

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ДАВИДОВ РОМАН СЕРГІЙОВИЧ

УДК 664.715.012.3-11:664.761

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КРУПОУТВОРЕННЯ СОРТОВОГО
ПОМЕЛУ ПШЕНИЦІ**

Спеціальність 05.18.02 – технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів і
комбікормів, олійних і луб'яних культур

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

,

Одеса–2013

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеській національній академії харчових технологій
Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник – кандидат технічних наук, доцент
Шутенко Євгеній Іванович,
Одеська національна академія харчових технологій,
кафедра технології переробки зерна, завідувач кафедри

Офіційні опоненти: – доктор технічних наук, професор
Шоповаленко Олег Іванович,
Національний університет харчових технологій,
кафедра технології зберігання та переробки зерна,
завідувач кафедри;

– кандидат технічних наук,
Топораш Ірина Георгіївна,
ДП «Агмінтест», компанія-засновник «Peterson Control
Union World Group», директор

Захист відбудеться *21 листопада 2013 року* о 10³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.088.01 Одеської національної академії харчових технологій за адресою:

Україна, 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112, ауд. А-234

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Одеської національної академії харчових технологій за адресою:

Україна, 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112.

Автореферат розісланий *18 жовтня 2013 року*

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради, к.т.н., доцент

Г.І. Палвашова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Дослідження вчених і спеціалістів, робота передових борошномельних підприємств заклали основу побудови сучасної багатостадійної технології переробки зерна в сортове борошно, яка характеризується поетапною побудовою, складними взаємозв'язками етапів та систем.

Для підвищення ефективності виробництва і покращення кількісно-якісних показників готової продукції особливе значення надається дослідженням як окремих етапів, так і в цілому процесу помелу. Одним із основних етапів сортового помелу пшениці є етап крупоутворення, від ведення якого залежить кількість і якість проміжних продуктів, що обумовлюють вихід і якість готової продукції та енерговитрати на помел.

У другій половині XX сторіччя, як у нашій країні, так і за кордоном робились спроби удосконалення етапу крупоутворення за рахунок інтенсифікації процесу сортування продуктів подрібнення шляхом застосування пневмокласифікаторів, бичових машин, вібросепараторів, а також інтенсифікації процесу подрібнення зерна шляхом лушення зерна в підготовчому відділенні, попереднього та двостадійного подрібнення на етапі крупоутворення. Цими питаннями займалися такі видатні вчені, як: П.О. Козьмин, Я.М. Куприц, Л.Ю. Айзикович, С.Д. Хусід, І.Т. Мерко, О.А. Нетребський, E.S. Posner, J.E. Dexter та ін.

«Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах», видані у 1998 році, є застарілими і не дають рекомендацій щодо регламенту ведення етапу крупоутворення з використанням вищезазначених варіантів побудови. Приймаючи до уваги те, що використання енергозощаджуючих технологій та покращення якості продовольчих продуктів є одним із головних питань внутрішньої політики нашої держави, то наукове обґрунтування структури та режимів етапу крупоутворення є актуальною задачею, яка потребує вирішення.

Зв'язок роботи з науковими програмами. Робота виконувалася відповідно до напряму наукових досліджень Одеської національної академії харчових технологій (ОНАХТ) і науково-дослідної роботи №10/11-П «Розробка науково-технічних основ розширення асортименту борошна з використанням енергоощадних методів підготовки та розмелу зерна»

Мета роботи і завдання дослідження. Мета роботи – обґрунтування і розробка способів підвищення ефективності етапу крупоутворення для покращення кількісно-якісних показників борошна та зниження енерговитрат на сортовий помел пшениці.

Для досягнення поставленої мети визначені такі завдання дослідження:

- встановити вплив режимів різних систем етапу крупоутворення на вихід і якість проміжних продуктів та енерговитрати;
- провести статистичну обробку результатів дослідження етапу крупоутворення і визначити раціональні режими для борошномельних заводів різної продуктивності;

- дослідити вплив лущення, попереднього та двостадійного подрібнення зерна на зміну кількісно-якісних та енергосилових показників етапу крупоутворення;
- розробити структуру та зміни в регламенті етапу крупоутворення з використанням різних варіантів його побудови для сортових помелів пшениці;
- провести промислову апробацію у виробничих умовах на борошномельних заводах різної продуктивності.

Предмет дослідження – зерно пшениці, продукти розмелу зерна, борошно.

Об'єкт досліджень – етап крупоутворення, технологія переробки зерна пшениці в сортове борошно.

Методи дослідження – загальноприйняті й спеціальні для визначення борошномельних, хлібопекарських, хімічних, органолептичних властивостей сировини, проміжних продуктів здрібнення й готової продукції; методи математичної обробки експериментальних даних.

Наукова новизна одержаних результатів. На підставі теоретичних та експериментальних досліджень:

- визначено закономірності зміни кількості та якості проміжних продуктів етапу крупоутворення при використанні різних режимів та структур побудови даного етапу;
- досліджено можливість застосування інтенсифікованих режимів етапу крупоутворення;
- показано, що найбільш ефективною для заводів малої продуктивності є використання структури побудови етапу крупоутворення з попереднім подрібненням зерна.

Набули подальшого розвитку дослідження:

- з визначення оптимальних режимів етапу крупоутворення сортового помелу пшениці;
- з пошуку раціональних режимів при використанні структури етапу крупоутворення двостадійного та попереднього здрібнення, а також попереднього лущення зерна.

Новизна технічного рішення підтверджена патентом на корисну модель № 48415 України МПК В02С9/04.

Практичне значення одержаних результатів. На основі проведених комплексних порівняльних досліджень доведено можливість та доцільність підвищення загального вилучення на першій драній системі з 25...30 % (за «Правилами») до 35...40 %. Обґрунтовані орієнтовні виходи продуктів етапу крупоутворення за використання інтенсифікованих режимів. Іntenсифіковані режими апробовані у виробничих умовах борошномельного заводу з комплектним обладнанням ПАТ «Луганськмлин». Їх використання не потребує суттєвих змін технологічної схеми та комунікацій на підприємстві, однак дає змогу отримати більший вихід основних технологічних фракцій в 1,1...1,2 рази у порівнянні з використанням режимів, що рекомендовані «Правилами». Розроблена структура та режими етапу крупоутворення при використанні системи попереднього подрібнення зерна перед першою драною системою впроваджена на млині малої продуктивності у м. Новоукраїнка Кіровоградської області.

Особистий внесок здобувача. Полягає в проведенні аналізу літературних джерел за темою дисертації; розробці методики та проведенні експериментальних досліджень у лабораторних та виробничих умовах; узагальненні і опублікуванні отриманих результатів; оформленні патенту на спосіб побудови драного процесу з використанням попереднього подрібнення зерна перед першою драною системою; проведенні апробації розробленої технології у виробничих умовах. Перший етап наукової роботи був виконаний під керівництвом д.т.н., проф. Моргун Валентини Олексіївни.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на 73-ій міжнародній науковій конференції молодих вчених, аспірантів та студентів НУХТ (м. Київ, 2007р.), наукових конференціях професорсько-викладацького складу ОНАХТ (м. Одеса, 2008, 2010, 2011pp.), міжнародній науково-практичній конференції «Хлібопродукти - 2008» (м. Одеса, 2008, р.), на міжнародній науковій конференції “Food science, engineering and technologies” (м. Пловдив, Болгарія, 2008р.).

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 12 друкованих робіт, зокрема 9 статей у фахових виданнях України, один патент на корисну модель, тези 2 доповідей на наукових конференціях.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, що включає 167 найменувань вітчизняних та зарубіжних авторів (14 стор.) і 5 додатків (27 стор.) Робота викладена на 131 сторінці основного тексту, містить 44 рисунки (11 стор.), 34 таблиці (7 стор.).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано мету і завдання дослідження, показано наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, наведено відомості стосовно особистого внеску здобувача, апробації результатів роботи та публікацій за темою дисертації.

