

УДК 641.52:635.8

О.Г. Дьяков, канд. техн. наук, доц.
Л.М. Крайнюк, канд. техн. наук, проф.
І.В. Набоков, студ.
О.І. Торяник, д-р хім. наук, проф.

ЯМР-ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ СТАНУ ВОЛОГИ В КУЛЬТИВОВАНИХ ГРИБАХ ПІД ЧАС ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ

Наведено результати ЯМР-дослідження зміни стану та кількості вологи в культивованих грибах під час теплової обробки.

Представлены результаты ЯМР-исследования изменения состояния и количества влаги в культивируемых грибах во время тепловой обработки.

The heat process of the cultivated mushrooms and results of a NMR-research of change of a condition and quantity of a moisture in mushrooms are presented

Постановка проблеми у загальному вигляді. Проведений аналіз товарознавчо-технологічних та лікувально-профілактичних властивостей культивованих грибів [1; 2] показав доцільність використання в технологіях напівфабрикатів високого ступеня готовності (НВСГ) культивованих грибів, а саме шіітаке, гливи звичайної та печериць. Кожен з грибів у складі НВСГ виконуватиме свою функцію. Шіітаке та глива звичайна використовуються як джерело компонентів функціональної дії, печериці – як компонента, яка визначає органолептичні властивості та біологічну цінність. Таким чином використовуючи купаж з трьох видів грибів у різних варіантах можна корегувати функціональні лікувально-оздоровчі, профілактичні та органолептичні властивості НВСГ.

Для отримання напівфабрикату високого ступеня готовності необхідно піддати гриби термічній обробці, яку треба провести таким чином, щоб довести грибну тканину різного морфологічного стану до розм'якшення, при цьому знизити втрати сухих речовин порівняно з традиційними способами кулінарної обробки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій Робота ґрунтується на дослідженнях технологічних властивостей культивованих грибів підданих термічній обробці, які були проведені Л.М. Крайнюк, Н.І. М'ячиковою та К.О. Пасічник [3–5]. Авторами запропоновано відокремлювати шапку гливи звичайної від ніжки для подальшої технологічної обробки. Таким чином, є доцільним застосувати цей параметр у технологічному процесі отримання напівфабрикату з культивованих грибів і відокремлювати шапки від ніжок грибів шіітаке та гли-

ви звичайної. Печериці розділяти на ніжки та шапки буде недоцільним, тому що вони несуттєво відрізняються за морфологічною будовою, хімічним складом та реологічними характеристиками.

Мета та завдання статті полягають у розробці технологічної схеми теплової кулінарної обробки (ТКО) грибів та проведення дослідження методом спінової луни ЯМР вмісту і стану вологи в культивованих грибах під час теплової обробки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для отримання НВСГ з функціональними властивостями необхідно після механічної кулінарної обробки та диференціації грибів на морфологічні частини (ніжки та шляпинки), провести теплову кулінарну обробку (ТКО) грибів. Необхідно підібрати комбінований спосіб ТКО, за якого відбувалося б розм'якшення тканин грибів та втрати сухих речовин були б мінімальними, продукт набував високого ступеня готовності та оптимальних органолептичних характеристик. Для цього доцільно використовувати такий спосіб обробки, який дозволяє регулювати не лише температуру, тривалість але й вологість гріючого середовища в робочій камері.

На підставі наведених вище міркувань доцільно проводити процес термічної обробки грибів в два етапи. На першому етапі буде відбуватися розм'якшення тканин грибів та доведення сировини до стану напівготовності, уникаючи при цьому втрат вологи у вигляді рідини тому, що разом з вологою з клітини видаляються розчинені в ній сухі речовини.

Згідно розробленої технологічної схеми виробництва напівфабрикату високого ступеня готовності з культивованих грибів, грибна сировина під час технологічного процесу піддається декільком видам термічної обробки, яка призначена надати напівфабрикату оптимальних органолептичних характеристик, цілеспрямовано змінювати стан вуглеводів клітинних стінок грибів та зменшити вміст вологи, тим самим збільшити строк зберігання напівфабрикату. Під час підбору технологічних параметрів слід досягнути того щоб волога видалялась з грибів у газоподібному стані для запобігання видалення з грибів сухих речовин, розчинених у воді.

Гливу звичайну та шийтаке піддавали механічній кулінарній обробці, шапки відокремлювали від ніжок та піддавали термічній обробці окремо. Метою першого етапу термічної обробки ніжок є насичення вологою, та доведення їх дією температури до стану готовності. Відбувається розм'якшення ніжок, які більш тверді, ніж шапки гриба (що обґрунтовано реологічними дослідженнями). Шапка гриба шийтаке не потребує інтенсивного зволоження задля досягнення стану

кулінарної готовності та оптимальних органолептичних характеристик.

