

УДК 66.021.001.57:56/59.004.18

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕРОБКИ ПЛОДІВ КІСТОЧКОВИХ КУЛЬТУР У СВІЖОМУ СТАНІ НА ПЕРФОРОВАНІЙ ПОВЕРХНІ В ПОЛІ ВІДЦЕНТРОВАНИХ СИЛ

Кепін М.І., кандидат технічних наук, доцент*, E-mail: kepinni@ukr.net

*кафедра процесів, обладнання та енергетичного менеджменту

Одеська національна академія харчових технологій, вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039

Анотація. У статті представлено огляд літератури та експериментальні дослідження, що стосуються процесу первинної переробки плодів кісточкових культур на прикладі абрикосу сорту «Домашній» у свіжому стані (холодним способом) на перфорованій поверхні в полі відцентрових сил з метою розділення вихідної сировини на напівфабрикат (м'якоть) та відходи (кісточки). Вказане розділення відбувається внаслідок поступового відокремлення фрагментів м'якоти гострими кромками отворів круглої форми нерухомої перфорованої оболонки. Рухомою силою процесу є обертливий рух лопатевого ротора.

Запропонований спосіб дозволяє процес розділення плодів виконувати в безперервному режимі з одночасним розділенням на фракції в робочому просторі машини, приводить до зберігання теплової енергії та раціонального використання відходів (кісточок) як вторинної сировини.

Ключові слова: плоди кісточкових культур, моделювання, будова плодів, переробка, м'якоть, кісточка.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВ КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР В СВЕЖЕМ СОСТОЯНИИ НА ПЕРФОРИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ПОЛЕ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СИЛ

Кепин Н.И., кандидат технических наук, доцент*, E-mail: kepinni@ukr.net

* Кафедра процессов, оборудования и энергетического менеджмента

Одесская национальная академия пищевых технологий, ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65039

Аннотация. В статье представлен обзор литературы и экспериментальные исследования, касающиеся процесса первичной переработки плодов косточковых культур на примере абрикоса сорта «Домашний» в свежем состоянии (холодным способом) на перфорированной поверхности в поле центробежных сил с целью разделения исходного сырья на полуфабрикат (мякоть) и отходы (косточки). Указанное разделение происходит вследствие постепенного отделения фрагментов мякоти острыми кромками отверстий круглой формы неподвижной перфорированной оболочки. Движущей силой процесса является вращательное движение лопастного ротора.

Предложенный способ позволяет процесс разделения выполнять в непрерывном режиме, приводит к значительному сохранению тепловой энергии и рационального использования отходов (косточек) в качестве вторичного сырья.

Ключевые слова: плоды косточковых культур, моделирование, строение плодов, переработка, мякоть, косточки.



Copyright © 2015 by author and the journal "Food Science and Technology".

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Вступ. Постановка проблеми

Раціональна переробка сільськогосподарської сировини з повним безвідходним виробництвом дозволяє максимально зберегти в готовому продукті необхідний живому організму біоенергетичний потенціал. Для досягнення поставленої мети необхідно розробляти як нові інноваційні технології так і сучасне обладнання.

Свіжі плоди та овочі і продукти їхньої переробки мають значну питому вагу в харчуванні людини. Корисні властивості овочів і плодів обумовлені їхнім хімічним складом. Плоди й овочі поліпшують апетит, підвищують засвоюваність інших харчових продуктів. Деякі плоди й овочі мають лікувальне значення. Багато плодів містять антибіотики і світлозахисні речовини (антирадіанти), що

здатні зв'язувати і виводити з організму радіоактивні елементи.

Типова технологічна схема переробки овочів та зерняткових культур після операції миття та інспектування включає їх подрібнення, нагрівання та протирання. В результаті одержують напівфабрикат, який подають на подальшу переробку, та відходи.

При переробці кісточкової сировини подібний підхід не може бути використаний за причиною наявності в плодах кісточка, яка являє собою тверду структуру, наділену крихкими властивостями. За цією причиною перед розділенням кісточкової сировини на напівфабрикат та відходи (кісточки), з використанням в основному протиральних машин, плоди попередньо піддають тепловій обробці – розварюють при температурі від 100 до 110 °С протягом (5 – 20) хв. в залежності від виду та сорту

плодів. Термічне навантаження негативно впливає на біологічно цінні речовини, що приводить до зниження харчової цінності кінцевого продукту. Мають місце значні витрати теплової енергії.

