

Корисна модель належить до харчової галузі, а саме стосується способів переробки зерна гречки в крупу ядрицю.

Гречка традиційно переробляється на крупу гречану ядрицю, вона є вкрай важливим і корисним продуктом харчування. Так при переробці гречки в крупу ядрицю вихід коливається від 62 % і більше, залежно від технології. Як правило, вихід 70-72% отримують при впровадженні сучасних, інноваційних технологій зернопереробки. Максимум ядриці в зерні гречки 74-76%, тож технологічною перспективою є отримання більшого виходу крупи ядриці.

Відомий спосіб виробництва гречаної крупи, який передбачає очищення зерна від домішок, пропарювання протягом 4-6 хв при тиску 0,35-0,6 МПа, сушіння зерна в два етапи і лушення [патент RU 2339448, опубл. 27.11.2008].

Перевагами способу є можливість отримання продовольчої крупи гречки з некондиційного зерна.

До недоліків способу належать значна тривалість і складність технологічного процесу, що викликає труднощі при його реалізації на зернопереробних підприємствах.

Відомий спосіб виробництва гречаної крупи, яка не потребує варіння. Спосіб включає очистку зерна від домішок, фракціонування, пропарювання при тиску 0,55-0,60 МПа протягом 6-8хв., та одночасно лушення для отримання крупи, цілих та розколених частинок ядер гречки. Вологість зерна після пропарювання складає 18-19%, потім цілі та розколені частинки ядер зривають при температурі нагріву 260 °С і надлишковому тиску 1,0 МПа, охолоджують і провіюють. Вологість крупи після зривання складає 6-8% [патент RU 2185750, опубл. 27.07.2002].

Перевагами способу є одночасно лушення для отримання крупи - цілих та розколених частинок ядер гречки.

До недоліків способу належить неможливість отримати цілої крупи, а тільки крупи плющеної. Переробка при високій температурі потребує значних енерговитрат та призводить до значного удорожчання готового продукту.

Найбільш близьким аналогом за суттю до пропонованої корисної моделі є спосіб отримання гречаної крупи, який передбачає очищення зерна від домішок, поетапне лушення та сортування продуктів лушення і наступне охолодження, при цьому очищене зерно зволожують до вологості 20-22 % і обробляють полем надвисокої частоти протягом 3,5-3,7 хв з частотою опромінення 2,4 МГц та енерговитратами 70-73 кВт/год./т, а оброблене таким чином зерно сушать підігрітим повітрям 110-130 с, сортують на шість фракцій, кожену фракцію лушать з подальшим виділенням крупи, проділу і борошна, після чого крупу обробляють полем надвисокої частоти протягом 2,5-2,7 хв, частотою поля 2,4 МГц та енерговитратами 55-56 кВт/год./т, далі охолоджують до кімнатної температури [патент UA 53279, опубл. 27.09.2010].

Перевагою способу є те, що отриманий продукт має цілісну структуру крупи ядриці.

До недоліків способу належать складність реалізації процесу опромінення та необхідність додаткового навчання працівників для роботи зі спеціалізованим обладнанням.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалити спосіб одержання крупи з гречки шляхом інтенсивного зволоження зерна гречки перед пропарюванням.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі виробництва гречаної крупи, який включає очищення від домішок, підігрів зерна, зволоження, пропарювання, низькотемпературне сушіння, високотемпературне сушіння, охолодження, сортування, лушення, згідно з корисною моделлю, для зволоження використовують плазмохімічно активовані водні розчини з концентрацією пероксидів 300-700 мг/л.

Гідротермічна обробка зерна гречки є обов'язковою технологічною операцією при виробництві гречаної крупи швидкого приготування. Гідротермічна обробка має на меті створити оптимальні умови для відділення грубих оболонок від ядра. Як правило, на круп'яних заводах виробництво гречаної крупи включає наступні етапи: підігрів зерна,

пропарювання, сушку і охолодження. Недоліки технологічного процесу призводять до втрат ядра гречки. Задачею роботи стало удосконалення технологічного процесу шляхом зволоження зерна гречки перед пропарюванням, що позитивно впливатиме на збереження цілісності ядра після лушення.

