

УДК 664.87

INVESTIGATION OF HYDROTHERMAL PROCESS OF SHIITAKE MUSHROOMS

I. Zinchenko, M. Bondar

National University of Food Technologies

Key words:

Shiitake, mushroom semi-finished products, hydrothermal treatment, quality indicators, polyphenol oxidase enzyme

Article history:

Received 08.10.2018

Received in revised form 28.10.2018

Accepted 26.11.2018

Corresponding author:

inna_3@ukr.net

ABSTRACT

This article presents the results of research the influence of hydrothermal processing on the physico-chemical and biochemical changes of Shiitake mushroom.

Consistency is one of the main technological indicators of mushroom semi-finished products. The yield strength of mushrooms and semi-finished products has been determined for the objective characteristic of the influence of the hydrothermal treatment duration on the consistency of mushrooms. It is rational to make hydrothermal treatment of shiitake for 6-7 minutes to obtain mushroom semi-finished products with the best consistency. Increase of processing time leads to degradation of the structural and mechanical parameters of semi-finished products.

It has been established that the polyphenol oxidase enzyme of Shiitake has a high activity. A comparative analysis of the influence of the use of salt and citric acid on the activity of polyphenol oxidase has been carried out and it has been found that taste additives in the least amount contribute to inactivation of the enzyme. The combined use of additives accelerates the inactivation process compared with their individual use.

It is rational to use a solution with salt concentration of 1% and citric acid concentration of 0,02% for processing. This should be done to prevent the semi-finished products quality deterioration during next process, inactivation of the polyphenol oxidase enzyme and the provision of the necessary organoleptic parameters.

On the basis of analysis and generalization of theoretical and experimental studies, the rational mode of hydrothermal treatment of Shiitake mushrooms as raw material for food concentrates with quality indicators was developed and scientifically motivated: temperature — $(95\pm 5)^{\circ}\text{C}$, duration — 6 minutes. The recommendations for conducting the technological mode of the hydrothermal treatment process of shiitake mushrooms can be useful in the technologies of food concentrates and other branches of the food industry.

DOI: 10.24263/2225-2916-2018-24-9

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ГІДРОТЕРМІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ ГРИБІВ ШІІТАКЕ

І.М. Зінченко, канд. техн. наук

М.В. Бондар, канд. техн. наук

Національний університет харчових технологій

У статті наведені результати дослідження впливу гідротермічного оброблення на органолептичні, фізико-хімічні та біохімічні зміни грибів шіітаке.

Для одержання грибних напівфабрикатів з щільною, міцною консистенцією гідротермічне оброблення шіітаке потрібно проводити протягом 6—7 хв. Для запобігання зниженню якості напівфабрикатів у процесі подальшої переробки, інактивації ферменту поліфенолоксидази та забезпечення необхідних органолептичних показників доцільно при обробленні використовувати розчин з масовою часткою кухонної солі 1% та лимонної кислоти 0,02%.

На основі аналізу та узагальнення теоретичних і експериментальних досліджень рекомендовано гідротермічне оброблення грибів шіітаке проводити протягом 6 хв при температурі $(95 \pm 5)^\circ\text{C}$, що дасть змогу отримати грибні напівфабрикати з високими показниками якості. Розроблені рекомендації можуть бути використані як у харчоконцентратній, так і в інших галузях харчової промисловості.

Ключові слова: шіітаке, грибні напівфабрикати, гідротермічне оброблення, показники якості, фермент поліфенолоксидаза.

Постановка проблеми. Сучасній людині при активному ритмі життя вживання харчоконцентратів, в т. ч. обідніх страв, дає змогу значно скоротити час на приготування їжі. Особливо споживання харчо концентратів, повністю готових до вживання або миттєвого приготування. Тому останнім часом такі продукти набирають все більшої популярності.

Однією з популярних і водночас перспективних видів сировини у рецептурному складі харчових концентратів перших та других обідніх страв є гриби.

За останні роки вирощування культивованих грибів стало дуже популярним. Передусім це обумовлено тим, що культивовані гриби є джерелом значної кількості білка, вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон тощо.