Теплова обробка також негативно впливає на природні властивості кісточок як цінної вторинної сировини. Їх не можна використовувати як насінний матеріал для вирощування подвоїв в галузі садівництва, знижується якість харчових олій із ядер кісточок, знижуються можливості їх використання в фармацевтичній, косметологічній, парфумерній, кондитерській та інших галузях.

На сучасному рівні перспективним напрямком переробки плодоовочевої сировини вважається напрямок, при якому в готовому продукті зберігається максимальний рівень біологічного потенціалу вихідної сировини. На етапі попередньої переробки таким напрямком вважається напрямок, в якому із технологічної схеми можна вилучити теплові процеси, які пов'язані з попередньою термообробкою сировини. Це приводить до спрощення технологічної схеми переробки, економію енергоресурсів (теплової енергії), вилучення теплового обладнання, спрощення експлуатації та обслуговування парку обладнання, раціональне використання виробничих площ.

Практична значимість отриманих результатів полягає в тому, що на підставі експериментальних досліджень можуть бути вирішені наступні основні прикладні задачі процесу переробки плодів кісточкових культур холодним способом: можливість збереження біологічного потенціалу вихідної сировини на етапі попередньої переробки; спрощення машинно-апаратної схеми переробки кісточкових культур; можливість реалізації безвідходної технології без порушень нативних властивостей відходів (кісточок), що надає можливість більш широкого їх використання в галузях садівництва, використання як цінної вторинної сировини для виготовлення як харчових продуктів так і продуктів для технічних потреб.



Рис.1. Будова плоду кісточкових культур: а – складові плоду; б – складові насінини та оплодня

В основі організації вищих рослинних організмів лежить принцип спеціалізації клітин, який полягає в тому, що кожна клітина організму виконує не всі властиві їй функції, а тільки деякі з них, але на більш високому рівні. Такі групи клітин, які

Огляд літератури

Кісточкові плоди – група плодів, їстівної частиною яких є соковита м'ясиста м'якоть оплодня з кісточкою всередині [1,2].

До кісточкових плодів належать абрикоси, алича, вишні, кизил, персики, домашні садові сливи, терен, терносливи, черешні. Вони відносяться до групи справжніх покритонасінних рослин і складаються з двох частин: насіння і оплодня.

Відповідно до кісточкових плодів таких як алича, кизил, терен та терносливи вони можуть бути як культурними так і дикорослими.

Плоди кісточкових культур відносяться до групи вищих рослин і мають складну морфологічну структуру. Кожен плід являє собою багатофункціональну систему, елементи якої пов'язані між собою в певному організованому порядку.

Будова плоду характерна для всіх видів та сортів кісточкових культур і складається з основних трьох складових, які за своєю будовою та структурно-механічними властивостями істотно відрізняються між собою: екзокарпія (покривної тканини або шкірочки), мезокарпія (паренхімної тканини або м'якоті) та ендокарпія (здерев'янілої шкаралупи, в середині якої знаходиться насіння) (рис.1).

Кожна складова плоду виконує свою функцію. Шкірочка захищає мезокарпій від негативних впливів: висихання, перегріву, переохолодження, променевої енергії, проникнення мікроорганізмів, механічних пошкоджень. М'якоть є основною складовою для подальшої переробки на переробних підприємствах. Функція шкаралупи полягає в захисті насіння від механічних пошкоджень, випаровування вологи, проникнення мікроорганізмів та інших негативних впливів, щоб забезпечити відтворення даного виду в ряді поколінь. Насіння, в свою чергу, складається із ендосперму, зародку та насінневої шкірочки. Сукупність шкаралупи та насіння називають кісточкою.

схожі за будовою, функціями і походженням називають тканинами [2].

Згідно класифікації харчових продуктів за реологічними властивостями і текстурними ознаками плоди кісточкових культур являють собою

висококонтровані дисперсні системи з просторовими структурами, для яких характерні такі властивості як в'язкість, пружність і пластичність [3]. Зважаючи на те, що плоди є біологічно активними системами, то вказані властивості постійно змінюються від моменту запліднення до стану стиглості певного ступеню.