Процес підготовки зерна гречки і покращення його якості перед переробкою відбувається шляхом ретельного очищення зернового матеріалу від сторонніх домішок з подальшою гідротермічною обробкою. В результаті такої обробки в зерні відбуваються складні фізико-хімічні процеси, які викликають зміни технологічних властивостей зернової сировини і створюють оптимальні умови для переробки зерна гречки в готовий харчовий продукт.

Як правило, гідротермічна обробка складається з наступних етапів: підігрів зернової сировини, пропарювання, сушіння і охолодження. Так гідротермічна обробка дозволяє змінювати технологічні властивості сировини за рахунок зменшення міцності оболонки зерна гречки і збільшення міцності ядра. Також така обробка сприяє підвищенню коефіцієнта використання гречаного ядра і може покращити споживчі властивості і харчову цінність готового продукту. Тож використання плазмохімічно активованих водних розчинів в процесі гідротермічної обробки може вдосконалити процес переробки зерна гречки на круп'яні продукти.

Плазмохімічно активовані водні розчини отримують наступним чином: активують водопровідну воду з наведеною зміною властивостей та реакційної здатності в результаті ведення процесу в плазмових розрядах зниженого тиску з напругою 1000-2000 В, силою струму 10,0-200,0 мА і подальшим переходом з підвищенням електропровідності в режим контактної нерівноважної плазми з параметрами: напруга від 400 до 600 В, сила струму до 150 мА. Отримані розчини мають специфічний склад: пероксид водню та надперекисні сполуки, збуджені частки та радикали, які відіграють важливу роль в окисно-відновних процесах. Пероксид водню є антисептиком, потрапляючи в клітини, під дією ферментів він розщеплюється на воду і кисень, що має протимікробну дію, але при цьому в клітинах не залишається шкідливих хімічних сполук.

Вода є основним компонентом всіх біохімічних процесів, які відбуваються в живих клітинах. Властивості води та водних розчинів різноманітні, парадоксальні та в своїй більшості мало вивчені, хоча існують теоретичні знання, які частково пояснюють окремі сторони зміни структури води при взаємодії з іншими речовинами або при різноманітних способах впливу електричних, магнітних та інших полів.

Плазма - це частково або повністю іонізований стан речовини, при якому система містить вільні позитивні (іони) і негативні (електрони, рідше іони) заряджені частки, концентрації яких у середньому однакові. Присутність заряджених і збуджених часток у плазмі, реакції з їхньою участю є однією з головних особливостей механізмів і кінетики плазмохімічних реакцій. Утворення й загибель часток відбуваються в процесі збудження, дисоціації, іонізації, дезактивації й рекомбінації. Основна властивість плазми - квазинейтральність, що означає малу величину сумарного заряду плазми порівняно із сумою зарядів одного знаку. Розрізняють - повністю іонізовану плазму й частково іонізовану плазму, рівноважну й нерівноважну, високотемпературну й низькотемпературну, гарячу й холодну. У плазмі, що складається з різних часток з різною швидкістю теплового руху, розрізняють температури електронів, іонів і нейтральних часток, атомів, молекул і кластерів. Оскільки енергія теплового руху часток істотно залежить від їхньої маси, то в плазмі найбільше відрізняються електронна й іонна температури. Температура іонів і нейтральних часток відрізняється мало. Ступінь розходження температур залежить від щільності цих часток, тобто від тиску в системі.

Істотну роль у плазмохімічних реакціях грають вільні електрони, під ударами яких у більшості випадків реакції є визначальними в ініціюванні складних багатостадійних хімічних процесів. Їх зіткнення із частками плазмоутворюючого газу призводять до іонізації (утворенню електрона й позитивного іона), і умовою стаціонарного існування плазми є

рівність швидкостей утворення й загибелі заряджених часток. Оскільки енергія іонізації молекули перевищує енергію збудження будь-яких її внутрішніх ступенів свободи, то в плазмі одночасно відбуваються утворення обертально-коливальних і електронно-збуджених станів молекул, у тому числі й випромінюючих, а також їхній розпад (дисоціація). Частки, що утворилися під дією електронного удару, можуть реагувати як між собою, так і з матеріалами, що перебувають у контакті із плазмою. Велике значення мають і різні фізичні поля - електромагнітні, електричні, магнітні, гідродинамічні. Хімічна реакція є одним з каналів перерозподілу енергії в системі, що приводить її, в остаточному підсумку, до стану з мінімальною потенційною енергією. Безупинно здобуваючи енергію, електрони шляхом зіткнень передають її атомам і молекулам. У цілому, слід зазначити, що механізм плазмохімічної дії вивчений недостатньо. Тож плазмохімічно активовані розчини здатні виявляти різноманітні технологічні властивості.

