

УДК 641.887:613.292

ВІТАМІННА АКТИВНІСТЬ ПОРОШКУ ГРИБІВ FLAMMULINA VELUTIPES**Кублінська І.А., Кравченко М.Ф.**

Київський національний торговельно-економічний університет

Лесишина Ю.О.

Донецький національний університет імені Василя Стуса

Досліджено вітамінну активність порошку грибів фламмуліна (*Flammulina velutipes*). Виявлено та розраховано вміст тіаміну (віт. В₁), ніацину (віт. В₃) та фенольних сполук і кумаринів у перерахунку на 6,7-діокси-4-оксиметилкумарин. Встановлено, що використання порошку грибів фламмуліни у технології продукції ресторанного господарства дасть змогу розширити асортимент харчових продуктів з високою харчовою цінністю та протекторними властивостями.

Ключові слова: грибний порошок, вітамінна активність, етанольні екстракти, фенольні, флавонові сполуки, кумарини.

Постановка проблеми. Світовий ринок продуктів харчування та напоїв направлених на поліпшення здоров'я та загальне самопочуття продовжує зростати з середнім темпом росту 8%, за даними експертів компанії TechNavio. У цілому ринок продуктів харчування функціонального призначення має позитивний прогноз до кінця 2020 року, оскільки кількість людей, які вживають функціональні продукти харчування та нутрицевтики постійно збільшується. Згідно з дослідженнями, по оцінкам аналітиків, сегмент функціональних продуктів харчування домінує на світовому ринку продуктів харчування і становить більше 69% у 2017 році.

Крім того, значно зростає попит на функціональні харчові речовини на рослинній основі, наприклад, виготовлені з насіння вівса, льону, з овочів, фруктів та грибів. На думку вчених, злаки, овочі та гриби здатні знизити ризик деяких хронічних захворювань, збагатити харчовий раціон на білки, легкозасвоювані жири, харчові волокна [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Впровадження нових перспективних харчових речовин, виробництво та забезпечення їх конкурентоспроможності неможливе без комплексу наукових досліджень. Лікувальні та харчові властивості овочів та грибів досліджували такі вітчизняні вчені як М.І. Даниляк, П.А. Сичов, І.О. Дудка, Н.О. Бісько, Б.П. Колтунов, В.А. Гніцевич, С.В. Решетніков, О. М. Поліщук, А.Н. Макаренко, М.П. Рудик, О.Г. Коваленко, Н.І. М'ячкова, З.В. Корж, А.І. Шелюк тощо. Із закордонних авторів слід відмітити К. то Cheung, Solomon P. Wasser, Kim H.W., Kim B.K., Yuko Ota, Lu B.C., Harris B. та інші.

Було доведено, що гриби фламмуліни (*Flammulina velutipes*) містять цілий комплекс есенціальних речовин, таких як білки, в тому числі й ряд повноцінних білків з комплексом незамінних амінокислот, вуглеводи та їх похідні – бета-глюкани, поліненасичені жирні кислоти, органічні кислоти, вітаміни, мінеральні речовини, флавоноїди та воду. Бета-глюкани, ганодерові кислоти, вітаміни та флавонові речовини грибів сприяють підвищенню імунітету, зміцненню серця, судин, передміхурової залози, мають протипухлинний ефект та гепатопротекторну дію [2, с. 27-65].

Біологічна активність флавоноїдів зумовлена здатністю зв'язувати вільні радикали та активні

форми кисню, а також вступати в реакцію з металами в організмі з утворенням комплексних сполук, таким чином знешкоджуючи негативну дію на організм людини. Флавоноїди також є ефективними у разі профілактики хронічних процесів, які спричинені негативними факторами зовнішнього середовища, що призводять до утворення вільних радикалів [2, с. 135-154].

