

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 6588.8.001.73

DOI: 10.15587/2313-8416.2017.102150

РОЗРОБКА НОВОГО ПОКОЛІННЯ ОЗДОРОВЧИХ НАНОПРОДУКТІВ ІЗ ГРИБІВ ШАМПІНЬЙОНІВ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ РЕСТОРАННОГО БІЗНЕСУ**© Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, Л. О. Радченко, Р. Д. Таубер, Т. С. Маціпура,
О. А. Каплун**

Розроблено новий метод виготовлення нанопродуктів із грибів шампінйонів з використанням нового покоління обладнання, яке застосовується на підприємствах ресторанного бізнесу і дозволяє вилучити з сировини важкозасвоюваний білок із зв'язаної форми в наноконформах з іншими біополімерами в вільну форму (в 1,7...1,8 разів більше) та трансформувати його у легкозасвоювані амінокислоти (на 65...70 %)

Ключові слова: гриби шампінйони, важкозасвоювані білки, термодеструкція, механоліз, оздоровчі нанопродукти, інактивація ферментів

1. Вступ

Сьогодні глобальною проблемою в міжнародній практиці в багатьох країнах світу є дефіцит в раціонах харчування вітамінів, білків, мінеральних речовин, каротину та інших біологічно активних речовин (БАР) [1, 2]. Потреба в них у населення України задовольняється всього на 50 % [3]. Спостерігається також в раціонах харчування незбалансованість: дефіцит молока, риби, м'яса, фруктів та ягід, тобто тих продуктів, які сприяють зміцненню здоров'я населення України. Відомо також, що 50 % населення Землі голодує [1, 3, 4]. У зв'язку з цим, в багатьох країнах світу існує багато програм, в рамках яких створюється і вже налагоджений промисловий випуск багатьох синтетичних харчових продуктів (зокрема, молока, м'яса, овочів, борошна, круп і т. п.). Вони за зовнішнім виглядом та смаком майже не відрізняються від натуральних продуктів, але вони шкідливі для організму людини та практично не засвоюються і важко виводяться із нього та накопичуються у формі алергенів, що призводять до різних захворювань. Крім того, на всій Землі спостерігається погіршення екологічної ситуації та зменшення імунітету у населення [1–4]. У зв'язку з цим, в багатьох країнах світу великою популярністю користуються функціональні оздоровчі продукти (особливо із овочів та фруктів), які спрямовані на зміцнення здоров'я [4, 5]. Це один із найважливіших і актуальних наукових напрямків, який інтенсивно розвивається в міжнародній практиці.

2. Літературний огляд

Особливе місце серед рослинної сировини займають гриби, зокрема шампінйони. Відомо, що вони є традиційним джерелом рослинних повноцінних білків, незамінних амінокислот, гетерополісахаридів

(целюлози, крохмалю, пектинових речовин та ін.), які в рослинній сировині знаходяться в формі важкорозчинних наноасоціатів і наноконформ, що слабо засвоюються організмом людини (всього на 30...50 %) [6, 7]. Вони відносяться до пребіотиків, неперетравлювальних інгредієнтів їжі та стимулюють в організмі людини розвиток і метаболічну та біологічну активність однієї або декількох груп власних бактерій, які складають кишкову мікрофлору людини, позитивно впливають на склад мікробіоценозу і підтримують кишечник у здоровому стані. Відомо, що стан імунної системи людини на 80 % залежить від стану кишечника [8, 9].

Відомо, що білки грибів за своєю біологічною цінністю не поступаються тваринним. Проте, сьогодні вони не знайшли належного застосування в харчовій промисловості України. Асортимент продуктів з них обмежений і представлений декількома видами продукції. Інноваційні технології отримання дрібнодисперсних добавок із грибів в формі пюре і нанопорошків були досліджені авторами раніше [10, 11], тому актуальною є розробка наноструктурованих добавок із грибів шампінйонів та оздоровчих продуктів з їх використанням і впровадження у виробництво.

Сьогодні одним із прогресивних методів переробки рослинної сировини є криогенне подрібнення, яке потребує спеціального обладнання. Останнім часом з'явилася інформація, яка свідчить про те, що до прогресивних методів відноситься також паротермічна обробка з використанням сучасного обладнання – пароконвекційних печей та дрібнодисперсного подрібнення без застосування холоду [12–14]. Що стосується переробки грибів, то практично ніхто цих методів не застосовував, не вивчав процеси механодеструкції, механоактивації, крім авторів статті [15]. На сьогодні перспективні способи дрібнодисперсного

подрібнення вже знайшли широке застосування в хімічній, авіаційній, текстильній та будівельній галузі в різних країнах світу. У харчовій промисловості ці процеси мало вивчені [16, 17].