Вода і водні розчини є основною складовою частиною харчової технології і безпосередньо є основним чинником в процесі підготовки зерна гречки для подальшої переробки. Вона має дуже високу розчинну здатність, що пов'язують з її специфічною структурою та наявністю водневих зв'язків. Особливого значення набуває сформоване останнім часом уявлення про те, що фізичні властивості води і численні короткоіснуючі водневі зв'язки між сусідніми атомами водню і кисню в молекулі води створюють сприятливі умови для утворення специфічних структурних асоціатів молекул води - кластерів. У кластерній моделі вода представлена у вигляді суміші з'єднаних водневими зв'язками молекул води, які знаходяться серед вільних незв'язаних молекул води. Внаслідок наявності таких зв'язків в окремих макрооб'ємах води безперервно з'являються структурні елементи - кластери води. Відносна стабільність кластерів залежить від зовнішніх факторів - впливу електромагнітних полів, температури, тиску. Внаслідок дії чинників різної фізико-хімічної природи вода може набувати специфічних властивостей, що називається ефектом активації. Вода і водні розчини здатні протягом певного часу зберігати набуті характеристики, а потім знову шляхом рекомбінаційних процесів переходити у рівноважний стан. Зміна структурної будови води впливає на її фізико-хімічні властивості, як-то в'язкість, густина, електропровідність, розчинна здатність та ін., а також на реакційну здатність води за рахунок утворення нової кластерної структури.

Так попереднє зволоження зерна гречки плазмохімічно активованими водними розчинами зможуть збільшити масову долю цілого ядра і загальний вихід готового продукту. Так при зволоженні зерна поверхні ядра і оболонки можуть деформуватися, особливо якщо процес зволоження відбувається дуже інтенсивно. Можливим є збільшення цілісності ядра гречки при використанні активованих розчинів для зволоження, що пов'язано з ослабленням зв'язку між оболонкою і ядром.

Вологість суттєво впливає на структурно-механічні і технологічні властивості зерна. Збільшення вологості ядра гречки призводить до зниження твердості і підвищенню пластичної деформації, яку ядро може зазнавати до руйнування, в тому числі при лущенні зерна. Тож для інтенсивного зволоження зерна гречки використовували плазмохімічно активовані водні розчини, які здатні інтенсифікувати процес транспорту вологи в зерновий матеріал.

Активацію води проводять за допомогою лабораторної плазмохімічної установки. Також є промислова версія установки, яка здатна забезпечити активованою водою технологічний процес на виробництві зі значною потужністю.

Спосіб здійснюють наступним чином: гідротермічна обробка включає підігрів зерна, зволоження плазмохімічно активованими водними розчинами до 18-22%, пропарювання, низькотемпературне сушіння, високотемпературне сушіння, охолодження. Інтенсивне зволоження проводилось шляхом перемішування зерна з розпиленими активованими розчинами, які подавались в шнек під тиском за допомогою форсунок. Так використовували шнековий змішувач і бункер відволожування, час відволожування 5-15 хв, це забезпечило

необхідний рівень зволоження зернової сировини.

Характеристика активованої води, яка використовується при зволоженні зерна гречки, наведена в табл. 1. Активують водопровідну воду з направленою зміною властивостей та реакційної здатності в результаті ведення процесу в плазмових розрядах зниженого тиску з напругою 1000-1200 В, силою струму 30,0-200,0 мА з наступним переходом в міру підвищення електропровідності в режим контактної нерівноважної плазми з параметрами: напруги від 400 до 600 В та сили струму до 150 мА. Експлуатаційні та технічні характеристики реактора наведені в табл. 2, 3.

Для оптимізації гідротермічної обробки зерна гречки перед пропарюванням його зволожували плазмохімічно активованими водними розчинами з концентрацією пероксидів 300-700 мг/л. Це дозволило збільшити масову долю крупки гречаної ядриці при оптимальному рівні збільшення трудових, енергетичних затрат і збереженням мінімальної собівартості продукту.