У першому розділі "Наукове та практичне обґрунтування можливості вдосконалення етапу крупоутворення" проведено аналіз патентних та інформаційних джерел, висвітлено призначення драного процесу. Розглянуто існуючі структури та режими роботи етапу крупоутворення. Проаналізовано наукові праці вітчизняних і зарубіжних вчених, що свідчать про можливість інтенсифікації етапу крупоутворення та його удосконалення за рахунок використання різних варіантів його побудови.

У другому розділі "Загальна методика дослідження" визначено науково-методичні основи проведення досліджень, охарактеризовано об'єкт, предмет і експериментальну базу, наведено методи та загальну методику досліджень.

Програму проведення досліджень наведено на рис. 1. Експериментальні дослідження проводились на кафедрі технології переробки зерна та в виробничих умовах різних підприємств за допомогою стандартних та загальноприйнятих методів визначення технологічних показників зерна, проміжних продуктів і борошна. Для досліджень використовували рядову пшеницю II типу, вирощену в Одеській області у 2007...2009 роках, середньої групи склоподібності 40...50 %, що характерно для борошномельних заводів України. Результати досліджень обробляли

з використанням методів математичної статистики за допомогою обчислювальної техніки.

У третьому розділі "Наукове і практичне обґрунтування раціональної структури і режимів етапу крупоутворення", який виконувався спільно із к.т.н., доц. Жигуновим Д.О. наведено результати експериментальних досліджень з обґрунтування раціональних режимів роботи систем подрібнення для «класичного» варіанту побудови етапу крупоутворення, а також з порівняльного дослідження зміни кількісно-якісних показників проміжних продуктів і енерговитрат при крупоутворенні з використанням попереднього лущення, попереднього та двостадійного подрібнення зерна.

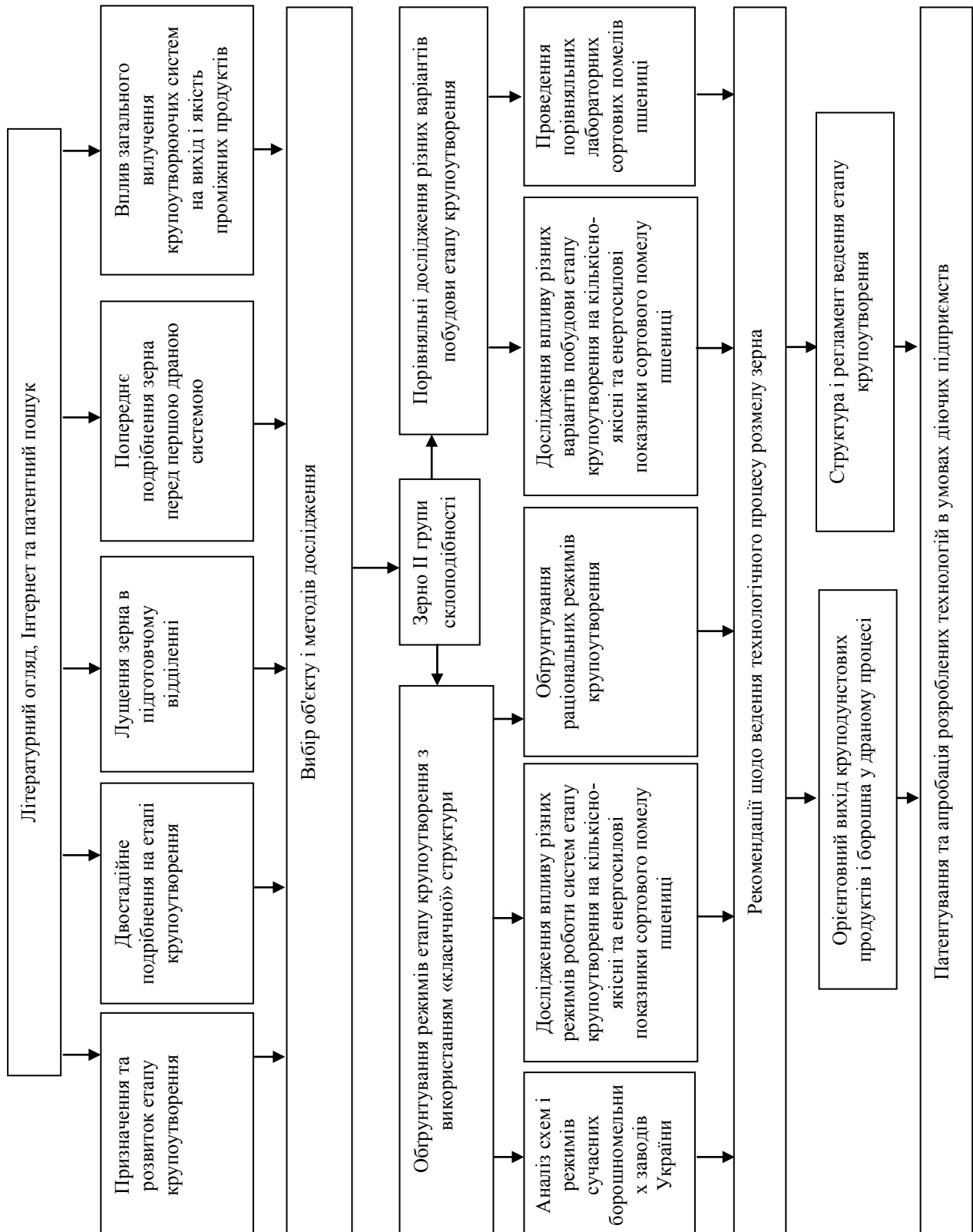


Рис. 1. Програма досліджень

З метою виявлення впливу різних режимів систем етапу крупоутворення на вихід і якість проміжних продуктів проведені лабораторні помели. Режим роботи першої драної системи змінювали з 10 до 50 % загального вилучення проміжних продуктів з кроком 5 %, а режим другої драної системи встановлювали таким, щоб сумарний вихід проміжних продуктів з перших двох драних систем становив від 60 до 80 % з кроком 5 %. Сумарний вихід проміжних продуктів з трьох драних систем коливався в межах 80...82 %.

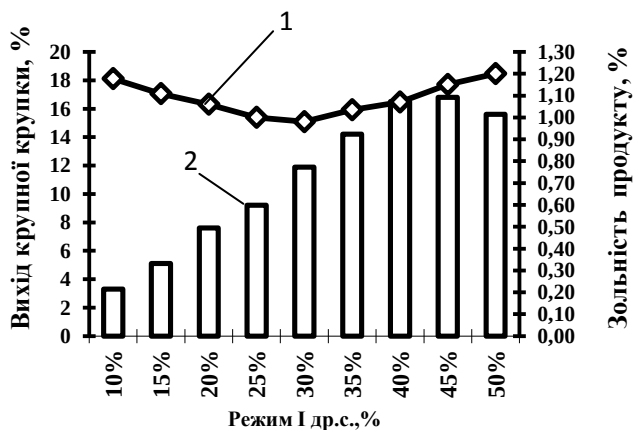


Рис. 2. Вихід та якість крупної крупки в залежності від режиму I др. с.:
1 – зольність, 2 – вихід.

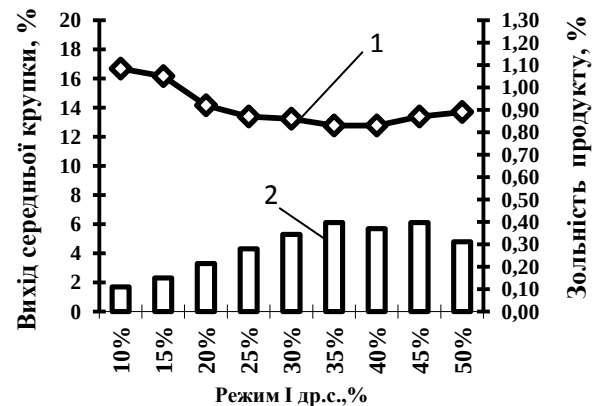


Рис. 3. Вихід та якість середньої крупки в залежності від режиму I др. с.:
1 – зольність, 2 – вихід.