Тіамін – вітамін В₁ 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, даний вітамін необхідний для серцево-судинної та ендокринної систем людського організму, для обміну ацетилхоліну, що є хімічним передавачем нервового збудження. Вітамін В₁ не може накопичуватися в організмі людини, тому необхідно, щоб він надходив в організм щодня. Додаткова 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 [3, с. 17-19].

Вітамін В₃ – ніацин, або нікотинова кислота в клітинах людського організму входить до складу НАД і НАДФ, які приймають участь у окислювально-відновних реакціях, беруть участь у захисті спадкової інформації, є частиною антиоксидантних систем. Додаткова потреба у ніацині – для дорослих 15-25 мг, для дітей – 15 мг [3, с. 19-23].

За останні роки розроблено ряд авторських методик створення композицій грибних напівфабрикатів та харчових продуктів з фламмуліною (*Flammulina velutipes*). Наприклад, патент на корисну модель «Спосіб виробництва порошку грибного з печериць, шийтаке та фламмуліни», «Методологія отримання лікувальної добавки з *Flammulina velutipes* [4; 5].

Все більша увага приділяється вирощуванню грибів *Flammulina velutipes* у промислових масштабах, так в Києві є ряд підприємств, які спеціалізуються на вирощуванні даних грибів, найбільші з них «Геліка-М», агрокомбінат «Пуща-Водиця», ПП Товстенко, ФОП Савчук тощо, у Харкові торговельно-виробниче об'єднання «Еко-Куб» не лише спеціалізується на вирощуванні грибів *Flammulina velutipes*, але й виготовленні біологічно-активних добавок у вигляді тонкодисперсного порошку з даних грибів.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на велику кількість досліджень щодо хімічного складу свіжих грибів фламмуліни (*Flammulina velutipes*) та її міцелію, в науковій літературі не наведено дані щодо вітамінної активності порошку грибів фламмуліни, яка культивується в Україні. Виходячи з цінного хімічного складу грибів фламмуліни (*Flammulina velutipes*) можна передбачити, що порошок з даних грибів може бути цінним інгредієнтом для виробництва харчових продуктів підвищеної поживної цінності.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є виявлення у грибному порошок з фламмуліни (*Flammulina velutipes*) біологічно-активних речовин, зокрема флавонових речовин, які володіють Р-вітамінною активністю та вітамінів групи В.

Об'єкт дослідження: порошок грибів *Flammulina velutipes*.

Методи дослідження:

1. Методи якісного аналізу

Специфічні якісні реакції на основні групи природних сполук представлені в таблиці 1.

Таблиця 1
Специфічні якісні реакції
на основні групи природних сполук

№ з/п	Реактиви	Основні групи біологічно активних речовин
3	FeCl ₃ (1-5% водний або спиртовий)	Фенольні сполуки
4	AlCl ₃ (1-5% водний або спиртовий)	Флавоноїди та інші фенольні сполуки з рядовим розміщенням ОН-груп або поєднання поруч розміщених С=О іОН-груп
7	«Лактонна» проба	Кумарини
8	Червона кров'яна сіль (Гексаціаноферат(III) калію K ₃ [Fe(CN) ₆])	Тіамін (вітамін В ₁)
9	Сірчана кислота	Ніацин (вітамін В ₃ або РР)

2. Методи кількісного аналізу.

Визначення вмісту вологі у порошок грибів *Flammulina velutipes*, проводили загальноприйнятими методами [6].

Визначення вмісту екстрактивних речовин у порошок грибів *Flammulina velutipes* проводили після екстрагування їх розчином етанолу з концентрацією 50% – 1 варіант та 70% – 2 варіант [6].

Визначення загального вмісту фенольних сполук в етанольних екстрактах грибів *Flammulina velutipes* проводили методом Фоліна-Чокальтеу у перерахунку на 6,7-діокси-4-оксиметилкумарин [6; 7].

Визначення вмісту кумаринів у складі етанольних екстрактів *Flammulina velutipes* проводили спектрофотометричним методом.

