

ВИВЧЕННЯ ВІТАМІННОГО СКЛАДУ СУХИХ ПОРОШКІВ БІОМАСИ *FLAMMULINA VELUTIPES*

Ключові слова: лікарський гриб, *Flammulina velutipes*, вітаміни

В умовах сьогодення, як доведено світовим медичним досвідом і численними науковими дослідженнями, для повноцінного харчування людині необхідні не тільки білки, жири і вуглеводи, але й вітаміни і мінерали, які не синтезуються або синтезуються в недостатній кількості в організмі та надходять із харчовими продуктами, вміст у яких є досить незначним.

Вітаміни не є структурними компонентами мембран клітин, як жири й білки, не є джерелами енергії, як резервні речовини, проте входять до складу ферментів, що каталізують реакції обмінних процесів організму, а також беруть участь у побудові та функціонуванні клітинних структур. Вітаміни необхідні для забезпечення процесів росту та підтримки нормального кровотворення й статевої функції, належної діяльності нервової, серцево-судинної та травної систем, функціонування залоз внутрішньої секреції, а також підтримки зору. Їм належить вагома роль у забезпеченні адекватної імунної відповіді, підтримці резистентності організму людини до впливу низки інфекцій, отруйних речовин, радіоактивного випромінювання та інших несприятливих факторів зовнішнього середовища [1–4].

Комплекси вітамінів, що містяться в рослинних і тваринних продуктах, мають значні переваги над синтетичними сполуками, оскільки вони знаходяться у гармонійному співвідношенні та поєднанні з рештою біологічно активних речовин [1].

У науковій літературі зустрічаються дані щодо вітамінного складу *Flammulina (F.) velutipes*. Відомо, що лікарський гриб містить вітаміни групи В, вітамін D та РР [5–8]. Проте значень їх кількісного вмісту у біомасі нами практично не знайдено [6].

Попередні дослідження, що були спрямовані на порівняльне вивчення якісного складу та кількісного вмісту біологічно активних речовин у сухих порошках біомаси (СПБ) *F. velutipes*, встановили наявність у субстанціях полісахаридів, амінокислот та жирних кислот [9, 10].

Метою роботи було вивчення вітамінного складу біомаси лікарського гриба *F. velutipes*, одержаної методами біотехнологічного синтезу, як перспективної субстанції для лікарських та лікувально-профілактичних засобів.

Матеріали та методи дослідження

Об'єктами дослідження були СПБ *F. velutipes*, одержаного глибинним та поверхневим культивуванням штаму *Flammulina velutipes (Curtis) Singer 1878* із Колекції культур шапинкових грибів (ІВК) Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України (м. Київ).

Як поживне середовище використовували водну суспензію CO₂-шроту амаранту (60 г/л) – побічного продукту екстракції рідким вуглекислим газом насіння *Amaranthus caudatus* L. сорту «Геліос» (дослідне виробництво ДУ «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України» (м. Київ) та ПВКФ «Ганоль» (м. Кіровоград)). Після стерилізації в автоклаві (30 хв, 1 атм., 121 °С) ємності інокулювали рідкою гомогенізованою суспензією біомаси (10% за об'ємом) *F. velutipes* у воді

очищений, що була попередньо вирощена у чашці Петрі на агаризованому глюкозо-пептонно-дріжджовому середовищі такого складу (г/л): глюкоза – 25, пептон – 3, дріжджовий екстракт – 2, KH_2PO_4 – 1, K_2HPO_4 – 1, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,25. Глибинне культивування виконували у колбах об'ємом 500 мл у термостатичному приміщенні на лабораторній качалці (120 об/хв) за температури 26 ± 2 °С, рН середовища – 6,0, протягом 10 діб. Поверхнєве вирощування здійснювали у мікробіологічних матрацах у термостатичному приміщенні (температура – 26 ± 2 °С, рН середовища – 6,0, тривалість культивування – 14 діб). Отриману біомасу висушували у вакуумній ліофільній сушарці Cryodos-500 (Terrasa, Іспанія) та подрібнювали.

Вміст вітамінів групи В визначали методом флуориметрії (вітамін B_1 – у перерахунок на тіамін, вітамін B_2 – у перерахунок на рибофлавін, вітамін B_9 – у перерахунок на загальну фолієву кислоту) на флуориметрі Luminescence Spectrometer Perkin Elmer LS-50 (США) [11–13]. Вміст вітаміну РР вивчали спектрофотометрично (у перерахунок на нікотинову кислоту (ніацин)) на спектрофотометрі СФ-26 (Росія) [11, 14].