В зв'язку з цим в задачу роботи входив пошук та розробка альтернативного кріогенній обробці методу глибокої переробки сировини без використання низьких температур, що дозволить максимально зберегти та використати закладений в сировині біологічний потенціал. Як альтернативну кріогенному методу глибокої переробки було запропоновано використовувати комплексну дію на сировину паротермічної обробки та дрібнодисперсного подрібнення з використанням нового покоління високоефективного сучасного обладнання – пароконвекційної печі – (Італія) та активатора – подрібнювача – кутера (Франція). Таке обладнання широко використовується в міжнародній практиці і вже знайшло застосування в Україні в елітних ресторанах, кулінарних цехах супермаркетів, їдальнях санаторіїв – профілакторіїв, комбінатах харчування та ін. [2, 11, 13]. Однак в науковій літературі не виявлені дані, щодо впливу технологічної обробки на якість грибів шампінйонів із застосуванням вищевказаних видів сучасного обладнання, на вміст БАР та активність і вилучення білка при їх переробці та отриманні продуктів високої якості. В зв'язку з цим актуальним є розробка нових наноструктурованих добавок (в формі пюре) із грибів з використанням сучасного обладнання та виготовлення широкого асортименту оздоровчих продуктів із них, які знаходяться в легкозасвоюваній формі (паштетів, закусок, фалафелів, намазок та ін.).

3. Мета і задачі досліджень

Мета дослідження – вивчення впливу глибокої переробки грибів шампінйонів з використанням паротермічної обробки та дрібнодисперсного подрібнення на зберігання і вилучення ароматичних речовин та білка із зв'язаного в наноконформах стану у легкозасвоювану форму з використанням нового покоління обладнання та отримання оздоровчих продуктів в наноформі.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

– вивчити вплив паротермічної обробки в пароконвекційній печі на активність окислювальних ферментів (пероксидази, поліфенолоксидази) та зберігання ароматичних речовин та інших БАР в грибах шампінйонах;

– вивчити вплив паротермічної обробки та дрібнодисперсного подрібнення на якість пюре із грибів в нанорозмірній формі за вмістом БАР;

– вивчити вплив паротермічної обробки та ферментативного каталізу-механолізу на трансформацію білка грибів із зв'язаної скритої форми в наноконформах з гетерополісахаридами у вільний стан, вивчити їх амінокислотний склад;

– вивчити якість нанопюре із грибів шампінйонів та розробити нові нанопродукти в формі паштетів на основі дрібнодисперсного пюре із грибів та вивчити їх показники якості в порівнянні з аналогами.

4. Матеріали і методи досліджень

4.1. Матеріали та обладнання, що використовувалися під час експериментальних досліджень

Дослідження проводились в Харківському державному університеті харчування та торгівлі (м. Харків, Україна) на кафедрі технологій переробки плодів, овочів і молока в лабораторії «Інноваційних кріо- і нанотехнологій рослинних добавок та оздоровчих продуктів» за участю фахівців Харківського торговельно-економічного коледжу Київського національного торговельно-економічного університету та Академією готельного менеджменту і ресторанного господарства у Познані (Польща).

Для проведення експериментальної частини роботи та отримання нового продукту, використовувалось таке обладнання як: пароконвекційна піч UNOX SPA серії XVC (Італія), яка має 70 програм, що відрізняються між собою режимами технологічної обробки та дозволяють зберегти корисні речовини продукту; активатор-подрібнювач-кутер (Франція) використовували для дрібнодисперсного подрібнення, що дозволяє отримати продукт з часточками в десятки разів менші, ніж при традиційному подрібненні.

Як об'єкти дослідження використовували гриби шампінйони свіжі, гриби шампінйони після традиційної варки та після пароконвекційної печі, наноструктуроване пюре із них, а також готовий продукт у формі грибного паштету, отриманого за нанотехнологією.

4.2. Методи визначення показників досліджуваних зразків

В якості критеріїв оцінки якості грибів шампінйонів (вихідної сировини), паротермічнооброблених грибів та готового продукту із них визначали наступні показники: білок (по загальному азоту), вільні та зв'язані амінокислоти, жир, сухі речовини, вологу, ароматичні речовини, вміст L-аскорбінової кислоти, фенольні сполуки (за хлореновою кислотою) та ферментативну активність окислювальних ферментів (пероксидази та поліфенолоксидази). Детально з методами визначення показників досліджуваних зразків можна ознайомитись в роботі [18].

5. Розробка нового покоління оздоровчих продуктів із грибів шампінйонів для харчових виробництв та підприємств ресторанного бізнесу і торгівлі

В Харківському державному університеті харчування та торгівлі (ХДУХТ, м. Харків) в співдружності із Харківським торговельно-економічним коледжем Київського національного торговельно-економічного університету та Академією готельного менеджменту і ресторанного господарства у Познані (Польща) запропоновано та розроблено унікальну технологію глибокої переробки грибів шампінйонів, яка дозволяє отримати оздоровчі продукти в легкозасвоюваній наноформі, які мають принципово нові споживчі властивості, ніж вдавалось отримати використовуючи традиційні (бланшування, варка) способи паротермічної обробки та дрібнодисперсного подрібнення. Зокрема, вони відрізняються ви-

соким вмістом БАР (в 1,5–2,0 разів більше ніж їх знаходиться у вихідній сировині). Крім того, вдалось більш повно вилучити білок із грибів, який знаходиться у зв'язаній (прихованій) формі з іншими біополімерами у вигляді нерозчинних наноконкомплексів із іншими високомолекулярними біополімерами (целюлозою, пектиновими речовинами, хітином та ін.), які не засвоюються організмом людини. В дослідженні також вдалось провести трансформацію (руйнування) білку з використанням паротермічної обробки та неферментативного біокаталізу – механолізу за допомогою дрібнодисперсного подрібнення до окремих α -амінокислот на 65...70 % в легкозасвоювану форму.

