

Список використаних джерел

1. Ялпачик В. Ф., Буденко С. Ф., Червоткіна О. О. Коефіцієнт тертя гранульованих відходів сокового виробництва. *Техніка і технології АПК*. 2017. № 1(88). С. 22–25
2. Червоткіна О. О., Прокопенко О. П., Паляничка Н. О., Гранулювання вторинних продуктів переробки. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2025. Вип.15, т. 1. С. 147–150.
3. Червоткіна О. О., Стручаєв М. І., Тарасенко В. Г. Дослідження процесу гранулювання овочевих відходів за допомогою пресгранулятора з плоскою матрицею. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2021. Вип. 21, т. 1. С. 160–168.

УДК 664.8:66.099.2

ГРАНУЛЮВАННЯ ОВОЧІВ І ФРУКТІВ ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМ ПЕРЕРОБКИ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Зоц Д. В., здобувач ВО,
Червоткіна О. О., асист.,
Прокопенко О. П., асист.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, Україна

Сучасний розвиток харчової промисловості орієнтований на підвищення ефективності переробки рослинної сировини, зменшення втрат та раціональне використання вторинних ресурсів. Особливої актуальності набуває питання переробки овочів і фруктів, які мають значну біологічну цінність, але характеризуються коротким терміном зберігання та високими втратами під час транспортування і зберігання. Одним із перспективних напрямів вирішення цієї проблеми є гранулювання висушеної овочевої та фруктової сировини.

Гранулювання дозволяє перетворити подрібнену рослинну масу у компактні, однорідні та зручні для транспортування форми, що підвищує стабільність продукту та спрощує його подальше використання у харчових концентратах, кормових сумішах та функціональних добавках.

Овочі та фрукти мають складний хімічний склад, що включає органічні кислоти, цукри, пектини, клітковину, крохмаль, мінеральні речовини та біологічно активні сполуки. Наявність значної кількості вологи (до 85–95 %) у свіжому вигляді обумовлює необхідність попередньої сушки перед гранулюванням. Найбільш доцільними є методи конвективного або інфрачервоного сушіння, які забезпечують

збереження поживної цінності продукту.

Після сушіння сировину подрібнюють до фракції 0,5–2 мм, що створює оптимальні умови для формування стійких гранул. Занадто дрібна фракція погіршує структуру гранул, а надмірно велика знижує їх міцність і однорідність.

Ефективність гранулювання овочів і фруктів визначається поєднанням низки технологічних факторів. Одним із ключових є вологість підготовленої сировини, яка повинна становити 10–14 %. За нижчої вологості гранули мають крихку структуру, тоді як перевищення оптимальних значень призводить до деформацій і зниження механічної стійкості.

Температура процесу також відіграє важливу роль, оскільки сприяє пластифікації органічних компонентів та активізації природних зв'язувальних властивостей пектинів і крохмалю. Оптимальний температурний режим перебуває в межах 70–110 °С, що забезпечує адгезію частинок без руйнування їх харчової цінності.

Тиск гранулювання та конструкція матриці визначають щільність і форму гранул. Підвищення тиску сприяє ущільненню матеріалу, однак його надмірні значення викликають підвищені енергозатрати і прискорений знос обладнання. Раціональним є використання матриць із середньою довжиною каналів та рівномірним розподілом фільтер. Гранульовані продукти з овочів і фруктів мають низку переваг: стабільність складу, тривалий термін зберігання, зручність дозування та транспортування. Такі гранули можуть використовуватися як основа для сухих супів, функціональних харчових продуктів, дієтичних добавок, а також у кормовій промисловості.

Крім того, гранулювання сприяє зменшенню харчових відходів, оскільки дозволяє переробляти некондиційну сировину та побічні продукти, що відповідає принципам безвідходних і екологічно орієнтованих технологій. Під час гранулювання овочевої та фруктової сировини відбувається комплекс взаємопов'язаних процесів: ущільнення, термопластична деформація, капілярне перерозподілення вологи та часткове склеювання частинок за рахунок природних біополімерів. Особливу роль відіграють пектини, які при нагріванні переходять у гелеутворюючий стан і забезпечують додаткову міцність структури гранул. Цукри, що містяться у фруктах, при підвищеній температурі сприяють утворенню в'язких зв'язків між частинками, що покращує формування гранул, проте при надмірній температурі можуть викликати карамелізацію та погіршення органолептичних показників.

Важливим є також ступінь подрібнення сировини. Оптимальне гранулювання досягається за умови рівномірного розподілу частинок у суміші. Нерівномірність фракційного складу призводить до утворення внутрішніх пустот у гранулах, що негативно впливає на їх міцність та стабільність.

