

2. Castel J. V. Intestinal absorption of undegraded bromelain in humans. In: Absorption of orally administered enzymes / M. L. Gardner, K.-J. Steffens // Eds.– Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1995. – P. 47–60.
3. Черно Н. К. Дослідження арабіногалактану деревини *Pinus silvestris* / Н. К. Черно, Л. С. Гураль, О. В. Ломака // Харчова наука і технологія. – 2011. – № 4(17). – С. 22–26.
4. Ермаков А. И. Методы биохимического исследования растений // А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош. – Л. : Агропромиздат, 1987. – 430 с.

Отримано 30.10.2012. ХДУХТ, Харків.

© Н.К. Черно, Л.С. Гураль, О.В. Ломака, 2012.

УДК [635.82:66.014]-028.44

Н.К. Черно, д-р техн. наук (ОНАХТ, Одеса)

С.О. Озоліна, канд. хім. наук (ОНАХТ, Одеса)

О.В. Нікітіна, асп. (ОНАХТ, Одеса)

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ХІМІЧНОГО СКЛАДУ МОРФОЛОГІЧНИХ ЧАСТИН *AGARICUS BISPORUS*

*Показано, що морфологічні частини печериць (*Agaricus bisporus*) відрізняються за хімічним складом. Установлено, що шапки характеризуються більш високим вмістом білкових речовин, меланінів та ліпідів, а ножки – вуглеводів.*

*Показано, что морфологические части шампиньонов (*Agaricus bisporus*) отличаются по химическому составу. Установлено, что шляпки характеризуются более высокой массовой долей белковых веществ, меланинов и липидов, а ножки – углеводов.*

*It is shown that the morphological parts of the mushrooms (*Agaricus bisporus*) are different in the chemical composition. The content of proteins, lipids and melanins in the caps is higher than the one in the stipes but they have the higher carbohydrates level than the caps.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Останнім часом вищі гриби привертають до себе все більше уваги. Імовірно, це пов'язано з тим, що макроскопічні гриби широко застосовуються традиційною східною медициною для профілактики та лікування

низки захворювань: атеросклерозу, онкологічних захворювань, хронічних гепатитів та діабету.

Найважливішими функціональними сполуками грибів є біоактивні полісахариди та меланіни [1–3].

Біологічно активні полісахариди грибів представлені α -глюканами, β -глюканами, гетероглюканами, гетерогалактанами тощо. Саме ці сполуки відрізняються імуномодулюючою, протипухлинною активністю. Такі властивості біологічно активних полісахаридів, імовірно, зумовлені тим, що вони визнаються мембранними рецепторами макрофагів. Це, у свою чергу, приводить до проліферації та диференціювання імунних клітин та активації імунної відповіді [1].

Також гриби містять полісахарид хітин, що складається із залишків N-ацетил-D-глюкозаміну, зв'язаних β -(1→4)-глікозидними зв'язками. Установлено, що хітин та його похідні, не порушуючи мінерального обміну, зв'язують та елімінують із організму людини важкі метали, радіонукліди та інші ксенобіотики. Висока сорбційна ємність цих полісахаридів відносно холестерину та холевих кислот дозволяє віднести їх до сполук із гіпохолестеринемічною активністю [2].

Меланіни є високомолекулярними полімерами нерегулярної структури, які належать до конденсованих фенольних сполук. Відомо [3], що природні полімерні молекули меланінів є універсальними протекторами щодо дії на клітину фізико-хімічних чинників мутагенної та канцерогенної природи. Вони здатні стабілізувати рівень окисно-відновного потенціалу в клітині організму. Отже, меланіни проявляють фото-, радіопротекторні та антиоксидантні властивості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні перспективним джерелом вищеперерахованих біологічно активних речовин є культивовані макроскопічні гриби, технології вирощування яких запобігають накопиченню в їх складі екотоксикантів.

Традиційним видом культивованих грибів є печериця двоспорова (*Agaricus bisporus*). Її плодове тіло складається з двох морфологічних частин: шапинки та ніжки, які, ймовірно, відрізняються за хімічним складом. Відомо на цей час інформація щодо хімічного складу печериць, особливо їх морфологічних частин, вельми обмежена. Вона є недостатньою для об'єктивної оцінки перспектив отримання на основі грибів дієтичних добавок, що містять фізіологічно активні речовини певної спрямованості.

Мета та завдання статті. Мета статті – викладення результатів порівняльної характеристики хімічного складу морфологічних частин

печериць для обґрунтування доцільності отримання на їх основі дієтичних добавок.