Визначення вітамінів групи В у складі порошоків *Flammulina velutipes* визначали фотоколориметричним методом на флуорометрі ЕФЗ-МА при довжині хвилі 360 нм та емісії 430 нм.

УФ-видимі спектрофотометричні дослідження проводили на спектрофотометрі Specord 50UV-VIS (Analytikjena, Німеччина) в діапазоні довжин хвиль 220-800 нм та в кварцевій кюветі

товщиною 1 см за атмосферного тиску та кімнатної температури.

Виклад основного матеріалу. Для виявлення біологічно-активних речовин у грибному порошок з *Flammulina velutipes* було використано порошок з грибів фламмуліни отриманий за авторською методикою з некондиційної сировини фламмуліни, яка описана у патенті на корисну модель «Спосіб виробництва порошку грибного з печериць, шиїтаке та фламмуліни» [5]. Схема отримання порошку *Flammulina velutipes* представлена на рис. 1.

В якості контролю використано грибний порошок *Flammulina velutipes* виробництва ТОВ «Екокуб», м. Харків, Україна за ТУ У 10.8-2072517398-001:2013 «Добавки дієтичні із вищих лікарських грибів».

Для виділення більшості низькомолекулярних біологічно активних речовин з грибного порошку як екстрагент використовували 50- та 70%-ові етанольні екстракти порошку грибів *Flammulina velutipes*, які являть собою прозору рідину блідо-жовтого кольору зі слабким характерним запахом.

Результати визначення вмісту екстрактивних речовин у складі одержаних екстрактів наведені в таблиці 2.

Таблиця 2
Вміст* екстрактивних речовин
у етанольних екстрактах порошку
грибів *Flammulina velutipes*

Об'ємна частка етанолу, %	Об'ємна частка екстрактивних речовин, %
50	9.6±0.6
70	7.8±0.6

*у перерахунку на повітряно-суху сировину, враховуючи, що вологість порошку грибів складає 7%

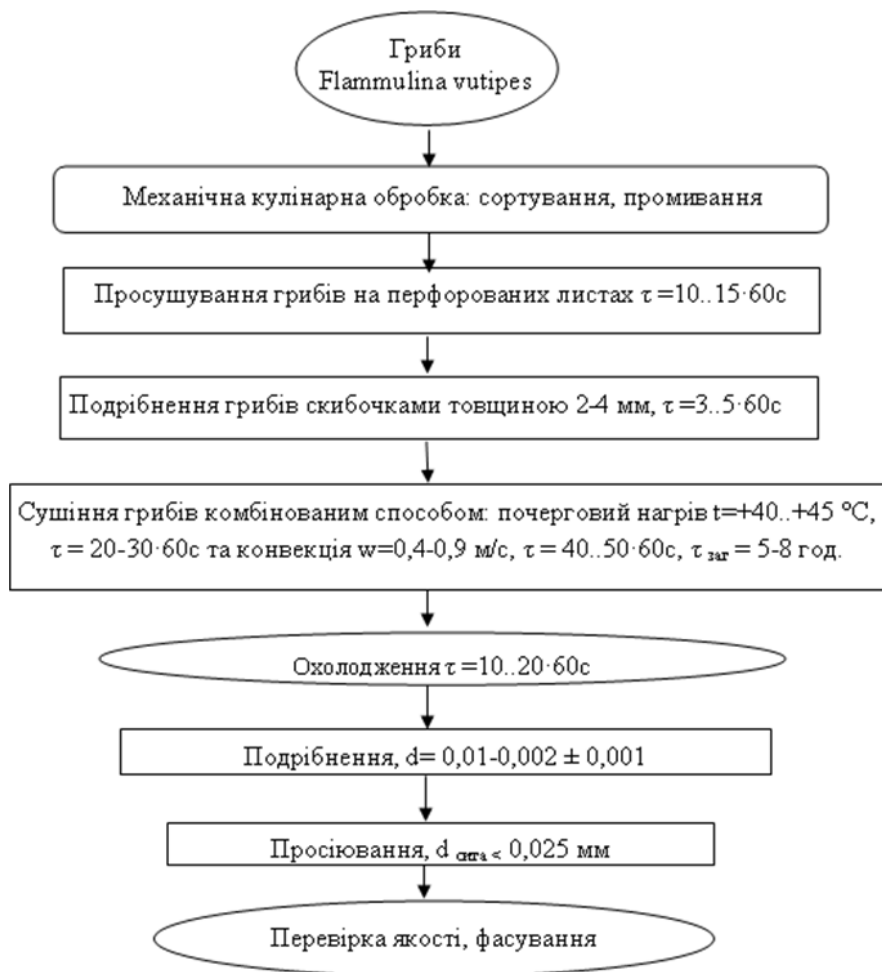
Як видно, з даних таблиці 2, використання спирту більш низької концентрації дозволяє виділяти з сировини більшу кількість екстрактивних речовин ніж при використанні спирту вищої концентрації. Тому для подальших досліджень використовувався 50% екстракт досліджуваних грибів.