Відомо, що одним із основних факторів під час переробки грибів, який впливає на ступінь зберігання

вітамінів, ароматичних речовин та інших БАР, у тому числі під час паротермічної обробки, є інактивація окислювальних ферментів. Для інактивації ферментів використовували такі технологічні прийоми, як паротермічна обробка при різних температурах в пароконвектоматі та різної кількості поданої пари.

Відомо, що при паротермічній обробці рослинної сировини згідно з теорією видатного вченого біохіміка А. І. Опаріна спочатку в продукті відбувається активація ферментативної активності за рахунок активації молекул ферментів шляхом збільшення кінетичної енергії в результаті нагрівання продукту. Установлено, що процеси паротермічної обробки грибів із застосуванням параконвекційної печі та традиційної варки в киплячій воді в стандартних апаратах відбуваються по-різному (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив паротермічної обробки на активність окислювальних ферментів грибів шампінйонів в пароконвекційній печі та при варці в традиційних умовах

Продукт	Окислювальні ферменти			
	Пероксидаза		Поліфенолоксидаза	
	мл 0,01 н. І до СР	% до вихідної сировини	мл 0,01 н. І до СР	% до вихідної сировини
Свіжі гриби	695,0	100,0	155,0	100,0
Гриби після варки ($\tau=5$ хв)	1390,2	200,0	320,2	201,0
Гриби після варки ($\tau=10$ хв)	2432,5	350,1	465,0	301,0
Гриби після варки ($\tau=20$ хв)	1737,5	250,2	341,2	210,2
Гриби після варки ($\tau=30$ хв)	277,5	39,9	43,4	28,0
Гриби після варки ($\tau=40$ хв)	0	0	0	0
Гриби після паротермічної обробки в пароконвектоматі ($\tau=5$ хв)	1042,0	150,0	235,6	152,4
Гриби після паротермічної обробки в пароконвектоматі ($\tau=10$ хв)	1181,5	170,0	310,0	200,2
Гриби після паротермічної обробки в пароконвектоматі ($\tau=20$ хв)	451,8	65,0	116,6	75,2
Гриби після паротермічної обробки в пароконвектоматі ($\tau=30$ хв)	0	0	0	0

Виявлено, що в порівнянні з традиційним способом теплової обробки (варка) при обробці грибів шампінйонів в пароконвектоматі, ферментативні процеси відбуваються з меншою інтенсивністю. Як і слід було чекати, в дослідженні було виявлено, що спочатку іде активація окислювальних ферментів. Так, наприклад, активація окислювальних ферментів грибів (пероксидази і поліфенолоксидази) через 10 хвилин в киплячій воді збільшується в 3...3,5 рази більше в порівнянні з активністю у вихідній сировині), в той час як активація ферментів в пароконвектоматі складає в 1,7...2,0 рази вище. Показано, що прогрівання продукту сприяє активності окислювальних ферментів, при чому в традиційних апаратах значно більше. Протягом 10 хвилин настає максимум активності ферментів, потім іде інактивація ферментів. Показано, що повна інактивація окислювальних ферментів в грибах настає в пароконвектоматі значно раніше (на 30 % швидше ніж при варінні в традиційних апаратах). Таким чином, можна було припустити, що і руйнування БАР при тепловій обробці грибів в пароконвекційній печі в порівнянні з традиційною варкою також буде меншим.

Встановлено, що втрати вітаміну С при паротермічній обробці в пароконвектоматі значно менші, ніж при варінні при використанні традиційного обладнання (майже в 2 рази менші) (рис. 1).

Так, через 30 хвилин паротермічної обробки грибів в пароконвектоматі масова частка L – аскорбінової кислоти зберігалась на 75...80 %, в той час як під час варки на традиційному (бланшувачі, варильні котли) обладнанні – на 40...45 % та ароматичних речовин відповідно на 70...75 % в пароконвектоматі і на традиційному обладнанні на 35...40 %. Таким чином, виявлено, що при тепловій обробці грибів шампінйонів в пароконвектоматі окислення та руйнування L – аскорбінової кислоти та ароматичних речовин відбувається менш інтенсивно (в 2 рази менше), ніж при варінні і використанні традиційного обладнання.

Установлено також, що при дрібнодисперсному подрібненні паротермічнооброблених грибів іде більш повна екстракція (вилучення) із сировини БАР, як після варки на традиційному обладнанні, так і при обробці в пароконвектоматі. Так, вилучення ароматичних речовин при дрібнодисперсному подрібненні

грибів оброблених в пароконвекційній печі вилучається в 2,2 рази більше, ніж після звичайної варки. Тобто після традиційної варки грибів та дрібнодисперсного подрібнення майже повністю зберігаються ароматичні речовини та L – аскорбінова кислота (на 70 % від вихідної сировини). Після обробки грибів в пароконвектоматі протягом 30 хв і подальшому подрібненні не лише повністю зберігаються всі БАР, але й вилучається їх скриті форми, зокрема, ароматичні в 2,2 рази більше, ніж у вихідній сировині, а кількість L – аскорбінової кислоти вилучається в 1,7 рази більше (рис. 1).