Результати дослідження та обговорення

Результати визначення кількісного вмісту вітамінів у біомасі лікарського гриба *F. velutipes*, одержаного різними методами культивування, наведено в таблиці.

Т а б л и ц я

Вітамінний склад сухих порошоків біомаси *F. velutipes*

Вітамін	СПБ <i>F. velutipes</i> , отриманої у глибинній культурі, мг/100 г	СПБ <i>F. velutipes</i> , отриманої у поверхневій культурі, мг/100 г
B_1 (тіамін)	$3,2 \pm 0,2$	$2,6 \pm 0,18$
B_2 (рибофлавін)	$1,13 \pm 0,03$	$1,08 \pm 0,03$
B_9 (фолієва кислота)	$37,94 \pm 2,0$	$31,67 \pm 1,67$
РР (ніацин)	$16,7 \pm 1,2$	$14,9 \pm 1,3$

Примітка: $n = 5$.

Найнижчий вміст серед досліджуваних вітамінів мав рибофлавін ($1,08 \pm 0,03$ – $1,13 \pm 0,03$ мг/100 г біомаси). Вітамін B_2 є коферментом, що входить до складу флавопротеїнової ферментної системи. Основною функцією є транспорт водню в дихальному ланцюзі до цитохромів. Також, він має антиоксидантні властивості, бере участь у кровотворенні, сприяючи збільшенню рівня гемоглобіну та еритроцитів. Добова потреба у цьому вітаміні становить у чоловіків – 1,5–2,0 мг, у жінок – 1,3–1,6 мг [15].

У невеликій кількості знайдено вітамін B_1 у складі біомаси *F. velutipes* ($2,6 \pm 0,18$ – $3,2 \pm 0,2$ мг/100 г біомаси). Тіамін регулює діяльність нервової системи, бере участь в обміні речовин, особливо вуглеводному, сприяючи окисненню продуктів їх розпаду. Він забезпечує правильну передачу нервових імпульсів, стимулює роботу мозку, необхідний для серцево-судинної та ендокринної систем, для обміну ацетилхоліну, що є хімічним передавачем нервового збудження. Вітамін B_1 не може накопичуватися в організмі людини, тому необхідно, щоб він надходив в організм щодня. Добова потреба у тіаміні становить у дорослого чоловіка – 1,6–1,7 мг, жінки – 1,3–1,5 мг, однак за умов фізичного та розумового навантаження цей показник зростає [15, 16].

СПБ лікарського гриба є субстанцією з високим вмістом фолієвої кислоти та ніацину (відповідно $31,67 \pm 1,67$ – $37,94 \pm 2,0$ мг/100 г біомаси та $14,9 \pm 1,3$ – $16,7 \pm 1,2$ мг/100 г біомаси). Вітамін B_9 складається з трьох компонентів: птеридину, пара-амінобензойної та глутамінової кислот. Його похідні беруть участь в утворенні коферментів у ферментативних реакціях під час обміну амінокислот (серину, гліцину, гістидину), при синтезі метіоніну, пуринових і піримідинових основ. Також займає важливе місце у синтезі нуклеїнових кислот. Фолієва кислота підвищує розумову

і фізичну працездатність, поновлює структуру нервової тканини, а також має ноотропну, антидепресантну, антиатеросклерозну та ін. дію. Добова потреба у фолієвій кислоті становить для дорослої людини 200 мкг, для вагітних жінок – 400 мкг [17].

Нікотинова кислота і нікотинамід є біологічними еквівалентами вітамінів, які належать до ніацину. Ніацин після всмоктування в тонкому кишечнику використовується в синтезі двох коферментів – НАД⁺ (нікотинамідаденіндинуклеотиду) і НАДФ⁺ (нікотинамідаденіндинуклеотидфосфату), які входять до складу гідрогеназ. Ці нікотинвісні ферменти беруть участь у циклі Кребса, гліколізі, пентозофосфатному циклі, окисненні гліцеролу, жирних кислот і амінокислот. Добова потреба дорослої людини у вітаміні РР становить 15–25 мг [18].

Встановлено, що кількісний вміст досліджуваних вітамінів у біомасі залежно від методу одержання коливався незначно. Показники СПБ *F. velutipes*, отриманої у глибинній культурі, були вищими порівняно з СПБ поверхневої. Так, глибинне вирощування дає змогу одержати субстанцію із вищим у 1,23 раза вмістом тіаміну, у 1,04 раза – рибофлавіну, у 1,2 раза – фолієвої кислоти та у 1,12 раза – ніацину.

