

ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ

ДМИТРЕВСЬКИЙ ДМИТРО В'ЯЧЕСЛАВОВИЧ

УДК 641.514.3:635.2

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ БУЛЬБОПЛОДІВ
ТА ЙОГО АПАРАТУРНЕ ОФОРМЛЕННЯ**

Спеціальність 05.18.12 – процеси та обладнання харчових, мікробіологічних
та фармацевтичних виробництв

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2011

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському державному університеті харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент

Терешкін Олег Георгійович,

Харківський державний університет харчування та торгівлі,
доцент кафедри устаткування підприємств харчування

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор

Мирончук Валерій Григорович,

Національний університет харчових технологій,
завідувач кафедри
технологічного обладнання харчових виробництв

кандидат технічних наук, доцент

Антропова Людмила Миколаївна,

Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла
Туган-Барановського,
доцент кафедри обладнання харчових виробництв

Захист відбудеться «27» квітня 2011 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.088.01 Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

Автореферат розісланий «25» березня 2011 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

А.А. Дубініна

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В сучасних умовах розвитку економіки України виникає необхідність створення нових ресурсозберігаючих технологій та обладнання, які відповідають європейським та світовим вимогам. На сьогоднішній день одним із відповідальних процесів, які застосовуються на підприємствах ресторанного господарства, є очищення овочевої сировини, зокрема бульб картоплі. Безперечним є той факт, що під час очищення значна частина цієї сировини втрачається. Це відбувається внаслідок того, що для здійснення цього процесу використовується недосконале обладнання, яке на сьогоднішній день морально застаріло. До недоліків існуючого обладнання також можна віднести його матеріало- та енергоємність, недостатню якість очищення продукту, наявність допоміжного устаткування.

Дослідженням процесів очищення бульбоплодів займалися такі вчені, як Антипов Г.С., Фещенко Н.С., Головацький В.О. Їх роботи присвячені удосконаленню традиційних процесів очищення бульбоплодів. Основним напрямком цих робіт було покращення якості очищення за рахунок визначення раціональних режимів проведення процесу та створення відповідного обладнання для його реалізації.

На даний час одним із найбільш перспективних напрямків покращення якості очищення бульб картоплі та зниження її втрат є створення обладнання, принцип роботи якого засновано на комбінованій дії термічного та механічного процесів на продукт. Проте відсутність комплексних експериментальних досліджень стосовно використання комбінованої дії цих процесів на продукт, з урахуванням показників продукту, що очищується, суттєво ускладнює розробку нового енергетично ефективного обладнання.

Таким чином, удосконалення процесу очищення бульбоплодів за рахунок поєднання термічної та механічної дії на продукт та розробка його апаратного оформлення є перспективним та актуальним науково-технічним завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано відповідно до головних напрямків наукових досліджень Харківського державного університету харчування та торгівлі в рамках держбюджетної теми №04-09-11Б (0108U009980) «Удосконалення процесів переробки плодоовочевої сировини з метою створення ресурсозберігаючого обладнання», а також відповідно до напрямків досліджень госпдоговірної теми №8-10Д (0110U000870) «Розробка рекомендацій щодо використання апарата для очищення коренеплодів комбінованим способом».

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є удосконалення процесу очищення бульбоплодів за рахунок поєднання термічної та механічної дії на продукт та його апаратне оформлення.

Відповідно до поставленої мети були визначені наступні завдання досліджень:

– провести аналіз процесів очищення бульб картоплі та відповідного обладнання для їх реалізації;

- розробити методики дослідження впливу параметрів процесу термічної обробки картоплі парою на зміни в її поверхневому шарі та на зусилля відділення шкірки;
- дослідити вплив дії тиску пари та тривалості обробки картоплі парою на її поверхневий шар;
- дослідити вплив сортових характеристик та терміну зберігання бульб картоплі на параметри їх термічної обробки парою;
- визначити вплив зміни поверхневого шару картоплі після термічної обробки парою на тривалість механічного доочищення, відсоток очищених бульб та втрати сировини;
- дослідити вплив тривалості процесу механічного доочищення бульб картоплі на якість очищення їх поверхні та втрати сировини;
- розробити конструкцію апарата для комбінованого очищення бульбоплодів;
- здійснити комплекс заходів щодо впровадження результатів наукових досліджень у виробництво;
- оцінити економічну та соціальну ефективність від впровадження у виробництво апарата для комбінованого очищення бульбоплодів.

Об'єкт дослідження – процеси очищення бульбоплодів комбінованим способом.

Предмет дослідження – бульби картоплі, які підлягають очищенню.

Методи дослідження – аналітичні, теоретичні та експериментальні з використанням контрольно-вимірювальної апаратури відповідної точності, стандартні та оригінальні методики дослідження харчової сировини, сучасні методи математичної статистики, кореляційного аналізу та комп'ютерних технологій.

Наукова новизна одержаних результатів:

- визначено вплив тривалості термічної обробки бульб картоплі парою, тиску пари, сортових характеристик бульб та терміну їх зберігання на глибину термічної обробки поверхневого шару картоплі та зусилля відділення шкірки;
- отримано математичні моделі процесу термічної обробки картоплі парою для визначення глибини термічної обробки поверхневого шару бульб та зусилля відділення шкірки картоплі;
- визначено вплив величини зусилля відділення шкірки картоплі, терміну її зберігання та тривалості процесу механічного доочищення на відсоток очищених бульб;
- визначено вплив глибини термічної обробки поверхневого шару картоплі, терміну її зберігання та тривалості процесу механічного доочищення на втрати сировини;
- отримано рівняння для визначення залежності зусилля відділення шкірки картоплі від глибини термічної обробки парою, яке враховує термін її зберігання;
- отримано математичні моделі процесу механічного доочищення картоплі для визначення відсотка очищених бульб та відсотка виходу очищених бульб за масою.

Практичне значення одержаних результатів:

- розроблено методику та експериментальну установку для проведення процесу термічної обробки бульб картоплі парою;
- розроблено методику та експериментальну установку для вимірювання зусилля відділення шкірки від бульб картоплі;
- визначено раціональні режими проведення комбінованого процесу очищення бульб картоплі;
- розроблено апарат для проведення процесу комбінованого способу очищення бульбоплодів;
- розроблено рекомендації щодо використання апарата для очищення бульбоплодів комбінованим способом;
- розроблено технічну документацію на апарат для комбінованого очищення бульб картоплі.

На технічні рішення, запропоновані в дисертаційній роботі, отримано 2 патенти України на корисну модель.

Реалізація результатів роботи. Розроблені рекомендації з використання апарата для очищення коренеплодів комбінованим способом впроваджені у виробничих умовах ФО-П Балакіреєв К.П. (акт від 25.06.2010 р.). Проведено впровадження технічної документації апарата для комбінованого очищення бульбоплодів АКОБ-1 у ТОВ «Трансцукор» (акт від 20.08.2010 р.). Результати роботи впроваджено у навчальний процес ХДУХТ (акт від 08.12.2009 р.).

