

ХОЛОДОТЕПЛОТЕХНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ З ЇЇ ВИКОРИСТАННЯМ

УДК 635.82:664.8.037.1

Аксьонова Н.О. (ДонНУЕТ, Донецьк)

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХОЛОДИЛЬНОГО ЗБЕРІГАННЯ СВІЖИХ КУЛЬТИВОВАНИХ ГРИБІВ

У статті розглянуто питання оптимізації технології холодильного зберігання свіжих культивованих шампінйонів у різних видах упаковок. Визначено, що з 18 варіантів упаковок найбільш прийнятні 3, у тому числі й такі, що біорозкладаються.

Ключові слова: шампінйони, зберігання, упаковка, зменшення маси, вміст повітря в тканинах грибів

Постановка проблеми та її зв'язок із найважливішими науковими та практичними завданнями. Однією з важливих проблем, що стоять перед населенням багатьох країн, є забруднення довкілля, а відповідно продовольчої сировини та товарів, нітратами, канцерогенними сполуками, важкими металами й іншими небезпечними речовинами. Це, у свою чергу, призводить до дефіциту екологічно чистих продуктів харчування.

Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є виробництво культивованих грибів, які є екологічно чистим високобілковим продуктом рослинного походження [1; 2]. Значне зростання промислового виробництва їстівних грибів в Україні обумовлений рядом факторів: високою рентабельністю; можливістю створення високопродуктивного, безвідходного товарного виробництва; раціональним використанням сільськогосподарських відходів [3]. Вказані аспекти дозволяють частково вирішити екологічні проблем, зокрема цілорічного виробництва, і відповідно забезпечення споживача продуктом, який є джерелом повноцінного білка, вітамінів, мікроелементів та інших корисних речовин.

Серед харчових продуктів свіжі гриби як об'єкт зберігання займають особливе місце. Оскільки вони є живими організмами, у яких відбуваються складні процеси життєдіяльності, що не припиняються на всіх етапах їх виробництва, зберігання та реалізації. Існують загальні закономірності, що визначають взаємозв'язок збереження свіжих грибів з умовами довкілля. Це стосується змін, що відбуваються під час зберігання грибів: фізичних, споживних властивостей, фізіолого-біохімічних процесів та ін. Раціональне регулювання вказаних процесів

із метою зниження втрат і підвищення терміну зберігання грибів лежить в основі практичних способів та режимів зберігання цих продуктів. Одним з основних напрямів щодо збереження якості та подовження терміну зберігання шампінйонів є створення й розробка оптимальних температури та первинної упаковки. Остання дозволяє не лише підвищити рівень культури торгівлі, але й виключити появу механічних ушкоджень на плодкових тілах і відповідно швидку появу на місцях ушкоджень темних плям, які спричиняють підвищення швидкості перебігу біохімічних процесів, а отже, і швидке зниження органолептичних показників якості.

Метою роботи є визначення оптимальної упаковки, що дозволяє зменшити природні втрати, уповільнити старіння грибів і збільшити вихід стандартної продукції. Об'єктами досліджень були свіжі шампінйони кремкових і коричневих штамів із закритим капелюшком (діаметром до 30 мм і більше), упаковки місткістю до 750 г із різною кількістю отворів (таблиця 1), виготовлені з полімерних прозорих матеріалів (варіанти 1-10) із розфасовкою в них грибів масою 695-720 г (варіант 1-10), і 450-650 г (варіанти 13-16), а також комбіновані пакети (поліетилен із крафт-папером – варіант 17). Як контроль використовували відкриті поліетиленові коробки (варіанти 11-12). У грибах визначали природне зменшення маси (за загальноприйнятою методикою), зміну кольору шкірки та спороносних пластинок, ступінь розкриття капелюшків за СОУ 01.12.-37-917:2010 [4], бальну оцінку якості (за розробленою нами шкалою) і вихід стандартної продукції, а також вміст повітря у тканинах грибів (шляхом їх занурення в насичений розчин кухонної солі) [5].