Головним під час розробки нанотехнології пюре із грибів з використанням процесів глибокої переробки сировини, зокрема паротермічної обробки в поєднанні з дрібнодисперсним подрібненням було не тільки не допустити потемніння продукту завдяки дії ферментативних окислювальних процесів, а й максимально зберегти ароматичні та інші біологічно активні речовини. Крім того, збільшити ступінь вилучення скритих прихованих зв'язаних форм, цінних високомолекулярних білків, які з'єднані в наноконплекси з харчовими волокнами, хітозанами, мінералами та іншими БАР у вільний стан – в легкозасвоювану наноформу. Для цього використовували паротермічну обробку в пароконвектоматі та дрібнодисперсне подрібнення (без застосування холоду).

Установлено, що під час паротермічної обробки та дрібнодисперсного подрібнення грибів відбувається руйнування білок-хітинових наноконплексів і вивільнення білка із зв'язаного стану на 65...73 % вище, ніж знаходиться у вихідній сировині та відбувається руйнування білку до окремих α -амінокислот на 65...70 % (табл. 2).

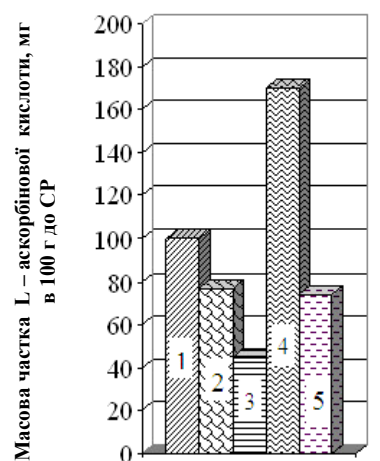
Показано, що загальна кількість білка у свіжих грибах шампіньйонах становить 2,66 г у 100 г, з яких масова частка амінокислот у зв'язаному стані становить 2,028 г у 100 г та 0,632 г у 100 г – у вільному стані (табл. 4). В наноструктурованому дрібнодисперсному пюре з грибів шампіньйонів загальна кількість білка становить 5,42 г у 100 г, з яких масова частка амінокислот у зв'язаному стані становить 3,19 г у 100 г та 2,23 г у 100 г – у вільному стані. Це пояснюється тим, що в ході паротермічної обробки та дрібнодисперсного подрібнення руйнуються протеїн-хітинові наноконплекси, із яких додатково вивільняється 65,0...73,0 % зв'язаних амінокислот. Так, наприклад, у вихідних грибах масова частка зв'язаних амінокислот становить 2,028 г у 100 г, а після дрібнодисперсного подрібнення – 3,192 г у 100 г.

Також виявлено, що кількість окремих амінокислот збільшувалася в 1,3...3,2 разу відносно вихідних грибів. Механізм цього процесу пов'язаний, на погляд авторів, із тим, що білкові речовини в сировині (шампіньйонах) перебувають у важкорозчинних і важкозасвоюваних організмом людини наноконплексах із хітином і полісахаридами, а також солями (найчастіше солями кремнію, кальцію, магнію та ін.). Дрібнодисперсне подрібнення за рахунок неферментативного каталізу-механолізу руйнує ці наноконплекси, вивільняє білок із них із зв'язаного стану і сприяє його механодеструкції. Встановлено, що під час дрібнодисперсного подрібнення відбувається не

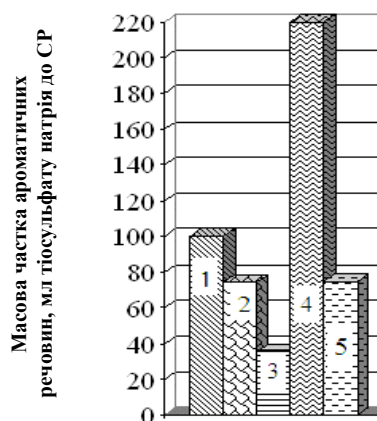
тільки дезагрегація й деструкція (неферментативний каталіз) важкорозчинних білок-хітин-мінеральних комплексів, а й механічне руйнування (механокрепінг) білків до вільних амінокислот (на 65,0...70,0 %).

Відомо, що розмір молекули мономера протеїнів-амінокислот становить близько одного нанометра. Аналіз даних (табл. 2) показав, що механоактивація за рахунок механодеструкції приводить до значних змін структури білкової глобули й білок-хітинових комплексів, втрати природної первинної структури та їх трансформація в окремі вільні амінокислоти, збільшується розчинність у воді та забезпечується висока засвоюваність живими організмами [11, 19, 20].

Отримані дані щодо вмісту амінокислот у білку грибів шампіньйонів були порівняні з гіпотетичним «ідеальним білком» (табл. 3). FAO/WHO запропонована стандартна амінокислотна шкала, з якою порівнюють склад білка досліджуваного продукту.



a



б

Рис. 1. Вплив паротермічної обробки: а – грибів шампіньйонів та дрібнодисперсного подрібнення на вміст ароматичних речовин; б – L – аскорбінової кислоти в порівнянні зі свіжою сировиною, де: 1 – свіжі гриби шампіньйони; 2 – гриби після паротермічної обробки (варки протягом 30 хв); 3 – гриби після варіння в традиційних умовах; 4 – дрібнодисперсне пюре грибів шампіньйонів після обробки в пароконвектоматі; 5 – дрібнодисперсні подрібнені гриби після варіння в традиційних умовах