Особистий внесок здобувача полягає у плануванні, постановці та проведенні експериментальних досліджень, обробці дослідних даних, отриманні наукових результатів та їх узагальненні, формулюванні висновків, підготовці матеріалів до публікації, в проведенні патентного пошуку та оформленні заявок на корисні моделі, здійсненні заходів щодо впровадження результатів дисертаційної роботи у виробництво та навчальний процес.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи було обговорено та схвалено на: 74 та 75 наукових конференціях молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (м. Київ, 2008, 2009 рр.); I Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів та аспірантів «Сучасні технології хімічних та харчових виробництв» (м. Дніпропетровськ, 2008 р.); I Міжнародній конференції студентів та аспірантів «Сучасні технології харчових виробництв» (м. Дніпропетровськ, 2009 р.); I Міжнародній науково-практичній конференції «Прогресивні технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарства», присвяченій 35-річчю технологічного факультету (м. Полтава, 2010 р.); конференціях професорсько-викладацького складу та аспірантів ХДУХТ (м. Харків, 2008-2010 рр.). Розробки демонструвалися на міжнародній виставці наукових досягнень Харківського державного університету харчування та торгівлі в рамках конкурсу кулінарного та кондитерського мистецтва підприємств ресторанного господарства (м. Харків, 2009 р.), виставці наукових досягнень ХДУХТ, присвяченій Міжнародній науково-практичній конференції «Ресторанне господарство в стратегіях розвитку туризму» (м. Харків, 2009 р.), на виставці наукових досягнень ХДУХТ в рамках Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасний ринок

товарів та проблеми здорового харчування», присвяченій 20-річчю з дня заснування товарознавчого факультету (м. Харків, 2009 р.), Міжнародній виставці «Енергія зростання» наукових досягнень ХДУХТ в рамках Міжнародного форуму «Інновації. Інвестиції. Харківські ініціативи» та Великого Слобожанського ярмарку (м. Харків, 2010 р.), на презентаційно-виставковому заході «Дні Московської області в Харкові» (м. Харків, 2010 р.).

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 15 наукових праць, у тому числі статей – 7, серед яких у наукових фахових виданнях, що затверджені ВАК України – 6, патентів України на корисну модель – 2, тез доповідей на науково-практичних конференціях – 6.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків, 9 додатків, а також списку використаних джерел, що включає 149 найменувань, в тому числі 12 іноземних. Дисертація викладена на 153 сторінках друкованого тексту, вона містить 22 таблиці і 67 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, представлено зв'язок роботи з науковими темами, сформульовано мету і завдання досліджень, визначено наукову новизну і практичне значення результатів роботи, наведені відомості щодо реалізації результатів роботи та їх апробації.

У першому розділі «Аналіз процесів очищення бульбоплодів та обладнання для їх реалізації» наведено сортові характеристики сировини, проаналізовано хімічний склад та будову бульб картоплі. Визначено показники продукту, які мають безпосередній вплив на проведення процесу їх очищення. Проаналізовано переваги та недоліки традиційних способів очищення бульбоплодів та обладнання для їх реалізації. Визначено шляхи удосконалення процесу очищення бульб картоплі та розроблено загальний план проведення теоретичних та експериментальних досліджень.

У другому розділі «Методики досліджень та експериментальні установки» описано об'єкт, предмет, методики досліджень, експериментальні установки та методи обробки отриманих даних. Для врахування сорту картоплі її було розділено на три групи, в залежності від вмісту в ній крохмалю, який визначався за загальноприйнятою методикою. До першої групи були віднесені сорти картоплі з низьким вмістом крохмалю (10%), до другої – з середнім вмістом крохмалю (17%), до третьої – з високим вмістом крохмалю (22%). Крім цього, до показників продукту віднесено термін зберігання бульб картоплі. В залежності від цього показника бульби картоплі також були розподілені на три групи. До першої групи віднесені бульби терміном зберігання до 1 вересня, до другої – з 1 вересня по 31 грудня, до третьої – з 1 січня.

Для проведення досліджень комбінований процес очищення було розподілено на дві стадії: процес термічної обробки картоплі парою надлишкового тиску та процес її механічного доочищення. Як параметри, що характеризують комбінований процес очищення картоплі, було обрано тиск пари p , тривалість процесу термічної обробки $\tau_{m.o.}$ та тривалість процесу механічного доочищення бульб $\tau_{m.d.}$. Вплив пари надлишкового тиску на бульби картоплі

характеризують глибина термічної обробки їх поверхневого шару δ та зусилля відділення шкірки F . Процес подальшого механічного доочищення бульб картоплі буде впливати на втрати сировини та відсоток очищених бульб, значення яких визначали за стандартними методиками. Для проведення досліджень процесу механічного доочищення бульб картоплі використовувалась картоплеочищувальна машина періодичної дії типу МОК, яка відрізнялась від стандартної тим, що поверхня її робочого органу та стінок робочої камери були покриті гладкою поверхнею з нержавіючої сталі.

Для дослідження впливу пари надлишкового тиску на поверхневий шар картоплі розроблено методику та експериментальну установку (рис. 1). Обробка продукту паром відбувається в робочій камері (11). З парогенератора (3) до робочої камери подається пара надлишкового тиску. Для забезпечення герметичності робоча камера закривається кришкою (9). Миттєвий випуск пари з робочої камери здійснюється за допомогою пристрою для випуску пари (7).

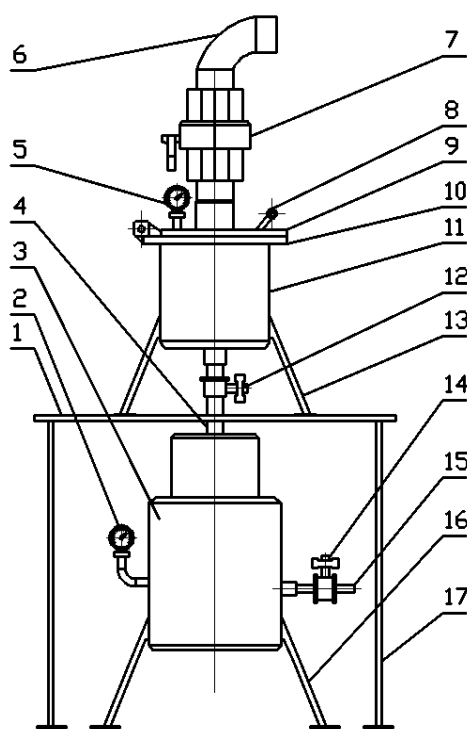


Рис. 1. Схема експериментальної установки для дослідження впливу термічної обробки на поверхневий шар картоплі: 1 – рама апарата; 2 – манометр парогенератора; 3 – парогенератор; 4 – патрубок підводу пари; 5 – манометр робочої камери; 6 – патрубок для випуску пари; 7 – пристрій для випуску пари; 8 – важіль для відкривання кришки; 9 – кришка робочої камери; 10 – фланець; 11 – робоча камера; 12 – кран подачі пари до робочої камери; 13 – стійки робочої камери; 14 – кран подачі води до парогенератора; 15 – патрубок подачі води до парогенератора; 16 – стійки парогенератора; 17 – стійки рами апарата