Таблиця 1 – Варіанти зберігання грибів при температурі 0-3°C

Гриби з діаметром капелюшків 15-30 мм				Гриби з діаметром капелюшків 30-55 мм			
№ варіанта	Кількість отворів у кришці, шт	Площа отворів, мм ²	Маса грибів у коробці, г	№ варіанта	Кількість отворів у кришці, шт	Площа отворів, мм ²	Маса грибів у коробці, г
1	5	75,3	695-715	2	5	75,3	695-720
3	4	68,3	695-715	4	4	68,3	695-720
5	3	60,9	695-715	6	3	60,9	695-720
7	2	54,2	695-715	8	2	54,2	695-720
9	1	47,1	695-715	10	1	47,1	695-720
11	Контроль	Відкрит.	695-715	12	Контроль	Відкрит.	695-720
13	5	75,3	450-500	14	5	75,3	550-650
15	4	68,3	450-500	16	4	68,3	550-650
17	350/150	150,0	до 500	18	22	850,0	до 500

Примітка. Варіант 17 – над ризикою вказана площа прозорої сторони

Виклад основного матеріалу. Свіжі гриби – це колоїдні капілярно-пористі тіла, складні як за своєю природою, так і дисперсною структурою. При

цьому стінки їх капілярів завжди залишаються еластичними [6]. Повітро- і парообмін таких тіл із зовнішнім середовищем через мембрани відіграє величезну роль у забезпеченні їх якості та продовженні термінів зберігання. Цей масообмін залежить від багатьох факторів, основними з яких є газовий стан навколишнього середовища в упаковці й температура зберігання. Інтенсивність цих показників визначають природне зменшення маси. Гриби, на відміну від свіжих плодів і овочів, мають велику площу оболонки гіф (із яких складаються тканини), яка коливається від 400 до 960 см²/один см³ м'якуша [7]. Загалом це означає, що гриби мають дуже велику площу випаровування, ніж інші продукти рослинного походження. За нашими даними, вміст повітря у грибах із закритим капелюшком складає від 23,9 (у середніх шампіньйонів із діаметром капелюшка до 30 мм) до 29,9% (у великих – із діаметром капелюшка більше 30-55 мм). Ураховуючи вищевикладене, а також високий вміст вологи (90% і вище) та незначну кількість колоїдів, які утримують вологу, гриби рекомендується зберігати при температурі від +2 до +4°C не більше 5 діб за відносної вологості повітря 85-90%, а упаковані під вакуумом – 6 діб [2].

Високий вміст вологи у грибах і рекомендована відносна вологість повітря за умови зберігання грибів можуть призвести до підвищених втрат маси, оскільки в цьому випадку створюється перепад у градієнті вологості безпосередньо над поверхнею грибів і відносної вологості навколишнього середовища в упаковці (сховищі). Це може призвести до появи вологи на поверхні шампіньйонів (особливо наприкінці тривалого зберігання) і накопичення конденсату на дні коробок, що й було вказано в роботі [8].

Поділ шампіньйонів за діаметром капелюшків, поданий у таблиці 1, обумовлено тим, що у чинному стандарті [4] такої градації грибів за розміром немає. Цей факт вносить певну невідповідність щодо їх подальшого використання – тільки споживання у свіжому вигляді або для консервації (в останньому випадку така градація неприйнятна, оскільки в маринованих шампіньйонах діаметр капелюшка складає 30-35 мм).

Аналіз даних таблиць 2 і 3 стосовно мінімального спаду маси грибів демонструє, що для грибів із діаметром капелюшка 15-30 мм (далі дрібні гриби) найбільш оптимальною упаковкою є варіант 7 і 9. Для грибів із діаметром капелюшка 30-55 мм (далі великі гриби) оптимальним варіантом зберігання є коробки варіантів 8 і 10.