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз хімічного складу печериць проводили, використовуючи наступні методи досліджень. Вміст загального нітрогену визначали методом Кьельдаля, небілкового нітрогену – як різницю між загальним та білковим нітрогеном за методом Барнштейна, низькомолекулярних фенольних сполук – із використанням реактиву Фоліна-Деніса [4], меланінів – спектрофотометричним методом [3], ліпідів – екстракцією органічними розчинниками в апараті Сокслета, золи – як залишок після прожарювання [4]. Кількість легко- і важкогідролізованих полісахаридів контролювали за концентрацією редуруючих речовин, що утворилися під час обробки зразків хлоридною та сульфатною кислотами відповідно, хітину – методом Елсона-Моргана, загальний вміст моно- та олігосахаридів – антроновим методом [5], маніту – за ГОСТ 29206-91.

Як і слід було очікувати, гриби містять значну кількість води, вміст якої залежно від морфологічної частини гриба коливається в межах 90,0...92,0%. Хімічний склад висушених шапинок і ніжок печериць наведено в таблиці.

До складу вуглеводів грибів входять моно- й олігосахариди, легкогідролізовані та важкогідролізовані полісахариди. Як видно з результатів, наведених у таблиці, в їх складі переважають легкогідролізовані полісахариди (ЛГП), частка яких у ніжках складає близько 67% від загальної кількості вуглеводів, у шапинках – 62%. У гідролізатах ЛГП домінують гексози: глюкоза, галактоза та маноза. Це дозволяє припустити наявність у складі полісахаридів глюкану та маногалактану. Важкогідролізовані полісахариди (ВГП) переважно представлені глюканом та хітином. Порівняно з шапинками у ніжках більше ВГП. Співвідношення глюкану та хітину в складі ВГП грибів різне. Так, хітину в ніжках – 86% ВГП, у шапинках – лише 56%. Кількість моно- й олігосахаридів у шапинках та ніжках печериць приблизно однакова. Отже, вуглеводи нерівномірно розподілені в окремих частинах плодових тіл грибів: – більшою мірою вони сконцентровані в ніжках. Це пояснюється тим, що їх біологічна роль – транспортування мінеральних і органічних сполук у шапинки гриба та утримання плодового тіла. Для здійснення цієї функції в ніжках грибів знаходяться розвинені транспортні та механічні тканинні структури, побудовані переважно з полісахаридів [6].

*Таблиця – Хімічний склад шапинок і ніжок печериць
(% від абсолютно сухих речовин)*

Показник	Шапинки	Ніжка
Моно- й олигосахариди	1,2	1,4
ЛГП	13,7	21,9
ВГП	7,2	9,2
у т.ч. хітин	4,0	7,9
Маніт	30,4	28,9
Загальний нітроген	5,3	4,7
у т.ч. небілковий нітроген	2,0	1,7
Білок	18,9	15,3
Меланіни	6,4	2,1
Низькомолекулярні фенольні сполуки	1,9	1,9
Ліпіди	4,0	1,8
Зола	9,0	7,6
Негідролізований залишок	0,5	0,7

Звертає на себе увагу велика кількість у грибах цукроспиртів. Відомо, що маніт – це форма зберігання вуглецю. Його концентрація в грибах збільшується протягом їх розвитку та сягає найбільшого значення в зрілих плодкових тілах. Також на кількість маніту впливають умови культивування грибів, оскільки він є антистресовою сполукою. Так, ті гриби, що вирощуються в умовах сольового стресу, акумулюють більшу кількість маніту, ніж ті, що культивуються у звичайних умовах [7].

Установлено, що в шапинках концентрація білка вища, ніж у ніжках. Це зумовлено наявністю в них гіменіального шару, що містить значну кількість необхідних для споруутворення запасних поживних речовин [6].

У складі гідролізату білка грибів ідентифіковано всі незамінні амінокислоти. Слід відзначити велику кількість лізину, який є дефіцитним для переважної більшості білків рослинного походження. За повноцінністю грибний білок перевершує білки фруктів, овочів, ягід і наближається до м'ясного. Ступінь засвоєння білка грибів організмом людини складає 70...80% [9].

Установлено, що морфологічні частини містять приблизно однакову кількість проміжних продуктів білкового обміну. На їх частку припадає 36...38% від загальної кількості нітрогеновмісних речовин. До їх складу входять вільні амінокислоти, амонійний

нітроген у вигляді вільного амоніаку і амонієво-магнієвої солі фосфатної кислоти, сечовина, органічні та пуринові основи [8].

Наявність у складі грибів полімерів меланінової природи підтверджено якісними реакціями [3]. Зокрема, встановлено, що вони окиснюються в присутності розчинів H_2O_2 , $KMnO_4$, а під час взаємодії з розчином $FeCl_3$ утворюють осад. Іншою важливою характеристикою меланінів, незалежно від їх походження, є характер поглинання в УФ- та видимому діапазонах спектра, обумовлений наявністю ароматичних структур, карбонільних і карбоксильних груп [3]. Спектри поглинання розчинів меланінів печериць мають вигляд похилих кривих. Причому зі збільшенням довжини хвилі світла, яке проходить крізь розчин, інтенсивність їх поглинання слабшає, що притаманне всім сполукам такої природи. За результатами аналізу хімічного складу грибів встановлено, що більший вміст меланінів мають шапинки печериць, значно менший – ніжки.