Для дослідження зусилля відділення шкірки від бульби картоплі були розроблені оригінальні методика та експериментальна установка (рис. 2). Шкірка картоплі закріплюється затискувачами утримувача (17), який з'єднано з гнучкою пластиною (6). Під час підйому пластини разом з утримувачем (15) відбувається відділення шкірки картоплі від її бульби і одночасне згинання пластини. При згинанні гнучкої пластини опір тензOMETричних датчиків (7) змінюється. У той момент, коли відбувається відділення шкірки від бульби картоплі, на електронному табло прибору ЦТИ-1 фіксується максимальне значення розгалуження моста опору.

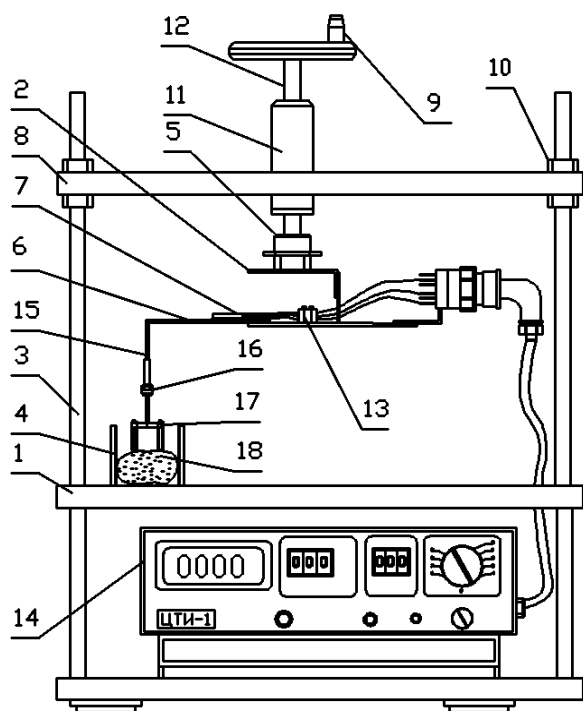


Рис. 2. Схема експериментальної установки для дослідження зусилля відділення шкірки від картоплі: 1 – нижня опора; 2 – Г-подібна пластина; 3 – стійки; 4 – затискувачі зразка картоплі; 5 – шарнір; 6 – гнучка пластина; 7 – тензодатчики опору; 8 – верхня опора установки; 9 – рукоятка для обертання; 10 – гайки кріплення; 11 – напрямна втулка; 12 – стрижень втулки; 13 – діелектричний ізолятор; 14 – цифровий тензометричний вимірювач ЦТИ-1; 15 – утримувач дослідного зразка картоплі; 16 – регулятор довжини утримувача; 17 – затискувачі утримувача для закріплення шкірки картоплі; 18 – дослідний зразок бульби

Обробку результатів експериментальних досліджень проводили з використанням методів математичного моделювання та кореляційного аналізу із застосуванням сучасних комп'ютерних технологій.

У третьому розділі «Результати теоретичних та експериментальних досліджень комбінованого способу очищення бульбоплодів» представлено результати досліджень впливу процесу термічної обробки паром надлишкового тиску на поверхневий шар бульб картоплі, а також впливу процесу механічного доочищення на якість очищення картоплі. Отримано математичну модель, яка характеризує вплив параметрів термічної обробки картоплі паром на глибину її термічної обробки, в залежності від вмісту крохмалю в бульбах картоплі та терміну їх зберігання. Математична модель має наступний вигляд:

$$\delta(\tau_{m.o.}, p, K) = z_3 \cdot p^{z_4} \cdot \left(\frac{\tau_{m.o.} + z_1 + z_2 \cdot K}{60} \right)^{z_5 \cdot p^{-z_6}}, \quad (1)$$

де δ – глибина термічної обробки, м;

p – тиск пари, МПа;

K – вміст крохмалю, %;

$\tau_{m.o.}$ – тривалість процесу термічної обробки паром, с;

z_1, z_2, \dots, z_i – емпіричні коефіцієнти.

На рис. 3 показано експериментальну залежність впливу параметрів термічної обробки паром на глибину термічної обробки бульб картоплі δ , термін зберігання яких становить від 1 вересня по 31 грудня. Представлена залежність характерна для бульб картоплі із середнім вмістом крохмалю (17%), які найчастіше використовуються на підприємствах ресторанного господарства.

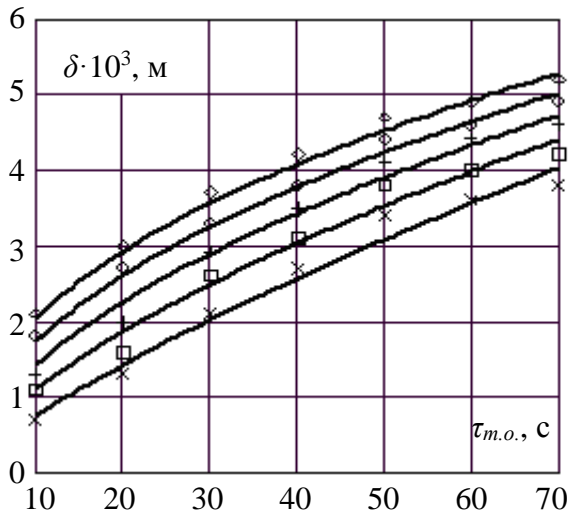


Рис. 3. Залежність глибини термічної обробки картоплі від її тривалості за різного надлишкового тиску пари, МПа: × – 0,3; □ – 0,4; + – 0,5; ◇ – 0,6; ○ – 0,7

Представлена графічна залежність свідчить про те, що тиск пари та тривалість обробки нею картопляних бульб мають суттєвий вплив на глибину термічної обробки поверхневого шару картоплі. Глибина термічної обробки поступово збільшується при збільшенні тиску пари та тривалості процесу термічної обробки.

З метою оцінки ефективності відділення шкірки картоплі після проведення її термічної обробки парою надлишкового тиску було розроблено математичну модель, яка характеризує залежність зусилля відділення шкірки картоплі від тиску пари, тривалості її термічної обробки парою, вмісту крохмалю в бульбах картоплі та терміну їх зберігання:

$$F(\tau_{m.o.}, p, K) = \frac{1}{(e_1 + e_2 \cdot K) \cdot p^{(e_3 + e_4 \cdot K)} \cdot (\tau_{m.o.})^{(e_5 + e_6 \cdot K)} p^{(e_7 + e_8 \cdot K)} + e_9 + (e_{10} + e_{11} \cdot K) \cdot p^2}, \quad (2)$$

де F – зусилля відділення шкірки картоплі, Н;

e_1, e_2, \dots, e_i – емпіричні коефіцієнти.