Хімічний склад, фізичні та структурно-механічні властивості свіжих плодів в процесі їх вирощування постійно змінюються як стосовно окремих видів так і сортів в кожному виді. Це пов'язано зміною структури та складом тканин плодів.

Відповідне накопичення сухих речовин, цукрів, кислот і утворення ароматичних речовин в плодах має місце тільки при відповідній їх стиглості.

За цією причиною розрізняють три ступеня стиглості – фізіологічну (знімальну), технічну і споживчу. Вказаний поділ визначається особливостями біохімічних процесів, які відбуваються в плодах протягом всього періоду вирощування, а також від видів плодів та періодів досягання.

Технічна стиглість плодів і ягід відповідає стану, коли вони стають найбільш придатними для переробки.

При виготовленні продукції в пюреподібному стані або у вигляді однорідної рідини (просвітлені соки) на етапі попередньої переробки основна задача полягає в необхідності вилучення з плодів кісточок як неїстівної складової в подальших операціях при виготовленні готового продукту. На сучасному рівні ця задача вирішується декількома способами, вибір яких пов'язаний, в першу чергу, з технологічними вимогами до кінцевого продукту і по-друге, із фізичними та структурно-механічними властивостями плодів в залежності від виду та сорту [4,5,6].

На сьогодні існує два основних способи розділення кісточкових плодів на напівфабрикат та відходи: з попередньою термообробкою сировини з подальшим використанням протиральних машин та фінішерів; розділення в свіжому стані з поділом на фракції.

Спосіб розділення кісточкових плодів з попередньою термообробкою за допомогою протиральних машин ґрунтовно розглянуто в роботах О. К. Гладушняка [7]. Перед протиранням плоди, в залежності від їхнього виду та структурно-механічних властивостей, попередньо розварюють в апаратах в діапазоні температур 105 – 110 °С протягом 5 – 20 хв після чого подають в робочий простір протиальної машини. Необхідність теплової обробки полягає в руйнуванні біологічних

зв'язків між м'якоттю та клітинними оболонками кліток основної паренхімної тканини та шкірочки.

Розділення плодів кісточкових культур в свіжому стані з поділом на фракції відбувається за допомогою кісточковививних машин. Такі машини являють собою конструкцію, в середині якої переміщуються тягові ланцюги з прикріпленими до них носіями з гніздами для плодів [4,8]. В гніздах виконані отвори для проходження кісточок при їх вилученні. Такі машини, як правило, циклічної дії. При періодичних зупинках за допомогою пуансонів або комбінації пуансонів та ножів кісточка вилучаються (вибиваються) з плодів або спочатку розрізаються, а потім вилучаються з плодів пуансонами.

До основних недоліків вказаних машин відносять наступні показники: переробці підлягають тільки такі види та сорти плодів, в яких кісточка легко відокремлюються від м'якоти, такі машини металоємні, виникають труднощі, пов'язані з експлуатацією та обслуговуванням (необхідність переналагодження при зміні виду плодів).

Дослідження процесу відокремлення м'якоти від кісточок в полі відцентрових сил

Процес переробки плодів кісточкових культур на перфорованій поверхні в полі відцентрових сил з метою розділення на напівфабрикат (м'якоть) та відходи (кісточка) відбувається внаслідок відокремлення фрагментів м'якоти від плоду робочою ділянкою кромки отвору. Рухомою силою процесу є обертовий рух лопатей, завдяки якому на плід діє відцентрова сила, яка притискує його до внутрішньої перфорованої поверхні. Ділянка поверхні плоду, яка знаходиться над отвором, деформується в його простір на певну глибину і при подальшому русі лопатей від плоду відокремлюється фрагмент м'якоти (рис. 2).

Кількість м'якоти, яка відокремлюється, залежить від чотирьох основних параметрів: структурно-механічних властивостей як покривної тканини так і м'якоти, діаметрів отворів і колової швидкості лопатей.

Структурно-механічні властивості покривної тканини і м'якоти залежать від виду культури, сорту в кожному виді, кліматичних умов, умов вирощування та інших чинників.

На підставі аналізу відносного положення плоду і отвору (рис. 2), зрозуміло, що із збільшенням діаметру отвору кількість м'якоти, яка відокремлюється, збільшується. Іншими словами – збільшується продуктивність процесу. Межею вибору діаметру отвору є імовірність подрібнення кісточок [9,10,11].