Корисну модель пояснює такий приклад.

Виготовляємо гречану крупку. Зерно, очищене від сторонніх домішок, потрапляє в бункер підігріву, далі в шнек для зволоження, в який за допомогою форсунок подаються плазмохімічно активовані водні розчини з промислової установки для активації. Вміст пероксиду в активованих водних розчинах складає 300-700 мг/л. В результаті контакту зерна гречки з активованими розчинами і рівномірного перемішування відбувається активне поглинання активованого розчину зерном гречки. Для рівномірного зволоження зернового матеріалу його відправляють в бункер для відволоження. Вологість перед пропарюванням складає 18-22%. Зерно з такою вологістю направляли в пропарювач, після чого його сушать в два етапи в низькотемпературній сушарці, далі в високотемпературній сушарці і направляють на переробку. Після гідротермічної обробки зерно надходить на сортування. Особливістю переробки гречки є його розділення перед лущенням на шість фракцій по розмірах. Далі зерно направляють на лущення, так при дії робочих органів лущильних машин в зазорі між валом і деками зерно гречки зазнає складної деформації, в результаті чого оболонка відділяється від ядра.

Оцінку ефективності запропонованого способу оцінювали по масовій частині цілого ядра після лущення (табл. 4). З наведених результатів можна зробити висновок, що запропонована технологія дозволить збільшити масову долю цілого ядра на 2-4% порівняно з класичною технологією. Це пов'язане з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів для зволоження. Вони якісно змінюють технологічні властивості зернового матеріалу, а саме, послаблюють зв'язок між оболонкою і ядром. При зволоженні активованими розчинами матеріалу спостерігалось інтенсивне переміщення вологи всередину зерна, що призводить до набухання білків і зменшення кількості порожнин між крохмальними зернами, в результаті чого пориста і рихла структура ендосперму стає більш щільною та збільшується в розмірі. Це призводить до деформації мікроструктури поверхні як ядра, так і оболонок. Деформування поверхонь призводить до виникнення внутрішньої напруги, за рахунок різниці між розширенням ядра і оболонки зерна гречки, а також до ослаблення зв'язку між ними. Це дозволяє зробити процес лущення більш ефективним, оскільки сприяє якісному відділенню оболонки від ядра. При цьому інтенсифікація зволоження, що спричинена застосуванням активованих розчинів, тільки підсилює цей ефект.

Явище активації водних розчинів викликає багаточисельні специфічні фізичні та хімічні ефекти, які можуть слугувати відправними пунктами інноваційних прогресивних технологій переробки зерна гречки. Використання плазмохімічної активації може в багатьох випадках полегшити та здешевити отримання високоякісних і хімічно чистих круп'яних продуктів, з урахуванням затрат енергії та часу на активацію.

Характеристики води активованої під дією контактної нерівноважної плазми

Дослід	Вода	Час активації, хв	Концентрація пероксиду водню, мг/л
1 (контроль)	Водопровідна	-	-
2	Активована	10	300
3	Активована	20	400
2	Активована	30	600
4	Активована	40	650
5	Активована	60	700

Таблиця 2

Експлуатаційні параметри лабораторної дослідної установки

Параметри	Електроживлення	Величина
Вхідна напруга	Перемінне однофазне	~50 Гц-220 В
Вихідна напруга	Постійне, пульсуюче, яке можливо регулювати в межах	700-1500 В
Струм навантаження	Максимальне значення	0,3 А
Навантаження підпалу	Амплітуда Тривалість імпульсу	12000-15000 В 1,0-1,5 мс

Таблиця 3

Технічна характеристика реактора

Об'єм реактора	$4 \times 10^{-5} \text{ м}^3$
Діаметр	$3,4 \times 10^{-2} \text{ м}$
Висота	0,2 м
Матеріал	Молибденове скло
Електрод	Нержавіюча сталь
Рухомий електрод	Тугоплавкий матеріал

Таблиця 4

Вихід готової продукції при використанні плазмохімічно активованих водних розчинів,
%

Показник	Класична технологія	Технологія з використанням плазмохімічно активованих розчинів
Крупа ядриця	68-70	72-74
Крупа проділ	0,8-0,9	0,2-0,4
Борошно кормове	1,0-1,4	0,1-0,3