

DOI <https://doi.org/10.32782/2220-8674-2025-15-1-17>

УДК 669.01:621.9

О. О. Червоткіна, асист.

ORCID: 0009-0002-6814-0566

О. П. Прокопенко, асист.

ORCID: 0009-0005-7304-923X

Н. О. Паляничка, канд. техн. наук, доц.

ORCID: 0000-0001-8510-7146

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*e-mail: olena.prokopenko@tsatu.edu.ua

ГРАНЮЛЮВАННЯ ВТОРИННИХ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ

Анотація. Побічними продуктами є маси продукту, що утворюються безпосередньо під час обробки та переробки основного продукту. Гранулювання рослинних відходів має особливі переваги під час зберігання та транспортування цього, в іншому випадку досить об'ємного матеріалу, що є джерелом поживних речовин у кормах для тварин. Із залишків цукрових буряків також можна виробляти гранули. Вони відзначаються високою поживною цінністю, що робить їх ідеальною добавкою у виробництві концентрованого комбікорму. До загального поняття «висівки» належать усі оболонки зерна, які утворюються, наприклад, під час помелу зерна для отримання борошна. Зернові висівки здебільшого мають високий вміст клітковини, тому чудово підходять як для харчування людей, так і для годівлі тварин. Завдяки гранулюванню висівки набувають вищої насипної щільності, що дає змогу більш точно дозувати цей продукт.

Олійний макух утворюється під час обробки та переробки олійного насіння, зокрема сої та ріпаку. Він є важливим компонентом у виробництві комбікормів, оскільки містить багато поживних речовин.

Ключові слова: грануляція, гранули, комбікорм, харчові відходи, навколишнє середовище, екструзія.

Постановка проблеми. У разі конкуренції зниження витрат є одним з основних завдань підприємств будь-якого сектора. Фактично навіть запобіжний захід, який знизить витрати на 1 відсоток, має істотне значення для великих компаній.

У такий період існує ще один дуже економічний шлях, який просувається повільно, але робить впевнені кроки вперед як альтернатива виробленню комбікормів: виробництво органічних кормів. За допомогою цього методу, заснованого на переробці харчових відходів, можна виробляти корми для великої рогатої худоби, овець, птиці та риби.

З погляду рентабельності ми маємо можливість отримати сировину за дуже низькою ціною або навіть безплатно. Цей фактор також приносить добрий прибуток бізнесу. З іншого боку, за допомогою цього методу харчові відходи переробляються в харчовий ланцюжок, а переробка органічних кормів дуже корисна для захисту навколишнього середовища.

Органічні корми та всі корми, виготовлені з натуральних відходів, подобаються всім тваринам у природі, але, звичайно ж, нашим пріоритетом є корм для тварин. Ми можемо вказати нашу цільову групу як велику рогату худобу, вівці, свійську птицю та рибу. Жодної шкоди навколишньому середовищу немає. Навпаки, ми очищаємо навколишнє середовище та природу від відходів і перетворюємо їх на продукти. Що стосується рентабельності, то в цій системі ми маємо можливість отримати сировину за дуже низькою ціною або безплатно. Цей фактор також приносить добрий прибуток бізнесу.

Аналіз останніх досліджень. Світова наукова спільнота вже тривалий час досліджує питання продовольчих втрат і харчових відходів, тоді як в Україні ця проблема почала привертати увагу відносно недавно. Водночас існує низка міжнародних досліджень, які оцінюють ефективність

політики, спрямованої на зменшення харчових втрат, і можуть бути корисними для застосування в українських реаліях.

Так, у дослідженні Albizzati P. та співавторів [1] аналізується досвід Франції, де на законодавчому рівні зобов'язали компанії зменшувати обсяги харчових відходів шляхом передачі надлишкових продуктів до благодійних організацій або використання їх як корму для тварин. Виявлено, що такий підхід має не лише екологічні, а й економічні переваги, оскільки дає змогу роздрібним мережам скорочувати витрати. Разом із тим причини виникнення продовольчих втрат і методи їх мінімізації різняться залежно від рівня економічного розвитку країни. Це зазначають Adam A. та інші [2], підкреслюючи, що в країнах, що розвиваються, основні втрати припадають на етапи виробництва та зберігання, тоді як у розвинених державах значну роль відіграють надмірне споживання та нераціональна поведінка населення.

