

УДК 635.82:664.8.375

В. В. ДЯТЛОВ, І. І. МЕДВЕДКОВА, Н. О. ПОПОВА¹, О. А. ТИМОФЄЄВ²¹ДонНУЕТ, ²ТОВ «Укрміцелій»**ВПЛИВ ЗАМОРОЖУВАННЯ НА ЯКІСТЬ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ
ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ**

Досліджено вплив попередньої обробки та температури заморожування на якість екологічно чистих продуктів рослинного походження – культивованих шампінйонів. Наведено зміну вмісту окремих компонентів хімічного складу шампінйонів, що визначають їх харчову цінність, при зберіганні. Визначено оптимальний спосіб попередньої обробки та температура заморожування.

екологічно чисті продукти харчування, харчова цінність, заморожування

Постановка задачі. Державна політика в сфері здорового харчування населення України спрямована на забезпечення якості та безпеки харчових продуктів. У зв'язку з цим важливу роль в раціоні харчування населення відводиться продуктам із природної рослинної сировини, в тому числі культивованим шампінйонам. Останні, за дослідженнями багатьох учених, є джерелом харчових волокон, повноцінних білків, у тому числі імуноглобулінів, макро- і мікроелементів, комплексу вітамінів, мають радіопротекторні та протипухлинні властивості.

За даними ФАО, у світі виробляється понад 4 млн. тонн грибів. Світовим лідером з виробництва культивованих грибів є Китай, у Європі – Польща і Голландія. В Україні поки що виробляється близько 40 тис. тонн свіжих грибів на рік. Однак виробництво грибів в Україні зростає найшвидшими темпами в Європі. Україна, з огляду на економічні, географічні та природно-кліматичні умови, має всі передумови стати одним з лідерів їх виробництва. Однією з причин, що стримують виробництво шампінйонів, є недостатнє використання можливостей холодильних технологій для їх збереження як швидкокопсувної сировини. Важливою умовою забезпечення збереження споживчих властивостей грибів за допомогою низької температури як консервуючого агента є дотримання температурного режиму на всіх етапах холодильного ланцюга. Загальновідомо, що заморожування – це один з найбільш перспективних способів збереження харчових продуктів, в тому числі рослинного походження.

В даний час розроблено і науково обґрунтовано технології заморожування багатьох видів рослинної сировини. Однак для культивованих шампінйонів практично не вивчені фізичні та біохімічні процеси при їх заморожуванні, відсутнє наукове обґрунтування умов і термінів зберігання.

З урахуванням високої харчової цінності й можливого високого попиту на заморожену вітчизняну грибку продукцію як на українському, так і світовому ринках і велику потенційну ймовірність його задоволення у зв'язку з швидким розвитком виробництва свіжих культивованих шампінйонів [1], дослідження можливостей застосування цього способу для подовження термінів їх якісного зберігання є актуальним.

Метою статті було вивчення впливу способу заморожування, умов та термінів зберігання шампінйонів на їх якість.

Для оцінки впливу перерахованих факторів та їх наукового обґрунтування було використано такі методи: органолептичні – для оцінки якості свіжих та заморожених шампінйонів – за ТУ У 61.907-97 «Гриби шампінйони свіжі» [2] і за розробленим авторами проектом ТУ У «Гриби шампінйони заморожені»; біохімічні – для визначення вмісту сечовини, ліпопротеїдів, фракцій білків, у тому числі глобулінів та специфічних на біохімічному аналізаторі Vitalat Flexor [3, 4].

Для встановлення оптимальних параметрів попередньої обробки та температури зберігання сировину обробляли, заморожували і зберігали за такими варіантами:

- перший – після сортування та обрізання ніжки плодової тіла пакували в поліетиленові пакети (товщина плівки 45 мкм), заморожували і зберігали за температури -18...20⁰С;
- другий – після сортування та обрізання ніжки гриби промивали у холодній воді (10⁰С), потім бланшували протягом 30 секунд в 2 % розчині хлористого кальцію, охолоджували протягом 30 хвилин в потоці повітря (швидкість руху повітря – 5 м/сек) за температури 2...5⁰С, заморожували і зберігали за температури -18...20⁰С;

- третій – після сортування та обрізання ніжки гриби промивали у холодному 0,1 % розчині метабісульфіта калію (10⁰С), підсушували, пакували, заморожували і зберігали за температури -18...20⁰С;
- четвертий – після сортування та обрізання ніжки гриби промивали у холодному 0,1% розчині метабісульфіта калію (10⁰С), підсушували, пакували і заморожували за температури -30...32⁰С в потоці повітря (швидкість руху повітря – 5 м/сек) і зберігали за температури -18...20⁰С.

