

6. Марх А.Т., Зыкина Т.Ф., Голубев В.Н. Технохимический контроль консервного производства. – М.: Агропромиздат, 1989. – 304 с.
7. Решение всесоюзной научно-технической конференции по вопросам теории и практики стерилизации пищевых продуктов. Одесса 10-12 сентября, 1975 г.

УДК 633.35:664.765:621.796:66.045.5

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПРОРОЩЕНОГО ЗЕРНА СОЧЕВИЦІ ПРИ ХОЛОДИЛЬНОМУ ЗБЕРІГАННІ

**Тележенко Л.М., д-р техн. наук, професор, Атанасова В.В., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

Стаття присвячена дослідженню впливу процесу заморожування на показники якості пророщеної сочевиці та шореподібного напівфабрикату з неї. Встановлено рекомендований спосіб і режимні параметри заморожування

Article describes the influence of freezing process on Quality proroschenoyi pyurepodibnoho lentils and semi products. It recommended and regime parameters of freezing.

Ключові слова: сочевиця, пророщування, заморожування, показники якості.

Харчування — основа життєдіяльності людини, одна з основних вимог її існування. В наш час велика кількість харчових продуктів позбавлена багатьох біологічно активних інгредієнтів. Це є наслідком не лише певної технологічної обробки, а і генетичної недосконалості рослин, що містять незначну кількість біологічно активних компонентів. На сьогодні встановлено, що раціони харчування населення дефіцитні за вмістом білків. Тому особлива увага приділяється перспективі використання бобової сировини в технології продуктів оздоровчого призначення, які окрім поживних властивостей мають здатність позитивно впливати на ті чи інші фізіологічні функції організму.

До перспективних видів сировини, багатой на білок, відносять сочевицю. Однак раціональне харчування потребує певних способів переробки сочевиці, щоб поліпшити її засвоєння в організмі людини, як то: механічне подрібнення сухої сировини з утворенням часток різного ступеня дисперсності; теплова обробка набухлої у воді сировини; екструджування; пророщування зерен; отримання дрібнодисперсних шореподібних систем [1].

Сухе зерно сочевиці добре зберігається до переробки, але погано засвоюється організмом, викликаючи неприємні відчуття в шлунково-кишковому тракті. Запобігти таких небажаних наслідків від споживання продуктів із сочевиці можна шляхом її попереднього пророщування. Процес пророщування супроводжується виключним зростанням активності ферментів і розщепленням складних запасних речовин на більш прості, що є більш розчинними та сприяють розвитку зародку. Крохмаль перетворюється у декстрини і мальтозу, а білки — у амінокислоти. Масова частка сухих речовин зерна при пророщуванні зменшується і тому напівфабрикат, утворений із пророщеного зерна сочевиці потребує заходів щодо запобігання мікробіологічній контамінації та псуванню. Одним із способів зберігання такого напівфабрикату є низькотемпературне консервування [2].

Виробництво охолоджених та заморожених продуктів потребує менших витрат енергії, порівняно з тепловою стерилізацією, більш низького рівня сукупних витрат на виробництво, дозволяє замінити дефіцитну скляну та жерстяну тару більш економічними видами упаковки з полімерних матеріалів.

Метою нашого дослідження стало забезпечення високої якості підготовленого напівфабрикату з пророщеної сочевиці шляхом заморожування та низькотемпературного зберігання, які передують виготовленню готового продукту та реалізації.

Об'єктом дослідження було зерно сочевиці — сухе та пророщене та шореподібний напівфабрикат з пророщеної сочевиці.

На ряду з чисто технічними та організаційними факторами, що стримують збільшення обсягу виробництва швидкозаморожених продуктів постають також технологічні проблеми, пов'язані з деструктивною дією низьких температур на біологічні об'єкти і необхідністю розробки технології та режимів для отримання гетерогенних та гомогенних харчових систем, здатних зберігати якість у процесах заморожування, зберігання, розморожування та наступної теплової обробки. Отримання швидкозамороженої продукції гарантованої якості потребує комплексного підходу за пошуком: видів та сорту сировини, умов

попередньої обробки, режимів, процесів механодеструкції та складання композицій, пакування і способів холодильного зберігання.