Математичні моделі (1, 2) справедливі в межах змінювання досліджених параметрів: тиск пари – в діапазоні від 0,3 до 0,7 МПа; тривалість процесу термічної обробки бульб картоплі парою – 10...70 с, вміст крохмалю – 10...22%. Моделі справедливі для картоплі трьох різних термінів зберігання.

Залежність зусилля відділення шкірки картоплі F із вмістом крохмалю 17% та терміном зберігання з 1 вересня по 31 грудня від тривалості термічної обробки парою $\tau_{m.o.}$ та тиску пари p наведена на рис. 4. Максимальне значення зусилля відриву шкірки спостерігається при тривалості обробки 10 с та тиску пари 0,3 МПа. В даному випадку зв'язок між клітинами поверхневого шару порушено не достатньо для того, щоб шкірка картоплі відділялась. При підвищенні тиску пари та збільшенні тривалості обробки спостерігається зменшення зусилля відділення шкірки, що свідчить про порушення зв'язку між шкіркою та бульбою картоплі.

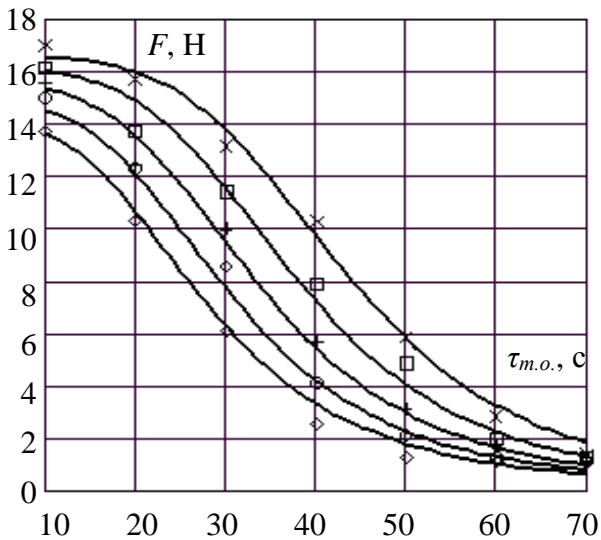


Рис. 4. Залежність зусилля відділення шкірки картоплі від тривалості термічної обробки парою різного надлишкового тиску, МПа: \times – 0,3; \square – 0,4; $+$ – 0,5; \diamond – 0,6; \circ – 0,7

Визначено, що картопля з більш високим вмістом крохмалю та меншим терміном зберігання має більшу глибину термічної обробки та менше зусилля відділення шкірки.

Проведені експериментальні дослідження процесу механічного доочищення бульб картоплі дозволили з'ясувати, що глибина термічної обробки поверхневого шару бульби картоплі безпосередньо впливає на відсоток втрат сировини, а зусилля відділення шкірки картоплі впливає на відсоток очищених бульб. Математична модель залежності відсотка очищених бульб від зусилля відділення шкірки картоплі та тривалості механічного доочищення має наступний вигляд:

$$S(\tau_{м.д.}, F) = (a_1 + a_2 \cdot \tau_{м.д.}) - (a_3 + a_4 \cdot \tau_{м.д.}) \cdot F, \quad (3)$$

де S – відсоток очищених бульб, %;

$\tau_{м.д.}$ – тривалість процесу механічного доочищення, с;

a_1, a_2, \dots, a_i – емпіричні коефіцієнти.

На рис. 5 наведено залежність відсотка очищених бульб S від зусилля відділення шкірки картоплі F та тривалості механічного доочищення $\tau_{м.д.}$ для картоплі, термін зберігання якої з 1 вересня по 31 грудня. Визначено, що збільшення тривалості процесу механічного доочищення призводить до збільшення відсотка очищених бульб.

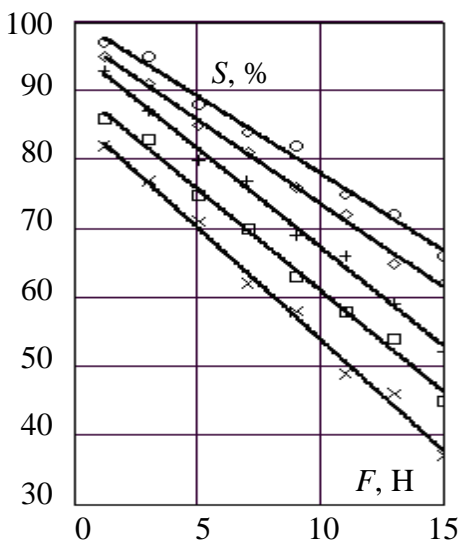


Рис. 5. Залежність відсотка очищених бульб картоплі від зусилля відділення шкірки картоплі та тривалості механічного доочищення, с: \times – 30; \square – 50; $+$ – 70; \diamond – 90; \circ – 110

Крім цього, визначено, що картопля, яка має більший термін зберігання, потребує збільшення тривалості процесу її механічного доочищення для забезпечення належної якості її очищення.

Для оцінки впливу тривалості процесу механічного доочищення на втрати сировини була розроблена математична модель залежності втрат сировини від глибини термічної обробки δ та тривалості процесу механічного доочищення $\tau_{м.д.}$ картоплі. Математична модель має наступний вигляд:

$$V(\tau_{м.д.}, \delta) = (\gamma_1 + \gamma_2 \cdot \tau_{м.д.} + \gamma_3 \cdot \tau_{м.д.}^2) \cdot \delta^{(\gamma_4 + \gamma_5 \cdot \tau_{м.д.} + \gamma_6 \cdot \tau_{м.д.}^2)}, \quad (4)$$

де V – втрати сировини, %;

$\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_i$ – емпіричні коефіцієнти.

На рис. 6 представлено залежність втрат сировини V від глибини термічної обробки δ та тривалості процесу механічного доочищення картоплі $\tau_{м.д.}$, термін зберігання якої з 1 вересня по 31 грудня. Отримані дані вказують на те, що відбувається суттєве збільшення втрат сировини при збільшенні тривалості механічного доочищення та глибини термічної обробки.