Якісний і кількісний склад одержаних екстрактів визначали за допомогою специфічних кольорових реакцій на основні групи фенольних сполук, а також методом УФ-видимої спектрофотометрії.

Так, при взаємодії з розчинами луку, амоніаку, карбонату натрію обидва екстракти забарвлюються в жовтий колір, що може свідчити про наявність у їх складі фенольних сполук – флавоноїдів, хромонів, кумаринів тощо.

В УФ-видимих спектрах одержаних екстрактів, наведених на рисунку 2, також є властиві цим класам фенольних сполук смуги поглинання в області 250-280 нм і 300-350 нм. В УФ-видимих спектрах простих фенолів (наприклад, пірокатехіну) або дубильних речовин (таніну), як правило має місце лише одна смуга поглинання в області 240-280 нм.

При додаванні до екстрактів розчину хлориду алюмінію, який використовують як комплексотворювач в реакціях якісного і кількісного визначення флавоноїдів, характерні зміни, а саме батохромний зсув довгохвильової смуги поглинання в УФ-спектрах досліджуваних розчинів не спостерігається.

Рис. 1. Схема виробництва порошку *Flammulina velutipes*

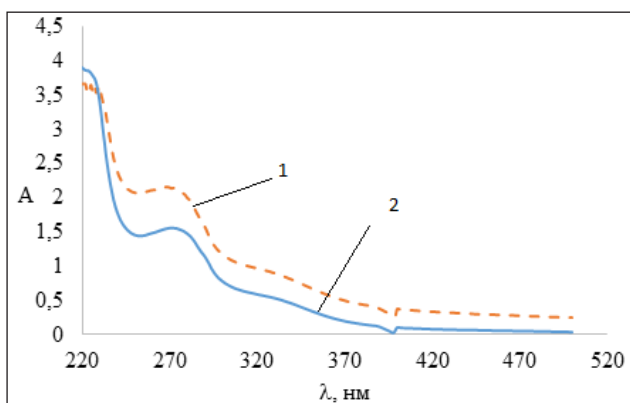
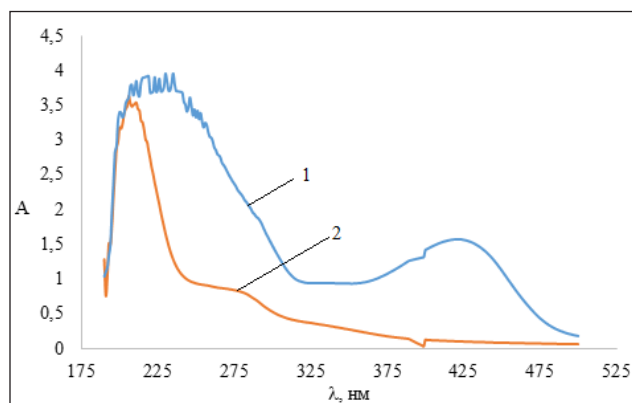
Одержані екстракти також не дають властивих поліфенолам якісних реакцій з розчином хлориду заліза і залізоамонійного галууну та ціанідинової реакції (відновлення магнієм в кислому середовищі) на флавоноїди. Це може бути пов'язане з тим, що концентрація цих фенольних сполук у складі екстрактів нижче порогу чутливості відповідних кольорових реакцій.