Шіітаке є одним з найбільш перспективних для культивування видів їстівних грибів і посідає третє місце у світовому виробництві після печериці та гливи. Його виробництво зросло у світі за останні 5 років на 65% і досягло 527 тис. т/рік. Цей гриб є не тільки корисним харчовим продуктом, але й становить інтерес у зв'язку з його багатоплановим застосуванням з лікувально-профілактичною метою. Серед метаболітів, які продукує шіітаке, є речовини, що володіють радіопротекторним, протипухлинним, антивірусним впливом, сприяють зміцненню імунної системи [2; 5—8].

При виробництві харчових концентратів обідніх страв, в т. ч. миттєвого приготування, використовують гриби в сушеному вигляді. Тому, зазвичай, при відновленні (приготуванні) продукту цей інгредієнт надає характерний присма готовій страві. Шіітаке, які відрізняються як специфічними запахом і смаком, так і досить твердою і пружною консистенцією, будуть суттєво впливати на органолептичні показники готових продуктів — гіркоту та жорстку текстуру.

Одним із можливих шляхів вирішення цієї проблеми є проведення гідротермічного оброблення грибів перед їх сушінням.

Аналіз наукових даних щодо гідротермічного оброблення штучно культивованих грибів показав, що основна частина досліджень, присвячена отриманню грибів маринованих чи відварених, повністю готових до вживання, що вимагає тривалої термічної обробки. Крім того, відсутні дані щодо впливу такого оброблення на перебіг біохімічних процесів, що безпосередньо пов'язано з впливом на харчову цінність готового продукту [3].

При виробництві харчоконцентратів обідніх страв гриби використовують у сушеному вигляді, тому після гідротермічного оброблення грибів ми передбачаємо їх подальшу технологічну переробку — сушіння. Відварені гриби будуть проміжним продуктом (грибним напівфабрикатом), тому проведення досліджень щодо удосконалення та наукового обґрунтування процесу гідротермічного оброблення грибів є доцільним та актуальним.

Метою статті є дослідження та наукове обґрунтування впливу гідротермічного оброблення грибів шіітаке на показники якості та активність ферменту поліфенолоксидази і встановлення раціональних параметрів цього процесу.

Матеріали і методи. При проведенні лабораторних досліджень використовували штучно культивовані гриби шіітаке (*Lentinula edodes*), сіль кухонну, кислоту лимонну моногідрат харчову, воду питну.

Органолептичні показники якості грибних напівфабрикатів визначали за регламентованими стандартом методиками та порівнювали з вимогами ДСТУ 4696:2006 «Гриби мариновані та відварені. Технічні умови».

Активність ферменту поліфенолоксидази свіжих грибів і напівфабрикатів визначали йодометричним методом. Консистенцію грибних напівфабрикатів оцінювали органолептично та за показником граничного напруження зсуву, який визначали на пенетрометрі AP-4/1.

Дослідження проводились відповідно до тематики науково-дослідної роботи кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів Національного університету харчових технологій «Розробка прогресивних ексклюзивних технологій харчоконцентратів підвищеної харчової, біологічної цінності, швидкого приготування, дитячого, лікувально-профілактичного призначення»

Результати досліджень. З метою встановлення раціональних технологічних параметрів гідротермічного оброблення штучно культивованих шіітаке вивчали вплив тривалості процесу на показники якості грибних напівфабрикатів, що піддавалася обробленню.

У результаті попередньо проведених наукових досліджень запропоновано гідротермічне оброблення грибів проводити при температурі $(95 \pm 5)^\circ\text{C}$ [4].

Для визначення органолептичних показників (зовнішнього вигляду, смаку і запаху, кольору, консистенції) тривалість процесу гідротермічного оброблення змінювали від 1 до 10 хв. Найкращі органолептичні показники зразків шіітаке відмічені при тривалості оброблення протягом 6—8 хв. При такій тривалості оброблення напівфабрикати набувають приємного смаку, запаху, кольору при цьому зберігаючи свою форму.

Консистенція — є одним з основних технологічних показників грибних напівфабрикатів. Для об'єктивної характеристики впливу тривалості гідротермічного оброблення на консистенцію грибів визначали граничне напруження зсуву грибів та напівфабрикатів, що характеризує міцність грибної тканини.