Значну увагу у вищезазначеному комплексі задач необхідно приділити підвищенню фізіологічно-функціональній дії продукту шляхом видалення важкозасвоєваних компонентів сировини, уведення біологічно активних сполук та застосування таких технологічних прийомів і режимів, які дозволяють зберегти властивості вхідної сировини. Формування сукупностей показників якості швидкозаморожених продуктів визначає так звану практичну тривалість зберігання, протягом якої продукти, що мають первинну високу якість залишалися за сенсорними даними придатними до споживання та наступної переробки. Оскільки якість швидкозаморожених продуктів визначається головним чином рецепторними органами людини, необхідно особливу увагу приділяти регулюванню та стабілізації тих властивостей їжі, що діють на ці органи. Однією із найважливіших властивостей швидкозаморожених продуктів є структура, яка може зазнавати значних змін у процесі заморожування. Для шореподібних продуктів є бажаним рівномірний, стійкий до розшарування стан компонентів. Перетворення структури може бути пов'язане зі зміною різних хімічних складових продуктів та співвідношення вільної і зв'язаної вологи.

При заморожуванні напівфабрикату із сочевиці в першу чергу можуть змінюватись біополімери. Дослідженнями встановлено, що за хімічним складом сочевиця переважно містить біополімери, як то білки до 30 % та крохмаль — до 45 %. Кристалізація крохмалю призводить до змін у ланцюгах амілози, які під дією низьких температур здатні до ретроградації швидше, ніж розгалужені ланцюги амілопектину. У температурному діапазоні, що відповідає найбільш високим швидкостям старіння (1...2 °C і нижче) [3], заморожування необхідно проводити дуже швидко.

Білкові перетворення відбуваються в основному у продуктах тваринного походження. Однак, оскільки розглядаєма нами культура містить до 30 % білка, то необхідно враховувати деякі тенденції їх змін від дії низьких температур. Звичайно білки досить стабільні у процесі холодильного зберігання, хоча деякі з них можуть під час заморожування вести себе як неорганічні колоїди у процесі агрегації та дезагрегації спостерігаються процеси денатурації активних білків. Заморожування викликає розпад ліпопротеїдних комплексів, що відіграють важливу роль у структуруванні клітинних мембран. Значну увагу необхідно приділити стабільності кольору продукту під час зберігання та запобіганню появи невластивих для продукту смакових відтінків.

При пророщуванні сочевиці з метою виготовлення супів шоре, напівфабрикат може бути замороженим у вигляді пророслих зерен або у виді шореподібної, гомогенної маси, що потребує лічені хвилини для завершення процесу виготовлення готової страви. Гомогенні водні системи у першу чергу характеризують однорідність структури та відсутність поверхні розподілу, як показника ступеню молекулярної взаємодії між поверхнею речовин та водою. Для інгредієнтів, поверхня яких відносно незначна, цей вплив виявляється слабо. Із зростанням величини поверхні, що відбувається у наслідок підвищення ступеня дисперсності, вплив поверхневих властивостей стає значним [4]. Так, такий органолептичний показник як смак суттєво залежить від розміру частинок харчових дисперсних систем, таких як: шоре, супи-шоре і пастоподібні маси. Вибір способу одержання системи з відповідними дисперсними характеристиками не завжди економічно доцільна операція. Тому процеси обробки сировини повинні бути розроблені на основі оптимізації параметрів технологічного процесу.

Подрібнення компонентів продукту після їх гідротермічної обробки здійснюється шляхом протирання. Тонкоподрібнене шоре з пророщеної сочевиці, охолоджене до 20 °C, фасували у полімерну плівку з антиокислювальним покриттям масою 200 г (товщиною 20 мм), направляли у швидко морозильний апарат GyroFreeze або інше холодильне обладнання. Заморожування проводили до досягнення середньокінцевої температури продукту мінус 18 °C. Паралельно заморожували зразок такої ж маси з пророщеної не подрібненої сочевиці, розміщеної тонким шаром (20 мм) на стрічці холодильного обладнання або заморожували за таких же умов зразок пророщеної сочевиці у полімерній тарі з антиокислювальним покриттям масою 200 грамів. Коефіцієнт тепловіддачі в усіх варіантах, наведених вище досліджень, складав 28 ± 2 Вт/(м²·К), температурний напір — мінус 34 ± 1 °C. Такі умови забезпечували швидкість заморожування у діапазоні 0,03...0,04 м/год. Для підвищення швидкості заморожування пророщеної сочевиці застосовували заморожування у завислому стані при коефіцієнті тепловіддачі α 60 ± 5 Вт/(м²·К), швидкість заморожування складала 0,12 м/год, температура повітря складала мінус 35 ± 1 °C. Криві заморожування зазначених зразків наведені на рис. 1.