Таблиця 2

Вплив паротермічної обробки грибів в пароконвектоматі та дрібнодисперсне подрібнення на деградацію білок-хітинового комплексу і механоліз білку до вільних амінокислот під час отримання пюре із грибів

Амінокислота	Загальна кількість амінокислот у вихідних грибах, г у 100 г	Амінокислоти білків грибів шампінйонів (у зв'язаному стані)			Амінокислоти білків грибів шампінйонів (у вільному стані)		
		у свіжих грибах, г у 100 г	дрібнодисперсне пюре із грибів, г у 100 г	збільшення вільних амінокислот до вихідної сировини, разів	у свіжих грибах, г у 100 г	дрібнодисперсне пюре із грибів, г у 100 г	збільшення (до вихідної сировини) амінокислот у вільному стані після дрібнодисперсного подрібнення, разів
Лізин	0,360	0,248	0,304	1,23	0,112	0,166	1,48
Триптофан	0,078	0,050	0,110	2,20	0,028	0,108	3,86
Метіонін	0,078	0,064	0,192	3,0	0,014	0,132	9,43
Ізолейцин	0,106	0,094	0,160	1,70	0,012	0,172	14,33
Лейцин	0,198	0,144	0,266	1,85	0,054	0,174	3,22
Фенілаланін	0,092	0,084	0,142	1,69	0,008	0,076	9,50
Гістидин	0,152	0,066	0,208	3,15	0,086	0,148	1,72
Треонін	0,108	0,096	0,108	1,13	0,012	0,072	6,0
Серин	0,114	0,104	0,146	1,40	0,010	0,090	9,0
Аспарагінова к-та	0,272	0,228	0,322	1,41	0,044	0,152	3,45
Глутамінова к-та	0,380	0,268	0,372	1,39	0,112	0,372	3,32
Пролін	0,150	0,084	0,116	1,38	0,066	0,136	2,06
Гліцин	0,122	0,114	0,148	1,30	0,008	0,050	6,25
Аланін	0,114	0,104	0,140	1,35	0,010	0,110	11,0
Цистеїн	0,024	0,012	0,016	1,33	0,012	0,018	1,50
Валін	0,118	0,108	0,136	1,26	0,010	0,102	10,20
Тирозин	0,114	0,096	0,124	1,29	0,018	0,048	2,67
Аргінін	0,080	0,064	0,182	2,84	0,016	0,106	6,63
Сума	2,66	2,028	3,192	–	0,632	2,232	–

Таблиця 3

Амінокислотний склад грибів шампінйонів та величини амінокислотного скору у порівнянні зі шкалою ФАО/ВООЗ

Амінокислота	Шкала ФАО/ВООЗ, мг в 1 г білка	Вміст АК мг в 100 г (білка 2,66 %)	Вміст АК, мг в 1 г білка	Скор, %
Незамінні амінокислоти				
Триптофан	10	78	29,32	293,2
Лізин	55	360	135,34	246,1
Треонін	40	108	40,60	101,5
Валін	50	118	44,36	88,7
Метіонін+цистін	35	102	38,35	109,6
Ізолейцин	40	106	39,85	99,6
Лейцин	70	198	74,44	106,3
Фенілаланін+тирозин	60	206	77,44	129,1
Всього незамінних амінокислот:	–	1276	479,7	–

Розрахунок амінокислотного скору показав, що білок грибів шампінйонів за амінокислотним складом наближається до «ідеального білка», але є лімітованим за такою амінокислотою, як валін. За такими амінокислотами, як триптофан, лізин білок грибів перевищує «ідеальний білок» в 2,6–3 рази, а за сумарною кількістю фенілаланіну та тирозину – в 1,3 рази (табл. 3).

Отримані наукові результати були використані при розробці нанотехнології дрібнодисперсного пюре із грибів шампінйонів, де в якості інновації використано паротермічну обробку, дрібнодисперсне подрібнення, яке дозволило вилучити приховані в рослинній сировині форми БАР і біополімерів та провести руйнування (механоліз) білка до окремих амінокислот та більш повного використання біологічного потенціалу сировини.

На основі отриманих результатів досліджень було розроблено дві рецептури нових видів паштетів «Паштет грибний» та «Паштет грибний із шинкою», де як основну сировину використовували наноструктуроване дрібнодисперсне пюре з грибів шампінйонів у кількості 55...60 % та додаткову сировину – моркву смажену, цибулю смажену, рослинну олію, сухе молоко, сіль, цукор, суміш спецій, фітоекстракти з натуральних прянощів (чорний перець, гвоздика) (суміш 1:1 з вмістом сухих речовин 3,5–3,8 %), шинку та бульйон або воду за рецептурою.

Установлено, що за сенсорними показниками нові паштети мають приємний смак і запах, що зумовлене використанням наноструктурованого дрібнодисперсного пюре з грибів шампінйонів і зазначених компонентів. Готовий продукт має рів-

номірний колір та еластичну, однорідну консистенцію, характерну для цього виду консервів і знаходиться в легкозасвоюваній наноформі. Дослідження

амінокислотного складу та фізико-хімічних показників розроблених паштетів із використанням наноструктурованого пюре з грибів представлені в табл. 4.