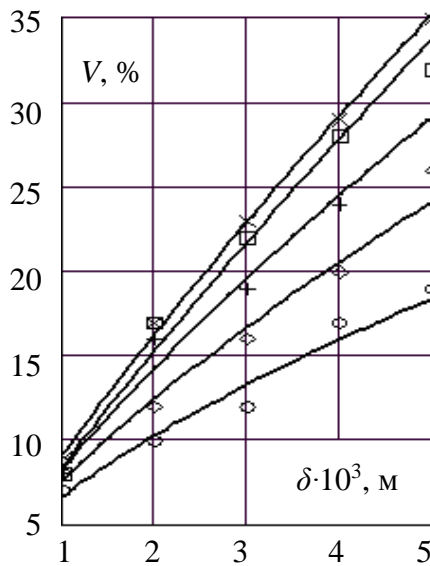


Рис. 6. Залежність втрат сировини від глибини термічної обробки поверхневого шару бульби картоплі та тривалості її механічного доочищення, с: \circ – 30; \diamond – 50; $+$ – 70; \square – 90; \times – 110

Спираючись на отримані експериментальні дані, було поставлено завдання виявити кореляцію між зусиллям відділення шкірки та глибиною термічної обробки. Регресійним аналізом було отримано математичну модель між зусиллям відділення шкірки та глибиною термічної обробки у вигляді:

$$F(\delta) = \beta_4 + \beta_3 \cdot \exp(-\beta_1 \cdot \delta^{\beta_2}), \quad (5)$$

де $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_i$ – регресійні коефіцієнти.

Критерієм якості процесу очищення обрано максимальне значення відсотка очищених бульб при максимально можливому виході готової продукції за масою бульб. Максимальне значення відсотка очищених бульб можна записати наступним чином:

$$S(\tau_{m.o.}, \tau_{m.d.}, p, K) = (a_1 + a_2 \cdot \tau_{m.d.}) - (a_3 + a_4 \cdot \tau_{m.d.}) \times \left[\beta_4 + \beta_3 \cdot \exp \left(-\beta_1 \cdot (z_3 \cdot p^{z_4} \cdot \left(\frac{\tau_{m.o.} + z_1 + z_2 \cdot K}{60} \right)^{z_5 \cdot p^{-z_6}} \right)^{\beta_2} \right) \right] \quad (6)$$

Враховуючи отриману залежність (4) для втрат сировини від тривалості механічного доочищення та глибини термічної обробки, отримуємо рівняння для показника якості очищення, а саме максимально можливого виходу очищених бульб за масою:

$$Q(\tau_{m.o.}, \tau_{m.d.}, p, K) = 100 - (\gamma_1 + \gamma_2 \cdot \tau_{m.d.} + \gamma_3 \cdot \tau_{m.d.}^2) \times \left(z_3 \cdot p^{z_4} \cdot \left(\frac{\tau_{m.o.} + z_1 + z_2 \cdot K}{60} \right)^{z_5 \cdot p^{-z_6}} \right)^{(\gamma_4 + \gamma_5 \cdot \tau_{m.d.} + \gamma_6 \cdot \tau_{m.d.}^2)} \quad (7)$$

де Q – вихід очищених бульб за масою, %.

Результати розрахунку показників якості очищення картоплі за формулами (6, 7) для різних стадій зберігання наведено на рис. 7. На цих рисунках також показано раціональні діапазони тривалості процесу механічного доочищення бульб картоплі за цими показниками.

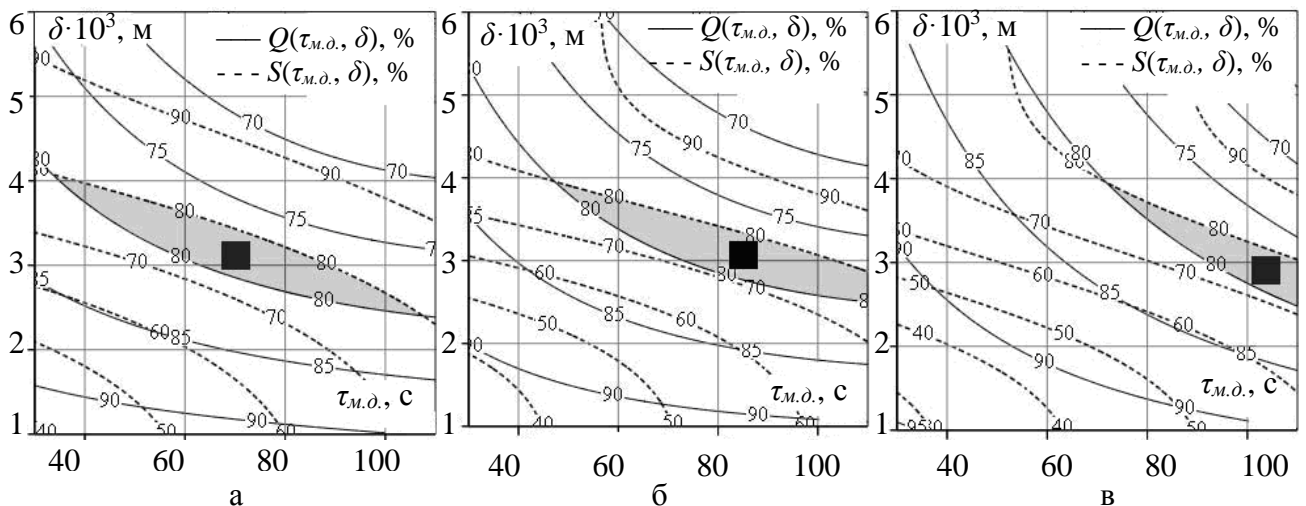


Рис. 7. Показники якості механічного доочищення бульб на стадіях зберігання до 1 вересня (а), з 1 вересня до 31 грудня (б), з 1 січня (в) залежно від глибини термічної обробки та тривалості механічного доочищення: ■ – раціональний діапазон тривалості механічного доочищення при відповідній глибині термічної обробки бульб картоплі

Обрані раціональні режими процесу механічного доочищення забезпечують максимально можливі показники якості за відсотком очищених бульб та виходом очищених бульб за масою.

Отримана раніше математична модель (1) дозволяє розрахувати необхідні режими термічної обробки бульб картоплі паром. Визначені раціональні режими процесу термічної обробки бульб картоплі паром та процесу їх механічного доочищення дозволяють забезпечити

належні показники якості очищення картоплі, враховуючи її сортові особливості та термін зберігання.

У четвертому розділі «Розробка апарата для очищення бульбоплодів комбінованим способом» описано конструкцію та принцип роботи апарата для комбінованого очищення бульбоплодів (рис. 8). Даний апарат поєднує в собі паровий та механічний процеси очищення. Бульби картоплі завантажуються в робочу камеру (1) апарата, після чого камера щільно закривається кришкою (10). Крізь форсунку (16) до камери з парогенератора (19) подається пара. У цей час відбувається перша стадія комбінованого процесу очищення, а саме процес термічної обробки бульб картоплі паром надлишкового тиску. Після припинення подачі пари спрацьовує пристрій (11) для її випуску, за допомогою якого здійснюється різке зниження тиску пари в робочій камері до атмосферного. Надалі в камеру крізь патрубок (15) та форсунку (13) подається під тиском струм води. Під дією струму води та сили тертя відбувається повне очищення поверхні бульб картоплі від залишків шкірки. З нижньої частини камери залишки шкірки видаляються лопатями (28). Вивантаження бульб з камери відбувається під час відкривання дверцят (8) за допомогою ручки (6).

