

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРЕРОБКИ КВАСОЛІ У КОНСЕРВОВАНУ ПРОДУКЦІЮ ІЗ УДОСКОНАЛЕННЯМ ПРОЦЕСУ ЗАМОЧУВАННЯ

Шевченко А.О., к.т.н.,

Прасол С.В., к.т.н.,

Михайлов Б.В.

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна.

Постановка проблеми. Важливим завданням для виробництв продовольчих товарів на основі рослинної сировини є розробка нових ресурсоефективних технологій, технологічних прийомів та способів, що мають на меті отримання продукції спеціального призначення. Така продукція багата у своєму складі на вітаміни, мінеральні речовини, поліненасичені жирні кислоти, харчові волокна, а також фітостероли. Відомо, що при потраплянні до організму людини, фітостероли сприяють зниженню холестерину. Фітостероли містяться у зернобобових культурах, зокрема квасолі, тому, досить цікавою з наукової точки зору є розробка способу переробки квасолі у консервовану продукцію із певним удосконаленням.

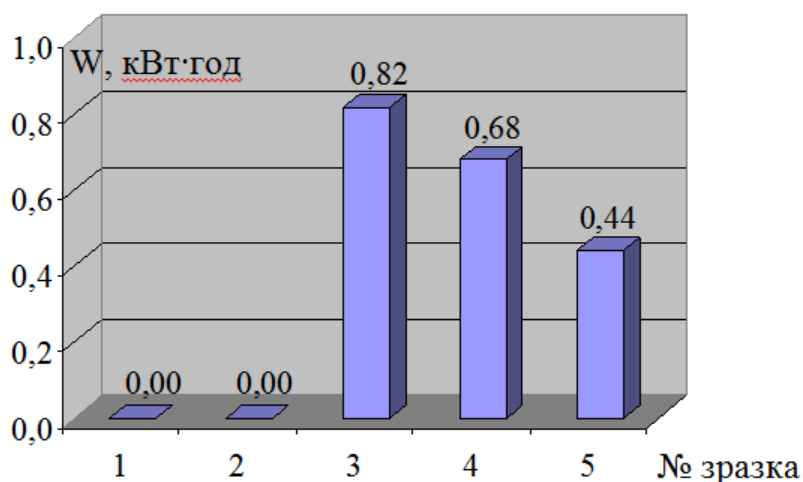
Квасоля – один з популярних бобових культур, що входить до десятки самих корисних продуктів і займає друге місце у світі за площею посівів. Боби квасолі у якості захисту мають спеціальні речовини – антинутрієнти, що ізольовані у висівковій оболонці або шкірці. Замочування квасолі допомагає зробити шкірку бобів м'якою, чим імітується середовище проростання. За таких умов антинутрієнти нейтралізуються, активуючи спеціальні ензими та збільшується доступність вітамінів та мінералів, які містяться в квасолі [1, 2].

Замочування квасолі здійснюється холодним та гарячим методами. Перший метод (холодний) передбачає наповнення ємності з квасолею водою з температурою навколишнього середовища тривалістю до 9 год. Збільшувати час замочування неможна, адже боби можуть забродити та стати непридатними до вживання. Також для замочування замість води використовують 1...2 % розсіл на основі кухарської солі (NaCl). При замочуванні в розсолі іони натрію витісняють кальцій та магній з шкірки бобів, тому вона стає більш водопроникною та рідина легко проникає всередину бобів. Такий спосіб забезпечує скорочення часу процесу до 6...7 год. Другий (гарячий, тепловий) метод, зважаючи на можливість інтенсифікації процесу є більш прогресивним у застосуванні. Нагріта до 45...50 °C вода або розсіл (низькотемпературний режим) дозволяє проводити замочування за 4...6 год. Гарячий метод також допомагає підвищити виведення з бобів шкідливих речовин та надає ніжність смаку готовій продукції [3].

Метод гарячого замочування квасолі, в більшості випадків, традиційно, здійснюється в ємності з рідиною теплопередачею через розділову стінку за допомогою ТЕНів, спіралі, парою та ін. Крім того, потенційно ефективним для забезпечення низькотемпературного режиму під час гарячого замочування є метод за умов електроконтактного нагрівання (ЕКН). Метод ЕКН від традиційних відрізняється низкою переваг – це високий коефіцієнт корисної дії (близько 95 %), простота та надійність реалізації, можливість безінерційного регулювання потужності та ін. Для здійснення цього методу головною умовою є наявність струмопровідного середовища, чим може бути розсіл на основі NaCl. Але наразі відсутні дані щодо доказового обґрунтування ефективності гарячого методу замочування квасолі за умов ЕКН та його застосування [4].

