

продукту до температури, якої вистачає для формування якісного брикету та при якій не відбувається пароутворення. Дана система дозволила працювати з сировиною з більшою вологістю та з більшим вмістом олій в сировині, без втрати якості готової продукції, що в свою чергу значно розширило сировинну базу. З застосуванням охолодження також маємо можливість виготовляти паливні брикети без внутрішнього отвору, при цьому збільшився час горіння продукту, та збільшилася його щільність. Продукція виготовлена на даному обладнанні завдяки великій щільності краще піддається зберіганню та перевезенню. Таким чином при доволі невеликій собівартості та простій конструкції вдалося розробити обладнання, яке вирішує одну з головних проблем при брикетуванні оліємістких сировин.

### **Список використаних джерел**

1. Самойчук К.О., Самохвал В.А. Характеристики використання брикетування в переробній промисловості / *Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв*: міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 24 листопада 2020 р. : [матеріали конференції] / під заг. ред. В.М. Кюрчева. – Мелітополь : ТДАТУ, 2020. С. 182-184.
2. Єременко О. І., Василенков В. Є., Руденко Д. Т. Дослідження процесу брикетування біомаси шнековим механізмом, *Науковий журнал «Інженерія природокористування»* 2020. 3(17), С. 15-22.
3. Самойчук К. О., Самохвал В. А. Розробка міні-лінії для виготовлення паливних брикетів. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 21, т. 1. С.152-159. Патент. 127064, Україна, МПК (2022.05)
4. Шнековий прес-екструдер для отримання брикетів / Самохвал В.А.: заявник і патентовласник Самохвал Віталій Анатолійович – а 202007249: заявл. 13.11.2020: опубл. 30.03.2023, Бюл.№ 13.
- 5 Кіндзера Д.П., Атаманюк В.М., Госовський Р.Р., Мотіль І.М. Дослідження процесу формування паливних брикетів із рослинної сировини та визначення їх характеристик. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2013. С. 138–146.

**УДК 664.86**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ З ВИРОБНИЦТВА КОНСЕРВОВАНОЇ КВАСОЛІ**

**Михайлов Б.В. здобувач ВО, Шевченко А.О. к.т.н., доцент,  
Прасол С.В. к.т.н., доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Наведено результати роботи з виконання проекту по удосконаленню технологічної лінії виробництва консервованої квасолі*

Важливим завданням у галузі харчових виробництв є розробка нових ресурсоефективних технологій, технологічних прийомів та способів, що мають

на меті отримання продукції спеціального призначення [1, 2]. До таких виробів відносяться продукти харчування, що містять у своєму складі рослинну сировину, яка багата 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 прогресивного способу з виробництва консервованої квасолі [3].

Боби квасолі у якості захисту мають спеціальні речовини – антинутриєнти, що ізольовані у висівковій оболонці або шкірці. Замочування квасолі допомагає зробити шкірку бобів м'якою, чим імітується середовище проростання. За таких умов антинутриєнти нейтралізуються, активуючи спеціальні ензими та збільшується доступність вітамінів та мінералів, які містяться в квасолі [4].

Замочування квасолі здійснюється холодним та гарячим методами. Гарячий (тепловий) метод замочування, зважаючи на можливість інтенсифікації процесу є більш прогресивним у застосуванні. Цей метод, 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 рядом 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 [5].

Отже, набуває актуальності науково-прикладне завдання, пов'язане зі створенням умов для застосування гарячого методу замочування квасолі за електроконтактного нагрівання. Наявні дані свідчать про потенційну ефективність такого методу замочування для виробництва консервованої квасолі при вдосконаленні технологічної лінії.

У межах виконаної роботи [4] підтверджувалась інноваційна пропозиція щодо замочування квасолі за умов ЕКН, що сприятиме зменшенню енерговитрат та забезпеченню виробництва продукції з високими якісними показниками. Доведено, що найменш енерговитратним є холодний метод замочування, але зважаючи на значну тривалість та ризик отримання продукції незадовільної якості, його використання прийнято недоцільним. Для реалізації гарячого методу, який не виявив подібних недоліків, ефективним з точки зору енергозбереження є метод замочування за умов ЕКН. Розроблено спосіб виробництва консервованої квасолі [6]. Досліджено органолептичні показники отриманої продукції «Квасоля у томатному соусі вищого ґатунку». Визначено, що органолептичні характеристики продукції, виготовленої запропонованим способом із замочуванням за умов ЕКН, відповідали ДСТУ 6074:2009 та показникам продукції, виготовленої