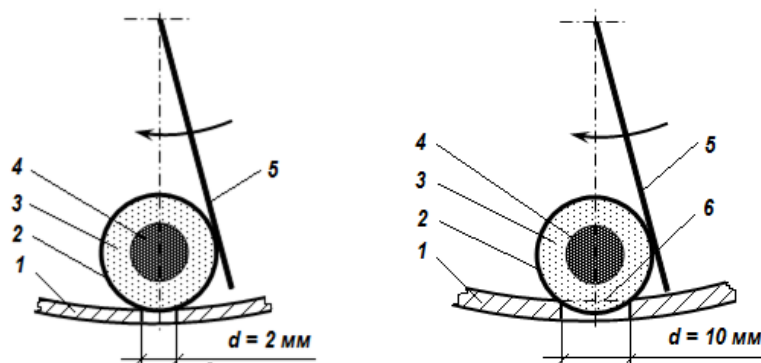


Рис.2. Схема відносного положення плоду стосовно діаметрів отворів:

a – 2 мм; b – 10 мм; 1 – перфорована оболонка; 2 – покривна тканина (шкірочка); 3 – м'якоть; 4 – кісточка; 5 – лопать; 6 – лінія різання (межа відокремлення фрагменту м'якоті від плоду)

Продуктивність процесу по вихідному показнику, кількості відокремленої м'якоті, визначають за виразом

$$P_m = m_m / \tau \quad (1)$$

де m_m – маса відокремленої м'якоті, кг; τ – час дії на об'єкт обробки, с.

В залежності від виду плодів, властивостей шкірочки і м'якоті, біологічних зв'язків між кісточкою і м'якоттю (кісточка може бути вільною або не відокремлюватись від м'якоті) на кісточках залишається деяка частка м'якоті, тоді

$$m_m = m_n - m_g \quad (2)$$

де m_n – вихідна маса плоду, кг; m_g – маса відходів, кг.

Масу відходів визначають за виразом

$$m_g = m_k + m_{z.m.} \quad (3)$$

де m_k – маса кісточки, кг; $m_{z.m.}$ – маса залишкової м'якоті, яка залишилась на кісточці, кг.

Для відносної оцінки ефективності процесу переробки плодів з метою розділення на складові введемо поняття числа подібності Ke , для чого рівняння (1) розділимо на продуктивність процесу за вихідною масою плоду P_n

$$Ke = \frac{P_m}{P_n} = \frac{m_m / \tau}{m_n / \tau} = \frac{m_m}{m_n} \quad (4)$$

Після підстановки в рівняння (4) рівнянь (2) та (3) одержимо

$$Ke = \frac{m_n - m_g}{m_n} = \frac{m_n - (m_k + m_{z.m.})}{m_n} \quad (5)$$

Число подібності Ke характеризує вплив параметрів на ефективність процесу відокремлення м'якоті від кісточок. Максимальна ефективність процесу відповідає стану, коли маса залишкової м'якоті на кісточці дорівнює нулю, $m_{z.m.} = 0$.

На основі методу "аналізу розмірностей" отримано безрозмірний комплекс, що враховує співвідношення сил інерції та сил протидії при відокремленні м'якоті від кісточок. По суті, отримано нове модифіковане число Ньютона

докремленні м'якоті від кісточок. По суті, отримано нове модифіковане число Ньютона

$$N_e = \frac{v_l^2}{\sigma} \rho \quad (6)$$

де v_l – колова швидкість лопатей, м/с; ρ – густина м'якоті, кг/м³; σ – узагальнений показник міцності покривної тканини та м'якоті, Н/м².

Цей показник варіюється в доволі широкому діапазоні і залежить, як було показано вище, від виду культури, сорту в кожному виді, кліматичних умов і умов вирощування та інших чинників.

Колову швидкість лопатей визначали за виразом

$$v_l = \pi D n_l / 60 \quad (7)$$

де D – внутрішній діаметр перфорованої оболонки, м; n_l – кількість обертів лопатей, об/хв.

Вибір діаметрів отворів для реалізації процесу переробки плодів базувався на аналізі літературних джерел та наукових видань. Так, при переробці кісточкових плодів після їх розварювання за допомогою протиральних машин [7], використовували перфоровані оболонки (сита) з діаметрами отворів (5 – 7) мм.