За кількістю низькомолекулярних фенольних сполук морфологічні частини досліджуваних грибів не відрізняються. Відомо [10], що фенольні речовини проявляють широкий спектр функціональних властивостей, проте найважливішою є антиоксидантна та антимікробна активність – вона здатна пригнічувати як грампозитивні, так і грамнегативні мікроорганізми.

Отже, вміст ліпідів у шапинках печериць значно вищий, ніж у ніжках. Відомо [8], що у складі ліпідів макроскопічних грибів переважають незамінні поліненасичені жирні кислоти, в основному – лінолева кислота. Ця кислота у організмі людини не синтезується. Її відсутність в складі раціонів харчування призводить до неможливості біосинтезу арахідонової кислоти, яка є важливим компонентом мембранних фосfolіпідів та попередником в утворенні фізіологічно активних ейкозаноїдів. Останні належать до сигнальних молекул, що контролюють перебіг метаболічних реакцій та фізіологічних функцій у більшості клітин організму людини [11].

Виявлено, що рівень золи є різним в окремих морфологічних частинах гриба. Так, шапинки містять більше золи, ніж ніжки. Незважаючи на те, що на склад мінеральних елементів золи впливає компост та умови культивування, гриби містять майже всі необхідні для нормального функціонування організму людини макро- та мікроелементи [9].

Висновки. За наведеними результатами аналізу хімічного складу шапинок та ніжок печериць видно, що вони містять широкий спектр біологічно активних речовин. Однак, ці речовини нерівномірно розподілені в плодovому тілі. Шапинки печериць містять більше

білкових речовин, меланінів та ліпідів. Вуглеводи, навпаки, більшою мірою зосереджені в ніжках. Виходячи з цього, для отримання вуглеводмисних дієтичних добавок доцільно використовувати ніжки печериць, тим більше, що в існуючих технологіях переробки сировини вони входять до складу побічних продуктів, які не знайшли застосування в харчовій промисловості. Шапинки можуть бути використані, наприклад, для виробництва добавок із високою масовою часткою білкових речовин, меланінів.

Список літератури

1. Moradali M. Immunomodulating and anticancer agents in the realm of macromycetes fungi (macrofungi) / M. Moradali, H. Mostafavi, S. Ghods // *Int. Immunopharmacol.* – 2007. – Vol. 7. – P. 701–724.
2. Хитин и хитозан: получение, свойства и применение / В. П. Варламова [и др.]; под. ред. К. Г. Скрябина. – М.: Наука, 2002. – 364 с.
3. Бабицкая В. Г. Меланиновый комплекс гриба *Inonotus obliquus* / В. Г. Бабицкая, В. В. Щерба, Н. В. Иконникова // *Прикл. биохимия и микробиология.* – 2000. – Т. 36, № 4. – С. 439–444.
4. Ермаков А. И. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.
5. Оболенская А. В. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы / А. В. Оболенская, З. П. Ельницкая, А. А. Леонович. – М.: Экология, 1991. – 320 с.
6. Chang S.-T. Mushrooms. Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact / S.-T. Chang, P. G. Miles. – 2nd yd. – CRC Press : Boca Raton, 2004. – 451 p.
7. Stoop J. M. H. Mannitol metabolism in plants: a method of coping with stress / J. M. H. Stoop, J. D. Williamson, D. M. Pharr // *Trends Plant Science.* – 1996. – Vol. 5. – P. 139–144.
8. Экспертиза грибов / И. Э. Цапалова [и др.]; отв. ред. В. М. Позняковский. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. – 256 с.
9. Mattila P. Basic composition and amino acid contents of mushrooms cultivated in Finland / P. Mattila, P. Salo-Vaananen, K. Kanko // *J. Agric. Food Chem.* – 2002. – Vol. 50. – P. 6419–6422.
10. Jong S. C. Medicinal and therapeutic value of the Shiikate Mushroom / S. C. Jong, J. M. Birmingham // *Adv. in Applied Microbiology.* – 1993. – Vol. 39. – P. 153–184.
11. Губський Ю. І. Біологічна хімія / Ю. І. Губський. – 2-ге вид. – К.; Вінниця: Нова книга, 2009. – 664 с.

Отримано 30.10.2012. ХДУХТ, Харків.

© Н.К. Черно, С.О. Озоліна, О.В. Нікітіна, 2012.