Отже, набуває актуальності науково-прикладне завдання, пов'язане із розробкою та забезпеченням переробки квасолі у консервовану продукцію та удосконаленням процесу замочування.

Основні матеріали дослідження. На підставі запропонованої гіпотези [5] було проведено дослідження з визначення ефективності гарячого методу замочування за умов ЕКН. Так, ефективність будь-якого технологічного процесу оцінюється енерговитратами на його реалізацію. У зв'язку з цим під час досліджень за допомогою ватметра вимірювали потужність та з урахуванням часу визначали витрату електроенергії (W , кВт·год) на відповідні процеси замочування бобів квасолі. Результати досліджень представлені у вигляді діаграми на рис. 1.



1 – холодний метод у середовищі води; 2 – холодний метод у середовищі 2 % розчину NaCl; 3 – гарячий метод у середовищі води; 4 – гарячий метод у середовищі 2 % розчину NaCl; 5 – гарячий метод за умов електроконтактного нагрівання

Рис. 1. Діаграма витрати електроенергії під час замочування дослідних зразків бобів квасолі

Найменш витратним, безумовно, є холодний метод, зважаючи на відсутність потреби у нагріванні. Тому витрати електроенергії у дослідних зразків № 1 та № 2 $W = 0$ кВт·год. Використання ж гарячого способу зумовлює певні енерговитрати. Їх найбільше значення у дослідних зразків № 3 $W = 0,82$ кВт·год. За умов додавання солі спостерігається зменшення витрат електроенергії на 17 %. Так як потужність нагрівання в обох випадках була однаковою (136 Вт), то напевно на зменшення витрати електроенергії вплинуло зменшення тривалості процесу на 1 год. У випадку використання гарячого методу за умов ЕКН потужність була меншою на 19 % та склала 110 Вт. Ця різниця пояснюється більшим ККД процесу ЕКН ніж ККД процесу нагрівання теплопередачею від нагрівальної спіралі. За умов меншої потужності та тривалості процесу (на 2 год менше від зразків № 5 та на 1 год менше від зразків № 4) витрата електроенергії при використанні гарячого методу за умов ЕКН була найменшою та склала 0,44 кВт·год. Отже, при використанні гарячого методу за рахунок ЕКН під час замочування можна скоротити витрату електроенергії до 46 %.

Таким чином, незважаючи на те, що найменш енерговитратним є холодний метод та зважаючи на його недоліки у відносно значній тривалості та ризику отримання продукції незадовільної якості, його використання є недоцільним. Для реалізації гарячого методу, який не має таких недоліків, ефективним з точки зору енергозбереження є метод замочування за умов ЕКН.

На підставі досліджень розроблено спосіб виробництва консервованої квасолі [6], згідно до якого передбачаються наступні основні операції: приймання квасолі на підприємство, підготовка компонентів соусу, підготовка тари та стерилізація консерви.

Режимні параметри проведення процесів, під час реалізації способу, залишаються стандартними, згідно ДСТУ 6074:2009. Приймання основної сировини полягає у тому, що обмолочена квасоля доставляється на підприємство у ящиках. Боби квасолі завантажують у бункера та додається вода. Суміш води та бобів квасолі подаються до бункера насоса, що перекачує квасолю на очищення до віброселектора та миття. Тут відбувається часткове відділення забруднень струменями води та фінішне миття у флотаційній мийній машині. Далі боби квасолі елеватором транспортуються до сортувальної станції, де відбувається поділ за густиною й, відповідно, за сортністю. Наступним є замочування. Для цього боби квасолі занурюються в ємність з до електропровідним розсоллом, що замінюється кожні 30 хв. Протягом 4 год. відбувається замочування гарячим методом за умов ЕКН. При цьому вага бобів збільшується у 2,4–2,5 рази. За наступних технологічних операцій бланшуванні та стерилізації квасоля у розмірах більше не змінюється. Робоча температура бланшування – 97–98 °С, тривалість процесу – 6 хв. Потім боби квасолі відправляються на охолодження до температури 20 °С. Після цього вода зливається та боби квасолі відправляються на

пневматичне доочищення. Процес відбувається в автоматичному режимі; за допомогою направленою потоку повітря видаляється шкірка, що відділилася, часточки бобів, що розкришилися, та можливі домішки. Потім квасоля ще потрапляє на інспекційний транспортер.