Проте, обидва одержані екстракти дають позитивну «лактонну пробу» на кумарини. Під дією гарячого розведеного розчину луку ці сполуки поступово гідролізуються з розкриттям лактон-

ного кільця, розчин при цьому забарвлюється у жовтий колір. Додавання розведеної хлоридної кислоти приводить до регенерації кумаринів і забарвлення розчину зникає.

На рисунку 3. наведені зміни в УФ-видимому спектрі 50%-вого етанольного екстракту при додаванні до нього розчину луку і розчину кислоти.

Такі ж самі зміни спостерігаються при проведенні «лактонної проби» із 6.7-діокси-4-оксиметилкумарином (сполука синтетичного походження), який використовували як стандарт при

Рис. 2. УФ-видимі спектри етанольних екстрактів порошку грибів *Flammulina velutipes* (1 – 50%-вий етанол; 2 – 70%-вий етанол)Рис. 3. УФ-видимі спектри 50%-ого етанольного екстракту порошку грибів *Flammulina velutipes* (1 – з лугом; 2 – після додавання кислоти)

визначенні загального вмісту фенолів у складі одержаних екстрактів, а також вмісту кумаринів.

Результати кількісного визначення загального вмісту фенольних сполук ($W_{\text{фенолів}}$) і кумаринів у складі етанольних екстрактів грибів *Flammulina velutipes* наведені в таблиці 3.

Таблиця 3
Вміст фенольних сполук і кумаринів у складі етанольних екстрактів порошку грибів *Flammulina velutipes* (у перерахунку на 6,7-діокси-4-оксиметилкумарин)

Об'ємна частка етанолу, %	* $W_{\text{фенолів}}$ мг/100 г	* $W_{\text{кумаринів}}$ мг/100 г
50	685,0±0,1	24,7±0,04
70	619,4±0,03	11,4±0,05

* від суми екстрактивних речовин

З даних таблиці 3. можна зробити висновки, що у порошку грибів фламмуліни є флавонові речовини, які мають потужний антиоксидантний ефект, зокрема у 50%-му етанольному розчині грибного порошку фламмуліни виявлено 685.0 мг/100г фенолів у перерахунку на 6,7-діокси-4-оксиметилкумарин, що не значною мірою відрізняється від вмісту фенольних речовин у контрольному зразку грибного порошку фламмуліни виробництва ТОВ «Екокуб», який становив 687.3 мг/100 г (50% етанольний розчин). Вміст кумаринів у контрольному етанольному розчині грибного порошка фламмуліни становив 21.9 мг/100 г, тоді як у дослідному зразку цей показник був дещо вищий – 24.7 мг/100 г. очевидно це пов'язано з фотоактивністю даних речовин під час вирощування, заготовки грибної сировини та її сушіння.

Вміст вітамінів групи В, а саме тіаміну (вітаміну В₁) у грибному порошку *Flammulina velutipes* становив 0.12±0.02 мг/100г, тоді як у контрольному зразку грибного порошку фламмуліни промислового виробництва – 0.26 мг/100г. Вміст ніацину (вітаміну В₃) у дослідному грибному порошку – 12.37 мг/100г, що перевищувало вміст даного вітаміну в контрольному зразку грибів фламмуліни промислового виробництва на 0.22 мг/100 г, у контрольному зразку вміст ніацину становив 12.15 мг/100 г.