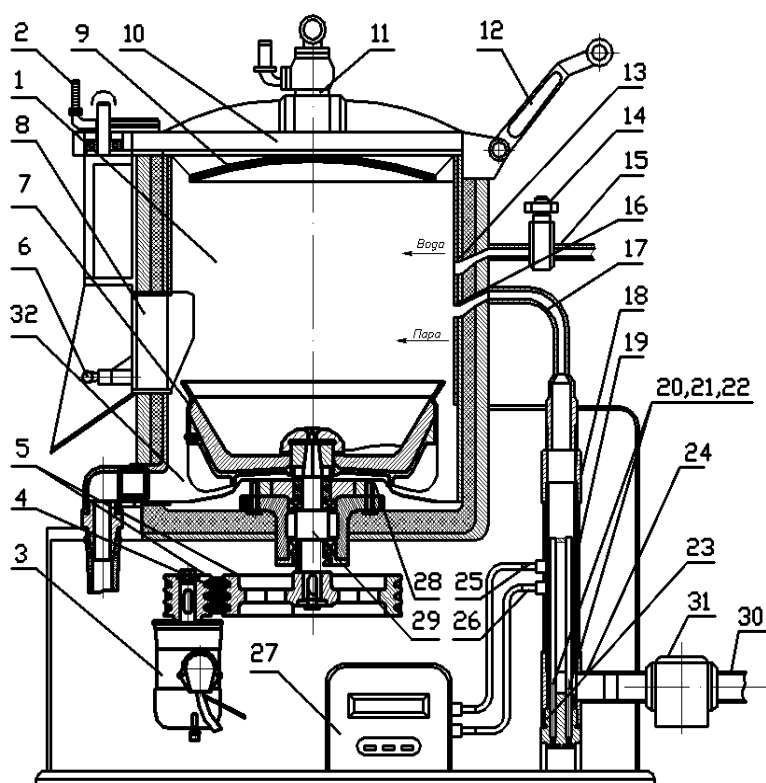


Рис. 8. Схема промислового зразка апарата

для комбінованого очищення бульбоплодів (АКОБ): 1 – робоча камера апарата; 2 – ексцентриковий важіль; 3 – електродвигун; 4 – ремені; 5 – шків; 6 – ручка дверцят робочої камери; 7 – конусоподібна чаша; 8 – дверцята робочої камери; 9 – відбивач; 10 – кришка робочої камери; 11 – пристрій випуску пари; 12 – важіль кришки робочої камери; 13 – форсунка подачі води; 14 – кран подачі води; 15 – патрубок подачі води; 16 – форсунка подачі пари; 17 – патрубок подачі пари; 18 – вихідний патрубок парогенератора; 19 – парогенератор; 20, 21, 22 – електроди; 23 – блок фазних електродів; 24 – вхідний патрубок;

25 – нульовий контакт; 26 – заземлюючий контакт; 27 – панель управління парогенератором; 28 – лопаті; 29 – вал; 30 – патрубок подачі води до парогенератора, 31 – фільтр для очищення води; 32 – патрубок

Продуктивність апарата для комбінованого очищення бульбоплодів складає 80...95 кг/год, споживана потужність апарата дорівнює 9,54 кВт/год, маса апарата – 65 кг; габаритні

розміри: довжина – 610 мм, ширина – 530 мм, висота – 690 мм. Апарат забезпечує високу якість очищення сировини: відсоток повністю очищених бульб – 80%, втрати сировини – 20%.

У п'ятому розділі «Впровадження результатів теоретичних та експериментальних досліджень у виробництво» описано результати впровадження теоретичних та експериментальних досліджень у практику. Оцінено економічну та соціальну ефективність комбінованого способу очищення. Економічна ефективність від впровадження удосконаленого процесу очищення бульбоплодів становить 147 грн на 100 кг продукту. Соціальний ефект полягає в покращенні якості очищення поверхні бульбоплодів, зменшенні втрат сировини, зниженні матеріало- та енергоємності обладнання, яке використовується для проведення процесу очищення.

ВИСНОВКИ

1. На підставі аналізу літературних джерел та патентних досліджень зроблено висновок про значні втрати сировини та недостатню якість очищення бульб картоплі за умов використання існуючого обладнання, яке є енерго- та матеріалоємним. Це доводить необхідність створення нового обладнання, принцип роботи якого засновано на поєднанні термічної та механічної дії на продукт, що очищується. Таким чином, проведення комплексних досліджень впливу параметрів комбінованого процесу очищення бульбоплодів на ефективність їх очищення та визначення раціональних режимів проведення цього процесу є актуальним та перспективним напрямком наукових досліджень.

2. Удосконалено процес очищення бульбоплодів та запропоновано комбінований спосіб очищення бульб картоплі, який ґрунтується на поєднанні термічного та механічного процесів очищення бульбоплодів. Першим етапом процесу комбінованого очищення бульб картоплі є обробка їх паром надлишкового тиску, другий етап являє собою процес механічного доочищення бульб картоплі за допомогою конусоподібної чаші з одночасним омиванням їх струменем води.

3. Розроблено оригінальні методики та експериментальні установки для проведення дослідження процесу термічної обробки бульб картоплі паром та вимірювання зусилля відділення шкірки від бульби.

4. Встановлено, що збільшення тиску пари та тривалості процесу термічної обробки збільшують глибину термічної обробки поверхневого шару картоплі та зменшують зусилля відділення її шкірки від бульби. Доведено, що картопля з більш високим вмістом крохмалю та меншим терміном зберігання має більшу глибину термічної обробки та менше зусилля відділення шкірки порівняно з картоплею, яка має менший вміст крохмалю та більш тривалий термін зберігання.

5. Встановлено, що збільшення тривалості процесу механічного доочищення підвищує відсоток очищених бульб картоплі, але призводить до зростання втрат сировини. Визначено, що зменшення зусилля відділення шкірки картоплі під час термічної обробки надає можливість зменшити тривалість процесу її механічного доочищення. Визначено, що зі зростанням глибини термічної обробки поверхневого шару бульби картоплі збільшуються втрати сировини.

Доведено, що картопля, яка має більший термін зберігання, потребує збільшення тривалості процесу її механічного доочищення для забезпечення необхідної якості очищення.

6. Визначено раціональні режими проведення процесу комбінованого очищення бульб картоплі, за яких тиск пари під час термічної обробки картоплі має складати 0,3 МПа за умов її тривалості 35...60 с, тривалість процесу механічного доочищення бульб картоплі повинна знаходитися в діапазоні 70...105 с в залежності від терміну зберігання картоплі та вмісту крохмалю в її бульбах.

7. Обґрунтовано конструкційні параметри апарата для комбінованого очищення бульб бульбоплодів та визначено основні техніко-економічні показники його роботи. Визначено продуктивність та необхідну потужність апарата, яка становить відповідно 80...95 кг/год та 9,54 кВт.