Одночасно відбувається підготовка соусу на основі томатної пасти. Слід зазначити, що співвідношення компонентів соусу може різнитись та залежить від конкретної рецептури, яку застосовує виробник. Підготовка компонентів соусу полягає у розміщенні у варильному котлу томатної пасти та доведенні її до кипіння. Цукор, загущувач, сіль та прянощі змішуються між собою та додаються до томатної пасти, що кипить. Варіння соусу здійснюється за умов перемішування протягом 10 хв. Готовий томатний соус фільтрується через сито з діаметром отворів 1,2 мм та перекачується до збиральної ємності з можливістю підігрівання перед дозуванням у банки. Максимальний час зберігання соусу – 30 хв.

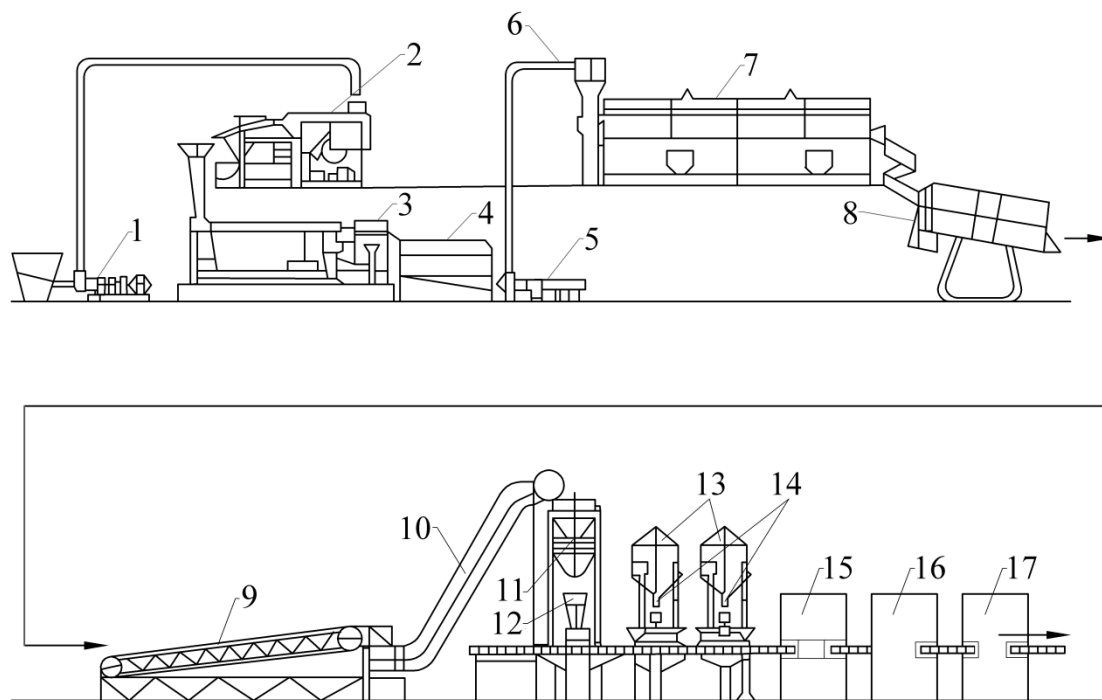
Підготовка тари полягає у стерилізації скляних банок та їх подачі до закупорювального автомату.

Дозувальні автомати наповнюють банки, що рухаються на стрічковому конвеєрі, бобами квасолі та підігрітим до 85 °С соусом. Кількісне співвідношення під час заповнення банок (квасоля – соус) складає: бобів квасолі – 60...65 %; соусу – 35...40 %.

Далі відбувається стерилізація консервованої квасолі за температури 120 °С (робочий тиск 0,2 МПа) протягом 45 хв. Після стерилізації температура в автоклаві поступово знижується до 30 °С. Потім банки відправляються на етикетування, цехове зберігання та подальшу реалізацію.

Для реалізації запропонованого способу виробництва консервованої квасолі із замочуванням за умов ЕКН розроблена технологічна лінія, схема якої наведена на рис. 2. В проекту основу лінії покладена стандартна лінія виробництва, яку було удосконалено шляхом заміни ванни для замочування квасолі на новий пристрій [7] для замочування тепловим методом з ЕКН робочого агенту (позиція 4).