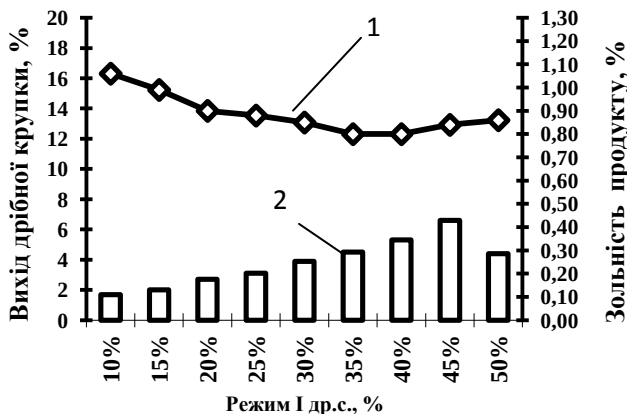


Рис. 4. Вихід та якість дрібної крупки в залежності від режиму I др. с.:
1 – зольність, 2 – вихід.

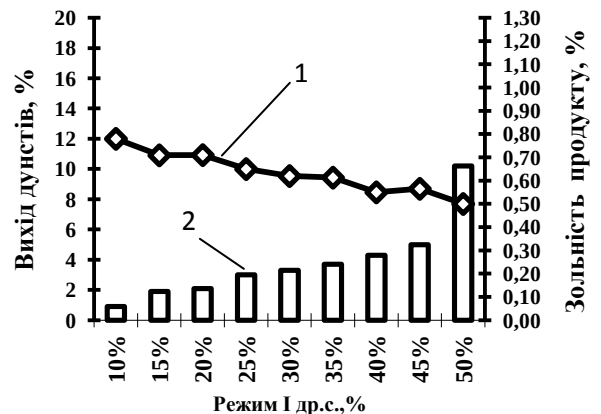


Рис. 5. Вихід та якість дунстів в залежності від режиму I др. с.:
1 – зольність, 2 – вихід.

Як видно з рис. 2...6, використання низьких режимів роботи першої драної системи (збільшення загального вилучення) призводить до підвищення виходу основних технологічних фракцій проміжних продуктів, крупної та середньої крупок

– найбільш технологічних з точки зору їх подальшого збагачення. При підвищенні загального вилучення більше 45 % відбувається переподрібнення цих продуктів і підвищується їх зольність внаслідок збільшення вмісту в них периферійних часток зерна. Одночасно з цим спостерігається збільшення виходу дрібних фракцій (дунстів та борошна), за рахунок переподрібнення крупних фракцій, при одночасному покращенні якості, так як вони формуються головним чином за рахунок переподрібнення ендосперму, що призводить до зменшення їх зольності.

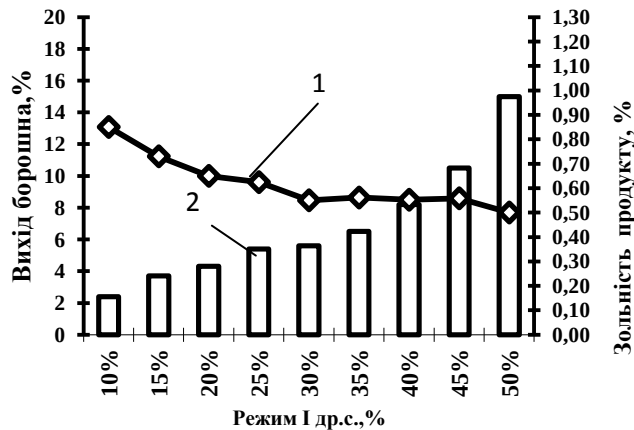


Рис. 6. Вихід та якість борошна в залежності від режиму I др. с.:

1 – зольність, 2 – вихід.

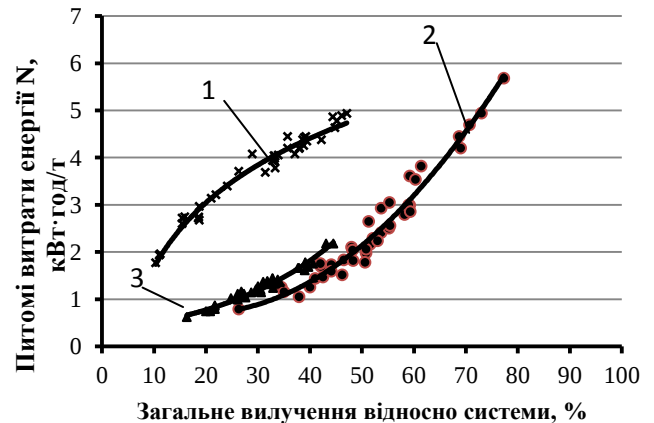


Рис. 7. Залежність питомих енерговитрат від режиму роботи першої драної системи: 1-перша драна система, 2 – друга драна система, 3 – третя драна система.

Аналіз зміни питомих енерговитрат на I, II, III драних системах (рис. 7) показує, що зі збільшенням загального вилучення на кожній драній системі витрати електроенергії зростають. Однак характер збільшення енерговитрат при збільшенні вилучення на системах крупоутворення неоднаковий. Якщо на I драній системі при збільшенні вилучення до 15...20 % енерговитрати різко зростають до 2,4...2,9 кВт·год/т, то надалі із зростанням загального вилучення зростання енерговитрат сповільнюється і при 40...50 % складають всього 4,4...4,9 кВт·год/т. На II і III драних системах, навпаки, з ростом загального вилучення більше 60...65 % на II драній системі і 40...45 % на III драній системі енерговитрати зростають більш інтенсивно ніж при низькому вилученні на цих системах.

Для обґрунтування раціональних режимів роботи здрібнюючих систем етапу крупоутворення проведений активний експеримент, який планували з використанням уніформ-ротатбельного плану ПФД²³. На підставі аналізу літературних джерел та попередньо проведених досліджень, як впливові фактори були обрані: загальне вилучення на I драній системі (X_1) і сумарне вилучення з двох драних систем (X_2), що пояснюється тим, що системи крупоутворення працюють у єдиному комплексі і загальне вилучення на другій драній системі залежить від кількості і якості продукту, що поступає з першої драної системи. Рівні варіювання факторів обрали таким чином, щоб область їх зміни знаходилась, як у межах, що

рекомендують «Правила», так і поза ними. Нижні рівні факторів склали 26 і 60 %, верхні – 42 і 70 %, відповідно на першій і на двох драних системах.

З великої кількості параметрів, що характеризують кількісно-якісну та енергосилову ефективність етапу крупоутворення, були обрані наступні параметри оптимізації: кількісний параметр – вихід крупної крупки (Y1), якісний параметр – зольність продуктів вилучення з перших трьох драних систем (Y2), енергетичний – питомі витрати енергії на переробку 1 т зерна (Y3) та оборотність продуктів етапу крупоутворення (Y4). Ці показники були обрані тому, що відповідають найбільшому числу вимог щодо параметрів оптимізації і за їх результатами можна судити про кінцеві показники сортового помелу – загальний вихід борошна, його зольність, загальні витрати енергії на помел.

Аналіз отриманих на основі статистичної обробки даних і наведених на рис. 8...11 діаграм показує, що при максимальному рівні вилучення на першій драній системі спостерігається найменша зольність проміжних продуктів – 0,96...0,99 %, найвищий вихід крупної крупки – 24...25 % та найменша оборотність – 185...191 % при практично однакових енерговитратах на етап крупоутворення.