Таблиця 4

Амінокислотний склад і фізико-хімічні показники якості паштетів «Грибний» та «Грибний із шинкою» з використанням наноструктурованого пюре з грибів

Показник	Паштет «Грибний»	Паштет «Грибний із шинкою»	Аналог
			Паштет «Грибний» (Польща)
Масова частка сухих речовин, %	43,91	42,36	43,22
Масова частка білка, %	5,4	5,0	2,7
Незамінні амінокислоти (мг у 100 г білка)			
Треонін	0,200	0,250	0,95
Валін	0,250	0,300	0,108
Метіонін	320	340	100,0
Ізолейцин	210	205	94,0
Лейцин	450	420	144
Фенілаланін	210	205	84
Лізин	66	300	100
Триптофан	250	218	50
Масова частка жиру, %	11,2	12,8	13,0
Масова частка фенольних сполук (за хлорогеновою кислотою), мг в 100 г	685,2	716,0	72,0
Масова частка ароматичних речовин (за числом аромату) мл тіосульфату Na у 100 г	97,1	89,6	28,4
pH	6,2	6,1	6,3

Показано, що масова частка білка в нових паштетах перевищує їх масову частку у свіжих грибах в 2 рази, зокрема, у паштетах з використанням наноструктурованого дрібнодисперсного пюре з грибів вона становить 5,4 %, а у свіжих грибах – 2,7 % та за своїм амінокислотним складом є повноцінним.

Показано, що паштети відрізняються високим вмістом незамінних амінокислот, ароматичних та низькомолекулярних фенольних сполук, які мають імунотенезуючі, детоксикуючі властивості (табл. 4), по хімічному складу та значно перевищують відомі світові аналоги.

Все це дозволяє стверджувати про високу ефективність використання нового покоління обладнання для паротермічної обробки та дрібнодисперсного подрібнення грибів. Апробація у виробничих умовах, зокрема в НВФ «КРІАС ПЛІОС» (м. Харків, Україна), НВФ «ХПП» (м. Харків, Україна), КП «КДХ» (м. Харків, Україна) експериментальних партій нанопродуктів (нанопюре, нанопаштетів, закусок «Чіз-Бол» та ін.) підтверджує доцільність використання нового покоління обладнання та отримання нанопродуктів, як для підприємств ресторанного господарства так і великих харчових підприємств.

6. Результати дослідження впливу глибокої переробки грибів шампінйонів з використанням паротермічної обробки та дрібнодисперсного подрібнення та їх обговорення

Автори сподіваються, що наведені в статті результати будуть мати значну практичну цінність, як для України, так і для міжнародної спільноти, оскільки в світі спостерігається дефіцит натуральних продуктів.

Незважаючи на корисні властивості сировини, на сьогоднішній день біологічний потенціал (за вмістом вітамінів, інших БАР, біополімерів), що закладе-

ний в сировині, в світі використовується тільки частково. Спостерігаються значні втрати БАР (від 20 до 80 %) при традиційних методах переробки рослинної сировини, а також при споживанні свіжої та готової сировини. Значна частина цілющих речовин сировини засвоюються організмом людини (на 30...50 %). Тобто, відбуваються значні втрати біологічного потенціалу цінної харчової рослинної сировини, як при її переробці, так і при споживанні, які в межах планети Земля становлять сотні мільярдів тонн. Одним із основних способів збереження всього цінного, що є в рослинній та грибній сировині, що використовується в світі, є впровадження ресурсозберігаючих та безвідходних технологій виробництва. Проте, ніхто із світової наукової спільноти, крім авторів даної роботи, ніколи не підіймав питання про те, що в рослинній та грибній сировині існують в значній кількості приховані (зв'язані) форми низькомолекулярних БАР та біополімерів, масова частка яких в 2...5 разів більше, ніж загальновідомо і фіксується традиційними хімічними методами досліджень. Автори статті встановили, що в свіжій рослинній та грибній сировині закладені значні приховані резерви, як низькомолекулярних харчових, біологічно активних речовин, так і біополімерів.

Запропоновані методи глибокої переробки сировини, технологічні прийоми, розроблені технології, що дозволяють максимально вилучити закладений в сировині потенціал, використання якого можна порівняти зі збільшенням врожайності рослинної та грибної сировини в декілька разів.

Використання отриманих в роботі результатів досліджень дозволить забезпечити теоретичні та практичні основи щодо можливості цілеспрямованого отримання в харчовій промисловості рослинних гетерогенних дисперсних систем в нанодіапазоні з

застосуванням процесів механодеструкції, кріомеханодеструкції та неферментативного каталізу, що дають можливість більш повно використовувати закладений в рослинній сировині біологічний, в тому числі, прихований потенціал і отримувати продукти та добавки з принципово новими споживчими властивостями, яких неможливо досягти використовуючи традиційні технології переробки, для яких характерні значні втрати БАР і сировини.

7. Висновки

1. Виявлено, що в порівнянні з традиційним методом теплової обробки грибів (зокрема, варки) обробка в пароконвектоматі – ферментативні процеси, зокрема, їх активація відбуваються з меншою інтенсивністю. Так, активація окислювальних ферментів (пероксидази та поліфенолоксидази) через 10 хвилин варки в традиційному апараті збільшується в 3...3,5 рази в пароконвекційній печі – в 2...2,1 рази, що пояснюється перш за все різними температурами при паротермічній обробці та різною кількістю кінетичної теплової енергії, яка приймає участь в цих процесах. Показано, що при паротермічній обробці грибів шампінйонів в пароконвектоматі втрати ароматичних та інших БАР в 1,8...2 рази менше, ніж при традиційній варці.

