

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ СПОСІБ ОТРИМАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНОГО КОМПЛЕКСУ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ГРИБА ШИЇТАКЕ

Авдєєва Л.Ю., Декуша Г.В., Турчина Т.Я., Козак М.М.

Інститут технічної теплофізики НАН України, tbds_itff@ukr.net

Вступ. В останнє десятиліття на світовому споживчому ринку продуктів харчування динамічно зростає попит на суперфуди – продукти рослинного походження з високою концентрацією певних поживних речовин, що сприяють активізації захисних сил організму. Серед всього різноманіття суперфудів унікальними оздоровчими властивостями вирізняються делікатесні гриби Південно-Східної Азії – шиїтаке. Завдяки природному комплексу біологічно активних речовин гриби проявляють виражену онкостатичну, імуномодельючу, гепатопротекторну та антивірусну дії [1, 2].

Актуальність теми. Підвищений інтерес до лікувальних властивостей гриба призвів до його активного попиту та збільшення обсягів вирощування в Україні (ТОВ «Фунготерра», ТОВ «Есмаш», ТОВ «Ніко Агро Холдінг»).

За хімічним складом шиїтаке (10–11 % сухих речовин) характеризується досить збалансованим складом незамінних амінокислот з домінуванням лізину, лімітуючими і амінокислоти є триптофан і метіонін. Серед ліпідів 70% припадає на поліненасичені жирні кислоти, а мінеральні речовини багаті на калій, фосфор та селен. До складу гриба входять вітаміни групи В, Д₂, Е, ряд фенольних сполук. Однак, найбільшу цінність у шиїтаке представляє його вуглеводна складова, яка містить фармакологічно активні 1,3/1,6-β-глюкани, що зв'язані в хітин-глюкановому комплексі клітинної стінки гриба. Їх біологічна активність проявляється в м'якій стимуляції імунної системи людини. Серед них найбільш відомим є лентинан – 1,3-β-глюкан з β-1,6-розгалуженням (500 кДа) [2, 3].

Більшість сучасних технологій переробки шиїтаке передбачають виділення лише незначної частини фармакологічно активних речовин, як правило, окремих компонентів полісахаридного комплексу. Однак, в клітинній оболонці вони знаходяться в хімічно зв'язаному стані як з хітином, так і з розташованими на зовнішній поверхні стінки манопротейнами. Клітинні оболонки шиїтаке характеризуються надзвичайною жорсткістю, тому для вилучення біологічно активного комплексу полісахаридів з грибів сьогодні в світі найчастіше застосовують багаторівневі хімічні методи обробки і складне енерговитратне обладнання [3]. При цьому втрачається значна частка цінного потенціалу гриба, яка може бути використана для виробництва продуктів з підвищеним вмістом доступних полісахаридів та інших корисних речовин в харчовій та фармацевтичній промисловості. Тому розроблення нових високоефективних способів обробки і енергозберігаючого обладнання для комплексної безвідходної переробки плодового тіла гриба шиїтаке із врахуванням його унікального складу та властивостей є актуальною і складною науковою і технічною проблемою.

Вирішення поставленої проблеми полягає у застосуванні ефективних методів обробки для інтенсифікації гідромеханічних і тепломасообмінних процесів при переробці гриба шиїтаке, що дасть можливість створення промислових

енергозберігаючих технологій виробництва харчових продуктів та добавок з підвищеним вмістом доступних полісахаридів.

Мета роботи – дослідження ефективності застосування інтенсивних методів впливу на грибну сировину для її подальшого використання у продуктах харчування оздоровчої дії у сухій порошковій формі.

Матеріали і методи. Свіжі плодові тіла базидіального гриба шиїтаке згідно з ТУ 01.1-16304966-047-2002. Масову частку сухих речовин визначали згідно з ДСТУ 7804:2015; білка – згідно з ДСТУ 7824:2015; жирів – згідно з ДСТУ 4941:2008; золи – згідно з ДСТУ ISO 2171:2009. Дисперсний склад суспензій гриба визначали за допомогою електронного мікроскопа «МБІ ЗУ 4.2» з одночасною мікрофотозйомкою зразків за допомогою цифрового фотоапарату. Вміст комплексу полісахаридів в зразках визначено за методикою, розробленою в Інституті ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України [4].

Результати та обговорення.

Одним з перспективних методів, який застосовується для інтенсифікації гідромеханічних процесів при обробленні різноманітних гетерогенних систем є дискретно-імпульсний метод введення енергії (ДІВЕ). За рахунок сумарної дії одночасного або послідовного виникнення таких фізичних впливів і теплофізичних ефектів, як нагнітання і скидання тиску в дисперсному рідинному середовищі, адіабатичного скипання, кавітаційних ефектів, кумулятивного впливу, гідравлічного удару, інтенсивного зсувного напруження і турбулізації потоку метод ДІВЕ характеризується високою ефективністю при використанні у процесах диспергування, гомогенізації, екстрагування і емульгування різноманітних гетерогенних систем [5, 6]. Обладнання, в якому реалізовані механізми ДІВЕ характеризуються невисокою металомісткістю, низькими питомими енерговитратами та інтенсивним ступенем впливу при обробці складних гетерогенних систем, відрізняються високим ККД, простотою конструкції і тривалістю безперервної роботи [5, 6].