На рис. 1 подані зміни граничного напруження зсуву дослідних зразків залежно від тривалості гідротермічного оброблення.

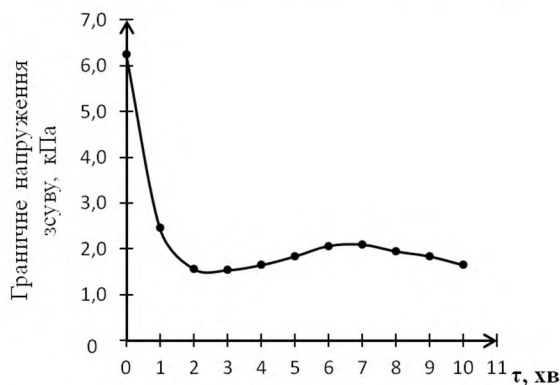


Рис. 1. Зміна граничного напруження зсуву грибних напівфабрикатів у процесі гідротермічного оброблення

Аналіз отриманих результатів показав, що протягом вже перших двох хвилин оброблення граничне напруження зсуву шіітаке зменшується в 4 рази. Однією з причин зменшення міцності тканин грибів під час оброблення є зміни вуглеводів клітинних стінок грибів. Клітини грибної тканини з'єднані між собою пластинами, в яких молекули протопектину переплетені між собою та з молекулами геміцелюлози. Внаслідок гідролітичного розкладу протопектину пластини руйнуються, клітини роз'єднуються, а тканина розпушується [4].

Також зміна консистенції грибів відбувається за рахунок дифузії вологи, яка здійснюється внаслідок руху вологи з внутрішніх шарів у зовнішні по капілярах міжклітинними ходами. Волога виходить з клітини та випаровується, внаслідок впливу температури відбувається коагуляція білків протоплазми і настає незворотній плазмоліз клітини, поряд з цим з міжклітинних ходів видаляється повітря. Процес призводить до ущільнення тканин та їх розм'якшення.

Подальше оброблення по-різному впливає на консистенцію грибів. У грибах шіітаке спостерігається незначне збільшення граничного напруження зсуву, яке досягає свого максимуму при 6—7 хв оброблення, а потім поступово зменшується. Очевидно, це зумовлено тим, що в процесі гідротермічного оброблення, під час денатурації білкових речовин, останні утворюють комплексні структури з полісахаридами, які збільшують таким чином стійкість грибних тканин до механічних навантажень. Для одержання грибних напівфабрикатів з щільною, міцною консистенцією, гідротермічне оброблення шіітаке доцільно проводити протягом 6—7 хв. Збільшення тривалості оброблення призводить до погіршення структурно-механічних показників напівфабрикатів.

Гриби у своєму складі містять значну кількість поліфенолів, які відіграють важливу роль у різних фізіологічних функціях клітин. Від вмісту та перетворень поліфенолів значною мірою залежить забарвлення, смак та аромат грибів. Саме тому характер перетворення поліфенолів у грибах певною мірою визначає якість продуктів їх переробки [1]. Поліфеноли легко окиснюються за участю ферменту поліфенолоксидази. В результаті реакції утворюються хінони, а потім складні продукти взаємодії їх між собою й темнозабарвлені речовини — флобафени. Останні й обумовлюють потемніння на повітрі грибів.

У зв'язку з цим при переробці грибів основним засобом захисту від потемніння є інактивація ферментів, які каталізують реакції окиснення. Тому дослідже-

но вплив тривалості гідротермічного оброблення на зміни активності ферменту поліфенолоксидази в напівфабрикатах із шіітаке.

Крім того, при гідротермічному обробленні для покращення смакових властивостей грибних напівфабрикатів, можливе додавання таких добавок, як кухонна сіль і лимонна кислота. Додавання кухонної солі до розчину, в який занурюють гриби, значно зменшує кількість речовин, що надають гіркоту грибам [1].