8. Проведено комплекс заходів щодо впровадження наукових розробок та результатів експериментальних досліджень у виробництво та навчальний процес. Розроблено рекомендації щодо використання апарата для очищення коренеплодів комбінованим способом для ФО-П Балакірев К.П. Впроваджено технічну документацію на апарат для комбінованого очищення бульбоплодів у ТОВ «Трансцукор». Оцінено економічну ефективність удосконаленого способу очищення бульбоплодів, яка складає 147 грн на 100 кг продукту.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Терешкін О. Г. Удосконалення апаратурного оформлення процесу очищення коренебульбоплодів від шкірки / О. Г. Терешкін, Д. В. Дмитревський // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Харків : ХДУХТ, 2008. – Вип. 1 (7). – С. 231–238. Здобувачем проаналізовано існуючі процеси та обладнання для очищення бульб картоплі та запропоновано напрямки удосконалення обладнання для проведення процесу очищення бульб картоплі.

2. Tereshkin O. Investigation of the process of roots peeling by steam method / O. Tereshkin, D. Dmitrevskiy // Journal of Eco AgriTourism. – 2009.– Vol. 5, Nr.1 (14). – P. 23–25. Здобувачем визначено основні параметри, які впливають на ефективність проведення комбінованого процесу очищення.

3. Терешкін О. Г. Дослідження впливу пари високого тиску на поверхневий шар коренеплодів / О. Г. Терешкін, Д. В. Дмитревський // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Харків : ХДУХТ, 2009. – Вип. 1 (9). – С. 243–248. Здобувачем наведено вплив пари надлишкового тиску на поверхневий шар бульб картоплі.

4. Терешкін О. Г. Визначення раціональних режимів обробки коренеплодів під час їх очищення парою / О. Г. Терешкін, Д. В. Дмитревський // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Харків : ХДУХТ, 2009. – Вип. 2 (10). – С. 292–296. Здобувачем досліджено раціональні режими проведення процесу термічної обробки бульб картоплі парою надлишкового тиску.

5. Терешкін О. Г. Ефективність процесу очищення картоплі паровим способом в апараті з електродним парогенератором / О. Г. Терешкін, Д. В. Дмитревський // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій : зб. наук. пр. / Одеська нац. акад. харч. технол. – Одеса : ОНАХТ, 2009. – Вип. 35. – С. 129–131. Здобувачем досліджено ефективність застосування електродного парогенератора під час проведення процесу термічної обробки бульб картоплі паром надлишкового тиску.

6. Терешкін О. Г. Оцінка ефективності термічної обробки картоплі паром під час її очищення комбінованим способом / О. Г. Терешкін, Д. В. Горелков, Д. В. Дмитревський // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій : зб. наук. пр. / Одеська нац. акад. харч. технол. – Одеса : ОНАХТ, 2010. – Вип. 37. – С. 223–228. Здобувачем досліджено вплив параметрів термічної обробки бульб картоплі паром надлишкового тиску на зусилля відділення її шкірки після проведення процесу.

7. Терешкін О. Г. Особливості очищення картоплі різних сортів паровим способом / О. Г. Терешкін, Д. В. Дмитревський // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Харків : ХДУХТ, 2010. – Вип. 1 (11). – С. 212–217. Здобувачем виявлено вплив сорту картоплі на зміни в її поверхневому шарі під час обробки паром.

8. Пат. на корисну модель 35781 Україна, МПК А 23 N 7/00, А 47 J 17/00. Пристрій для очищення коренебульбоплодів / Дейниченко Г. В., Терешкін О. Г., Горелков Д. В., Дмитревський Д. В. ; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № 200803536 ; заявл. 19.03.2008 ; опубл. 10.10.2008, Бюл. № 19. – 6 с. Здобувачем розроблено конструкцію пристрою для очищення коренебульбоплодів.

9. Пат. на корисну модель 53805 Україна, МПК А 23 N 7/00, А 47 J 17/00, F 24 H 1/00. Пристрій для очищення коренеплодів з електродним парогенератором/ Дейниченко Г. В., Терешкін О. Г., Горелков Д. В., Дмитревський Д. В. ; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № 201000754 ; заявл. 26.01.2010 ; опубл. 25.10.2010, Бюл. № 20. – 6 с. Здобувачем запропоновано удосконалення існуючого пристрою для очищення коренеплодів шляхом застосування в ньому електродного парогенератора.

10. Дмитревський Д. В. Розробка апарата для очищення плодоовочевої сировини від кожури / Д. В. Дмитревський // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 74-а наук. конф. молодих вчених, асп. і студ., 21-22 квітня 2008 р. : матеріали. – К. : Нац. ун-т харч. техн., 2008. – С. 39.

11. Дмитревський Д. В. Розробка експериментальної установки для дослідження процесу очищення коренеплодів паровим способом / Д. В. Дмитревський // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 75-а наук. конф. молодих вчених, асп. і студ., 13-14 квітня 2009 р. : тези доп. – К. : Нац. ун-т харч. техн., 2009. – С. 236. Здобувачем розроблено експериментальну установку для дослідження процесу термічної обробки бульб картоплі паром надлишкового тиску.

12. Терешкін О. Г. Вплив тривалості теплової обробки на якість очищення коренеплодів / О. Г. Терешкін, Д. В. Дмитревський, Ю. О. Ястребова // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчування виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : I Міжнар. конф. студ. та асп., 21-22 квітня 2009 р. : тези доп. – Дніпропетровськ : Дніпропетровський нац. ун-т ім. Олеся Гончара, 2009. – С. 22. Здобувачем визначено раціональну тривалість обробки бульб картоплі парою надлишкового тиску під час їх очищення.

13. Терешкін О. Г. Експериментальні дослідження процесу очищення коренеплодів паровим способом / О. Г. Терешкін, Д. В. Дмитревський // Прогресивні технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарства : I Міжнар. наук.-практ. конф., присвячена 35-річчю технол. ф-ту, 23-24 квітня 2009 р. : тези доп. – Полтава : Полтавський ун-т спож. кооперації України, 2009. – С. 251–254. Здобувачем наведені основні параметри процесу термічної обробки бульб картоплі парою надлишкового тиску, які були виявлені в результаті проведених експериментальних досліджень.

14. Дмитревський Д. В. Снижение энергозатрат при очистке корнеклубнеплодов паровым способом / Д. В. Дмитревський // Техника и технология пищевых производств : VII-я Междунар. научн. конф. студ. и асп., 22-23 апреля 2010 р. : тезисы докл. – Могилев : Могилевский государственный университет продовольствия, 2010. – С. 69. Здобувачем наведено переваги апарата для реалізації комбінованого способу очищення бульбоплодів.