Деяко гіршими результатами характеризувалися гриби у коробках (варіант 1 і 2) з 5 отворами у кришці та площею отворів 75,3 мм²; далі (варіант 3 і 4) із 4 отворами у кришці та площею отворів 68,3 мм² і на 3-му місці (варіанти 5 і 6) із 3 отворами у кришці та площею отворів 60,9 мм². Із трьох варіантів мінімальне зменшення маси зафіксоване в коробках із площею отворів 60,9, а максимальне – 75,3.

Для визначення оптимального варіанта коробок для зберігання шампіньйонів ми провели органолептичну оцінку їх якості за стандартизованими і нестандартизованими показниками якості.

Аналіз отриманих даних свідчить, що під час зберігання тканини грибів продовжують розвиватися, відповідно до цього відбуваються біохімічні проце-

си. Це пов'язано з розвитком спороносних тканин грибів і підготовкою їх до викиду спор [9], що підтверджено іншими дослідниками [10].

Таблиця 2 – Втрати маси шампінйонів у процесі 12-добового зберігання при температурі 0-3°C, %

Термін зберігання, дів	№ варіанта зберігання					
	1	3	5	7	9	11 (контроль)
Гриби з діаметром капелюшка 15-30 мм						
1	0,14	0,10	0,10	0,28	0,10	0,57
6	0,91	0,61	0,71	0,84	0,70	6,04
12	1,65	1,49	1,32	1,05	1,06	–
НСР ₀₅	0,042	0,034	0,031	0,034	0,029	
№ варіанта зберігання						
–	2	4	6	8	10	12
1	0,14	0,14	0,15	0,14	0,18	0,62
6	0,85	0,74	0,82	0,72	0,66	6,47
12	1,69	1,58	1,39	1,11	1,08	–
НСР ₀₅	0,040	0,036	0,035	0,030	0,029	–
Гриби з діаметром капелюшка 30-55 мм						
1	0,14	0,14	0,15	0,14	0,18	0,62
6	0,85	0,74	0,82	0,72	0,66	6,47
12	1,69	1,58	1,39	1,11	1,08	–
НСР ₀₅	0,040	0,036	0,035	0,030	0,029	–

Таблиця 3 – Втрати маси шампінйонів у процесі 12-добового зберігання при температурі 0-3°C, %

Термін зберігання, дів	№ варіанта зберігання					
	13	15	17	14	16	18
	Гриби з діаметром капелюшка 15-30 мм			Гриби з діаметром капелюшка 30-55 мм		
1	0,14	0,11	0,20	0,14	0,16	0,20
2-6	0,82	0,76	2,80	0,93	0,88	2,52
7-12	1,57	1,41	4,80	1,99	2,08	–
НСР ₀₅	0,039	0,034	0,069	0,045	0,045	–

Отже, для того щоб подовжити термін зберігання шампінйонів, а відповідно і їх термін споживання, необхідно враховувати декілька основних факторів: закладати на зберігання гриби з певним діаметром із щільно закритим капелюшком, зі спороносними пластинками білого або блідо-рожевого кольору; відносна вологість повітря має бути в межах 90% і вище; температура зберігання повинна наближатися до 0°C.

Наші дослідження показують, що активніше дозрівають і перезрівають гриби з великим діаметром капелюшка (30-55 мм). Це виявляється, насамперед,

у зміні кольору спороносних пластинок, швидкості розкриття капелюшків грибів, у результаті чого збільшується їх крихкість за рахунок втрат вологи гіфами (що збільшує рівень аерації пластинок і тканин киснем); шкірка грибів (під дією поліфенолоксидази) темніє. При цьому, у міру старіння грибів, активність поліфенолоксидази (за нашими даними) зростає. В упаковках має створюватися змінене газове середовище (ЗГС) – із підвищеним вмістом CO_2 і зниженим O_2 . Це помітно знижує швидкість перебігу біохімічних процесів, і відповідно зростає термін зберігання грибів.

Для зручної та систематизованої оцінки якості грибів ми розробили бальну систему їх органолептичної оцінки. Це дозволяє проводити органолептичну оцінку якості як грибів, так і стану упаковки. При цьому враховані практично всі вимоги чинного стандарту на шампінйони [4].