Дефростацію грибів проводили в кімнатних умовах при досягненні грибами температури 3⁰С.

Матеріали та обговорення. Зберігання заморожених грибів залежить від таких факторів: якості сировини; способів попередньої обробки грибів; якості та доступності обладнання для ефективного заморожування, у тому числі вітчизняного; умов і термінів зберігання заморожених шампінйонів. Для попереднього висновку про вплив технологічних операцій на якість заморожених шампінйонів при зберіганні в них визначали (після 10 діб): кількість соку, що виділився при дефростації, консистенцію, колір поверхні, вміст білків. Результати оцінки наведені в табл. 1.

Аналіз проведених досліджень показав, що найбільша вологовіддача (соку) при дефростації грибів відзначена у другому варіанті, потім – у першому і в третьому. Невелика вологовіддача в четвертому варіанті обумовлена, ймовірно, температурою і швидкістю заморожування. Це, в певній мірі, узгоджується з дослідженнями щодо вмісту вологи в рослинній продукції, де зазначається, що чим нижче температура заморожування, тим більше у продукті замороженої вологи і тим менше кристали льоду порушують структуру тканин, а значить і меншою мірою впливають на виділення соку при дефростації [5].

З трьох варіантів продукції, замороженої за температури -18...20⁰С, найбільший вміст водорозчинних білків виявився в бланшованих грибах першого варіанту, потім – у третьому і другому. У грибів четвертого варіанту, заморожених за температури -30...32⁰С, вміст водорозчинних білків був найменший.

Незначне зростання вмісту водорозчинних білків в грибах бланшованих, порівняно з необробленими, обумовлено, ймовірно, денатурацією білків і переходом їх у нерозчинну в воді форму.

Таблиця 1 – Зміна окремих показників якості шампінйонів через 10 діб зберігання за температури -18...20⁰С залежно від варіанта обробки і температури заморожування

Варіант обробки	Температура заморожування, ⁰ С	Показники якості			
		Вологовіддача, % від маси грибів	Колір шкірочки	Консистенція	Вміст водорозчинних білків, мг на 100 г сирової маси
Свіжі (через 5 годин після збору)	-	-	Білий	Пружна	1570,1
Перший – без обробки	-18...20	11	Кремовий	Мочалиста	2245,2
Другий – миті у воді та бланшовані в 2 % розчині хлористого кальцію	-18...20	14	Світло-кремовий	М'яка	1929,6
Третій – миті в 0,1 % розчині метабісульфіта калію	-18...20	9	З легким потемнінням	Ослаблена	2095,3
Четвертий – миті в 0,1 % розчині метабісульфіта калію	-30...32	3	Білий з легким потемнінням	Досить щільна	1595,4

Колір шкірочки грибів був найгіршим у першому варіанті, коли не використовувалося промивання водою. В інших варіантах колір був помітно кращим, особливо в тих, де для промивання застосовувався метабісульфіт калію (третій і четвертий варіант). При розчиненні останнього у воді утворюється сірчиста кислота, яка має антисептичні та відбілювальні властивості і здатна інгібувати активність поліфенолоксидази, за участю якої утворюються, з окислених вільних амінокислот, темнозбарвлені речовини – хінони [6]. Крім того, при обробці грибів водою, можливо, видаляються фермент поліфенолоксидаза і вільний тирозин, концентрація та активність яких зростає при розморожуванні грибів.

Аналогічна тенденція відзначена і для консистенції: вона найкраща у четвертому варіанті (за температури заморожування -30°C), помітно гірша – в третьому (за температури $-18...20^{\circ}\text{C}$).