Таблиця 4
Вміст тіаміну та ніацину в грибних порошках *Flammulina velutipes*

№ з/п	Назва дослідного зразка	Вміст вітаміну В ₁ , мг/100 г	Вміст вітаміну В ₃ , мг/100 г
1	Дослід (порошок <i>Flammulina velutipes</i>)	0,12±0,03	12,37±0,42
2	Контроль (порошок <i>Flammulina velutipes</i> промислового виробництва)	0,26±0,02	12,15±0,37

Таким чином, можна зробити висновки, що у грибному порошку фламмуліни, виготовленому за авторською методикою збережено біологічно-

активні речовини, зокрема флавонові речовини, вітаміни групи В. Вміст вказаних біологічно-активних речовин у грибному порошку вищий, ніж у свіжих грибах. Так, вміст вітаміну В₁ у грибах фламмуліни становить 0.01-0.2 мг/100 г, вміст вітаміну В₃ 1.5-8.7 мг/100 г [8; 9]. Велика межа коливання вмісту вітамінів групи В у складі даних грибів пов'язана з умовами їх вирощування, умовами збору та транспортування. На вітамінний склад грибів значно впливає й субстрат на якому культивуються дані гриби. Ці факти мають враховувати вітчизняні виробники грибної продукції для оптимізації параметрів отримання якісного продукту.

Висновки та пропозиції. Отже, грибний порошок фламмуліни має вітамінну активність, зокрема містить біологічно-активні речовини, такі як фенольні речовини, кумарини, вітаміни групи В, які є цінними есенціальними речовинами у харчовому раціоні населення України.

Вихід екстрактивних речовин з грибів і загальний вміст фенольних сполук при застосуванні як екстрагенту 50%-ого етанолу вищий, ніж при застосуванні 70%-ого етанолу. Вміст кумаринів у складі 50%-ого етанольного екстракту грибів в 2 рази вищий у порівнянні з 70%-вим етанольним екстрактом. Тому для дослідження біологічної активності грибних порошоків фламмуліни пропонуємо використовувати 50%-ний етанольний екстракт даних грибів.

Грибний порошок фламмуліни, отриманий промисловим способом ТУ У 10.8-2072517398-001:2013 та грибний порошок фламмуліни, отриманий згідно авторської методики містить фенольні речовини, кумарини, вітаміни групи В, у кількості, яка дещо перевищує аналогічні показники в свіжих грибах.

Таким чином, грибний порошок фламмуліни може ефективно використовуватися як інгредієнт страв та кулінарних виробів підвищеної харчової цінності, але в межах, норм встановлених лікарями. Доведено, що дані гриби містять феноли та кумарини, які, в свою чергу, мають широкий спектр біохімічного та фармакологічного впливу на організм людини, зокрема спазмолітичний, онкопропекторний, антимікробний.

Грибний порошок, виготовлений за авторською методикою має значно нижчу ціну, ніж аналоги, які реалізуються через оптово-роздрібну мережу, оскільки виготовляється з некондиційної грибної сировини, а також є енергозощаджувальним за своїм циклом.

З метою популяризації вживання грибів з підвищеною харчовою цінністю пропонуємо вводити в харчовий раціон населення України порошок з грибів фламмуліни як компонент соусів, дресингів до салатів, топінгів, оскільки використання грибного порошку є більш зручним та економічно вигідним саме у виробництві соусної продукції для закладів ресторанного господарства України.

Соуси з додаванням порошку фламмуліни мають приємний грибний смак та аромат, високі споживчі характеристики, добре поєднуються як з м'ясними, так і овочевими стравами.