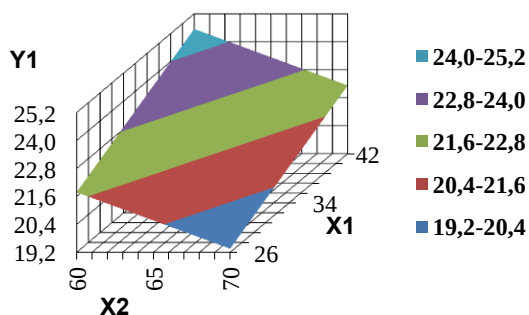


Рис. 8. Вихід крупної крупки в залежності від режимів роботи перших двох драних систем.

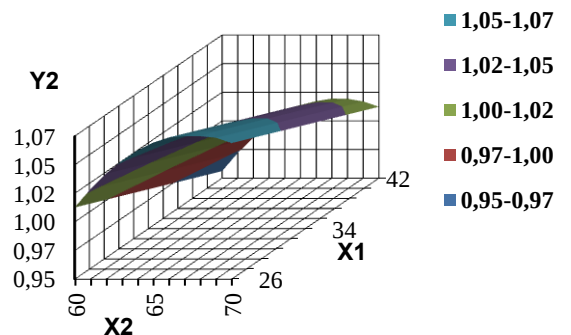


Рис. 9. Зольність проміжних продуктів з трьох драних систем в залежності від режимів роботи перших двох драних систем.

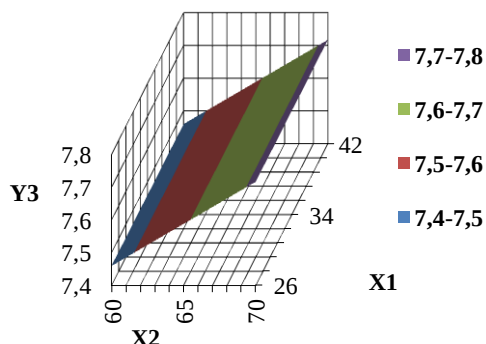


Рис. 10. Питомі енерговитрати етапу крупоутворення в залежності від режимів роботи перших двох драних систем.

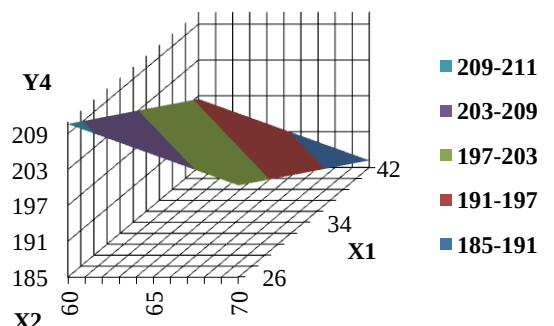


Рис. 11. Оборотність продуктів подрібнення трьох драних систем в залежності від режимів роботи перших двох драних систем.

Збільшення сумарного вилучення з двох драних систем призводить до зменшення виходу крупної крупки за рахунок її переподрібнення, збільшення

зольності продуктів етапу крупоутворення, зростання енерговитрат на подрібнення, але зменшення оборотності продуктів вилучення. Таким чином, неможливо однозначно говорити про перевагу одного або декількох режимів відразу за всіма показниками ефективності. Тому для вибору режимів, що поєднують оптимальні характеристики, необхідно застосувати комплексну оцінку ефективності. Це завдання було вирішено за допомогою функції бажаності, яка являє собою середнє геометричне бажаності окремих параметрів оптимізації.

На функцію бажаності (Y) були накладені такі односторонні обмеження: вихід крупної крупки (Y1) не менше 19 %, зольність проміжних продуктів (Y2) не більше 1,1 %, питомі енерговитрати (Y3) не більше 8 кВт·год/т, оборотність (Y4) не більше 215 %.

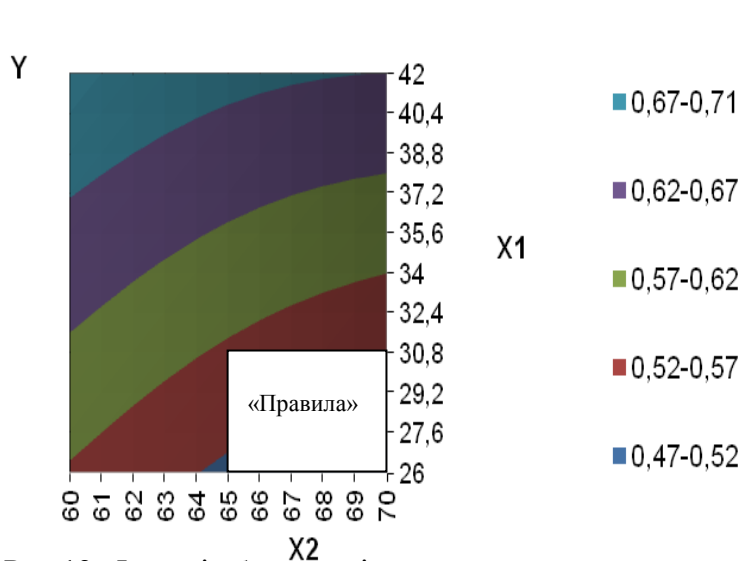


Рис 12. Функція бажаності.

Узагальнений аналіз отриманих даних за допомогою функції бажаності показав, що в першу чергу на ефективність роботи етапу крупоутворення впливає режим роботи першої драної системи. Функція бажаності максимальна при загальному вилученні на першій драній 38...40 % і мінімальному сумарному вилученні з двох драних систем – 60...65 %, що

відповідає вилученню на другій драній системі 40...45 %. Збільшення сумарного вилучення з двох драних систем істотно не впливає на зменшення функції бажаності, тому для виробничих умов можливо рекомендувати збільшити режим другої драної системи до 45...50 %.

Таким чином, інтенсифікація режимів роботи систем крупоутворення є можливою та необхідною, як з точки зору кількісно-якісних показників проміжних продуктів, так і з точки зору енерговитрат та скорочення схеми сортового помелу пшениці.

Застосування інтенсифікації режимів роботи систем крупоутворення хоча і дозволяє підвищити ефективність етапу крупоутворення сортового помелу пшениці відносно режимів рекомендованих «Правилами» (вихід крупної крупки збільшується на 5...6 %, зольність зменшується на 0,03...0,06 %, енерговитрати зменшуються на 3...4 % а оборотність – на 15...20 % (в 1,05...1,1 рази), проте істотно змінити кількісно-якісний склад проміжних продуктів, а також енерговитрати, використовуючи «класичну» структуру не видається можливим. Тому наступним етапом роботи було порівняльне дослідження різних варіантів побудови етапу крупоутворення.

У лабораторних умовах досліджено декілька варіантів побудови етапу крупоутворення, кожен з яких включав по три системи. Перший варіант – класичний

(А) і передбачав подрібнення продуктів у вальцювому верстаті з подальшим їх сортуванням у розсійнику (рис. 13). У другому варіанті (В) послідовно подрібнювали продукти на I, II драних системах з їх сортуванням після II драної системи (рис. 14). У третьому (С) – передбачалося лущення зерна до помелу (рис. 15) зі ступенем лущення 2...3 %. У четвертому варіанті (D) використовувалася система попереднього подрібнення зерна перед першою драною системою (рис. 16) із загальним вилученням на ній 1...2 %.

Усі варіанти побудови етапу крупоутворення досліджувались з загальним вилученням на першій драній системі 15...20 % (структури А1, В1, С1, D1) і 35...40 % (структури А2, В2, С2, D2). Режим другої драної системи змінювали для забезпечення однакового загального вилучення з двох драних систем на рівні 65...70 %.