2. Показано, що після паротермічної обробки та дрібнодисперсного подрібнення грибів шампінйонів і отримання пюре в наноформі відбувається більш повне вилучення із сировини скритих форм ароматичних речовин (в 2,2 раз) та L – аскорбінової кислоти (в 1,7 раз). При дрібнодисперсному подрібненні грибів отриманих шляхом традиційного варіння масова частка речовин в кількості 70–75 % знаходилась в нанорозмірній легкозасвоюваній формі.

3. Установлено новий метод паротермічної обробки (в пароконвекційній печі) та дрібнодисперсного подрібнення грибів шампінйонів в нанопюре дозволяє вилучити із сировини важкорозчинний білок із зв'язаної форми в наноконформах з іншими біополімерами у вільну форму в 1,7...1,8 разів більше, ніж знаходиться в вихідній сировині та трансформувати (зруйнувати) за допомогою неферментативного каталізу білок в легкозасвоювану наноформу до окремих α -амінокислот (на 65...70 %).

4. Встановлено, що комплекс застосування паротермічної обробки грибів в пароконвектоматі з дрібнодисперсним подрібненням дає змогу отримати нанопюре та паштети на його основі, якість яких перевищує відомі аналоги (зокрема, за вмістом вільних α -амінокислот, ароматичних речовин кількість яких в 2 рази перевищує вихідну сировину).

Література

1. FAO/WHO/UNU. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAO Expert Consultation [Electronic resource]. – Food and agriculture organization of the united nations Rome. – 2013. – Vol. 92. – Available at: <http://www.fao.org/ag/humannutrition/35978-02317b979a686a57aa4593304ffc17f06.pdf>
2. Павлюк, Р. Ю. Кріо- і механохімія в пищевих технологіях [Текст]: монографія / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарская, В. А. Павлюк, Л. А. Радченко, О. А. Юрьева, Н. Ф. Максимова. – Х.: Факт, 2015. – 255 с.
3. Меры политики по обеспечению продовольственной безопасности в регионе: проблемы и перспективы – продовольственный прогноз до 2050 года [Текст]: 28 регион. конф. ФАО для Европы. – Баку, 2012. – С. 23–27.
4. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health: report of a Joint WHO/FAO/UNU. Expert Consultation [Text]. – Geneva: World Health Organization, 2010.
5. Павлюк, Р. Ю. Кріомеханохімія в нанотехнологіях пищевих продуктів [Текст]: монографія / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарская, В. А. Павлюк, А. А. Берестова, Н. Ф. Максимова. – Харьков: ХГУПТ, 2015. – 260 с.
6. Ященко, О. В. Харчова та біологічна роль їстівних та лікарських грибів в харчуванні населення [Текст] / О. В. Ященко // Гігієна населених місць. – 2012. – № 59. – С. 234–240.
7. Канцеляренко, А. М. Актуальність переробки культивованих грибів у готову харчову продукцію [Текст]: тези доп. всеукр. наук.-практ. конф. / А. М. Канцеляренко, К. В. Зубченко // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв готельного, ресторанного господарств і торгівлі. – Х.: ХДУХТ, 2012. – № 1. – С. 12.
8. Капрельянц, Л. В. Пробиотики: химия, технология, применение [Текст]: монографія / Л. В. Капрельянц. – К.: ЭнтерПринт, 2015. – 252 с.
9. Тутельян, В. А. Научные основы здорового питания [Текст] / В. А. Тутельян, А. Н. Разумов, А. И. Вялков и др. – М.: Понорама. Наука и практика, 2010. – 816 с.
10. Павлюк, Р. Ю. Вивчення якості грибів шампінйонів при низькотемпературному подрібненні [Текст]: тези доп. всеукр. наук.-практ. конф. / Р. Ю. Павлюк, Т. С. Маціпура // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв готельного, ресторанного господарств і торгівлі. – Х.: ХДУХТ, 2012. – № 1. – С. 151.
11. Павлюк, Р. Ю. Новий напрямок глибокої переробки харчової сировини [Текст]: монографія / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, Л. О. Радченко, В. А. Павлюк, Р. Д. Таубер, Н. М. Тимофеева та ін. – Х.: Факт, 2017. – 380 с.
12. Кирик, А. В. Исследование теплообменных процессов в пароконвекционном аппарате [Текст]: тез. докл. VII Междунар. науч. конф. / А. В. Кирик, А. В. Иванов // Техника и технология пищевых производств. – Могилев: УО МГУП, 2010. – № 1. – С. 8–9.
13. Кирик, И. М. Пароконвекционный аппарат для объектов общественного питания [Текст]: мат. VIII Междунар. науч.-техн. конф. / И. М. Кирик и др. // Инновационные технологии в пищевой промышленности. – Минск, 2009. – С. 394–401.
14. Иванов, А. В. Результаты экспериментальных исследований процесса теплообмена в пароконвекционном аппарате [Текст] / А. В. Иванов, И. М. Кирик, А. В. Кирик // Инновационные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции. – 2011. – № 2. – С. 47–49.
15. Павлюк, Р. Ю. Розробка нанотехнології дрібнодисперсного замороженого пюре із грибів шампінйонів (*Agaricus Bisporus*) [Текст] / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, Т. С. Маціпура, Н. П. Максимова // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2015. – Т. 6, № 10 (78). – С. 24–28. doi: 10.15587/1729-4061.2015.56145
16. Антонова, И. А. Некоторые технологические решения сохранения БАВ в консервированной грибной продукции [Текст] / И. А. Антонова, Е. А. Юшина, Е. А. Варламова // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. – 2014. – № 10. – С. 64–67.