Список літератури:

1. Бізнес-публікації: Мій бізнес. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://msb.aval.ua/news/?id=26374>.
2. Биологические особенности лекарственных макромицетов в культуре: Сборник научных трудов в двух томах. Т. 1 / [Бухало А.С., Бабицкая В.Г., Бисько Н.А., Вассер С.П., Дудка И.А., Митропольская Н.Ю., Михайлова О.Б., Негрейко А.М., Поединок Н.Л., Соломко Э.Ф.]. Под ред. чл.-кор. НАН Украины С.П. Вассера. – Киев: Альтер-прес, 2011. – 212 с.
3. Биохимические основы витаминологии: учебное пособие для самостоятельной работы иностранных студентов фармацевтического факультета по специальности 7.12020101 «Фармация» / [Александрова Е.В., Шкода А.С., Юрченко Д.Н., Левіч С.В.]. – Запорожье, 2015. – 129 с.
4. PAT 14/212,172. Methods of producing nutritional supplements using mushrooms from the species *Poria cocos* or *Flammulina velutipes* Patent History. Applicant: JARROW FORMULAS, INC. (Los Angeles, CA). Publication Date: Sep 18. 2014.
5. Пат. 120650 Україна. Спосіб виробництва порошку грибного з печериць, шиїтаке та фламуліни / Кублінська І.А., Кравченко М.Ф. № 120650/17; заявл. 02.06.2017; опубл. 10.11.2017. Бюл. № 21.
6. Выделение и анализ природных биологически активных веществ / [Е.А. Краснов, Т.П. Березовская, Н.В. Алексеюк, Н.И. Белоусова, Л.А. Демиденко, В.В. Дудуко, С.Е. Дмитрук, Г.И. Калинин, Г.А. Романова]. Под ред. доктора химических наук Е.Е. Сироткиной. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1987. – 161 с.
7. Ложкин А.В. Природные кумарины: методы выделения и анализа (обзор) / А.В. Ложкин, Е.И. Саканян // Химико-фармацевтический журнал. – Санкт-Петербургская государственная химико-фармацевтическая академия. – 2006. – Том 40. – № 6.
8. Chang S.T., Miles Ph.G. Mushrooms. Cultivation, nutritional value, medicinal effect and environmental impact / Chang S.T., Miles Ph.G. – London: etc.: CRC Press, 2004. – 451 с.
9. Перспективи використання лікарського гриба *Flammulina velutipes* у медичній та фармацевтичній практиці / В.П. Попович, Н.О. Козіко, Т.А. Буткевич // Фармацевтичний журнал. – 2015. – № 1. – С. 70-75. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pharmazh_2015_1_11.

Кублінська І.А., Кравченко М.Ф.

Киевский национальный торгово-экономический университет

Лесишина Ю.О.

Донецкий национальный университет имени Василия Стуса

ВИТАМИННАЯ АКТИВНОСТЬ ПОРОШКА ГРИБОВ FLAMMULINA VELUTIPES**Аннотация**

Исследована витаминная активность порошка грибов фламмулины (*Flammulina velutipes*). Определено и рассчитано количество тиамина, ниацина, фенольных соединений и кумаринов в пересчёте на 6,7-дигидрокси-4-оксиметилкумарин. Установлено, что использование порошка грибов фламмулины в технологиях продукции ресторанного бизнеса значительно расширит ассортимент пищевых продуктов с высокой пищевой ценностью и протекторными свойствами.

Ключевые слова: грибной порошок, витаминная активность, этанольные экстракты, фенольные, флавоновые соединения.

Kublinskaya I.A., Kravchenko M.F.

Kyiv National University of Trade and Economics

Lesiyshina J.O.

Vasyl` Stus Donetsk National University

VITAMIN ACTIVITY OF FLAMMULINA VELUTIPES POWDER**Summary**

The vitamin activity of a powder of mushrooms of flumulins (*Flammulina velutipes*) is investigated. The amount of thiamine, niacin, phenolic compounds and coumarins, calculated on the basis of 6,7-dihydroxy-4-hydroxymethyl coumarin, was determined and calculated. It has been established that the use of flumulin mushroom powder in restaurant business products will significantly expand the assortment of food products with high nutritional value and protective properties.

Keywords: mushroom powder, vitamin activity, ethanol extracts, phenolic, flavone compounds.