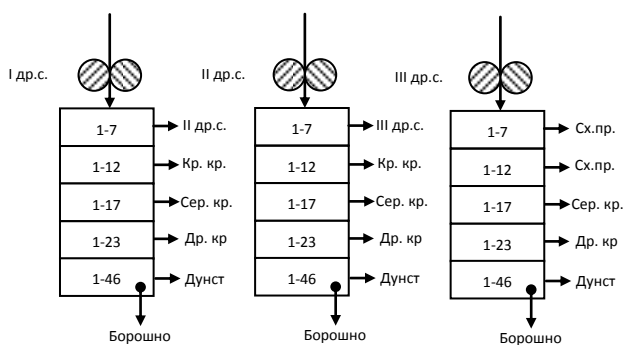


Рис. 13. Класична структура етапу крупоутворення сортового помелу (А).

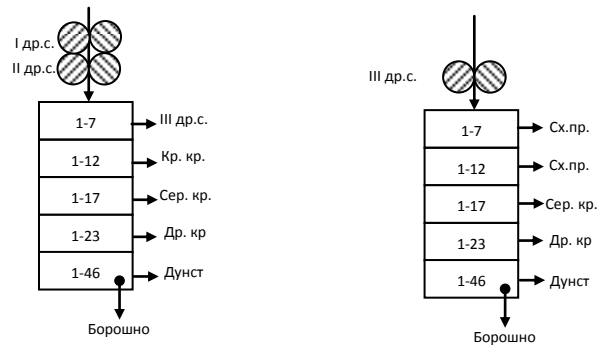


Рис. 14. Структура етапу крупоутворення з двостадійним подрібненням (В).

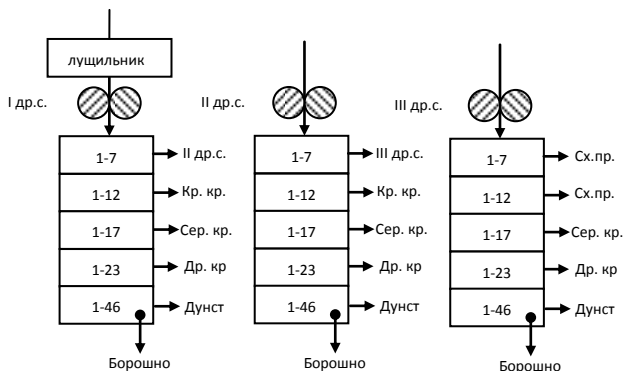


Рис. 15. Структура етапу крупоутворення з лущенням зерна у зерночисному відділенні (С).

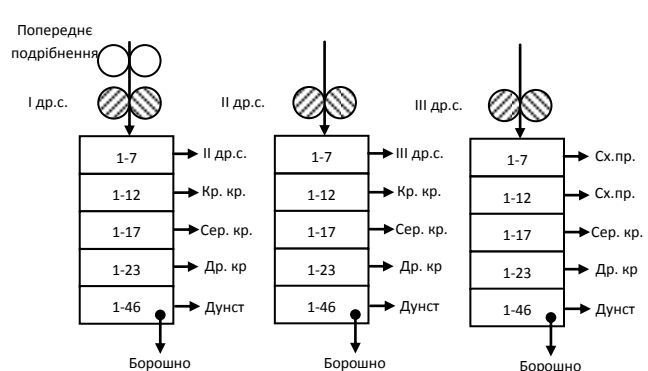


Рис. 16. Структура етапу крупоутворення з використанням попереднього подрібнення зерна перед першою драною системою (D).

Як показують наведені дані (табл.1), двостадійне подрібнення (структура В) в порівнянні з класичним варіантом призводило до збільшення виходу дрібних фракцій за рахунок переподрібнення крупної та середньої крупок і зростання середньозваженої зольності проміжних продуктів з трьох драних систем з 1,03 % та 1,09 % (класична структура) до 1,07 % та 1,13 %, відповідно структури А1/А2 і В1/В2. При лущенні зерна, в порівнянні з класичною структурою, значно зростав вихід крупних фракцій проміжних продуктів (на 5...6 %), але одночасно зростала

середньозважена зольність продуктів крупоутворення до 1,12...1,19 %. Це пояснюється тим, що лушення зерна призводить до порушення зовнішнього каркасу зернівки і полегшенню подрібнення високозольних алеїронового шару і насінневих оболонок. Застосування попереднього подрібнення в порівнянні з класичною структурою не призводило до зміни виходу проміжних продуктів, але сприяло зменшенню їх середньозваженої зольності на 0,04...0,05 %.

Зміна режиму роботи першої драної системи з 20 до 40 % сприяла збільшенню виходу крупних фракцій не тільки для класичної структури, що було показано раніше, але й для структур з попереднім лушенням та подрібненням зерна. В той же час зміна режиму роботи першої драної системи не впливала на загальний вихід продуктів крупоутворення при використанні двостадійного подрібнення зерна. Таким чином, висновки щодо інтенсифікації режиму роботи першої драної системи, зроблені для класичної структури етапу крупоутворення, можуть бути використанні і для структур з попередньою обробкою зерна – лушенням та подрібненням.

Таблиця 1

Вихід та якість продуктів крупоутворення

(n=3, P≥0,95)

Структура	Крупна крупка		Середня крупка		Дрібна крупка		Дунсти		Борошно	
	Вилучення, %	Зольність, %	Вилучення, %	Зольність, %	Вилучення, %	Зольність, %	Вилучення, %	Зольність, %	Вилучення, %	Зольність, %
A1	19,2	1,57	14,9	1,09	16,7	1,00	13,0	0,67	19,9	0,74
B1	16,2	1,68	16,3	1,14	17,9	0,93	13,5	0,69	19,1	0,89
C1	24,0	1,62	18,5	1,12	17,5	1,01	12,3	0,69	17,1	0,84
D1	19,2	1,43	15,4	1,05	17,1	0,80	12,7	0,75	18,1	0,77
A2	26,0	1,68	15,4	0,92	12,8	0,82	11,5	0,63	17,6	0,87
B2	16,0	1,98	17,8	0,96	15,4	0,89	12,6	0,93	20,0	0,90
C2	32,0	1,72	15,2	1,12	12,0	0,85	13,3	0,63	15,6	0,93
D2	24,8	1,56	15,8	1,00	12,7	0,78	11,8	0,65	16,9	0,82

Проведений аналіз енерговитрат на етапі крупоутворення (рис. 17...18) показує, що режими систем подрібнення практично не впливають на загальні енерговитрати, але вони перерозподіляються за системами. «Чисті» енерговитрати безпосередньо на етап крупоутворення при використанні двостадійного подрібнення збільшуються внаслідок переподрібнення крупних фракцій, в той же час для структур з попередньою обробкою енерговитрати менше ніж для класичної структури внаслідок порушення пластичного силового каркасу зерна. Якщо враховувати енерговитрати на попереднє лушення (біля 2,2 кВт·год/т при ступені

лущення 2...3 %) і на попереднє подрібнення (біля 1,3 кВт·год/т при загальному вилученні 1...3 %), то найменш затратною є класична структура. Але у виробничих умовах необхідно враховувати, що при двостадійному подрібненні без проміжного сортування продуктів першої драної системи зменшуються енерговитрати на пневмотранспортування продуктів подрібнення першої драної системи і їх сортування, а при лущенні зменшується протяжність комунікації за рахунок скорочення етапу вимелу.

