

УДК 664.696

## **АНАЛІЗ СПОСОБІВ ГІДРОТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КРУПИ ТА БОРОШНА ДЛЯ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ**

**Калина В.С., к.т.н., доцент,  
Філіпенко Д.В., ст. викладач  
Мичкань І.С., магістр**

*Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет*  
Тел. (056) 713-51-46

**Анотація** – дану роботу присвячено аналізу способів гідротермічної обробки зерна при виробництві крупи та борошна спрямованих на поліпшення якості дитячого харчування.

**Ключові слова** – гідротермічна обробка, НВЧ нагрівання, зерно, крупа, борошно.

*Постановка проблеми.* Виробництво крупи та борошна вимагає знань традиційних технологічних процесів переробки зернових культур, а також глибокого вивчення нетрадиційних технологічних операцій при виробленні деяких видів продукції.

До крупи і борошна для дитячого харчування ставляться досить жорсткі вимоги, як до хімічного складу, так і до технологій обробки та споживчих якостей [1]. Такі вимоги продиктовані функціональним призначенням даної продукції. Як відомо, якість такої продукції формується починаючи з етапів первинної обробки сировини (сепарування, суха обробка поверхні зерна, калібрування, тощо) [2]. Проте найбільш дієвим способом направленої зміни технологічних властивостей зерна в заданому напрямку й стабілізація їх на оптимальному рівні, що потрібно при подальшій переробці зерна, при зберіганні готових продуктів і кулінарній обробці для вживання в їжу є його гідротермічна обробка (ГТО).

*Аналіз останніх досліджень.* Гідротермічна обробка – це сукупність операцій з обробки зернової сировини водою і теплом або парою, може проводитись як із надлишковим тиском так і під розрідженням в спеціальних камерах [3].

Гідротермічна обробка при виробництві борошна дозволяє знизити міцність ендосперму і підвищити міцність оболонки. При виробництві крупи характер дії гідротермічної обробки протилежний – зміцнюється ядро і зменшується міцність оболонки, також відбувається інактивація ферментів та інші біохімічні зміни, які покращують споживчі властивості крупи та їх харчову цінність.

Як показує практика, зерно для переробки поступає на підприємство з невисокою вологістю і різниця технологічних властивостей оболонки і ендосперма або ядра незначна тому розділити їх доволі важко. Тому, оскільки зерно предсталає собою складне тіло, що складається із природних біополімерів, основні з яких білки та вуглеводи, для посилення різниці технологічних властивостей ядра і оболонки використовують гідротермічну обробку.

Загальна схема виробництва круп складається з наступних операцій: очищення сировини від домішок; сортування очищеного зерна за крупністю; лушення; відокремлення ядра від плівок; обробка ядра (в залежності від виду зерна – шліфування, полірування, подрібнення або плющення); сортування готової продукції. Для виробництва борошна з круп, підготовлену крупу розмелюють на вальцевих верстатах. Дана схема може бути доповнена або спрощена в залежності від призначення кінцевої продукції і умов підприємства (рис. 1) [3, 4].