Проведені нами дослідження процесу диспергування та гомогенізації плодового тіла гриба шиїтаке із застосуванням різних типів обладнання (клапанні гомогенізатори, колоїдні млини і роторно-пульсаційні апарати (РПА)) показали, що збільшення тривалості гомогенізації, а також попередня термічна обробка сприяють підвищенню інтенсивності впливу на тверду фазу і отриманню високої дисперсності частинок, що є важливою умовою для подальшої подачі отриманої грибною суспензії на розпилювальне сушіння, але не завжди покращують реологічні властивості цих систем. Застосування РПА, в яких реалізований метод ДІВЕ, підтвердило високу ефективність диспергування і гомогенізації вихідної сировини [7].

Проведені дослідження мікроструктури гриба підтвердили те, що ніжки та шапинки гриба шиїтаке відрізняються за своєю будовою та структурою клітин в тканинах. Тканини ніжок представляють собою волокна гіфів високої міцності за рахунок більшого вмісту хітин-глюканового комплексу в стінках клітин. Через таку особливість будови клітин, ніжки грибів шиїтаке в результаті диспергування подрібнюються не в достатній мірі, що вимагає посилення гідромеханічного впливу або збільшення тривалості обробки суспензії.

Запропонована ДІВЕ-обробка призвела до утворення фрагментів тканин і агломератів клітин видовженої форми шириною приблизно 5 мкм і довжиною від 150 мкм до 3000-5000 мкм і більше. В суспензії, утвореній в результаті ДІВЕ-обробки шапинок гриба шиїтаке, середній розмір нерозчинних частинок був набагато меншим і знаходився в діапазоні 100-150 мкм. Вказані розміри частинок нерозчинних фракцій шапинок гриба в суспензії досягались після трьох циклів її ДІВЕ-обробки. Застосування більше 3-х циклів було недоцільним, оскільки призводило до підвищення в'язкості грибної суспензії на 5-10% із незначним впливом на розмір частинок дисперсних сиситем. Це можна пояснити збільшенням кількості вилучених із структурних систем гриба білків і полісахаридів, що сприяли процесу гелеутворення.

Результати досліджень також свідчать про доцільність використання апаратів ДІВЕ для підвищення доступності комплексу біологічно активних полісахаридів грибів шиїтаке, яка збільшилась втричі з 3% до 9% порівняно з нативним грибом.

Отримана грибна суспензія була передана для визначення можливості її сушіння методом розпилювання.

Висновки. Гриб шиїтаке в перерахунку на суху масу містить значну кількість вуглеводів (майже 75 %), до складу яких входять активні комплекси речовин імуностимулюючої та протипухлинної дії, до 19 % білків, ліпіди з переважним вмістом лінолевої та ліноленової жирних кислот та велику кількість макро- та мікроелементів.

Доведено ефективність застосування апаратів ДІВЕ при диспергуванні і гомогенізації плодового тіла гриба шиїтаке і дозволило підвищити доступність біологічно активних полісахаридів в 3 рази у порівнянні зі свіжим плодовим тілом гриба (з 3% в нативних грибах до 9% в сухому порошку, в перерахунку на суху речовину).

Список використаної літератури:

1. Stachowiak B., Regula J. Health-promoting potential of edible macromycetes under special consideration of polysaccharides: a review. *European Food Research and Technology*. 2012. № 234 (3). P. 369–380.
2. Zhang Y., Li S., Wang X., Zhang L., Cheung P.C.K. Advances in lentinan: isolation, structure, chain conformation and bioactivities. *Food Hydrocolloids*. 2011. № 25 (2). P. 196–206.
3. Avdieieva L.Y., Zhukotskyi E.K., Dekusha H.V., Ivanov S.O. Analysis of current ways and features of shiitake mushroom drying *Food science and technologies*. 2021. № 3. P. 94–107.
4. Биологические особенности лекарственных макромицетов в культуре : в 2 т. / под ред. С. П. Вассера. Киев, 2012. Т. 2 459 с.
5. Долинский А.А. Иваницкий Г.К. Теплообмен и гидродинамика в парожидкостных дисперсных средах. Київ: Наукова думка, 2008. 382 с.
6. Микро- и наноуровневые процессы в технологиях ДИВЭ: темат. зб. статей / под общ. Ред. А.А. Долинского; И-т технической теплофизики НАН Украины. Академперіодика, 2015. 464 с.
7. Turchyna T., Zhukotskyi E., Avdieieva L., Dekusha H. Regulation of structural and mechanical properties of shiitake mushroom suspension as an object of drying. *Food science and technology*. 2021. Vol. 15. Issue 2. P. 133–142.