У лабораторних умовах дослідження процесу відокремлення м'якоті від кісточок використовували перфоровані оболонки з діаметрами отворів 2, 4, 6, 8 та 10 мм.

Для визначення впливу діаметрів отворів на процес відокремлення м'якоті скористалися відношенням базового діаметру отвору до отворів діаметром 4, 6, 8 та 10 мм (d_6/d_i). За базовий діаметр прийняли отвір діаметром 2 мм. У результаті одержали наступні співвідношення: 1,00; 0,50; 0,33; 0,25; 0,20.

Таким чином, критеріальне рівняння, яке описує процес відокремлення м'якоті від кісточок на перфорованій поверхні в полі відцентрових сил має наступний вигляд

$$Ke = A(N_e)^m (d_6/d_i)^n \quad (8)$$

де A , m , n – постійні, які визначали за результатами експериментальних досліджень.

Експериментальна установка та методика досліджень

Для проведення експериментальних досліджень з метою відокремлення м'якоті від кісточок в полі відцентрових сил була розроблена експериментальна установка (рис. 3).

Установка складається з рами 14, на якій встановлені електродвигун постійного струму 1, підшипниковий вузол, на вихідному валу якого знаходиться дволопатевий ротор 10. На одній з лопатей змонтовано гніздо 11 з можливістю його переналагодження уздовж лопаті в залежності від умов проведення експерименту. Кут випередження лопатей дорівнював нулю.

Установка комплектується циліндричними перфорованими оболонками, кожна з яких розділена в осьовому напрямку на три ділянки шириною 60 мм. В першій оболонці на кожній ділянці виконано отвори діаметром 2, 4 і 6 мм. У другій – 8 і 10 мм (рис. 4). Для всіх ділянок перфорованих оболонок коефіцієнт живого перерізу становив 0,42.

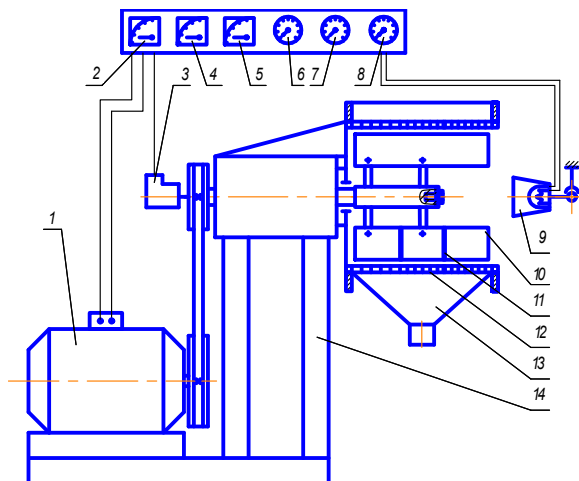


Рис. 3. Схема експериментальної установки для дослідження процесу відокремлення м'якоті від кісточок плодів кісточкових культур в свіжому стані в полі відцентрових сил на перфорованій поверхні:

1 – електродвигун постійного струму; 2 – амперметр; 3 – тахогенератор; 4 – вольтметр; 5 – ватметр; 6 – тахометр; 7, 8 – прилади управління і реєстрації частоти спалахів строболампи; 9 – строболампа; 10 – лопатевий ротор; 11 – гніздо; 12 – перфорована оболонка; 13 – збірник; 14 – рама

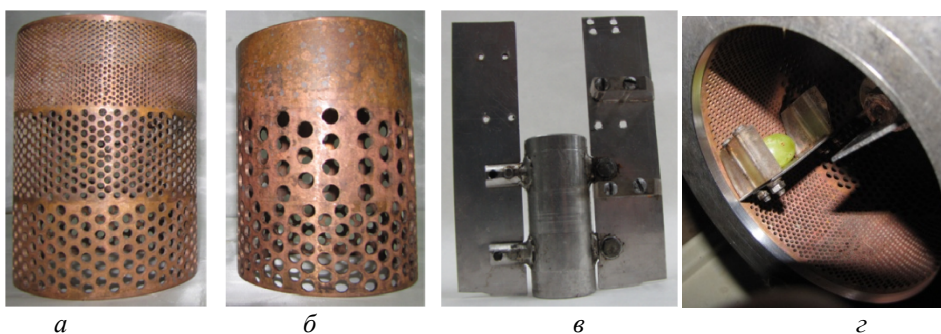


Рис. 4. Деталі і вузли експериментальної установки:

а – оболонка з діаметрами отворів 2, 4 і 6 мм;
 б – оболонка з діаметрами отворів 8 та 10 мм; в – дволопатевий ротор з гніздом; г – початкове положення плоду в гнізді на ділянці перфорованої оболонки з діаметрами отворів 2 мм

Методика дослідження процесу відокремлення м'якоті від кісточок в полі відцентрових сил

Із огляду літературних джерел та наукових видань не було виявлено інформації стосовно способів розділення кісточкової сировини на фракції в свіжому стані на перфорованій поверхні в полі відцентрових сил. За цією причиною в лабораторних умовах було виконано попередні дослідження з метою виявлення можливості такого напрямку переробки. Визначені основні фактори, які суттєво впливають на інтенсивність відокремлення м'якоті від кісточок – це колова швидкість лопатей та діаметри отворів перфорації. З метою усунення впливу на процес розділення плодів кута випередження (кут між твірною оболонки та робочою поверхнею

лопаті) лопаті було встановлено з нульовим кутом випередження.

Для кращого вивчення механізму відокремлення м'якоті від кісточок дослідження проводили з одиничними плодами.

Послідовність виконання експериментів полягала в наступному. Формували партію плодів приблизно однакових розмірів, без механічних пошкоджень. У разі необхідності видаляли плодоніжки. Після цього випадковим чином з партії вилучали окремі плоди, визначали масу кожного плоду формуючи, таким чином, їх кількість в залежності від плану проведення експерименту на кожному рівні.

За допомогою стробоскопу в холостому режимі встановлювали необхідну частоту обертання обертів

лопатей згідно рівня проведення експерименту. Після цього відключали електродвигун, встановлювали плід в гніздо, включали електродвигун з одночасним включенням секундоміра. Фіксували час переробки плоду, після чого вимикали електродвигун з одночасною зупинкою секундоміра. Визначали залишкову масу м'якоти з кісточкою або масу чистої кісточки. Розділивши різницю вихідної і залишкової мас плоду на час його переробки, визначали інтенсивність відокремлення м'якоти від кісточок.

На кожному рівні експерименти проводили в десятикратній повторності.

За допомогою експериментальної установки варіювали і контролювали наступні параметри процесу відокремлення м'якоти від кісточок: діаметри отворів на рівнях 2, 4, 6, 8 та 10 мм; частоту обертання лопатей на рівнях 600, 900, 1200, 1500 та 1800 об⁻¹, що відповідало їх коловій швидкості 3,72; 5,57; 7,43; 9,29 та 11,15 м/с.

Результати експериментальних досліджень

За результатами експериментальних досліджень побудовано графічну залежність (рис. 5) процесу переробки плодів абрикосу сорту "Домашній" з метою їх розділення на складові – м'якоть та кісточку. Вказана залежність може бути описана виразом

$$Ke = 1 \cdot 10^{-7} (Ne)^{1,2} (d_o/d_i)^{1,53} \quad (8)$$

Рівняння (8) справедливе для діапазону критерію Ньютона $500 \leq Ne \leq 5000$, відношенню діаметрів отворів в діапазоні $1,00 \leq d_o/d_i \leq 0,20$ при переробці плодів кісточкових культур в межах міцності покривної тканини на прокол ($0,1 \leq \sigma \leq 0,4$) Н/мм² та середній густині м'якоти $\rho = 1020$ кг/м³.

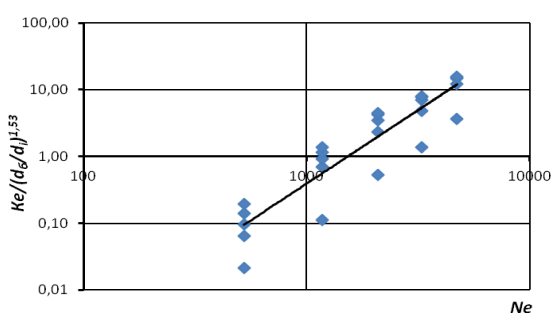


Рис. 5. Залежність продуктивності процесу відокремлення м'якоти від кісточок від числа Ньютона

Характер кривої свідчить про збільшення продуктивності процесу відокремлення м'якоти від кісточок із збільшенням числа Ньютона. Вплив діаметрів отворів на продуктивність процесу переробки носить

слабкий характер. В цьому випадку вибір діаметру отвору залежить від характерних розмірів кісточок при умові відсутності їх руйнування [9,10].