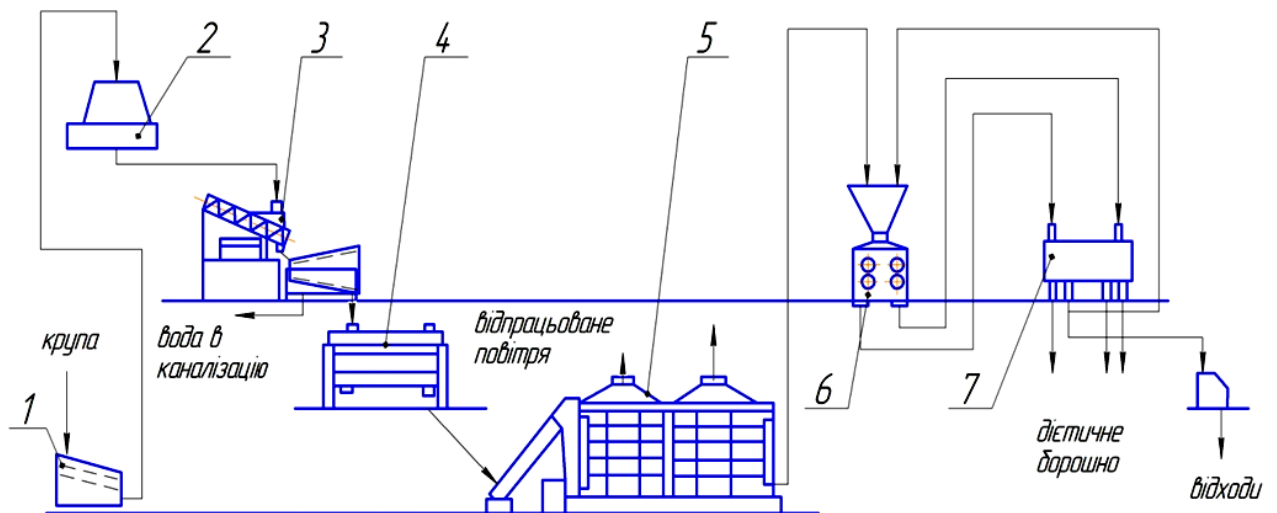


Рисунок 1 – Принципова технологічна схема виробництва дієтичного борошна:

- 1 – сепаратор; 2 – автоматичні ваги; 3 – мийна машина;  
4 – шнековий пропарювач; 5 – стрічкова сушарка; 6 – вальцевий верстат; 7 – розсійник.

Метод гідротермічної обробки загалом залежить від виду зерна, що переробляється і асортименту готової продукції. При виробництві круп з цілого ядра зазвичай використовують пропарювання в спеціальних пропарювачах (періодичної або безперервної дії) з наступним сушінням. Перевагами такого методу є швидке зволоження і прогрівання зерна. При такій обробці відбуваються фізико-хімічні

зміни, що призводять до перетворення структури ендосперму, пластифікації, зниження крихкості та підвищення опору руйнуванню. Через те, що складові частини зерна набухають нерівномірно – слабшає зв'язок між плівками і ядром, а при подальшому сушінні оболонки зневоднюються більше ніж ядро, в результаті чого стають крихкими і легко видаляються при луценні. Після пропарювання рекомендується проводити відволожування (темперування) нетривалий час (до 30 хв.) для доступу вологи до ядра. Після гідротермічної обробки зерно необхідно охолодити і одразу направити на подальшу переробку поки діють технологічні зміни, викликані гідротермічною обробкою.

*Формулювання цілей статті.* Розглянути існуючі та перспективні способи ГТО, а саме підведення теплової енергії до сировини і оцінити вплив ГТО на якість та вихід крупи.

*Основна частина.* При переробці зерна тих культур, оболонки яких міцно зрослися з ядром, застосовують інший метод гідротермічної обробки – холодне або гаряче кондиціонування з наступним відволожуванням [5]. При такому методі обробки зерно зволожують водою (температура близько 40 °С), витримують в бункерах для відволоження (в діапазоні 0,5 ... 3,0 год). Як результат – волога проникає переважно лише в зовнішні шари ендосперму, а висока вологість оболонок сприяє їх кращому відокремленню.

Зволоження зерна можна виконувати в шнекових зволожувачах типу БШУ або замінити на пропарювання при м'яких режимах в пропарювачах. Пропарювання рекомендують проводити при тиску пари 0,1 ... 0,3 Мпа тривалістю 5 хвилин, в результаті чого вологість зерна збільшується на 3 ... 6 %. Після цього зерно відволожують (10 ... 30 хв) та сушать при температурі близько 150 °С, а охолоджують до температури, яка відрізняється від температури наколишнього середовища не більше ніж на 5 ... 8 °С.

Описані методи гідротермічної обробки круп'яних культур характеризуються своєю високою енергоємністю і складністю технологічного обладнання для забезпечення цієї операції (обов'язкова умова – забезпечення герметичності, наявності парогенератора і значної кількості трубопроводної і запірної арматури).

Відомі також альтернативні методи підводу тепла до зерна з метою його гідротермічної обробки, такі як НВЧ-нагрівання, опромінення ІЧ-променями та екструзійна обробка.