Отже, проведені дослідження дозволяють констатувати, що з двох технологічних операцій – промивка (в розчині метабісульфіта калію) і бланшування – остання не є визначальною в збереженні кольору плодкових тіл шампіньйонів білої раси.

Нами також проведені дослідження зміни харчової цінності шампіньйонів (білків, ліпопротеїдів, глюкози й сечовини) у процесі зберігання протягом 210 діб за температури $-18...20^{\circ}\text{C}$ (табл. 2), визначено вплив попередньої обробки та температури заморожування.

Таблиця 2 – Зміна вмісту окремих компонентів заморожених шампіньйонів у процесі зберігання

Варіант обробки	Вміст, мг/100 г сирової маси		
	Ліпопротеїди	Глюкоза	Сечовина
Свіжі (через 5 годин після збору)	29,08	56,25	17,18
Після 30 діб зберігання за температури $-18...20^{\circ}\text{C}$			
Перший – без обробки	112,83	123,75	60,74
Другий – миті у воді та бланшовані в 2 % розчині хлористого кальцію	85,49	118,69	8,34
Третій – миті в 0,1 % розчині метабісульфіта калію	93,54	112,25	32,43
Після 210 діб зберігання за температури $-18...20^{\circ}\text{C}$			
Перший – без обробки	123,15	131,12	70,11
Другий – миті у воді та бланшовані в 2 % розчині хлористого кальцію	91,12	103,19	23,65
Третій – миті в 0,1 % розчині метабісульфіта калію	99,05	120,42	39,09

Наведені дані показують, що під час зберігання біохімічні процеси в оброблених грибах продовжують протікати, при цьому найбільші зміни відзначаються в перші 30 діб. Так, вміст окремих компонентів, що визначають харчову цінність шампіньйонів, змінився через 30 діб таким чином:

- у шампіньйонах без обробки (перший варіант) – вміст ліпопротеїдів, порівняно зі свіжими, зріс в 3,88 разів, глюкози – в 2,2 разів, сечовини – в 3,54 разів;
- у шампіньйонах, промитих у холодній воді та бланшованих у 2 % розчині хлористого кальцію (другий варіант) – вміст ліпопротеїдів збільшився в 2,94 разів, глюкози – 2,11, сечовини, навпаки, знизився у 2,06 разів;
- у шампіньйонах, промитих у 0,1 % розчині метабісульфіта калію (третій варіант) – вміст ліпопротеїдів збільшився в 3,22 разів, глюкози – у 2 рази, сечовини – у 1,89 разів.

Через 210 діб зберігання темпи змін помітно сповільнилися, порівняно зі свіжими і 30-дібним терміном зберігання:

- у грибах без обробки (перший варіант) – вміст ліпопротеїдів, зріс, відповідно, в 3,88 та 1,09 разів, глюкози – в 2,33 і 1,06 разів, сечовини – в 4,08 і 1,15 разів;
- у шампіньйонах, промитих у холодній воді та бланшованих у 2 % розчині хлористого кальцію (другий варіант) – вміст ліпопротеїдів збільшився, відповідно, в 3,13 та 1,07 разів, глюкози, порівняно зі свіжими, зріс у 1,83, а з 30-дібним терміном зберігання – зменшився на 13,1 %, сечовини – зріс, відповідно, у 1,38 та 2,4 разів;

- у шампінйонах, промитих у 0,1 % розчині метабісульфіта калію (третій варіант) – вміст ліпопротеїдів збільшився в 3,41 та 1,06 разів, глюкози – у 2 і 1,07 разів, сечовини – у 2, 28 і 1,1 разів.

У грибах, промитих у 0,1 % розчині метабісульфіта калію та заморожених за температури $-30...32^{\circ}\text{C}$ (четвертий варіант), зазначено найменші зміни хімічного складу під час зберігання за температури $-18...20^{\circ}\text{C}$.