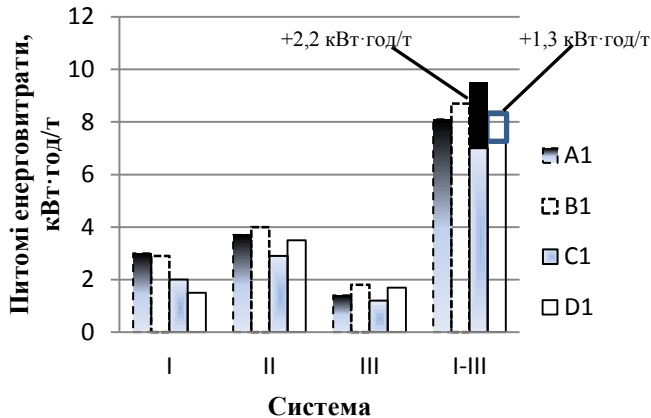


Рис. 17. Питомі енерговитрати при різних структурах етапу крупоутворення (режим роботи першої драної системи 15...20 %).

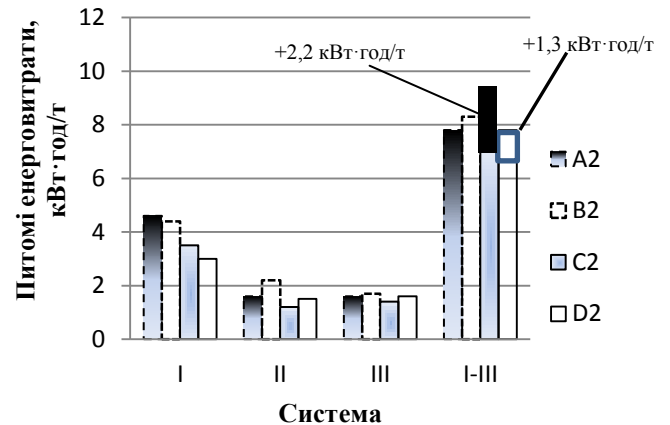


Рис. 18. Питомі енерговитрати при різних структурах етапу крупоутворення (режим роботи першої драної системи 35...40 %).

У четвертому розділі "Практична цінність результатів роботи" наведені орієнтовні виходи проміжних продуктів і борошна на етапі крупоутворення з використанням інтенсифікованих режимів роботи першої драної системи і різних варіантів його побудови (табл.2...4); наведені рекомендації щодо питомих навантажень на технологічне обладнання за системами технологічного процесу; надані результати порівняльних повних помелів у лабораторних умовах, а також наведені дані виробничої перевірки отриманих результатів.

Таблиця 2

Орієнтовні виходи крупоуднових продуктів і борошна на етапі крупоутворення за класичної структури з використанням інтенсифікованих режимів

(n=3, P≥0,95)

Система	Вихід круподунстових продуктів				Вихід борошна, %	Загальний добуток, %
	Крупки			Дунсти, %		
	крупна, %	середня, %	дрібна, %			
І др.с.	11...13	11...13	4...6	4...5	5...8	35...40

II др.с.	8...10	10...12	4...5	3...5	3...5	28...33
III др.с.		2...3	3...4	3...4	3...4	12...14
Усього	19...23	23...29	9...15	10...15	8...17	80...82

На основі аналізу проведених досліджень ефективності різних структур етапу крупоутворення при використанні двостадійного подрібнення запропоновано знизити рівень загального вилучення з двох драних систем з 65...70 до 55...60 %, що дасть змогу отримати оптимальну кількість основних технологічних фракцій для цієї структури. Орієнтовні виходи круподунових продуктів і борошна при використанні попереднього подрібнення не наведені, так як суттєвих змін відносно виходу круподунових продуктів на етапі крупоутворення відносно класичної структури не спостерігається.

Таблиця 3

Орієнтовні виходи круподунових продуктів і борошна на етапі крупоутворення з використанням двостадійного подрібнення без проміжного сортування продуктів першої драної системи

(n=3, P≥0,95)

Система	Вихід круподунових продуктів				Вихід борошна, %	Загальний добуток, %
	Крупки			Дунсти,%		
	крупна, %	середня, %	дрібна, %			
I+II др.с	15...17	17...19	8...10	6...8	7...9	55...60
III др.с	—	6...8	5...7	4...6	5...7	22...25
Усього	15...17	23...25	14...16	11...13	13...15	80...82

Таблиця 4

Орієнтовні виходи круподунових продуктів і борошна на етапі крупоутворення з використанням попереднього лущення зерна

(n=3, P≥0,95)

Система	Вихід круподунстових продуктів				Вихід борошна, %	Загальний добуток, %
	Крупки			Дунсти, %		
	крупна, %	середня, %	дрібна, %			
I др.с	14...16	11...13	4...6	3...4	4...6	35...40
II др.с	12...14	11...13	3...4	3...4	3...4	30...35
III др.с	—	2...4	3...4	3...5	3...4	10...12
Усього	20...22	23...25	11...13	12...13	12...14	80...82

Проведені повні лабораторні помели з використанням різних структур побудови підтвердили зроблені раніше висновки. За однакового загального виходу борошна двостадійне подрібнення призводило до зростання енерговитрат (безпосередньо на подрібнення у вальцювому верстаті) і погіршенню якості борошна; при попередньому луценні енерговитрати були порівнянні і навіть менше ніж за класичної структури, зольність і білість борошна незначно вище; при попередньому подрібненні усі кількісно-якісні та енергосилові показники покращились. За своїми хлібопекарськими показниками борошно істотно не відрізнялось: кількість і якість клейковини відповідали стандартним показникам, вироблений хліб мав добрі органолептичні і фізико-хімічні показники.

Приведені дані з апробації інтенсифікованих режимів етапу крупоутворення, які підтвердили доцільність і можливість впровадження інтенсифікованих режимів в умовах борошномельних заводів з комплектним обладнанням. Така інтенсифікація дозволить покращити кількісно-якісні показники помелу і не потребує суттєвих змін у розмільному відділенні. Для заводів невеликої потужності пропонується використання попереднього подрібнення зерна, що дозволить зменшити навантаження на технологічне устаткування і підвищити строк перенарізання вальців першої драної системи, а також стабілізувати її режими, що дозволить гарантовано отримувати готову продукцію стандартної якості.

ВИСНОВКИ

На основі теоретичних та експериментальних досліджень удосконалено етап крупоутворення сортового помелу пшениці.

1. Встановлено можливість інтенсифікації режимів роботи першої драної системи з 25...30 до 35...40 %, що призведе до збільшення виходу крупної крупки на 5...6 %, зменшення зольності продуктів крупоутворення на 0,03...0,06 %, зменшення енерговитрат на 3...4 % та оборотності проміжних продуктів в 1,05...1,1 рази.

2. На підставі статистичної обробки даних обґрунтовані раціональні режими систем крупоутворення: на першій драній загальне вилучення 38...40 %, на другій драній системі 45...50 %. Інтенсифіковані режими апробовані у виробничих умовах на борошномельному заводі з комплектним обладнанням.

3. Встановлено, що інтенсифікація режиму роботи першої драної системи з 20 до 40 % для структур етапу крупоутворення з попереднім луценням та подрібненням зерна сприяє збільшенню виходу крупної крупки на 5...6 і 7...8 %, відповідно, і не впливає на її вихід при використанні двостадійного подрібнення зерна.

4. Встановлено, що на етапі крупоутворення при переробці зерна з зольністю 1,75 % середньозважена зольність проміжних продуктів з трьох драних систем в порівнянні з класичною структурою збільшується на 0,03...0,04 і 0,09...0,10 % при двостадійному подрібненні без проміжного просіювання продуктів першої драної системи і при попередньому луценні, відповідно, і зменшується на 0,04...0,05 % при використанні переддраної системи (попереднього подрібнення).

5. Доведено, що використання двостадійного подрібнення призводить до переподрібнення проміжних продуктів. В порівнянні з рекомендаціями «Правил» вихід крупної крупки знижується на 3...4 %, вихід середньої крупки практично не змінюється, а вихід дрібної крупки, дунстів і борошна пропорційно збільшується на 1,0...1,5 % кожний. Для зменшення негативного впливу на якість проміжних продуктів запропоновано знизити загальне вилучення з перших двох драних систем до 55...60 %.