Перфоровані оболонки з отворами перфорації діаметром 2 мм (точки нижче кривої) не можуть бути рекомендовані для переробки плодів для вказаного діапазону міцності покривної тканини.

Висновки

1. Основним фактором, який впливає на продуктивність процесу переробки плодів кісточкових культур з метою розділення на напівфабрикат та відходи є модифіковане число Ньютона із збільшенням якого продуктивність збільшується. Діаметри отворів в меншій мірі впливають на продуктивність процесу.
2. Значне зменшення продуктивності при використанні перфорованих оболонок з діаметрами отворів 2 мм пов'язане із значним опором покривної тканини при деформації ділянки плоду, яка знаходиться в просторі отвору.
- Основними складовими економічної привабливості запропонованого напрямку первинної переробки плодів кісточкових культур є такі:
 1. Можливість переробки всіх видів як культурних так і дикорослих плодів кісточкових культур.
 2. Можливість виконання процесу переробки кісточкової сировини в режимі безперервної дії з одночасним розділенням на фракції в одному робочому просторі машини.
 3. Можливість одержання більш якісного кінцевого продукту за рахунок збереження біоенергетичного потенціалу вихідної сировини.
 4. Можливість одержання кісточок без порушення їх початкових біологічних властивостей як цінної вторинної сировини для подальшої переробки.
 5. Спрощення діючих машинно-апаратних схем за рахунок вилучення теплового обладнання для обробки сировини перед подальшим розділенням на напівфабрикат та відходи що, в свою чергу, приводить до економії теплової енергії на етапі попередньої обробки.
 6. Окрім плодів кісточкової сировини запропонований спосіб є реальним для переробки всіх видів ягід в свіжому стані.
 7. Запропонований спосіб є ефективним при переробці розмороженої кісточкової сировини з метою розділення на напівфабрикат та відходи.

Список літератури:

1. Орлова, Н.Я. Товарознавство продовольчих товарів. Фрукти, овочі, гриби та продукти їхньої переробки: Підручник. Т. 3. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2002. – 360 с.

2. Красільнікова, Л.О., Садовниченко Ю.О. Анатомія рослин. Рослинна клітина, тканини, вегетативні органи: Навч. посіб. – Х.: Колорит, 2004. – 245 с.
3. Реометрия пищевого сырья и продуктов: Справочник / Под ред. Ю.А. Мачихина. – М.: Агропромиздат. – 1990. – 271 с.
4. Ситников, Е.Д., Качанов В.А. Оборудование консервных заводов. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 248 с.
5. Braunschweig W. F. Urschel Comitrol - eine neuartige Maschinenkonzeption mit vielen Moglichkeiten // Die industrielle Obst - und Gemu(zevertung. – 1975. – Vol. 60, № 13.–P. 381-383.
6. Скрипников, Ю.Г. Технологія переробки плодів і ягід / Пер. з рос. В.К. Сидоренка. – К.: Урожай, 1991. – 272 с.
7. Гладушник, А.К. Теория и практика протирания и финиширования растительного сырья: Дис... д-ра техн. наук: 05.18.12. – Одесса, 1985. – 346 с.
8. Silling, R. Strommung und Verluste in drei wichtigen Elementen radialer Kreiselpumpen. Eine Literaturubersicht / R. Silling, H. Siegle, B. Stofel // Stromungs-meckanick und Stromungs-machinen. - 1974. - № 16. - P. 1-46.
9. Гуртовой, М.В. Дослідження опору плодів кісточкових культур стискуючому навантаженню / М.В. Гуртовой, М.І. Кепін, О.В. Гаврилов // Дон.ДУЕТ. Наук. праці. Вип. 13. – Донецьк, 2005. – С. 25-26.
10. Гуртовой М.В. Стан сливової кісточкі після зіткнення з жорстким билем / М.В. Гуртовой, М.І. Кепін, О.В. Гаврилов // Холодильна техніка і технологія. – 2004. – № 5. – с. 79-81.
11. Giersiepen, G. Erfahrungen mit Maschinen zur naßzerkleinerung in der chemischen Industrie / G. Giersiepen, I. Schwedes // Chemie ingenieur Technik. – 1985. – Vol. 47. – № 17.– P. 695-699.