Метод НВЧ-нагрівання (нагрівання електричним струмом надвисокої частоти) полягає в діелектричній поляризації – переміщенні в обмеженому діапазоні зв'язаних електричних зарядів (диполей) [6]. Під дією зовнішнього змінного електромагнітного поля

в зерні відбувається їх коливання і переорієнтація, виникають токи провідності і зміщення – як результат, зерно нагрівається. При такому способі підведення тепла до зерна, в першу чергу буде нагріватись вода, що знаходиться в капілярах зерна або на його поверхні. Встановлено, що при великій швидкості НВЧ-нагрівання, в середині зерна утворюється потужне джерело тепла і високий градієнт надлишкового тиску пароповітряної суміші, тому при цьому переважає молекулярний масоперенос (як при фільтрації газу крізь дисперсні середовища). Тому при такому способі гідротермічної обробки можна досягти суттєвого зниження питомих витрат енергії і покращення якості продукту, що обробляється. Також інтенсивне опромінення струмом НВЧ круп'яних культур може призвести до перетворення поживних речовин в зерні від складних біополімерів до простих та декстренізації крохмалю до 50%.

Спосіб підведення енергії до зернових продуктів з використанням ІЧ-променів є досить розповсюдженим в галузі. Інфрачервоне (ІЧ) випромінювання це невидима неозброєним оком ділянка випромінювання з довжиною хвилі від 0,76 до 500 мк. Такі промені відрізняються від інших електромагнітних коливань частотою, довжиною та швидкістю розповсюдження хвиль. Сутність процесу нагрівання зерна такими хвилями полягає в тому, що ІЧ-випромінювання створює електромагнітне поле, яке є носієм енергії, теплова енергія передається за допомогою цього поля і поглинається атомами речовини, яка опромінюється (рис. 2). Під час поглинання такої енергії збільшується рівень власних коливань в матеріалі що призводить до підвищення температури. Слід відзначити, що в залежності від оброблюваного матеріалу, не вся енергія поглинається, частина її відбивається або проходить крізь тіло.

Особливістю теплової обробки круп'яних культур ІЧ-опроміненням є проникнення променів на деяку глибину в зерно. Глибина проникнення залежить в першу чергу від довжини хвиль, а також від структури, форми і хімічного складу зерна. Для зерна (колоїдне капілярно-пористе тіло) глибина проникнення ІЧ-променів може коливатись від 0,1 до 10 мм. і чим менша довжина хвилі тим більша глибина проникнення. Застосування такого способу підведення тепла до зерна дає змогу досягти великих швидкостей нагріву. В якості джерел ІЧ-опромінення використовують нагріті до певних температур тіла (чим вище температура нагріву тим менша довжина хвиль випромінювання). Такий спосіб підведення тепла використовують не тільки для гідротермічної обробки круп'яних культур, а й для сушіння харчових продуктів.