6. Встановлено, що структура етапу крупоутворення із попереднім луценням (ступень луцення 2...3 %) сприяє збільшенню виходу крупної крупки на 2...3 %, середньої крупки на 1...2 % за рахунок зменшення виходу дрібної крупки, дунстів і борошна за однакового в порівнянні з «Правилами» загального сумарного вилучення систем крупоутворення.

7. Проаналізовано витрати енергії на етап крупоутворення в цілому і на окремих системах. Показано, що енерговитрати безпосередньо на процес подрібнення у вальцових верстатах за попередньої обробки зерна, як при луценні, так і за використання переддраної системи, зменшуються на 10...15 % в порівнянні з класичною структурою, в той час як двостадійне подрібнення призводить до їх збільшення на 5...7 %.

8. На підставі проведених досліджень дані рекомендації по орієнтовним виходам проміжних продуктів і борошна на етапі крупоутворення для інтенсифікованих режимів за класичної структури, а також для структур етапу крупоутворення з використанням попереднього і двостадійного подрібнення та попереднього луцення зерна у підготовчому відділенні.

9. Встановлено, що найбільш перспективною є структура етапу крупоутворення з попереднім подрібненням зерна (переддраною системою), яка дозволяє при практично однакових значеннях виходу проміжних продуктів і загальних енерговитрат отримувати нижчу середньозважену зольність крупок і дунстів, що сприяє покращенню якості готової продукції і дозволяє збільшити вихід борошна вищого сорту на 1...2 %. Дана технологія захищена патентом України № 48415 МПК В02 С9/04 і апробована у виробничих умовах. Очікуваний економічний ефект при впровадженні на борошномельному заводі продуктивністю 50 т/добу буде складати 125,197 тис. грн за рік.

Перелік публікацій за темою дисертаційної роботи

1. Шутенко, Є.І. Вплив структури побудови дрального процесу на вихід проміжних продуктів [Текст] / Є.І. Шутенко, Р.С. Давидов, В.О. Осіпчук // Наукові праці ОНАХТ. – Одеса: 2007. – Вип.30, Т.2. – С.18-21.

Особистий внесок: досліджено вплив двостадійного подрібнення на вихід продуктів крупоутворення.

2. Моргун, В.А. Влияние режимов работы крупообразующих систем дрального процесса на удельные энергозатраты [Текст] / В.А. Моргун, Е.И. Шутенко, Р.С. Давыдов // Зернові продукти і комбікорми. – 2007. – №1. – С.21-23.

Особистий внесок: досліджено вплив інтенсифікованих режимів роботи систем крупотворення при використанні двостадійного подрібнення, на питомі енерговитрати.

3. Моргун, В.О. Залежність якості борошна від режимів роботи систем крупотворення [Текст] / В.О. Моргун, Д.О. Жигунов, Р.С. Давидов // Наукові праці ОНАХТ. – Одеса: 2008. – Вип.34, Т.1. – С.19-21.

Особистий внесок: досліджено вплив інтенсифікованих режимів роботи першої драної системи на якість борошна загального вилучення.

4. Шутенко, Є.І. Оптимальна побудова драного процесу [Текст] / Є.І. Шутенко, Р.С. Давидов, В.О. Осіпчук // Зерно і хліб. – 2008. – №3. – С.37-38.

Особистий внесок: проведено порівняльний аналіз використання «класичної» структури етапу крупотворення та структури з двостадійним подрібненням.

5. Жигунов, Д.О. Порівняльне дослідження первинного подрібнення зерна тритикале та пшениці [Текст] / Д.О. Жигунов, Р.С. Давидов, Н.Г. Бузіян // Хранение и переработка зерна. – 2009. – №11. – С.35-37.

Особистий внесок: досліджено вплив режиму роботи етапу крупотворення на вихід проміжних продуктів при використанні пшениці та тритикале.

6. Моргун, В.О. Дослідження взаємозв'язку режимів роботи крупотворюючих систем і питомих енерговитрат [Текст] / В.О. Моргун, Д.О. Жигунов, Р.С. Давидов // Хранение и переработка зерна. – 2009. – №11. – С.38-39.

Особистий внесок: досліджено вплив інтенсифікованих режимів роботи першої драної системи на питомі витрати енергії

7. Моргун, В.О. Існує прямий взаємозв'язок між режимами роботи крупотворюючих систем і питомими енерговитратами на подрібнення [Текст] / В.О. Моргун, Є.І. Шутенко, Р.С. Давидов // Зерно і хліб. – 2010. – №3. – С.68-69.

Особистий внесок: проведено аналіз взаємозв'язку між режимами роботи етапу крупотворення та питомими витратами енергії

8. Моргун, В.А. Сравнительный анализ некоторых структур процесса крупобразования [Текст] / В.А. Моргун, Д.А. Жигунов, Р.С. Давыдов // Хранение и переработка зерна. – 2010. – №12. – С.29-33.

Особистий внесок: проведено порівняльний аналіз етапу крупотворення з використанням «класичної» структури, двостадійного подрібнення, попереднього лущення та подрібнення.

9. Моргун, В.А. Ориенировочный выход круподуновых продуктов и муки в драном процессе при различной структуре этапа крупобразования [Текст] / В.А. Моргун, Д.А. Жигунов, Р.С. Давыдов // Наукові праці ОНАХТ. – Одеса: 2011. – Вип.40, Т.1. – С.28-32.

Особистий внесок: розроблені рекомендації, щодо виходу круподунових продуктів з використанням різних структур етапу крупотворення.

10. Пат. № 48415 Україна, (2009) В02С 9/00. Спосіб виробництва сортового пшеничного борошна [Текст] / В.О. Моргун, Д.О. Жигунов, Р.С. Давидов; патентообладатель Одеська національна академія харчових технологій. – №и 2009 12773; заявл.09.12.2009; опубл.10.03.2010; Бюл. №5. –4 с.

Особистий внесок: проведено промислову апробацію, визначено енергоефективність запропонованої структури етапу крупоутворення

11. Шутенко, Є.І. Изучение взаимосвязи режимов работы крупообразующих систем с энергозатратами [Текст] / Є.І. Шутенко, Р.С. Давидов, В.О. Осіпчук // 73 наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів. – Київ: 2007. – С.74.

Особистий внесок: досліджено взаємозв'язок режимів роботи систем крупоутворення при використанні двостадійного подрібнення з питомими енерговитратами.

12. Жигунов, Д.А Энергетическая характеристика процесса первичного измельчения [Текст] / Д.А Жигунов, Р.С, Давыдов // «Food science, engineering and technologies», 24-25 October 2008. – Plovdiv: 2008. – С.107-111.

Особистий внесок: проведено аналіз впливу режимів роботи етапу крупоутворення на витрати енергії сортового помелу зерна пшениці.

АНОТАЦІЯ

Давидов Р.С. Удосконалення технології крупоутворення сортового помелу пшениці – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.02 – технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів і комбікормів, олійних і луб'яних культур. Одеська національна академія харчових технологій Міністерства освіти і науки України Одеса, 2013 р.

Дисертаційну роботу присвячено удосконаленню структури і режимів роботи різних варіантів побудови етапу крупоутворення. Обґрунтовано можливість інтенсифікації режимів роботи першої драної системи з 25...30 до 35...45 %, показано, застосування двостадійного здрібнення призводить до зменшення оборотності продуктів розмелу зерна в 1,3...1,4 рази, застосування попереднього лущення призводить до збільшення виходу крупної крупки на 7...8 %, використання попереднього здрібнення дозволяє зменшити зольність продуктів крупоутворення 0,04...0,06 %. Досліджені нові структури, а також класична структура з інтенсифікованими режимами призводять до зменшення на 5...7 % питомих енерговитрат на помел.