MODELLING OF STONE FRUITS PROCESSING IN FRESH CONDITION ON PERFORATED AREA IN CENTRIFUGAL FORCE FIELD

Kepin M.I., PhD in Technical Sciences, Senior Lecturer*, *E-mail: kepinni@ukr.net*

*Department of process, equipment and energy management

Odessa National Academy of Food Technologies, 112, Kanatna str., Odessa city, Ukraine, 65039

Summary. The survey of literature and experimental researches concerning primary processing of stone fruits in the case of “Domashnyi” type of apricot in fresh condition (cold method) on perforated area in centrifugal force field aimed to divide recycled resources into half-finished product (pulp) and by-products (stones) are presented in this article. The given division occurs as a result of gradual separation pulp fragments by sharp edges of round apertures of fixed perforated casing. The moving force of the process is the circular motion of the pedal rotor.

By modern standards the process of dividing stone fruits into ingredients takes place in two directions: removal of stones from fruits by stone removing machines and dividing into half-finished product and by-products of the fruits provisionally boiled soft in the devices by rubbing machines. Stone removing machines are attributed to cyclic machines. The basic defects of indicated machines include the possibility of processing only those fruits that have stones easily separated from pulp. The basic defects of the second direction is the necessity of using thermal energy and its bad influence on fruits leading to significant waste of bioenergetic potential of ultimate product.

The proposed method makes the process of fruit division possible to perform in perpetual mode with simultaneous division into fractions in the working space of the machine that leads to the conservation of thermal energy and rational utilization of by-products (stones) as recycled resources.

Keywords: stone fruits, modelling, structure of fruits, processing, pulp, stones.

References:

1. Orlova NYa. Tovaroznavstvo prodovolchikh tovariv. Frukti. ovochi. gribi ta produkti ikhnoï pererobki: Pidruchnik. T. 3. – К.: Кіів. nats.torg.-ekon. un-t. 2002;360.
2. Krasilnikova LO, Sadovnichenko YuO. Anatomiya roslin. Roslinna klitina. tkanini. vegetativni organi: Navch. posib. Kh.: Kolorit. 2004; 245.
3. Reometriya pishchevogo syria i produktov: Spravochnik / Pod red. Yu.A. Machikhina. M.: Agropromizdat. 1990; 271.
4. Sitnikov ED, Kachanov VA. Oborudovaniye konservnykh zavodov. M.: Legkaya i pishhevaya prom-st. 1981; 248.
5. Braunschweig WF. Urschel Comitrol - eine neuartige Maschinenkonzeption mit vielen Moglichkeiten. Die industrielle Obst - und Gemu(zevertung. 1975; 60(13): 381-383.
6. Skripnikov YuG. Tekhnologiya pererobki plodiv i yagid / Per. z ros. V.K. Sidorenka. K.: Urozhay. 1991; 272.
7. Gladushnyak AK. Teoriya i praktika protiraniya i finishirovaniya rastitelnogo syria: Dis... d-ra tekhn. nauk: 05.18.12. Odessa. 1985; 346.
8. Silling R, Siegle H, Stofel B. Strommung und Verluste in drei wichtigen Elementen radialer Kreiselpumpen. Eine Literaturubersicht. Stromungs-meckanick und Stromungs-machinen. 1974; 16: 1-46.
9. Gurtovoy MV, Kepin MI, Gavrilov OV. Doslidzhennya oporu plodiv kistochkovikh kultur stiskuyuchomu navantazhennyu. Don.DUyeT. Nauk. pratsi. Donetsk. 2005; 13: 25-26.
10. Gurtovoy MV, Kepin MI, Gavrilov OV. Stan slivovoï kistochki pislya zitknennya z zhorstkim bilom. Kholodilna tekhnika i tekhnologiya. 2004; 5: 79-81.
11. Giersiepen G, Schwedes I.Erfahrungen mit Maschinen zur naßzerkleinerung in der chemischen. Chemie ingenieur Technik. 1985; 47(17): 695-699.

Отримано в редакцію 13.03.2016

Прийнято до друку 28.04.2015