З наведених даних випливає, що найбільше ліпопротеїдів вивільнюється в шампінйонах, що не зазнали будь-якої обробки, потім в грибах митих в розчині бісульфіта калію і в останню чергу – в бланшованих грибах. Ці відмінності обумовлені, очевидно, тим, що в першому випадку відбувається руйнування стінок клітин і мембранних пластин. В результаті вивільнюються ліпопротеїди, які входять в їх склад у вигляді комплексів. При цьому природа їх двояка: один кінець молекули – гідрофільний (білки), інший – розчинний у жирах і органічних розчинниках [7]. Менший зріст вмісту ліпопротеїдів в інших варіантах обумовлений, ймовірно, меншим руйнуванням клітин.

Збільшення вмісту глюкози і сечовини, очевидно, пов'язано зі зростанням активності амілази, змінами в комплексі білкових речовин, у тому числі в ферментних системах.

З досліджених компонентів грибів найменші зміни відзначені для сечовини в шампінйонах митих у воді та бланшованих в 2 % розчині хлористого кальцію (другому варіанті). Це обумовлено, очевидно, порушеннями в результаті теплової обробки (бланшування) в комплексі білкових речовин, у тому числі в ферментних системах, що приймають участь у біохімічних процесах.

Нами також відзначені зміни в кількісному співвідношенні фракцій альбуміни-глобулін та в фракційному складі глобулінів (табл. 3).

За нашими дослідженнями найбільший вміст альбумінів мають гриби, піддані тепловій обробці (другий варіант). Це пов'язано, ймовірно, з руйнуванням частини глобулінів або інших білків, виявлених в грибах [8]. У результаті цього частина білків перейшла в розчинну у воді форму. Якщо наше припущення є вірним, то це вказує на позитивну сторону бланшування, оскільки збільшення білків, що екстрагуються водою, сприяє кращому засвоюванню грибного білку. Проте, з іншого боку, витікання соку при розморожуванні збіднює харчову цінність шампінйонів.

В інших варіантах попередньої обробки та температури заморожування грибів істотних відмінностей в кількості альбумінів нами не встановлено. Разом з тим, дослідження показали, що вміст окремих фракцій глобулінів залежить від способу попередньої обробки та температури заморожування. Так, нами відзначено суттєве збільшення в необроблених та бланшованих грибах γ -фракції, яка є носієм імуноглобулінів і характеризує біологічну цінність шампінйонів.

Таблиця 3 – Зміна фракційного складу глобулінів заморожених шампінйонів залежно від попередньої обробки та температури заморожування

Варіант обробки	Альбуміни, %	Глобуліни, %				
		Всього	у тому числі за фракціями			
			α -1	α -2	β	γ
Свіжі (через 5 годин після збору)	51,3	48,7	4,1	18,3	15,4	10,9
Заморожені за температури $-18...20^{\circ}\text{C}$ через 30 діб зберігання за температури $-18...20^{\circ}\text{C}$						
Перший – без обробки	52,1	47,9	3,8	11,6	13,4	19,1
Другий – миті у воді та бланшовані в 2 % розчині хлористого кальцію	58,3	41,7	3,4	9,1	11,8	17,4
Заморожені за температури $-30...32^{\circ}\text{C}$ через 210 діб зберігання за температури $-18...20^{\circ}\text{C}$						
Четвертий – миті в 0,1 % розчині метабісульфіта калію	53,6	46,4	4,9	14,7	12,9	13,9

Висновки та перспективи подальших досліджень у даному напрямку. На якість заморожених шампінйонів впливають вид попередньої обробки та температура заморожування:

1. Найменша вологовіддача при дефростації відзначена в шампінйонах, заморожених за температури $-30...32^{\circ}\text{C}$, більша – у заморожених за температури $-18...20^{\circ}\text{C}$ необроблених і оброблених метабісульфітом калію, найбільша – у бланшованих.

2. Найбільший вміст водорозчинних білків виявився в шампінйонах, заморожених за температури $-18...20^{\circ}\text{C}$ та необроблених, менший – в оброблених метабісульфітом калію та бланшованих, найменший – у заморожених за температури $-30...32^{\circ}\text{C}$ та оброблених метабісульфітом калію, що вказує та меншу їх деструкцію під час обробки та заморожування.