Крім того, введено нові показники: стан упаковки; часткове покривало (яке закриває спороносні пластинки), воно поступово натягується та розривається, якщо діаметр капелюшка збільшується; зміни кольору спороносних пластинок (який характеризує стиглість шампінйонів).

У міру дозрівання пластинок (та інших тканин) капелюшки розкриваються, зростає рівень аерації киснем тканин грибів.

У чинному стандарті зазначено, що колір пластинок має бути білим, рожевим, світло-коричневим, коричневим і темно-бурим. Водночас поділу пластинок за кольором, залежно від товарного сорту, у стандарті немає. Хоча цей показник є одним із визначальних, він характеризує якість і нешкідливість шампінйонів.

Таблиця 4 – Результати бальної оцінки якості шампінйонів у процесі 12-добового зберігання за температури 0-3°C і відносної вологості повітря 90%

№ варіанта	Колір капелюшка (від 4 до 1)	Натяг покривала (від 5 до 1)	Стан поверхні (від 5 до 1)	Стан м'якуша (від 4 до 1)	Колір пластин (від 5 до 1)	Колір зрізу ніжки (від 4 до 1)	Стан ніжки (від 4 до 1)	Запах (від 5 до 1)	Середня оцінка (від 5 до 1)
1	4	5	5	3	4	3	3	4	3,88
2	3	4	4	3	4	3	3	4	3,38
3	3	3	4	3	3	3	3	4	3,25
4	3	3	3	3	3	3	3	4	3,13
11	1	1	2	1	1	1	1	–	1,00
12	1	1	2	1	1	1	1	–	1,00
13	4	5	5	4	5	3	4	4	4,25
14	4	5	5	4	5	3	4	4	4,25
17	4	5	5	4	5	4	4	4	4,38
18	4	4	4	3	5	3	4	4	3,88

Використовуючи запропоновану систему бальної оцінки якості, ми провели експертну бальну оцінку шампінйонів усіх варіантів зберігання. Результати свідчать, що найгірші бали отримали варіанти 11 і 12 (контроль і з найбільшою площею отворів – варіант 18).

Прийнятними є варіанти 1-4, тобто гриби, які зберігалися в упаковках із найбільшою кількістю отворів і масою. Кращі результати мали гриби в коробках варіантів 13 і 14, що зберігалися в тих же упаковках, але мали значно меншу масу розфасовки. Проте в зазначених варіантах під кінець зберігання на дні коробок накопичувалася волога, а на стінках і кришці фіксувалися краплі вологи. Причому поверхня грибів була вологою, що стандартом не допускається, оскільки це може призвести до розвитку мікрофлори та загнивання плодових тіл. Інші варіанти зберігання мали дещо гірші бали, порівняно з 1-4 варіантами. Найвищий рівень бальної оцінки мали гриби, які зберігалися в упаковках, що біорозкладаються (варіант 17), із площею отворів 150,0 мм².

Сучасним напрямком індустрії пакувальних матеріалів у світі є використання біорозкладаних матеріалів. Це дозволяє обмежити забруднення довкілля. Так, за даними дослідження [11], у всьому світі у сфері пошуку оптимального виду пакувального матеріалу ведуться постійні дослідження. Це обумовлено тим, що майже всі полімерні пакувальні матеріали харчових продуктів переходять на звалище.

Висновки. Таким чином, із 18 варіантів упаковок найкращими для тривалого холодильного зберігання шампінйонів є 3: полімерні коробки, що мають по 5 круглих отворів із загальною площею 75,3 мм² із розфасовкою грибів по 450-650 г, а також комбіновані пакети (прозорий полімер – крафт-папір) із загальною площею отворів 150 мм² на прозорій стороні. У цих упаковках після 12-добового зберігання зафіксована найбільша органолептична бальна оцінка якості грибів. Із запропонованих найбільш перспективною є комбінована упаковка, що складається із прозорого поліетилену та крафт-паперу.