Нами проведені дослідження впливу на активність ферменту поліфенолоксидази грибів використання розчинів з масовою часткою кухонної солі 0,25%, 0,50%, 0,75% та 1%, а також розчину з масовою часткою кухонної солі 1% та лимонної кислоти 0,02%. За контроль приймали гриби, оброблені у водному розчині (без смакових добавок). Результати досліджень наведені на рис. 2.

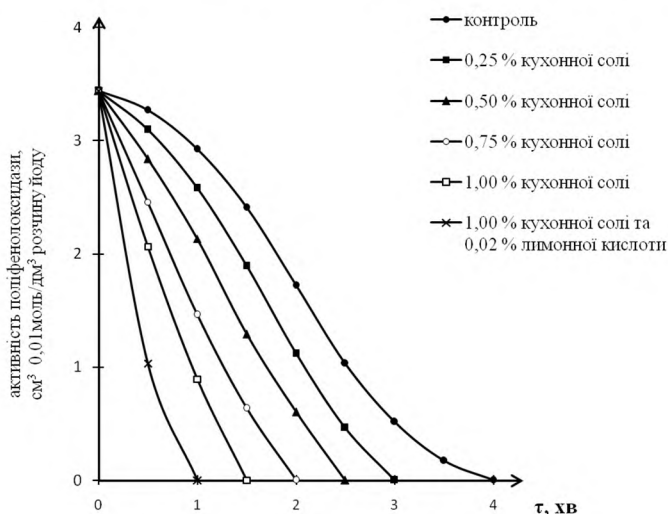


Рис. 2. Зміни активності поліфенолоксидази грибів шіітаке в процесі гідротермічного оброблення

Отримані дані свідчать, що активність поліфенолоксидази шіітаке має досить високе значення — $3,4 \text{ см}^3 0,01 \text{ моль/дм}^3$ розчину йоду. При гідротермічному обробленні активність ферменту грибів швидко знижується під дією температури та вологи. Вже при перших 2 хв гідротермічного оброблення у воді цей показник в зразках зменшується відповідно в 2 рази, якщо порівняти з початковим значенням. Для інактивації ферменту в шіітаке достатньо 4 хв оброблення у воді.

Отримані дані експерименту показали, що використання кухонної солі суттєво знижує активність поліфенолоксидази грибів. Очевидно, такий вплив зумовлений тим, що поліфенолоксидаза добре розчиняється у сольових розчинах [1]. Оброблення грибів у розчині з масовою часткою кухонної солі 0,25% дає змогу інактивувати фермент вже за 3 хв, що швидше порівняно з контрольним зразком на 1 хв. При подальшому збільшенні масової частки кухонної солі в розчині активність поліфенолоксидази поступово знижується. Використовувати розчин з масовою часткою кухонної солі більш ніж 1% недоцільно, тому що не забезпечуються необхідні органолептичні показники вже готових грибних продуктів.

Необхідно також враховувати, що після нагрівання можлива часткова регенерація вже інактивованої поліфенолоксидази. Тому для запобігання регенерації

ферменту тривалість гідротермічного оброблення повинна бути в 5—6 разів більша, ніж для її інактивації [4].

У процесі оброблення під дією температури, вологи та ферментів відбувається гідроліз важливих складових грибів, що призводить до збільшення втрат поживних речовин. Для максимального збереження поживних речовин необхідно скоротити тривалість оброблення та термін дії ферменту.

У зв'язку з цим запропоновано оброблювати гриби в розчині кухонної солі та лимонної кислоти. Використання розчину з масовою часткою кухонної солі 1% та лимонної кислоти в кількості 0,02% дало змогу повністю інактивувати поліфенолоксидазу протягом 1 хв гідротермічного оброблення. Зменшення активності ферменту поліфенолоксидази при використанні лимонної кислоти, можливо, зумовлено її здатністю утворювати комплекси з іонами металів, в тому числі з елементом Cu^{2+} , який виступає в ролі активатора даної ферментативної реакції.

Висновки. Встановлено, що для одержання грибних напівфабрикатів з щільною, міцною консистенцією, гідротермічне оброблення шіітаке доцільно проводити протягом 6—7 хв. Збільшення тривалості оброблення призводить до погіршення структурно-механічних показників напівфабрикатів.