Британські дослідники Jack L. і Hammans H. [3] вивчали формування цін на продовольчі товари та дійшли висновку, що більш справедливий розподіл витрат уздовж усього ланцюга постачання сприяє не лише доступності харчових продуктів, а й підвищенню доходів працівників сільськогосподарського сектора. На думку Ghosh R. та Eriksson M. [4], більшість наукових праць фокусуються на кількісному аналізі харчових відходів, враховуючи вплив роздрібної торгівлі на постачальницькі ланцюги. Однак для ефективного застосування світового досвіду в Україні потрібно не лише оцінювати масштаби втрат, а й розробляти практичні підходи для їхнього скорочення, що позитивно вплине на економіку країни.

В Україні проблему продовольчих втрат і харчових відходів досліджували Седікова І. О., Дьяченко Ю. В. [5], Коваленко О., Яценко Л. [6], Теодорович Л., Кияниця М. [7]. Вони проаналізували причини втрат на різних етапах харчового ланцюга – від виробництва до кінцевого споживання. Котикова О. та співавтори [8] запропонували заходи щодо зменшення харчових відходів, а Хахула Б. [7] розглянув економічні аспекти розвитку безвідходного виробництва й утилізації харчових залишків.

Формування мети статті. Гранулювання є ключовим процесом у переробці харчових відходів, який дає змогу отримувати зручні у використанні гранули. Існує кілька основних методів гранулювання, які застосовуються в промисловості залежно від типу сировини, необхідних характеристик кінцевого продукту та виробничих умов.

Основна частина. Пресове (механічне) гранулювання. Цей метод передбачає використання спеціальних пресів, які під високим тиском формують гранули. Він використовується для сухих або злегка зволжених матеріалів. Гранули отримують шляхом продавлювання матеріалу через отвори матриці. Цей спосіб забезпечує високу щільність і міцність гранул.

Гранули, сформовані таким способом, використовують у виробництві паливних пелет з харчових і сільськогосподарських відходів, а також для виготовлення кормових добавок.

Екструзійне гранулювання здійснюється за допомогою екструдерів, які нагрівають матеріал і продавлюють його через спеціальну матрицю, надаючи йому форми гранул. Особливостями цього гранулювання є використання теплових і механічних зусиль для формування гранул. Також цей спосіб дає змогу отримувати гранули з покращеними характеристиками, як-от водостійкість та рівномірність розміру, і підходить для вологих та жирних матеріалів. Застосовують його для виготовлення кормів для тварин і отримання харчових добавок.

Вихрове (псевдозріджене) гранулювання ґрунтується на утриманні дрібних частинок у псевдозрідженому стані за допомогою повітряного потоку та їх покритті рідкими або порошковими зв'язуючими речовинами. Цей спосіб дає можливість отримати сферичні гранули з рівномірною структурою. Підходить для чутливих до високих температур матеріалів і використовується для тонкодисперсних порошків. Застосовують цей спосіб у виробництві гранульованих



добрих із харчових відходів та у фармацевтичній промисловості (гранулювання порошкових компонентів).

Агломераційне (мокре) гранулювання передбачає склеювання дрібнодисперсних частинок за допомогою рідких зв'язуючих компонентів. Особливостями цього способу є використання вологи або спеціальних зв'язуючих агентів (крохмаль, гелі, білки). Він дає змогу регулювати пористість та розмір гранул, проте гранули можуть потребувати додаткового сушіння. Цей спосіб використовують у виробництві кормових гранул і гранулювання продуктів харчування (наприклад, какао або сухого молока).

Гранулювання в барабанних грануляторах відбувається у спеціальному обертовому барабані, де частинки матеріалу поступово злипаються у гранули під впливом зволоження та механічної взаємодії. Особливостями цього способу є використання для матеріалів із середньою та високою вологістю, також він дає можливість отримувати гранули різного розміру залежно від швидкості обертання барабана. Прикладом застосування є виробництво добрив та кормових гранул і виготовлення гранульованих продуктів харчової промисловості.

Висновки. Гранулювання харчових відходів є ефективним способом їх переробки, що дає змогу не тільки зменшити кількість відходів, але й створити корисні продукти для подальшого використання. Основні методи гранулювання, зокрема пресове, екструзійне, вихрове, агломераційне та барабанне, мають свої переваги та застосовуються в різних галузях – від виробництва кормів і добрив до отримання біопалива та харчових добавок.