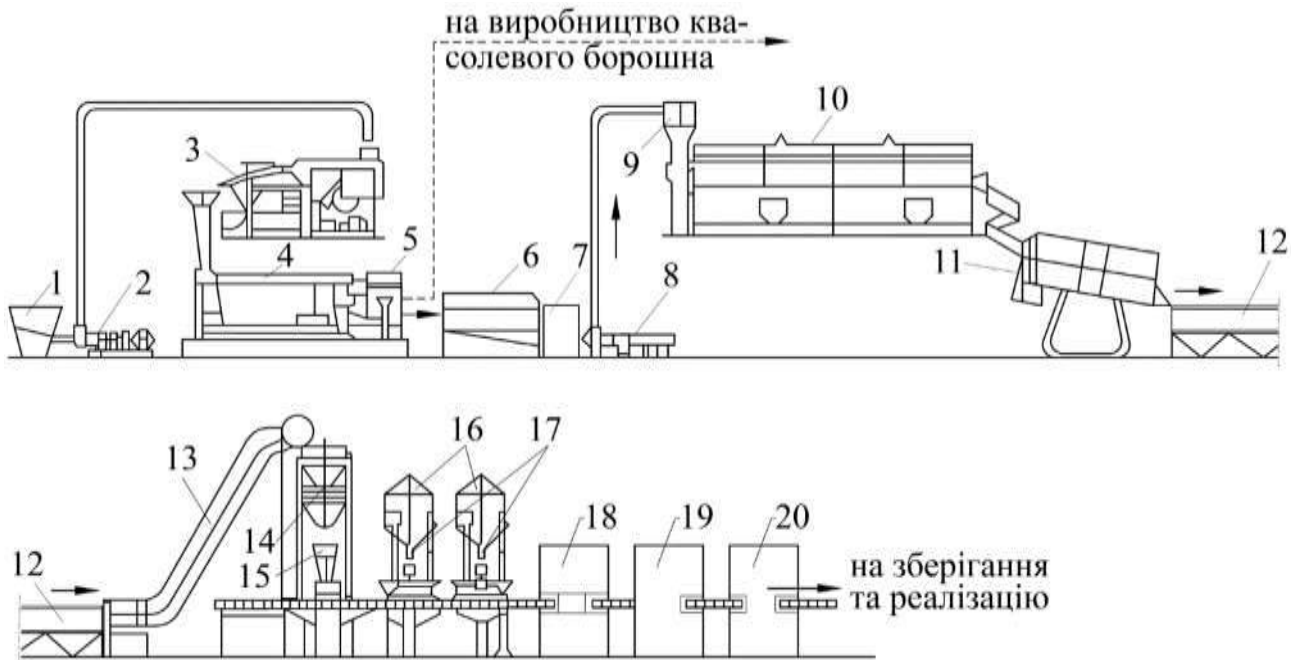
традиційним способом. Розроблено пристрій для замочування квасолі гарячим методом за умов ЕКН [7], що дозволило удосконалити виробничу технологічну лінію. Доцільність впровадження розробок у виробництво підтверджена наведеними в роботі розрахунками показників економічної ефективності.

Схема розробленої технологічної лінії наведена на рис. 1.

В проекті основу лінії покладена стандартна лінія виробництва, яку було удосконалено шляхом заміни ванни для замочування квасолі на новий пристрій для замочування тепловим методом з ЕКН. Також новизною у лінії є те, що передбачено направлення бобів квасолі, які втратили форму або мають невідповідний розмір на виробництво квасолевого борошна.

Принцип роботи лінії є наступним. Обмолочена квасоля доставляється на підприємство у ящиках, завантажується у бункер 1 та додається вода. У суміші з водою квасоля насосом 2 перекачується у флотаційну мийну машину 3. Тут квасоля промивається та звільняється від сторонніх домішок. Потім боби подаються у сепаратор 4, де відбувається поділ квасолі за сортністю та її розділення по бункерам 5 для сортованої квасолі. Боби квасолі, що втратили форму або мають розмір, що не відповідає нормі відправляються на виробництво квасолевого борошна.

Нормована якісна квасоля із бункерів 5 направляється у пристрої 6 для замочування тепловим методом з ЕКН. Для здійснення ЕКН пристрої 6 забезпечуються подачею розсолу на основі кухарської солі. Після замочування боби накопичують в бункері 7 та заливають водою. Далі суміш квасолі з водою насосом 8 подається до відділювача 9. Відділена від води квасоля подається до парового бланшувача 10. По закінченню бланшування квасоля надходить в охолоджувач 11. Після охолодження боби квасолі гвинтовим конвеєром 12 та елеватором 13 транспортуються до бункера 14. Накопичена квасоля із бункера 14 дозаторами-наповнювачами 15 подається до підготовлених банок. Приготування та варіння маринаду здійснюється в котлах 16. Дозування маринаду проводиться дозаторами 17. Заповнені квасолею та маринадом банки закупорюються в закатувальному автоматі 18, після чого транспортуються в гідравлічний стерилізатор 19. Після стерилізації та охолодження банки направляються в етикетувальну машину 20 і далі в цех на зберігання та подальшу реалізацію.