Параметри другого етапу термічної обробки для ніжки та шапки грибів шиїтаке та гливи звичайної також співпадають. Метою етапу є часткове видалення з продукту вологи, що досягається дією температури в режимі конвекції. У цьому режимі теплова обробка відбувається за рахунок гарячого сухого повітря. Повітряні маси, що активно циркулюють, обгортають продукт з усіх боків, дозволяючи йому рівномірно прогріватися. При цьому параметри конвекції підібрані таким чином, щоб уникнути видалення вологи з грибу у вигляді рідини. Волога видаляється з грибів переважно у газоподібному стані, що сприяє збереженню вмісту сухих речовин у напівфабрикаті

На відміну від гливи звичайної та шиїтаке, печериці мають ніжку та шапку, які схожі за своїми морфологічними характеристиками та мають схоже значення вологості. Тому параметри технологічних операцій, що здійснюються над ніжкою та шапкою печериці, є однаковими, а під час механічної кулінарної обробки шапка та ніжка печериць не відокремлюються одна від одної. Теплова обробка здійснювалась за розробленою технологією.

Після теплової обробки грибів було проведено дослідження методом спінової луни ЯМР зміни вмісту та стану вологи. Дослідження проводились на імпульсному релаксометрі ЯМР настроєному на резонансну частоту протонів 16 МГц. Спосіб визначення кількості вологи [6], яка за своїм станом більш рухома і наближається до вільної засновано на методі спінової луни Хана [7], який полягає в наступному.

На досліджуваній зразок, який розміщено в релаксометрі подається два зондуючих імпульси з інтервалом часу τ і через інтервал часу 2τ виникає відгук системи у вигляді спінової луни A_i (рис. 1).

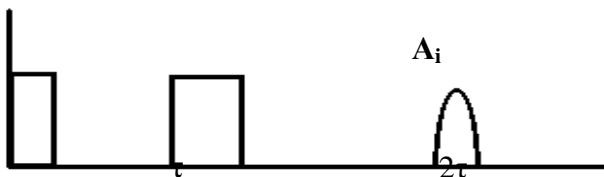
Амплітуда спінової луни визначається виразом

$$A = A_0 \exp\left(-\frac{2\tau}{T_2}\right), \quad (1)$$

де τ – інтервал часу між зондуючими імпульсами; T_2 – час спінової релаксації; A_0 – максимальне значення сигналу спінової луни, яке відповідає значенню сигналу спінової луни за $\tau = 0$.

Зрозуміло, що величина сигналу ЯМР пропорційна кількості резонуючих ядер у досліджуваному зразку. Для води резонуючими ядрами є ядра водороду – протони. Таким чином, якщо визначити ве-

личину сигналу луни, тобто кількість резонуючих ядер, то тим самим можна визначити вміст води в досліджуваному зразку.



Далі проводиться математична обробка результатів вимірів амплітуди спінової луни за різних значень інтервалу часу τ для визначення часу спин-спінової релаксації. Значення T_2 відповідно до формули (1) знаходиться з виразу

$$T_2 = \frac{2(\tau_{i+1} - \tau_i)}{\ln(A_i / A_{i+1})} , \quad (2)$$

де A_i – амплітуда сигналу спінової луни в момент часу τ_i .

Розрахунок амплітуда A_0 за нульового значення τ провадиться за формулою

$$A_0 = A_i \exp^{2\tau_i / T_2} . \quad (3)$$

Визначивши зважуванням масу зразка, знаходять питому інтенсивність сигналу

$$I = \frac{A_0}{m} . \quad (4)$$

За еталон приймаємо свіжі гриби до теплової обробки і так само знаходимо питому інтенсивність сигналу еталона.

$$I_{em} = \frac{A_0 em}{m_{em}} . \quad (5)$$

Тепер за питомими інтенсивностями сигналу досліджуваного зразка і еталона можна знайти відносну зміну кількості рухомої води у досліджуваних зразках

$$X = \frac{I_{зр}}{I_{ем}} \cdot 100\%, \quad (6)$$

де $I_{зр}$ – питома інтенсивність сигналу досліджуваного зразка; $I_{ем}$ – питома інтенсивність сигналу еталона.

Результати ЯМР-досліджень та їх обговорення. Для проведення досліджень було приготовлено зразки свіжих грибів, які були використані як еталон та зразки грибів після першого та другого етапів термічної обробки. Результати вимірювань та розрахунків наведено у таблицях 1–3.