Запровадження технологій гранулювання в харчовій промисловості дає низку суттєвих переваг:

Екологічна безпека – значне скорочення харчових відходів, зменшення навантаження на полігони та покращення стану довкілля.

Економічна вигода – можливість створення нових ринків для перероблених продуктів, зниження витрат на утилізацію та отримання прибутку від продажу гранульованої продукції.

Рациональне використання ресурсів – повторне застосування відходів у вигляді кормових добавок, органічних добрив або палива, що зменшує потребу в первинній сировині.

Підвищення ефективності харчової промисловості – підприємства можуть скоротити втрати, підвищити прибутковість і покращити імідж завдяки впровадженню екологічно відповідальних рішень.

У майбутньому розвиток технологій гранулювання стане ще більш актуальним, особливо в контексті посилення екологічних норм і потреби в рациональному використанні ресурсів. Інноваційні підходи, зокрема використання біополімерів як зв'язуючих агентів, покращення енергоефективності процесів та автоматизація виробництва, сприятимуть підвищенню ефективності гранулювання.

Список використаних джерел

1. Червоткіна О. О., Олексієнко В. О., Фучаджи Н. О. Рациональне використання відходів виробництва морквяного соку. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2012. Вип. 12, т. 4. С. 216221.
2. Олексієнко В. О., Червоткіна О. О., Циб В. Г. Дослідження механізмів гранулювання. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2016. Вип. 16, т. 1. С. 269–273.
3. Назаров В. І., Макаренков Д. А., Булатов І. А. Дослідження процесу гранулювання дисперсних відходів на роторних пресах з плоскою матрицею. *Вісник КПІ*. 2010. Т. 5. № 6. С. 13–16.
4. Модін Н. А., Єрошкін О. М. Брикетування подрібненої деревини та деревної кори. Київ : Ліра, 2020. 112 с.
5. Модін Н. А., Єрошкін О. М., Мурзіч Р. М., Гудців Р. І. Зусилля, що розпирають та коефіцієнти тертя при пресуванні подрібненої деревини в матрицях. Технічна інформація. Харків : Видання ХНТУСГ, 2018. С. 23–26.



6. Івін Є. Л., Глухівський В. М. Гранулювання деревини. Практичні та теоретичні основи або що відбувається всередині гранулятора. *Біоенергетика* 2007. № 3. С. 15–19.
7. Завражнов А. А. Пресування деревних композиційних матеріалів з продувкою парою і вакуумуванням : автореферат кандидатської дисертації. 2020. 19 с.
8. Юдіна Р. В. Розробка режимів гідравлічного вібратора преса підвищення фізико механічних властивостей ущільненої деревини. Автореферат кандидатської дисертації. 2017. 16 с.
9. Ялпачик В. Ф., Буденко С. Ф., Олексієнко В. О., Червоткіна О. О. Дослідження коефіцієнта тертя гранульованого жому моркви. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2018. Вип. 18. Том 1. С. 112–118.
10. 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 : наукове фахове видання*. ТДАТУ: гол. ред. д-р техн. наук, проф. В. М. Кюрчев. Мелітополь : ТДАТУ, 2021. Вип. 21, т. 1. С. 160–168.

Стаття надійшла до редакції 14.04.2025 р.

O. Chervotkina, O. Prokopenko, N. Palyanychka
Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University

GRANULATION OF SECONDARY PROCESSING PRODUCTS

Summary

By-products are product masses that are formed directly during the processing and processing of the main product. Granulation of plant waste has particular advantages during storage and transportation of this otherwise rather bulky material, which is a source of nutrients in animal feed. Sugar beet residues can also be produced into pellets. They are characterized by high nutritional value, which makes them an ideal additive in the production of concentrated compound feed. The general concept of “bran” includes all the shells of grains that are formed, for example, during the grinding of grain to obtain flour. Cereal bran mostly has a high fiber content, so it is excellent for both human and animal nutrition. Granulation gives the bran a higher bulk density, which allows for more accurate dosing of the product. Oilcake is formed during the processing and refining of oilseeds such as soybeans and rapeseed. It is an important component in the production of compound feed, as it contains many nutrients, that have a positive effect on animal health.

Keywords: granulation, pellets, compound feed, food waste, environment, extrusion.