17. Барамбойм, Н. К. Механохимия высокомолекулярных соединений [Текст] / Н. К. Барамбойм. – М.: Химия, 1978. – 384 с.

18. Pavlyuk, R. The development of cryogenic method of deep treatment of inulin-containing vegetables (topinambour) and obtaining of prebiotics in the nanopowders form [Text] / R. Pavlyuk, V. Pogarska, V. Pavlyuk, K. Balabai, S. Loseva // EUREKA: Life Sciences. – 2016. – Vol. 3. – P. 36–43. doi: 10.21303/2504-5695.2016.00145

19. Balaz, P. Mechanochemistry in technology: from minerals to nanomaterials and drugs [Text] / P. Balaz, M. Balaz, Z. Bujnakova // Chemical Engineering and Technology. – 2014. – Vol. 37, Issue 5. – P. 747–756. doi: 10.1002/ceat.201300669

20. Balaz, P. Mechanochemistry in Nanoscience and Minerals Engineering [Text] / P. Balaz. – Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2010. – 400 p.

Дата надходження рукопису 24.03.2017

Павлюк Раїса Юрїївна, доктор технічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України, кафедра технологій переробки плодів, овочів і молока, Харківський державний університет харчування та торгівлі, вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051

Погарська Вікторія Вадимівна, доктор технічних наук, професор, лауреат Державної премії України, кафедра технологій переробки плодів, овочів і молока, Харківський державний університет харчування та торгівлі, вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051

Радченко Людмила Олексіївна, кандидат історичних наук, професор, директор, Харківський торговельно-економічний коледж Київського національного торговельно-економічного університету, вул. Клочківська, 202, м. Харків, Україна, 61045, E-mail: kharkiv@htek.com.ua

Таубер Роман Давід, доктор педагогічних наук, професор, ректор, Академія готельного бізнесу та громадського харчування в Познані, вул. Нізавска, 19, м. Познань, Польща, 61-022
E-mail: wshigua@i.ua

Маціпура Тетяна Сергіївна, старший викладач, кафедра технологій переробки плодів, овочів і молока, Харківський державний університет харчування і торгівлі, вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051

Каплун Олена Анатоліївна, кандидат біологічних наук, Харківський торговельно-економічний коледж Київського національного торговельно-економічного університету, вул. Клочківська, 202, м. Харків, Україна, 61045

УДК 637.141.8

DOI: 10.15587/2313-8416.2017.102152

РОЗРОБКА НОВОГО ПОКОЛІННЯ ОЗДОРОВЧИХ НАНОНАПОЇВ ЗБАГАЧЕНИХ КАРОТИНОЇДНИМИ, ХЛОРОФІЛВІСНИМИ, АНТОЦΙΑНОВИМИ НАНОДОБАВКАМИ

© Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, Л. М. Біленко, О. С. Погарський, Ю. П. Какадій,
Г. Е. Гасанова, Т. А. Стуконоженко

Розроблено нові натуральні функціональні оздоровчі сокові нанонапої з рекордним вмістом БАР (L-аскорбінової кислоти, β -каротину, хлорофілу, антоціанів, фенольних сполук) та пребіотиків – целюлози, пектинових речовин в розчинній іономолекулярній формі. Як інновацію в технології нанонапоїв використовували в якості збагачувачів БАР, барвників, структуроутворювачів рослинні каротиноїдні, хлорофілвісні, антоціанові кріопюре в наноформі із плодів та пряноців

Ключові слова: оздоровчі нанонапої, натуральні нанопюре, каротинвісні, хлорофілвісні, антоціанові добавки, плоди, овочі

1. Вступ

Актуальність та своєчасність представлених в статті наукових результатів та відомостей пов'язана з необхідністю вирішення на планеті таких глобальних проблем, як: голод, 50 %-вий дефіцит в раціонах харчування біологічно активних речовин (БАР), зокрема вітамінів, каротину, мінеральних речовин, білка та інших, які посилюються погіршенням екологічної ситуації та зниженням імунітету у населення України та багатьох інших країнах світу [1, 2]. Одним із важ-

ливих напрямків вирішення даної глобальної проблеми, за даними ЮНЕСКО в міжнародному прогнозі «Харчування XXI століття» є розробка та створення оздоровчих функціональних продуктів, спрямованих на зміцнення здоров'я [3].

В зв'язку з цим сьогодні в багатьох країнах світу знаходять широке застосування функціональні оздоровчі продукти (особливо із фруктів, ягід та овочів), які направлені на підвищення імунітету населення. Основними вимогами, які пред'являються до