus*.

Фракція жирних кислот біомаси *C.versicolor* 353 переважає аналогічні фракції штамів взятих для порівняння за відсотковим вмістом лінолевої (48,1 %) та стеаринової (5,48 %) жирних кислот, проте поступається за вмістом пальмітинової та олеїнової кислот штаму *C.pubescens* 923-2.

Літературні дані [5] свідчать про те, що в процесі біодеградації лігніну гриби білої гнилі, серед яких і рід *Coriolus*, генерують активні форми кисню: за участі лігнінази відбувається утворення катіонних радикалів фенольної природи. Оскільки, ненасичені жирні кислоти легко піддаються вільнорадикальному окисленню в присутності активних форм кисню, тому складаються умови, що сприяють активації перекисного окислення ліпідів (ПОЛ) міцелію. У зв'язку з цим гриби білої гнилі мають механізми, що обмежують розвиток надлишкового ПОЛ завдяки утворенню речовин з антиокислювальною активністю (антиоксидантів), тому гриби роду *Coriolus* можна розглядати як потенційні джерела для здобуття біоантиоксидантів або комплексних препаратів, що мають антиоксидантні властивості.

### **Висновок**

Таким чином, встановлено, що за вмістом незамінних амінокислот білок біомаси штаму 353 *C.versicolor* відповідає стандарту ФАО/ВООЗ на продукти харчування.

Хімічний склад міцелію, якісний і кількісний амінокислотний та жирнокислотний склад біомаси дає змогу констатувати її значну біологічну цінність і створює підґрунтя для подальшого використання у вигляді харчової добавки.

**Список літератури:** 1.Горшина, Е. С. Глубинное культивирование грибов рода *Trametes* Fr. с целью получения биологически активной биомассы [текст] : дис. ... канд. биол. наук: 03.00.23, 03.00.24 / Е. С. Горшина. – М., 2003. – 250 с. 2.Белова, Н. В. Перспективы использования биологически активных соединений высших базидиомицетов в России [текст] / Н. В. Белова // Микол. и фитопатол. – 2004. – Т. 38, № 2. – С. 1–5. 3.Круподьорова, Т. А. Біологічні особливості *Ganoderma applanatum* (Pers.: Wallr.) Pat. та *G. lucidum* (Curtis: Fr.) P. Karst. в культурі [текст] : автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.21 / Т. А. Круподьорова. – К. : Ін-тут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України, 2009. – 21 с. 4.For higher Basidiomycetes mushrooms grown as biomass in submerged culture [text] : pat. 6,372,964 B1 U.S. : Int. Cl. A 01 H 15/00 / Wasser S. P., Reshetnikov S. V., Solomko E. F., Buchalo A. S., Nevo E. ; assignee Med Myco Ltd. - № 09/432,653 ; appl. 2.11.1999 ; - publ. 16.04.2002. – 16 p. 5.Капич, А. Н. Биосинтетическая активность дереворазрушающих грибов при глубинном культивировании [текст] / А. Н. Капич // Микол. и фитопатол. – 1990. – Т.24, №5. – С. 377–384.

*Поступила в редколлегию 23.11.2011*