В и с н о в к и

1. За допомогою методів флуориметрії та спектрофотометрії вперше було здійснено порівняльне дослідження кількісного вмісту вітамінів у сухих порошках біомаси лікарського гриба *F. velutipes*, які отримано методами біотехнологічного синтезу (глибинним та поверхневим культивуванням макроміцетів). Показники СПБ *F. velutipes*, отриманої у глибинній культурі, були вищими порівняно з СПБ поверхневої.

2. Встановлено, що в обох досліджуваних субстанціях домінувала фолієва кислота ($37,94 \pm 2,0$ мг/100 г – СПБ, отриманої у глибинній культурі; $31,67 \pm 1,67$ мг/100 г – СПБ, отриманої у поверхневій культурі), найнижчий вміст мав рибофлавін ($1,13 \pm 0,03$ мг/100 г – СПБ, отриманої у глибинній культурі; $1,08 \pm 0,03$ мг/100 г – СПБ, отриманої у поверхневій культурі).

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Тутельян В. А., Кукес В. Г., Фесенко В. П. Витамины и микроэлементы в клинической фармакологии. – М.: Палея, 2001. – 248 с.
2. Syed N. I., Arshad S., Syedetal A. A. A comparative study of antioxidant vitamins and simvastatinin hypercholesterolic rabbits // Pak. J. Pharm. Sci. – 2011. – V. 24, N 4. – P. 479–484.
3. Vajdy M. Immunomodulatory properties of vitamins, flavonoids and plant oils and their potential as vaccine adjuvants and delivery systems // Expert. Opin. Biol. Ther. – 2011. – V. 6, N 28. – P. 325–329.
4. Водославський В. М., Опрощанська Т. В., Хворост О. П. Вивчення вітамінного складу трави зірочника середнього // Акт. питання фармац. мед. науки та практики. – 2012. – № 2 (9). – С. 4–5.
5. Phillips K. M., Ruggio D. M., Horst R. L. Vitamin D and Sterol Composition of 10 Types of Mushrooms from Retail Suppliers in the United States // J. Agric. Food Chem. – 2011. – V. 59, N 14. – P. 7841–7853.
6. Шуктуева М. И., Автономова А. В., Масютин Я. А. та ін. Погруженное культивирование *Flammulina velutipes* и химический состав мицелия // Башкир. хим. журн. – 2011. – Т. 4, № 18. – С. 144–148.
7. Lee B. H. Fundamentals of Food Biotechnology. – Wiley Blackwell, Second edition, 2015. – P. 108.
8. Ming-Yei Yeh, Wen-Ching Ko, Li-Yun Lin. Hypolipidemic and Antioxidant Activity of Enoki Mushrooms (*Flammulina velutipes*) // BioMed Res. Inter. – V. 2014. – P. 1–6.
9. Буткевич Т. А., Попович В. П. Порівняльне вивчення амінокислотного складу сухих порошоків біомаси *Flammulina velutipes*, які отримані методами поверхневого та глибинного культивування // Фармац. часопис. – 2015. – № 1 (33). – С. 15–17.
10. Сятиня М. Л., Попович В. П., Буткевич Т. А. Жирнокислотний склад сухих порошоків *Flammulina velutipes*, які отримані методами біотехнологічного синтезу // Ліки України плюс. – 2015. – № 2 (23). – С. 83–86.
11. Островский Ю. М. Тиамин. / Экспериментальная витаминология. – Минск: Наука и техника, 1979. – С. 176–223.
12. Коденцова В. М. Выделение рибофлавинасвязывающего апобелка из белка куриных яиц и его использование для определения рибофлавина в биологических образцах // Прикладная биохим. микробиол. – 1994. – Т. 30, Вып. 4–5. – С. 603–609.
13. Григорьева М. П., Степанова Е. Н., Сапожникова Г. А. Флюорометрический метод определения фолієвої кислоти в пищевых продуктах // Вопросы питания. – 1969. – № 3. – С. 65–67.
14. Степанова Е. Н. Метод определения ниацина в пищевых продуктах // Там же. – 1963. – № 4. – С. 66–70.

15. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Хоменко О. О. Аналіз вітамінного та мінерального складу сортів арахісу, поширених в Україні // *Восточноєвропейський журн. передових технологій.* – 2013. – № 6/11 (66). – С. 4–7.
16. Тутельян В. А., Кулес В. Г., Фесенко В. П. Витамины и микроэлементы в клинической фармакологии. – М.: Палея, 2001. – 248 с.
17. Абдуєва Ф. М., Бичкова О. Ю., Бондаренко І. О. та ін. Клінічна фармакологія: Підр. для студентів і лікарів. – Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2011. – С. 173–176.
18. Нетюхайло Л. Г., Іщейкіна Л. К. Вітаміни (Частина III) // *Світ медицини та біології.* – 2012. – № 3. – С. 142–145.

Надійшла до редакції 09. 12. 2015.

Т. А. Буткевич¹, М. Л. Сятыня¹, В. П. Попович², Р. І. Козак¹

¹ Національний медичний університет імені А. А. Богомольця, г. Київ

² ООО «ПТФ “Экми”», г. Українка

ИЗУЧЕНИЕ ВИТАМИННОГО СОСТАВА СУХИХ ПОРОШКОВ БИОМАССЫ *FLAMMULINA VELUTIPES*

Ключевые слова: лекарственный гриб, *Flammulina velutipes*, витамины

АННОТАЦИЯ

Витамины не являются структурными компонентами мембран клеток, как жиры и белки, источниками энергии, как резервные вещества, однако входят в состав ферментов, которые катализируют реакции обменных процессов организма, а также участвуют в построении и функционировании клеточных структур. Комплексы витаминов, содержащихся в растительных и животных продуктах, имеют значительные преимущества перед синтетическими соединениями, поскольку они находятся в гармоничном соотношении и сочетании с остальными биологически активными веществами.

Целью работы было изучение витаминного состава биомассы лекарственного гриба *Flammulina velutipes*, полученной методами биотехнологического синтеза – глубинным и поверхностным культивированием на среде суспензии CO₂-шрота амаранта (60 г/л).

Содержание витаминов группы В определяли методом флуориметрии (витамин B₁, витамин B₂, витамин B₉), витамина PP – спектрофотометрически.

Установлено, что количественное содержание витаминов в биомассе лекарственного гриба в зависимости от метода получения колебалось незначительно. В обеих исследуемых субстанциях доминировала фолиевая кислота (37,94 ± 2,0 мг/100 г – сухой порошок биомассы, полученной в глубинной культуре; 31,67 ± 1,67 мг/100 г – сухой порошок биомассы, полученной в поверхностной культуре), самое низкое содержание имел рибофлавин (1,13 ± 0,03 мг/100 г – сухой порошок биомассы, полученной в глубинной культуре, 1,08 ± 0,03 мг/100 г – сухой порошок биомассы, полученной в поверхностной культуре).

Т. А. Butkevych¹, М. L. Syatynya¹, V. P. Popovych², R. I. Kozak¹

¹ Bogomolets National Medical University, Kyiv

² Limited liability manufacturing and trading company «ACME», Ukrainka

STUDY OF *FLAMMULINA VELUTIPES* BIOMASS DRY POWDERS VITAMIN COMPOSITION

Key words: medicinal mushroom, *Flammulina velutipes*, vitamins

ABSTRACT

Vitamins are not the structural components of cell membranes, as fats and proteins, not energy sources, as reserve substances, but they are the part of enzymes, which catalyze reactions of metabolic processes in the body and also they are involved in the construction and functioning of cellular structures. Vitamins complexes, which are contained in vegetable and animal products, have significant advantages over the synthetic compounds, because they are in a harmonic relationship and combination with other biologically active substances.

The aim of this study was to conduct vitamin's content in medicinal mushroom *Flammulina velutipes* biomass, that is obtained by biotechnological synthesis methods – submerged culture and cultivation in static conditions on the water suspension with waste of CO₂-extraction – Amaranthus flour (60 g/l).

The content of B group vitamins was determined by fluorimetry (vitamin B₁, vitamin B₂, vitamin B₉), vitamin PP – by spectrophotometry method.

It was found that the quantitative vitamins content in the medicinal mushroom's biomass was slightly fluctuated. In the both substances folic acid was dominated (37.94 ± 2,0 mg/100 g – biomass dry powder, obtained in submerged culture, 31.67 ± 1.67 mg/100 g – biomass dry powder, obtained in static conditions), riboflavin had the lowest content (1.13 ± 0.03 mg/100 g – biomass dry powder, obtained in submerged culture, 1.08 ± 1.08 mg/100 g – biomass dry powder, obtained in static conditions).

Електронна адреса для листування з авторами: but-t@ukr.net