Теоретичне розуміння процесу теплообміну та інтенсивності тепловідведення при досягненні значень коефіцієнта тепловіддачі α величин близьких 60 ± 5 Вт/(м²·К) (в умовах заморожування у завислому стані) співпадає з результатами експерименту, що дозволяє значно (у 5,6 рази) скоротити тривалість процесу заморожування. Застосування пакування у полімерну плівку дещо погіршує умови теплообміну. При цьому наявність повітряного простору у зразках пророслої сочевиці знижує процес тепловіддачі по-

рівняно з гомогенним шаром шореподібної, протертої сочевиці, що збільшує загальну тривалість процесу з 125 хвилин до 140 хвилин. При розташуванні пророслої сочевиці на конвеєрі швидкозаморозильного апарату насипом тривалість заморожування, навпаки, скорочується (на 15 ± 3 %) і складає 112 хвилин до досягнення середньокінцевої температури мінус 18 °С.

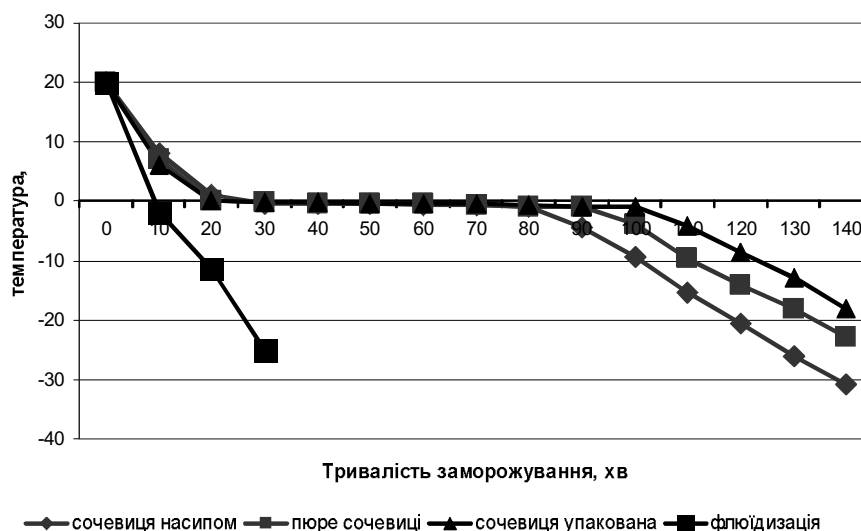


Рис. 1 – Криві заморожування пророслої сочевиці

Інтенсифікація процесу заморожування поліпшує фізико-хімічні показники сочевиці пророслої. Зерно має свіжий, присмний аромат, рівномірний світлий колір, чітку текстуру без відокремленої вологи. Шореподібний напівфабрикат зазнає значних змін під час заморожування. Проходить перерозподіл води із відокремленням вільної вологи на поверхні напівфабрикату. Колір набуває сірих відтінків, а аромат не притаманний вихідній сировині. Так після заморожування, зберігання протягом місяця та розморожування пророслена сочевиця та пюре з пророслої сочевиці мали показники, наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Вплив заморожування на зміну деяких показників пророслої сочевиці та напівфабрикату із сочевиці

Показник	До заморожування		Після заморожування	
	пророслене зерно	напівфабрикат із сочевиці	пророслене зерно	напівфабрикат із сочевиці
Сухі речовини, %	36,7	36,5	37,2	37,4
Вологовіддача, %	39,6	46,4	47,4	68,7

Зниження вологоутримуючої здатності напівфабрикату сочевиці можна пояснити гідролізом біополімерів, який інтенсивно проходить у процесі пророщування, наступній механодеструкції сировини та при фазовому переході води із стану рідини у лід і навпаки. Ці зміни вологоутримуючої здатності є одним із факторів, що призводить до зміни консистенції продукту (табл. 2) та інших органолептичних показників. На зміну кольору та аромату впливає в першу чергу біотрансформація активних сполук під дію окисних ферментативних процесів.