Таблиця 1 – Результати ЯМР-дослідження грибів шиїтаке

Зразок	T_2	m	A_0	$I=A_0/m$	$I_{зр}/I_{ем}$
1. Ніжка, свіжа	0,054	0,127	3,390	26,693	1,000
2. Ніжка, 1 етап	0,036	0,155	4,430	28,581	1,307
3. Ніжка, 2 етап	0,029	0,125	2,850	22,8	0,841
4. Шапка, свіжа	0,052	0,135	4,530	33,556	1,000
5. Шапка, 1 етап	0,048	0,155	4,500	29,032	0,993
6. Шапка, 2 етап	0,017	0,155	4,030	26	0,890

Таблиця 2 – Результати ЯМР-досліджень гливи звичайної

Зразок	T_2	m	A_0	$I=A_0/m$	$I_{зр}/I_{ем}$
1. Ніжка, свіжа	0,083	0,11	3,59	32,636	1,000
2. Ніжка, 1 етап	0,076	0,13	5,057	38,9	1,409
3. Ніжка, 2 етап	0,06	0,1	3,47	34,7	0,967
4. Шапка, свіжа	0,135	0,125	4,93	39,44	1,000
5. Шапка, 1 етап	0,068	0,15	5,37	35,8	1,089
6. Шапка, 2 етап	0,035	0,085	2,794	32,871	0,567

Таблиця 3 – Результати ЯМР-досліджень печериць

Зразок	T_2	m	A_0	$I=A_0/m$	$I_{зр}/I_{ем}$
1	2	3	4	5	6
1. Ніжка, свіжа	0,107	0,14	4,400	31,429	1,000
2. Ніжка, 1 етап	0,071	0,125	4,780	38,24	1,086

	1	2	3	4	5	6
3. Ніжка, 2 етап		0,037	0,145	5,400	37,241	1,227
4. Шапка, свіжа		0,089	0,118	3,420	28,983	1,000
5. Шапка, 1 етап		0,076	0,105	4,470	42,571	1,307
6. Шапка, 2 етап		0,056	0,15	5,680	37,867	1,661

За результатами проведеного дослідження одержані досить цікаві дані щодо зміни відносного вмісту води у грибах підданих термічній обробці. Ці результати наведені на рисунках 2-4.

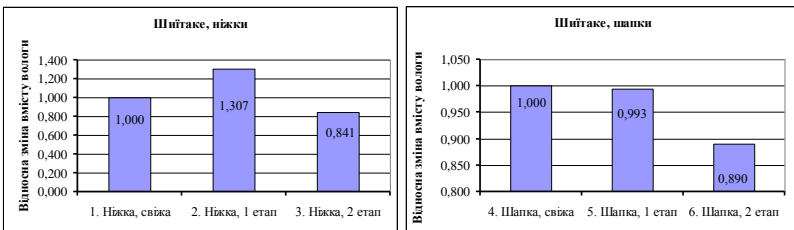


Рисунок 2 – Відносна зміна вмісту води в грибах шіттакє під час теплової обробки

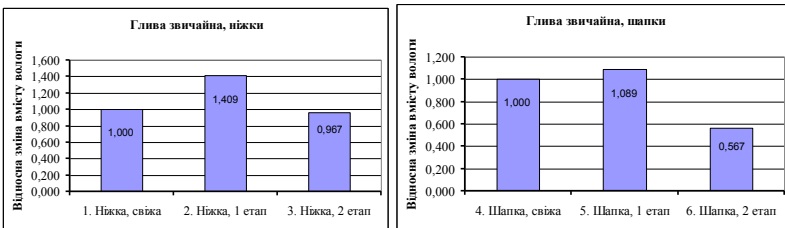


Рисунок 3 – Відносна зміна вмісту води в грибах глива звичайна під час теплової обробки

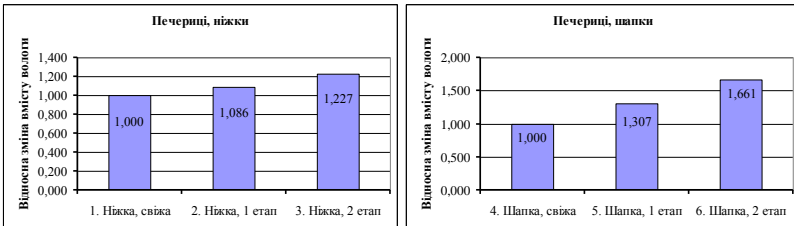


Рисунок 4 – Відносна зміна вмісту води в грибах печериця під час теплової обробки

Слід зазначити, що поведінка грибів щодо зміни вмісту рухомої вологи під час теплової обробки суттєво різна. У грибах шіітаке (ніжки) та гливи звичайної (ніжки та шапки) під час першого етапу теплової обробки у вологому середовищі збільшується кількість рухливої води. У той час у шапках шіітаке кількість рухливої води на першому етапі майже не змінюється. Можна припустити, що збільшення кількості рухливої води пов'язано з руйнуванням клітин грибів, тоді як видалення вологи стає неможливим у вологій атмосфері камери пароконвектомата. На другому етапі теплової обробки "сухим жаром" волога активно видалається з ніжок та шапок грибів шіітаке та гливи звичайної у відповідності з поставленим технологічним завданням.