Проведено порівняльний аналіз впливу використання кухонної солі та лимонної кислоти на активність поліфенолоксидази і виявлено, що смакові добавки вже в мінімальній кількості сприяють інактивації ферменту. Сумісне застосування добавок прискорює процес інактивації порівняно з їх окремим використанням. Для запобігання зниженню якості напівфабрикатів у процесі подальшої переробки та для забезпечення необхідних органолептичних показників доцільно при обробленні використовувати розчин з масовою часткою кухонної солі 1% та лимонної кислоти 0,02%.

На основі аналізу та узагальнення теоретичних і експериментальних рекомендацій гідротермічне оброблення грибів шіітаке проводити при температурі $(95 \pm 5)^\circ\text{C}$ протягом 6 хв, що дасть змогу отримати грибні напівфабрикати з високими показниками якості з метою їх подальшої переробки при виробництві харчоконцентратної продукції.

Розроблені рекомендації щодо проведення технологічного режиму процесу гідротермічного оброблення грибів шіітаке можуть бути використані як в харчоконцентратній, так і в інших галузях харчової промисловості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бакайтис В.И. Влияние способа засола на окислительно-восстановительные ферменты съедобных грибов / В.И. Бакайтис // Изв. Вузов. Пищ. технологии. — 2004. — № 4 — С. 27—28.
2. Бурда Н.Є. Вивчення елементарного складу грибів кордицепс, шіітаке, рейши та майтаке / Н. Є. Бурда, І. О. Журавель // Збірник наукових праць співробітників НМАПО ім. П. Л. Шупика. — 2016. — № 26. — С. 308—311.
3. Звіт про науково-дослідну роботу «Технологія нових харчових продуктів на основі культивованих грибів / Л. М. Крайнюк, К. О. Пасічник // ХДУХТ. — 2010. — 76 с.
4. Зінченко І.М. Розроблення технології харчоконцентратів на основі їстівних грибів: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.01 / НУХТ. — К., 2010. — 20 с.
5. Імунологічні дослідження біомаси порошку гриба шіітаке / Е.О. Ягченко, Н.А Бісько, П.Д. Пашнев, В.П. Попович, Н.О.Федоритенко // Запорозький медичинський журнал. — 2010. — Т.12, №1. — С. 105—107.
6. Р-вітамінна активність грибного порошку шіітаке / Кравченко М.Ф., Кублінська І.А., Лесишина Ю.О., Рябошапка О.Л. // Технічні науки та технології. — 2017. — № 2(8). — С. 172—178.

7. Hepatoprotective Effects of Mushrooms / Andréia Assunção Soares, Anacharis Babeto de Sá-Nakanishi, Adelar Bracht et al. // *Molecules*. — 2013. — Vol. 18. — P. 7609—7630.

8. Preeti A. Antioxidant mushrooms: A review. A. Preeti., S Pushpa., S Sakshi, A Jyoti // *Int. Res. J. Pharm.* — 2012. — № 3. — С. 65—70.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ГРИБОВ ШИИТАКЕ

И.Н. Зинченко, Н.В. Бондарь

Национальный университет пищевых технологий

В статье приведены результаты исследования влияния гидротермической обработки на физико-химические и биохимические изменения грибов шиитаке. Для получения грибных полуфабрикатов с плотной, прочной консистенцией гидротермическую обработку шиитаке нужно проводить в течение 6—7 мин. Для предотвращения снижения качества полуфабрикатов в процессе дальнейшей переработки, инактивации фермента полифенолоксидазы и обеспечения необходимых органолептических показателей целесообразно при обработке использовать раствор с массовой долей поваренной соли 1% и лимонной кислоты 0,02%.

На основе анализа и обобщения теоретических и экспериментальных исследований рекомендовано гидротермическую обработку грибов шиитаке осуществлять при температуре $(95\pm 5)^\circ\text{C}$ на протяжении 6 мин, что позволит получить грибные полуфабрикаты с высокими показателями качества. Разработанные рекомендации могут быть использованы как в пищевом концентратном, так и в других отраслях пищевой промышленности.

Ключевые слова: шиитаке, грибные полуфабрикаты, гидротермическая обработка, показатели качества, фермент полифенолоксидаза.