Таблиця 2 – Зміна органолептичних показників шореподібного напівфабрикату із сочевиці

Показник	До заморожування	Після заморожування
Смак	Притаманний даному виду продукту	Притаманний даному виду продукту
Колір	Блідо коричневий	Бежевий з сіруватим відтінком
Запах	Притаманний даному виду сировини	Не притаманний даному виду сировини
Консистенція	Гомогенна	Відділення вільної вологи

Загальна характеристика досліджуваного напівфабрикату може бути сформульована як колоїдна гомогенізована система, яка під дією заморожування зазнає значних незворотних і зворотних фізичних трансформацій, таких як дезагрегація або агрегація колоїдних часток. Притаманні зразкам гетерополярні колоїди у полярному розчиннику, яким є вода, виявляють обидва фізичні явища.

Білок після заморожування та розморожування стає менш в'язким, очевидно в наслідок пошкодження білкових структур. Хоча у деяких випадках в залежності від складу білкової молекули може спостерігатись зворотній ефект у тому випадку, коли білкові частки утворюють гель та послідоуючу агрегацію сполучних речовин.

Наведені фізико-хімічні перетворення, що протікають у шореподібному напівфабрикаті із сочевиці дозволяють зробити висновок, що пророщені зерна сочевиці краще заморожувати у вигляді цілих зерен.

Для визначення відповідності заморожених напівфабриків у вигляді пророслих зерен та шоре пророщеної сочевиці санітарно-бактеріологічним нормам нами на базі кафедри біохімії, мікробіології та фізіології харчування визначені наступні мікробіологічні показники за існуючими стандартами [5]: мезофільні аеробні та факультативні анаеробні мікроорганізми (МАФАНМ); бактерії групи кишкової палички (БГКП); патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонели і стафілококи; мікроміцети (гриби та дріжджі).

Кількість виявлених мікроорганізмів виражали в колонієутворюючих одиницях (КУО). Отримані результати представлені в табл. 3.

Таблиця 3 – Мікробіологічні показники шореподібного напівфабрикату з пророщеної сочевиці

Показники	Шореподібний напівфабрикат	Пророщені заморожені зерна сочевиці
МАФАНМ, КУО/г	$3 \cdot 10^1$	$1 \cdot 10^1$
Бактерії групи кишкової палички (БГКП), в г	Не виявлені в 1 г	Не виявлені в 1 г
Патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонели і стафілококи, в г	Не виявлені в 1 г	Не виявлені в 1 г
Гриби, КУО/г	Не виявлені в 1 г	Не виявлені в 1 г
Дріжджі, КУО/г	$0,1 \cdot 10^1$	Не виявлені в 1 г

З наведених результатів видно, що в зразку супу патогенні мікроорганізми, бактерії групи кишкової палички, гриби не виявлені. Виключення склали дріжджі — в одному грамі шореподібного напівфабрикату виросла одна колонія, що є допустимим за санітарно-гігієнічними вимогами.

Висновки

Заморожування упакованої сочевиці або напівфабрикату з неї уповільнює тривалість процесу. При заморожуванні пророслих зерен насипом у тонкому шарі теплообмін протікає більш інтенсивно і загальна тривалість процесу скорочується на 15 ± 3 %. Використання заморожування зерна сочевиці у завислому стані дозволяє інтенсифікувати процес заморожування у 5,6 рази, що поліпшує фізико-хімічні показники напівфабрикату при заморожуванні, зберіганні та виготовленні готового продукту.

Таким чином, рекомендовано проводити заморожування пророщеної сочевиці без попереднього подрібнення в апаратах флюїдизаційного типу або іншому холодильному обладнанні, що забезпечує швидкість заморожування не менше 0,12 м/год.

Література

1. Тележенко Л.М., Атанасова В.В. Механічне диспергування як спосіб покращення якості шореподібних страв. Новітні технології оздоровчих продуктів харчування ХХІ століття Міжнародна науково-практична конференція, 21 жовтня 2010 р./ редкол. О.І. Черевко та ін.; Харківський державний університет харчування та торгівлі. – Харків: ХДУХТ, 2010. – С. 238-239.
2. Алмаши Э., Эрдели Л., Шарай Т. Быстрое замораживание пищевых продуктов.: пер. с венгерского – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1987. – 408 с.
3. Замораживание пищевых продуктов / Я. Постольски, З. Груда. пер с польск., 1978. – 608 с.
4. Рогов И.А., Антипова Л.В., Дунченко Н.И. Химия пищи. – М.: Колос, 2007. – 853 с.
5. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПин 2.3.2.1078 – 01. – Москва: ФГУП «ИнтерСЭН», 2002. – 168 с.