Зовсім іншу поведінку демонструють печериці. На рисунку 4 показано, що кількість рухливої води у ніжках та шапках печериць зростає під час першого і другого етапу теплової обробки. На перший погляд такий результат здається неочікуваним, бо під дією "сухого жару" вода з гриба не видалається. Таку поведінку можна пояснити тим, що вода переходить у слабозв'язану форму, є досить рухомою але не випаровується під час друго етапу теплової обробки.

Висновки. Одержані результати та їх обговорення свідчать про те, що досліджені культивовані гриби мають різну поведінку під час теплової кулінарної обробки і тому ці особливості треба враховувати під час розробки технології НВСГ.

Список літератури

1. Сычов, П. А. Грибы и грибоводство [Текст] / П. А. Сычов, Н. П. Ткаченко ; под общ. ред. П. А. Сычова. – Донецк : Сталкер, 2003. – 512 с.
2. Пересічний, М. І. Технологія продуктів харчування функціонального призначення [Текст] / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, Д. В. Федорова. – К. : КНТЕУ, 2008. – 718 с.
3. Крайнюк, Л. М. Розробка технології та вивчення хімічного складу напівфабрикату глива звичайна термооброблена [Текст] / Л. М. Крайнюк, П. П. Пивоваров, Н. І. М'ячикова // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. пр. : у 2-х ч. / ХДАТОХ. – Х., 2002. – С. 23–29.
4. Пасічник, К. О. Визначення технологічних властивостей грибів шіітаке [Текст] / К. О. Пасічник // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / ХДУХТ. – Х., 2008. – Вип. 1 (7). – С. 57–63.
5. Крайнюк, Л. Н. Проблемы обеспечения экологической чистоты продуктов питания [Текст] / Л. Н. Крайнюк, Н. И. Мячикова, К. О. Пасечник // Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Ути-

лизация отходов : XVI Междунар. научно-практ. конф. : сб. науч. статей / УкрГНТЦ "Енергосталь" – Харьков : Сага, 2008. – Т. 1. – С. 89–94.

6. Торьяник, А. И. Определение влагосодержания в пищевых продуктах методом ЯМР [Текст] : метод. пособие / А. И. Торьяник, А. Г. Дьяков, Д. А. Торьяник. – Харків : ХДУХТ, 2006. – 20 с.

7. Фаррар, Т. Импульсная и Фурье-спектроскопия ЯМР [Текст] / Т. Фаррар, Э. Беккер. – М. : Мир, 1973. – 163 с.

Отримано 30.03.2011. ХДУХТ, Харків.

© О.Г. Дьяков, Л.М. Крайнюк, І.В. Набоков, О.І. Торьяник, 2011.

УДК 547.979.7:542.63

М.І. Погожих, д-р техн. наук, проф.

Т.В. Міщенко

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСТРАКЦІЇ ХЛОРОФІЛУ ПІД ЧАС ВИКОРИСТАННЯ РІЗНОЇ АПАРАТУРИ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЄ ПРОЦЕС ПЕРЕМІШУВАННЯ

Досліджено кінетику екстракції хлорофілу із кропиви, сушеної методом СТП, залежно від апаратури, що забезпечує процес перемішування.

Исследована кинетика экстракции хлорофилла из крапивы, сушенной методом СТП, в зависимости от аппаратуры, обеспечивающей процесс перемешивания.

Investigated the kinetics of the extraction of chlorophyll from nettle, dried by STP, depending on the hardware, providing the process of mixing.

Постановка проблеми у загальному вигляді. У виробництві багатьох харчових продуктів виникає необхідність корекції або відновлення їх кольору за допомогою фарбувальних компонентів, які можуть бути натуральним або штучним. Дані інгредієнти є складними органічними сполуками, і далеко не завжди нейтральні для людського організму. Ратифікація Європейським парламентом у 2008 році законодавчого акта щодо маркування продукції, що містить синтетичні барвники E102, E104, E110, E122, E124, E129 призвела до фактичної заборони на застосування синтетичних барвників у світовій харчовій промисловості. У зв'язку з цим агентство харчових стандартів Великобританії оголосило про повне позбавлення харчових продуктів від синтетичних барвників до кінця 2009 року. Також в Австралії та Новій