Залежність якості гранул від основних параметрів процесу має чітко виражений характер. Так, зі зростанням температури у межах допустимих значень спостерігається підвищення щільності гранул та покращення їх формостійкості. Водночас перевищення критичних температур викликає деградацію вітамінів і біологічно активних речовин.

Вологість також має визначальне значення. При вологості нижче 9 % гранули стають ламкими та легко руйнуються при механічному впливі. За вологості понад 15 % знижується їх здатність до збереження форми, виникають деформації та злежування при зберіганні.

Швидкість обертання матриці впливає на тривалість перебування сировини у зоні стискання. При надто високій швидкості гранули формуються нерівномірно, що погіршує їх однорідність, тоді як надто низька швидкість знижує продуктивність обладнання.

Гранульовані овочі та фрукти широко використовуються у виробництві швидкокорозчинних супів, дитячого харчування, спортивних добавок, концентратів напоїв та лікувально-профілактичних продуктів. Вони мають стабільний склад, не потребують складних умов зберігання та зручні у транспортуванні. У харчовій промисловості такі гранули використовуються як наповнювачі або смакові компоненти, що дозволяє стандартизувати якість кінцевого продукту і забезпечити повторюваність рецептури.

Гранулювання овочів і фруктів є технологічно доцільним методом переробки, що забезпечує підвищення стабільності продукції, зменшення втрат та розширення її функціонального використання. Встановлено, що оптимальне поєднання температури, вологості та тиску гранулювання є ключовим фактором формування гранул із високими фізико-механічними показниками. Застосування сучасних технічних рішень та адаптація режимів гранулювання до специфіки сировини дозволяє значно підвищити енергоефективність процесу та якість готової продукції.

Гранулювання овочів і фруктів як перспективний напрям переробки рослинної сировини є інноваційним підходом, що поєднує ефективну утилізацію аграрної продукції з підвищенням її технологічної та споживчої цінності. Застосування процесу гранулювання дозволяє суттєво зменшити втрати при зберіганні та транспортуванні, стабілізувати фізико-хімічні властивості продукту та подовжити термін його придатності. Крім того, гранульована форма сприяє стандартизації складу й полегшує дозування у харчових і кормових системах. Такий підхід відкриває нові можливості для розвитку ресурсозберігаючих технологій у переробній промисловості.

Окрім цього, гранулювання сприяє підвищенню біодоступності поживних речовин завдяки частковій деструкції клітинних оболонок рослинної сировини. Процес також забезпечує отримання продукту з прогнозованими фізико-механічними характеристиками, що важливо

для промислового використання. Використання сучасних технологічних рішень дозволяє адаптувати параметри гранулювання до різних видів овочевої та фруктової маси. У результаті формується стабільний продукт, придатний для тривалого зберігання та подальшої глибокої переробки.

Список використаних джерел

1. Рациональное використання відходів виробництва морквяного соку / О. О. Червоткіна, В. О. Олексієнко, Н. О. Фучаджи. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2012. Вип. 12, т. 4. С. 216–221.
2. Олексієнко В. О., Червоткіна О. О., Циб В. Г. Дослідження механізмів гранулювання. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2016. Вип. 16, т. 1. С. 269–273.
3. Ялпачик В. Ф., Буденко С. Ф., Олексієнко В. О., Червоткіна О. О. Дослідження коефіцієнта тертя гранульованого жому моркви // *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2018. Вип.18, т. 1. С. 112–118.
4. Червоткіна О. О., Стручаєв М. І., Тарасенко В. Г. Дослідження процесу гранулювання овочевих відходів за допомогою пресгранулятора з плоскою матрицею. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2021. Вип. 21, т. 1. с. 160–168.

УДК 628.477

ПРОБЛЕМАТИКА УТИЛІЗАЦІЇ РІЗНИХ ВИДІВ ПАКУВАЛЬНОЇ ТАРИ ТА УПАКОВКИ ТА МОЖЛИВІ РІШЕННЯ

Ковальов О. О., к.т.н.,ст.викл.,
Паляничка Н. О. к.т.н., доц.,
Кочкіна Д., здобувачка СВО «Бакалавр»
*Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна*

Нові правила ЄС та України: З 2025 року в ЄС набуває чинности Регламент щодо упаковки та відходів упаковки (PPWR), який вимагає поетапної відмови від заяв про «теоретичну придатність для переробки» та встановлює чіткі цілі: до 2030 року 70% фактичного рівня переробки, а до 2035 року – «високоякісна вторинна переробка» матеріалів у той самий матеріал.

В Україні також запроваджуються єдині стандарти сортування