Подальші дослідження в цьому напрямі. Слід дослідити збереження шампінйонів в інших температурно-вологісних режимах.

Список літератури

1. Дятлов В.В. Экологически чистые растительные продукты в питании населения / В.В. Дятлов, И.И. Медведкова, Н.А. Попова // Управление торговлей: теория, практика, инновации: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 95-летию Рос. ун-та кооперации, 2008 г., 27-28 марта, г. Москва. – М.: РосУК, 2008. – С. 185-187.
2. Цизь О.М. Подбор высокопродуктивных штаммов и субстратов для выращивания шампиньона двоспорового (*Agaricus bisporus* / J. Lge / Imbach) в условиях Украины: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.06 / О.М. Цизь. – К., 1999. – 20 с.
3. Чечелюк П. Грибы как инновационная отрасль Украины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: < <http://www.2000.net.ua/b/52450>>.
4. Печериця двоспорова свіжа. Технічні умови: СОУ 01.12.-37-917:2010. – Введ. 2011-04-01. – К.: Мінагрополітики України, 2010. – 12 с.

5. Макашвили Г.А. Методы биологической стабилизации плодов в процессе хранения: монография / Г.А. Макашвили. – М.: Экономика, 1975. – 202 с.
6. Метлицкий Л.В. Основы биохимии плодов и овощей /Л.В. Метлицкий. – М.: Экономика. 1976. – 347 с.
7. Жук Ю.Т. Консервирование грибов / Ю.Т. Жук. – М.: Экономика. – 272 с.
8. Попова Н.А. Качество свежих шампиньонов при хранении в модифицированной газовой среде: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Н.А. Попова. – Донецк. – 156 с.
9. Hammond J. Changes in respiration and soluble carbohydrates During the Post – Harvest Storage of mushrooms / J. Hammond, R. Nickols // G. Se / Fd. Agis. – 1975 – Vol. 26. – P. 835-842.
10. Демина Г.А. Сохраняемость шампиньонов в модифицированной газовой среде: автореф. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Г.А. Демина. – М., 1990. – 20 с.
11. Фомин В.А. Биоразлагаемые полимеры, состояние и перспективы использования / В.А Фомин, В.В. Гужев // Пластические массы. – 2011. – № 2. – С. 42.

УДК 621.574

Датьков В.П., Антропова Л.М., Гладка А.Д., кандидати техн. наук, доценти, Шевченко П.І., Коновал Г.С. (ДонНУЕТ, Донецьк)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПРИПРАЦЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ КОМПРЕСОРІВ ХЛАДОНОВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИН ПІСЛЯ РЕМОНТУ

У статті наведено результати досліджень щодо визначення ефективності добавок високомолекулярного з'єднання – поліізобутилену – до мастила для прискореного припрацювання деталей компресорів. Для практичного застосування рекомендується використовувати 0,5...1,0% розчин поліізобутилену для компресорів герметичних холодильних агрегатів та 1,0...2% розчин для сальникових компресорів.

Ключові слова: *припрацювання деталей, поліізобутилен, компресор.*

Постановка проблеми та її зв'язки з найважливішими науковими та практичними завданнями. Одним із важливих технологічних методів оброблення деталей компресорів малих холодильних машин є припрацювання. Характерна особливість цього методу полягає в тому, що заключний процес оброблення деталей здійснюється в зібраній машині.

Основні якості робочої поверхні деталі, що утворюється, за технологічного припрацювання, і в цій же поверхні після деякого періоду експлуатації істотно відрізняються один від одного. У початковому періоді тертя сполучених деталей відбувається трансформація початкового стану поверхні і перехід до робочого (експлуатаційного) стану. У цей і подальші періоди відбувається зміна геометрії, мікрогеометрії і субмікрогеометрії поверхні, а також її поверхневих шарів у їх напруженому стані. У період припрацювання деталей компресорів,