Надані рекомендації стосовно орієнтовних виходів проміжних продуктів і борошна на етапі крупоутворення для інтенсифікованих режимів за класичної структури, а також для структур етапу крупоутворення з використанням попереднього і двостадійного подрібнення і попереднього лущення зерна у підготовчому відділенні. Встановлено, що найбільш перспективною є структура етапу крупоутворення з попереднім подрібненням зерна (переддраною системою), яка дозволяє при практично однакових значеннях виходу проміжних продуктів і загальних енерговитрат отримувати нижчу середньозважену зольність крупок і дунстів, що сприяє покращенню якості готової продукції і дозволяє збільшити вихід муки вищого сорту на 2...5 %. Дана технологія захищена патентом України № 48415 МПК В02 С9/04 і апробована у виробничих умовах. Очікуваний економічний ефект при впровадженні на мукомельному заводі продуктивністю 50 т/добу буде складати 125,197 тис.грн за рік.

Ключові слова: зерно, режим роботи, крупоутворення, інтенсифікація, попереднє подрібнення, лущення, двостадійне подрібнення, зольність, енерговитрати.

АННОТАЦІЯ

Давыдов Р.С. Усовершенствование технологии крупообразования сортового помола пшеницы - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.02 – технология зерновых, бобовых, крупяных продуктов и комбикормов, масличных и лубяных культур. Одесская национальная академия пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Одесса, 2013 г.

Диссертационная работа посвящена усовершенствованию структуры и режимов работы различных вариантов построения этапа крупообразования сортового помола пшеницы. Для исследования была выбрана пшеница с наиболее распространенными, на территории Украины, показателями качества. Исследования проводились с использованием общепринятых и специальных методов оценки эффективности этапа крупообразования.

Обоснована возможность интенсификации режимов работы первой драной системы с 25...30 до 35...45 % при суммарном общем извлечении с первых двух драных систем 65...70 %, что способствует увеличению выхода крупной крупки на 5...6 %, уменьшению зольности продуктов крупообразования на 0,03...0,06 %, энергозатрат на 3...4 %, оборачиваемости продуктов этапа крупообразования в 1,05...1,1 раза.

Применение статистической обработки данных, а также обобщенный анализ с применением функции желательности позволили обосновать рациональные режимы систем этапа крупообразования сортового помола пшеницы: на первой драной системе общее извлечение 38...40 %, на второй драной системе 45...50 % по отношению к системе.

Интенсифицированные режимы апробированы в производственных условиях на мукомольном заводе с комплектным оборудованием.

На основе литературного анализа были выбраны для исследования наиболее распространенные в мире структурные варианты построения этапа крупообразования и проведены сравнительные исследования с их применением при использовании зерна характерного для мукомольных заводов Украины. К таким вариантам структурного построения относятся – двухстадийное измельчение на первой и второй драных системах без промежуточного просеивания, предварительное шелушение и измельчение перед первой драной системой.

Установлено, что интенсификация режима работы первой драной системы с 20 до 40 % для структур этапа крупообразования с предварительным шелушением зерна способствует увеличению выхода крупной крупки на 5...6 и 7...8 % соответственно и не влияет на ее выход при использовании двухстадийного измельчения зерна.

Установлено, что на этапе крупообразования при переработке зерна с зольностью 1,75 %, средневзвешенная зольность промежуточных продуктов с трех драных систем по сравнению с классической структурой увеличилась на

0,03...0,04 % при использовании структуры этапа крупобразования с двухстадийным измельчением без промежуточного просеивания после первой драной системы. При использовании предварительного шелушения перед первой драной системой зольность промежуточных продуктов также увеличивалась на 0,09...0,10 %. Однако цвет продуктов полученных при использовании данного структурного варианта был более светлый по сравнению с продуктами, полученными при использовании классической структуры, что свидетельствует о том, что готовая продукция также будет более светлой по сравнению продукцией полученной при использовании классической структуры.

Применение предварительного измельчения перед первой драной системой позволяло снизить зольность промежуточных продуктов на 0,04...0,05 %.

Анализ энергозатрат на этапе крупобразования показал, что энергозатраты непосредственно на этап крупобразования при использовании двухстадийного измельчения увеличиваются вследствие переизмельчения крупных фракций. В то же время для структур с предварительной обработкой энергозатраты меньше чем при использовании классической структуры вследствие нарушения пластического каркаса зерна. Так, при использовании предварительного шелушения и преддраной системы суммарные энергозатраты уменьшаются на 10...15 %, по сравнению с классической структурой и увеличиваются на 5...7 % при использовании двухстадийного измельчения.

Разработаны рекомендации по ориентировочным выходам промежуточных продуктов и муки на этапе крупобразования для интенсифицированных режимов при классической структуре. На основе проведенных лабораторных исследований рекомендовано снизить уровень общего извлечения с первых двух драных систем при использовании двухстадийного измельчения с 65-70 до 55-60 %, что даст возможность получить оптимальное количество основных технологических фракций для данной структуры построения этапа крупобразования. Также разработаны ориентировочные выхода круподуновых продуктов и муки при использовании предварительного измельчения и предварительного шелушения зерна перед первой драной системой.

Проведенные производственные апробации и лабораторные исследования показали, что применение двухстадийного измельчения на системах первого качества как на этапе крупобразования (первая, вторая драные системы), так и на этапе тонкого измельчения (первая, вторая размольные системы) позволит увеличить производительность завода на действующих производственных площадях. Применение предварительного измельчения зерна не требует существенных изменений в технологической схеме и существенных финансовых затрат, однако способствует стабилизации работы первой драной системы. Это позволяет при практически одинаковом выходе промежуточных продуктов и общих энергозатратах, по сравнению с классической структурой построения этапа крупобразования, получать более низкую средневзвешенную зольность крупок и дунстов, что способствует улучшению качества готовой продукции и увеличению выхода муки высшего сорта на 2...5 %. Данная структура этапа крупобразования

наиболее перспективна для заводов с малой производительностью и слабо развитым этапом очистки и подготовки зерна к помолу.

Ключевые слова: зерно, режим работы, интенсификация, крупобразование, предварительное измельчение, шелушение, двухстадийное измельчение, зольность, энергозатраты.

Summary

Davydov R.S. Improvement of technology break system of high-quality grinding wheat. – Manuscript.

The thesis for a scientific degree of the Candidate of Technical Sciences on the speciality 05.18.02 – the technology of grain, beans, cereals products and mixed fodders, oilseed and bast cultures. Odessa National Academy of food technologies of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Odessa, 2013.

The thesis is devoted to substantiation of the structure and working conditions of different variants of cereals formation stage building. The possibility of modes of 1st break system intensification from 25...30 to 35...45 % is investigated. It has been shown that two-stage grinding process leading to reduce of turnover of intermediate products in 1.3...1.4 times, debranning process leading to increase of coarse semolina yield by 7...8 %, pre-break system leading to reduce of intermediate products ash by 0.04...0.06 %.

The recommendations for the approximate yield of intermediate products and flour in the break process for intensified conditions in the classical structure as well as for the structures with debranning and pre-break system or two-stage grinding have been given. The most perspective structure is the structure with pre-break system having practically the same yield of intermediate products and common energy consumption, but the pre-break system leading to reduce average-suspended ash of intermediate products and it contributes to improvement of the patent flour yield by 2...5 %.

The developing technology is protected by Ukraine patent No. 48415 and tested under industrial condition. The expected economic effect of the introduction to the mill with capacity of 50 tons per day will be 125197 UAH per year.

Key words: grain, modes, intensification, break system, pre-break system, debranning, two-stage grinding, ash, energy consumption.

Підписано до друку 10.10.13 р. Формат 60×90/16
Об'єм 0,9 умов. друк. арк. Замовлення № 261 Тираж 120 прим.

ОНАХТ, вул. Канатна 112, м.Одеса-39, 65039