3. Консистенція була найкращою у шампінйонів, заморожених за температури $-30...32^{\circ}\text{C}$ та оброблених метабісульфітом калію.

4. Обробка шампінйонів розчином метабісульфіта калію, порівняно з бланшуванням, є визначальною технологічною операцією, що обумовлює кращий колір плодівих тіл під час зберігання.

5. Вміст окремих компонентів, що визначають харчову цінність шампінйонів, під час зберігання змінюється. Найменші зміни хімічного складу відзначені у шампінйонів, заморожених за температури $-30...32^{\circ}\text{C}$ та оброблених метабісульфітом калію.

Отже, оптимальною температурою заморожування шампінйонів є -30°C і нижче, з попередніх видів обробки – мийка в метабісульфіті калію.

Проведення подальших досліджень щодо впливу різних операцій попередньої обробки та температури заморожування дозволить обґрунтувати зміну харчової цінності заморожених грибів та встановити термін їхнього зберігання.

Бібліографічний список:

1. Дудка І. О. Розробка наукових основ промислового грибівництва та їх практична реалізація в аграрному комплексі України / І. О. Дудка, Н. А. Бісько, О. М. Цизь, В. Т. Білай, Н. Ю. Митропольська // Достижения, проблемы и перспективы культивирования грибов. Современные технологии : материалы междунар. науч.-практ. конф., 29 сент. – 2 окт. 2005 г., Донецк. – Донецк: ООО «Норд Компьютер», 2005. – С. 3-16.
2. Гриби шампінйони свіжі: ТУ У 61.907-97. – [Чинний з 01.01.97. Зі змінами від 04.09.2007. Термін дії до 16.09.2012]. – К., 2007. – 16 с.
3. Дятлов В. В. Закономірності зміни активності ферментів у яблуках під час зберігання / В. В. Дятлов // Обладнання та технології харчових виробництв : зб. наук. праць Донецького держ. ун-ту економіки і торгівлі. – Донецьк, 2003. – Вип. 9. – С.242-247.
4. Дятлов В. В. Зміна фракційного складу білкових речовин під час зберігання печериць / В. В. Дятлов, Н. О. Попова // Вісник Донецького нац. ун-ту економіки і торгівлі. Сер. Технічні науки. – 2008. – № 1 (37). – С. 85-89.
5. Бедин Ф. П. Технология хранения растительного сырья. Физиологические, теплофизические и транспортные свойства / Ф. П. Бедин, Е. Ф. Балан, Н. И. Чумак. – Одесса: Астропринт, 2002. – 306 с.
6. Метлицкий Л. В. Основы биохимии плодов и овощей / Л. В. Метлицкий. – М.: Экономика, 1976. – 347 с.
7. Ленинджер А. Биохимия / А. Ленинджер; пер. с англ. А. А. Баева. – М.: Мир, 1976. – 956 с.
8. Жук Ю. Т. Консервирование и хранение грибов / Ю. Т. Жук. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 112 с.

Надійшла до редакції 09.09.09

В. В. Дятлов, І. І. Медведкова, Н. О. Попова, О. А. Тимофеев

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЗАМОРАЖИВАНИЯ НА КАЧЕСТВО ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Исследовано влияние предварительной обработки и температуры замораживания на качество экологически чистых продуктов растительного происхождения – культивируемых шампиньонов. Показано изменение содержания отдельных компонентов химического состава шампиньонов, определяющих их пищевую ценность, при хранении. Определены оптимальный способ предварительной обработки и температура замораживания.

екологічески чисті продукти харчування, харчова цінність, заморожування

V. Diatlov, I. Medvedkova, N. Popova, O. Timofeev

THE INFLUENCE OF FREEZING ON THE QUALITY OF ECOLOGICALLY PURE FOOD PRODUCTS

The influence of preliminary treatment and freezing temperature on the quality of ecologically pure vegetable products (cultivated champignons) has been studied. The changes in the chemical composition of stored champignons determining their food value are shown. The optimum methods of preliminary treatment and freezing temperature are defined.

ecologically pure food, nutritional value, freezing

© *В. В. Дятлов, І. І. Медведкова, Н. О. Попова, О. А. Тимофеев, 2009*