15. Терешкін О. Г. Удосконалення способу очищення бульбоплодів від шкірки / О. Г. Терешкін, Д. В. Дмитревський, Н. О. Євсюкова // Сучасні проблеми техніки та технології харчових виробництв, ресторанного бізнесу та торгівлі : Всеукр. наук.-практ. конф., присвяч. 20-річчю з дня заснув. ф-ту обл. та техн. сервісу, 18 листопада 2010 р. : тези доп. – Харків : Харк. держ. ун-т харч. та торг., 2010. – С. 157–158. Здобувачем розраховано продуктивність апарата для проведення комбінованого процесу очищення бульб картоплі.

АНОТАЦІЯ

Дмитревський Д.В. Удосконалення процесу очищення бульбоплодів та його апаратурне оформлення. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.12 – процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв. – Харківський державний університет харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, Харків, 2011.

Дисертацію присвячено удосконаленню процесу очищення бульбоплодів.

В дисертації досліджено вплив параметрів процесу термічної обробки парою надлишкового тиску (тиск пари, тривалість термічної обробки), тривалості процесу механічного доочищення, характеристик сировини (вміст крохмалю, термін зберігання) на показники якості очищення бульб картоплі (відсоток очищених бульб, відсоток виходу продукту).

Отримані математичні моделі процесу термічної обробки бульб картоплі парою для визначення глибини термічної обробки бульби та величини зусилля відділення шкірки картоплі. Також були отримані математичні моделі процесу механічного доочищення картоплі для визначення відсотка очищених бульб картоплі та відсотка виходу сировини за масою. Визначені раціональні параметри проведення процесу очищення бульб картоплі.

Розроблено апарат для комбінованого очищення бульбоплодів АКОБ-1. Визначено раціональні конструктивні параметри та техніко-економічні показники розробленого апарата для комбінованого очищення бульбоплодів АКОБ-1. Здійснено комплекс заходів щодо впровадження результатів досліджень у виробництво та навчальний процес.

Ключові слова: процес очищення, термічна обробка, механічне доочищення, зусилля відділення, втрати сировини, апарат для комбінованого очищення бульбоплодів.

АННОТАЦІЯ

Дмитревский Д.В. Усовершенствование процесса очистки клубнеплодов и его аппаратное оформление. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – процессы и аппараты пищевых, микробиологических и фармацевтических производств. – Харьковский государственный университет питания и торговли Министерства образования и науки, молодёжи и спорта Украины, Харьков, 2011.

Диссертация посвящена усовершенствованию процесса очистки клубнеплодов.

Анализ процессов очистки клубнеплодов и оборудования для их осуществления позволил сделать вывод о целесообразности проведения тщательных исследований процесса очистки данного сырья, поскольку значительная часть питательных веществ клубнеплодов теряется в процессе их очистки.

Усовершенствование процесса очистки клубнеплодов базируется на комбинации процесса термической обработки клубней картофеля паром избыточного давления и процесса их последующей механической доочистки.

Проведены экспериментальные исследования по изучению влияния параметров процесса термической обработки картофеля паром избыточного давления на изменение поверхностного слоя клубня. Было исследовано влияние давления пара и длительности процесса термической обработки клубней картофеля на глубину термической обработки поверхностного слоя клубня, а также на эффективность отделения кожицы картофеля, которая характеризуется усилением отделения кожицы от клубня. Кроме этого, были проведены исследования по изучению влияния длительности процесса механической доочистки клубней картофеля на показатели качества их очистки. При проведении исследований процесса очистки клубней картофеля были учтены такие показатели сырья, как содержание крахмала в клубне и срок хранения картофеля.

Были получены математические модели процесса термической обработки клубней картофеля паром для определения глубины термической обработки клубня и величины усилия отделения кожицы картофеля. Кроме этого, были получены математические модели процесса механической доочистки картофеля для определения процента очищенных клубней картофеля и процента выхода сырья по массе. Определены рациональные параметры проведения процесса очистки клубней картофеля, которые обеспечивают такие показатели качества очищенного продукта, как процент очищенных клубней картофеля и процент выхода продукта по массе.

На основе проведенных экспериментальных исследований и теоретических расчетов был разработан аппарат для комбинированной очистки клубнеплодов АКОБ-1. В процессе комбинированной очистки клубни картофеля сначала подвергаются термической обработке паром избыточного давления, а после этого происходит процесс их механической доочистки. Конструкция аппарата для комбинированной очистки клубнеплодов позволяет осуществить проведение этих процессов в одной рабочей камере, что сокращает продолжительность проведения всего процесса очистки.

Проведенные теоретические расчеты аппарата позволили определить рациональные конструктивные параметры, а также технико-экономические показатели разработанного аппарата для комбинированной очистки клубнеплодов АКОБ-1.

Осуществлен комплекс мероприятий по внедрению результатов исследований в производство. Разработаны рекомендации по использованию аппарата для очистки корнеплодов комбинированным способом. Разработан проект технической документации аппарата для комбинированной очистки клубнеплодов АКОБ-1. Определена экономическая эффективность усовершенствованного способа очистки, которая составляет 147 грн на 100 кг продукта.

Ключевые слова: процесс очистки, термическая обработка, механическая доочистка, усилие отделения, потери сырья, аппарат для комбинированной очистки клубнеплодов.

ANNOTATION

Dmitrevskiy D.V. Improvement of the process of tuber crops peeling and its hardware support. – Manuscript.

Thesis for Candidate's degree by speciality 05.18.12 – Processes and Equipment of Food, Microbiological and Pharmaceutical Industries. – Kharkiv State University of Food Technology and Trade of the Ministry of Education and Science, Youth and Sports of Ukraine, Kharkiv, 2011.

The thesis is devoted to the improvement of the process of tuber crops peeling.

Influence of the parameters of thermal processing by means of steam manometer pressure (steam pressure, duration of thermal treatment), duration of the process of mechanical advanced treatment, characteristics of raw material (starch content, storage period) on the parameters of tuber crop peeling quality (percentage of peeled tuber crops, output percentage).

Mathematical models of the process of potato tubers thermal treatment by steam for the determination of depth of tuber thermal treatment and force value for potato skin detach are received. Mathematical models of the process of mechanical advanced peeling of potatoes for the determination of percentage of peeled tubers and percentage of raw material output by the weight are also received. Rational parameters for the process of potato tubers peeling are determined.

Apparatus AKOB-1 for the combined peeling of tubers is developed. Rational constructive parameters and technical-economic parameters of the designed apparatus AKOB-1 for the combined tubers peeling are determined. A set of measures on introduction of the results of research is provided.

Key words: peeling process, thermal processing, mechanical advanced peeling, force value detach, raw material losses, apparatus for the combined peeling of tubers.

Підп. до друку 23.03.2011 р. Формат 60x90/16. Папір офсет. Друк. Офсет.

Умов. друк. арк. 1,3. Обл.-вид. арк. 1,1.

Тираж 100 прим. Замов. №128

ДОД ХДУХТ, вул. Клочківська, 333, Харків, 61051.