Обмолочена квасоля доставляється на підприємство у ящиках, завантажуються у бункера та додається вода. У суміші з водою квасоля подається в бункер насоса 1, який перекачує квасолю у флотаційну мийну машину 2. Тут квасоля промивається та звільняється від сторонніх домішок. Потім продукт подається у флотаційний (гідравлічний) сортувальник 3, де відбувається поділ квасолі на дві фракції за щільністю, а отже, й по сортності. Розсортована квасоля потрапляє у пристрій 4 для замочування тепловим методом з ЕКН. Після цього квасоля насосом 5 через відділювач розсолу 6 подається до бланшувача 7. По закінченню бланшування квасоля в розсолі надходить в охолоджувач 8. Після охолодження та відділення розсолу квасоля потрапляє на інспекційний транспортер 9, звідки елеватором 10 подається до бункера 11 та наповнювач 12.



1, 5 – насоси; 2 – флотаційна мийна машина; 3 – сортувальник; 4 – пристрій для замочування; 6 – відділювач розсолу; 7 – бланшувач; 8 – охолоджувач; 9 – транспортер; 10 – елеватор; 11 – бункер; 12 – наповнювач; 13 – котли; 14 – дозатори; 15 – закатувальний автомат; 16 – гідравлічний стерилізатор; 17 – етикетувальна машина

Рис. 2. Технологічна лінія для виробництва консервованої квасолі

Приготування та варіння маринаду здійснюється в котлах 13. Дозування маринаду проводиться дозаторами 14.

Заповнені квасолею та маринадом банки закупорюються в закатувальному автоматі 15, після чого транспортуються в гідравлічний стерилізатор 16. Після стерилізації та охолодження банки направляються в етикетувальну машину 17 і далі в цех на зберігання та подальшу реалізацію.

Висновки. До продукції спеціального призначення багатой у своєму складі на вітаміни, мінеральні речовини, поліненасичені жирні кислоти, харчові волокна, а також фітостероли відноситься консервована квасоля. Фітостероли сприяють зниженню холестерину. Актуальним є науково-прикладне завдання, пов'язане із розробкою та забезпеченням переробки квасолі у консервовану продукцію та удосконаленням процесу замочування.

На підставі запропонованої гіпотези було проведено дослідження з визначення ефективності гарячого методу замочування за умов ЕКН. Найменш енерговитратним виявився холодний метод та, зважаючи на його недоліки у відносно значній тривалості та ризику отримання продукції незадовільної якості, його використання є недоцільним. Для

реалізації гарячого методу, який не має таких недоліків, ефективним з точки зору енергозбереження є метод замочування за умов ЕКН.

Розроблено спосіб виробництва консервованої квасолі, згідно до якого передбачаються приймання квасолі на підприємство, підготовка компонентів соусу, підготовка тари та стерилізація консерви. Спосіб реалізується за стандартних режимних параметрів, однак із замочуванням гарячим методом за умов ЕКН.

Для реалізації запропонованого способу розроблена технологічна лінія, яку було удосконалено шляхом заміни ванни для замочування квасолі на новий пристрій для замочування тепловим методом з ЕКН робочого агенту.

Список використаних джерел

1. Квасоля. Органік Оригінал. URL: <https://www.ecorod.ua/produksiia/entry/view/41-kvasolia> (дата звернення: 18.10.2023).

2. Романова Х. С. Разработка технологии фасолевого матрикса и функциональных продуктов на его основе: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15. Саратов: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», 2019. 166 с.

3. Шевченко А.О. Обладнання для переробки рослинної сировини з електро-контактним нагріванням / А.О. Шевченко, С.В. Прасол, Б.В. Михайлов // Технічний прогрес в АПВ: Всеукр. наук.-практ. конф., 9–10 травня 2023 р.: матеріали. Харків: ДБТУ, 2023. С. 285-288.

4. Шевченко А.О. Технічна реалізація процесу замочування бобів для виробництва консервованої квасолі [Електронний ресурс] / А.О. Шевченко, Б.В. Михайлов, О.М. Кайданський // Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі : III Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених, 30 січня – 24 лютого 2023 р.: матеріали. Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. URL: http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/shevchenko_23.pdf

5. Devising a technique for manufacturing canned beans with soaking under the conditions of electrical contact heating [Electronic resource] / A. Shevchenko [and oth.] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. Vol. 6, No 11 (120). P. 16-23. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.270802>

6. Спосіб виробництва консервованої квасолі: пат. на корисну модель 152811 Україна: А 23В 7/005, 7/06; заявл. 03.10.2022; опубл. 12.04.2023р., Бюл. № 15.

7. Пристрій для замочування квасолі :заявка на пат. на корисну модель u202304350 Україна: А 23В 7/005, 7/06 ; заявл. 14.09.2023р.