1 – завантажувальний бункер; 2, 8 – насоси; 3 – флотаційна мийна машина; 4 – сепаратор; 5, 7, 14 – бункери, відповідно, для сортованої квасолі, накопичення квасолі після замочування, накопичення перед стерилізацією; 6 – пристрій для замочування; 9 – відділювач води; 10 – бланшувач; 11 – охолоджувач; 12 – гвинтовий конвеєр; 13 – елеватор; 15, 17 – дозатори-наповнювачі, відповідно, для квасолі та маринаду; 16 – котли; 18 – закатувальний автомат; 19 – гідравлічний стерилізатор; 20 – етикетувальна машина.

Рис. 1. Технологічна лінія з виробництва консервованої квасолі

Таким чином, у проекті проаналізовано технологію, режимні параметри виробництва та розроблено спосіб консервування квасолі із замочуванням за умов ЕКН; розроблено експериментальну установку для дослідження процесів замочування квасолі; виконані дослідження процесів замочування бобів квасолі, впливу напруги електричного струму ЕКН на тривалість процесу замочування квасолі тепловим методом та органолептичних показників отриманої продукції; розроблено технологічну лінію; виконано проектування обладнання лінії; розроблено новий пристрій для замочування квасолі тепловим методом з ЕКН; сформульовано вимоги щодо технології монтажу, наладки та ремонту обладнання; визначено соціально-економічну ефективність прийнятих у проекті рішень.

Впровадження у харчову промисловість інноваційних способів виробництва продукції переробки рослинної сировини у функціональні вироби спеціального призначення дозволить забезпечити отримання «здорових продуктів харчування» із високим вмістом корисних речовин. Замочування квасолі перед приготуванням значно скорочує час виробництва незалежно від сорту бобів і типу води, що використовується для приготування. Застосування різноманітних технічних рішень під час замочування можливе лише за умов отримання продукції достатньої якості. Доведено, що найменш енерговитратним є холодний метод замочування квасолі, але зважаючи на значну тривалість та ризик отримання продукції незадовільної якості, його використання прийнято

недоцільним. Для реалізації гарячого методу, який не виявив подібних недоліків, ефективним з точки зору енергозбереження є метод замочування за умов ЕКН.

Шляхом апробації було доведено ефективність розробленого пристрою [7] під час замочування квасолі. Для бобів квасолі сорту «Рант» тривалість замочування склала 4 години. До основних переваг розробленого пристрою слід віднести відносно високу продуктивність, скорочення тривалості технологічного процесу, зниження витрат енергії та високий ККД.

Ефективність прийнятих у проекті рішень полягає в можливості за умов використання дослідного методу замочування (гарячим методом із нагріванням ЕКН) зменшити витрати електроенергії за рахунок скорочення терміну роботи обладнання для виробництва консервованої квасолі відносно того ж самого об'єму сировини на 9960 грн за рік, або на 30 %; знизити собівартість виробництва консервованої квасолі за рахунок скорочення часу замочування на 5,0 %, що разом дає можливість додатково отримати прибуток у розмірі 151200 грн на рік. При цьому продуктивність виробництва консервованої квасолі за дослідним методом підвищується на 6,0 %.

### Список використаних джерел

1. Mykhailov V., Zahorulko A., Zagorulko A., Liashenko B., Dudnyk S. (2021). Method for producing fruit paste using innovative equipment. *Acta Innovations*, 39, 15–21. Doi : <https://doi.org/10.32933/actainnovations.39.2>

2. Mykhaylov V., Samokhvalova O., Kucheruk Z., Kasabova K., Simakova O., Goriainova I., Rogovaya A., & Choni I. (2019). Вплив мікробних полісахаридів на формування структури безбілкових і безклейковинних борошняних виробів. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (11 (102)), 23–32. Doi : <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.184464>

3. Особливості використання квасолі як продукту для забезпечення організму людини цінними корисними речовинами / А. О. Шевченко, Б. В. Михайлов [та ін.] // Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв : Міжнар. наук.-практ. конф., 24–25 листопада 2022 р. : матеріали. Х. : ДБТУ, 2022. С. 147–150.

4. Михайлов Б. В. Удосконалення технологічної лінії з виробництва консервованої квасолі : кваліф. робота магістра : 133. Галузеве машинобудування. Х. : ДБТУ, 2024. 118 с.

5. Devising a technique for manufacturing canned beans with soaking under the conditions of electrical contact heating / А.О. Шевченко [та ін.] // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 6/11 (120). P. 16–23. Doi : <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.270802>

6. Спосіб виробництва консервованої квасолі : пат. 152811. Україна. № u202203667 ; заявл. 03.10.2022р. ; опубл. 12.04.2023р., Бюл. № 15.

7. Пристрій для замочування квасолі : пат. 155679. Україна. № u202304350 ; заявл. 14.09.2023 р. ; опубл. 27.03.2024р., Бюл. № 13.