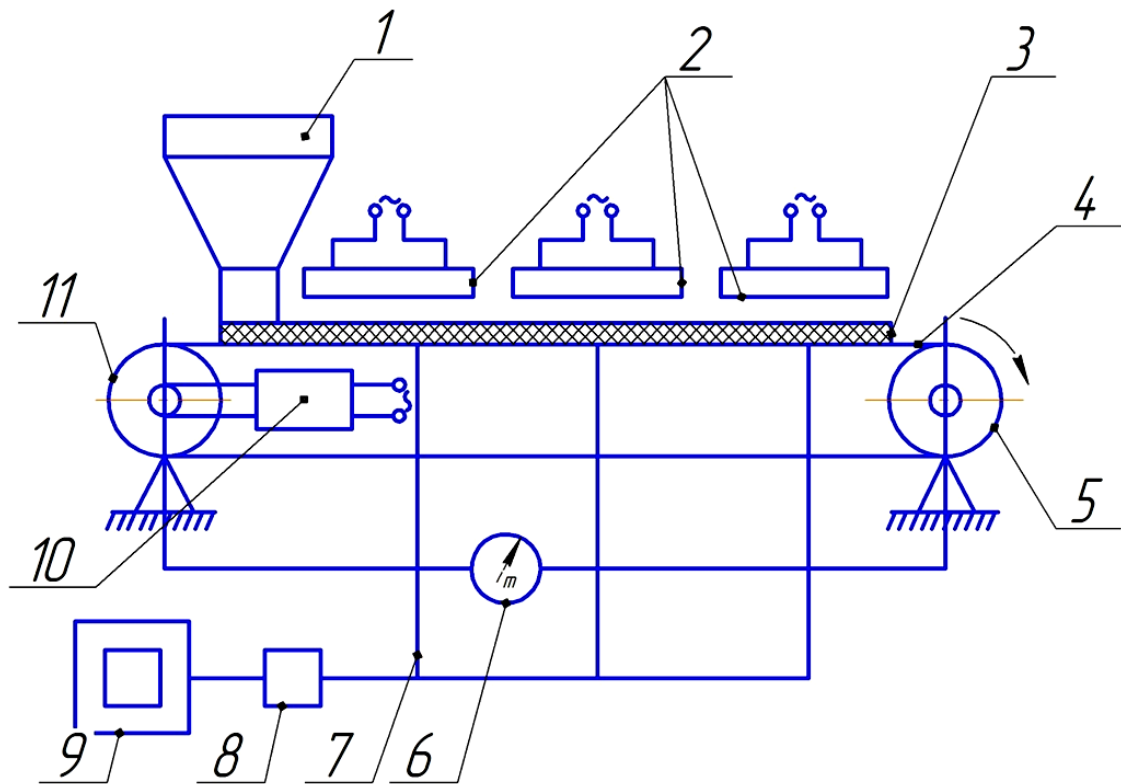


Рисунок 2 – Принципова схема установки для інфрачервоного опромінення зернової сировини:

- 1 – бункер – дозатор; 2 - терморадіаційні блоки; 3 – оброблюваний продукт; 4 – металева сітка; 5 – натяжний барабан; 6 – ваговий механізм; 7 – термопари; 8 - реєструючий електронний блок; 9 – персональний комп'ютер (ПК ); 10 – електродвигун; 11 – приводний барабан.

*Висновки.* Гідротермічна обробка круп'яних культур є однією з найбільш енергоємких операцій і суттєво впливає на біохімічні характеристики зерна і готової продукції. В результаті відбувається помітна зміна співвідношення різних фракцій білка (найбільш чутливими є альбуміни і глобуліни), також значно змінюються властивості крохмалю (підвищується атакваність  $\alpha$ - і  $\beta$ -амілазами). Внаслідок часткового гідролізу крохмалу, в крупі підвищується вміст декстринів і цукрів. Крупа після гідротермічної обробки добре зберігається і пов'язано це зі зниженням активності ферментів зерна і знищенням мікрофлори зерна.

Методи гідротермічної обробки круп'яних культур різняться способами підведення енергії до зерна. Найбільш перспективним з точки зору енерговитрат автоматизації і контролю процесу є ІЧ-опромінення зерна.

Література:

1. Закон України про дитяче харчування. № 3371–IV від 19 січня 2006 р. Ст. 8,9.
2. ДСТУ 7702:2015 Борошно гречане. Технічні умови.
3. *Бутковский, В.А.* Технологии зерноперерабатывающих производств / В.А. Бутковский, А.И. Мерко, Е.М. Мельников. – М.: Интеграф сервис, 1999. – 472 с.
4. *Гинзбург, М.Е.* Технология крупяного производства / М.Е. Гинзбург. – М.: Колос, 1981. – 208 с.
5. *Елькин И.Н.* Разработка энергосберегающей технологии производства муки для детского питания из рисовой и гречневой круп / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. М: – 2014.
6. *Куропаткина О.В.* Интенсивная инфракрасная обработка при производстве пшеничных хлопьев, готовых к употреблению / О.В. Куропаткина, А.А. Андреева, В.В. Кирдяшкин // Пищевая промышленность. – 2014. – №. 6. – С. 38-40.

**АНАЛИЗ СПОСОБОВ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ  
ОБРАБОТКИ ЗЕРНА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КРУП И МУКИ  
ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ**

Калина В.С., Филипенко Д.В., Мычкань И.С.

**Аннотация – данная работа посвящена анализу способов гидротермической обработки зерна при производстве круп и муки направленных на улучшение качества детского питания.**

**ANALYSIS OF METHODS OF HYDROTHERMIC  
PROCESSING OF GRAIN IN THE PRODUCTION OF GROATS  
AND FLOUR FOR CHILDREN'S NUTRITION**

V. Kalyna, D. Filipenko, I. Mychkan

*Summary*

**This work is devoted to the analysis of methods of hydrothermal grain processing the production groats and flour directed to improve the quality of children's nutrition.**