

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ЄРЕМЕЄВА ОЛЕНА АНАТОЛІЇВНА



УДК 664.7-044.337

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ НА
БОРОШНОМЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ**

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

Київ- 2016

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Уманському національному університеті садівництва Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор
Дмитрук Євген Адамович,
провідний науковий співробітник науково-технічного центру
“Проектування та технології агропромислового комплексу
НУХТ” (Національний університет харчових технологій).

Офіційні опоненти: доктор технічних наук
Верещинский Олександр Павлович,
генеральний директор ТОВ «Олис»,
м. Одеса,

кандидат технічних наук
Почеп Володимир Анатолійович,
Голова наглядової ради Хорольськогомолочно-консервного
комбінату дитячих продуктів.

Захист відбудеться «29» листопада 2016 р. о 10³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.06 Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м.Київ, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-311.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий «28» жовтня 2016 р.

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

Ю.В. Камбулова
Ю.В. Камбулова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Підвищення виходу та якості борошна, скорочення енерговитрат на процес його виробництва є важливою науковою проблемою вітчизняних дослідників. Провідні світові лідери (BUHLER, Golfetto, Ocrim тощо) по виробництву технологічного обладнання та борошномельних технологій направляють свої зусилля на виробництво нових видів обладнання, в яких об'єднується декілька машин в одну, при цьому процес помелу залишається розвиненим.

«Правила організації та ведення технологічного процесу на борошномельних підприємствах» наводять скорочені технологічні процеси і вказують на те, що при скороченому процесі помелу неможливо виробляти борошно високих сортів. В останні роки з'явилися борошномельні підприємства як закордонного так і вітчизняного виробництва продуктивністю до 150 т/добу зі скороченим процесом помелу. При цьому вихід борошна високих сортів не менше ніж на заводах із розвинутим процесом помелу. Вважається, що впровадження скороченого технологічного процесу на борошномельних підприємствах більшої потужності не є ефективним за рахунок складності впровадження відповідних технологічних рішень. Тому удосконалення технології переробки зерна пшениці на борошномельних підприємствах є актуальним завданням, що викликає необхідність у дослідженні та розробленні нових техніко-технологічних рішень, які б давали можливість впроваджувати скорочені процеси помелу на борошномельних заводах великої продуктивності.

Дослідженнями процесів помелу зерна в борошно займалися вітчизняні та закордонні вчені: П.А. Козьмін, Я.Н. Купріц, І.А. Наумов, С.Д. Хусід, І.Т. Мерко, В.О. Моргун, Б.М. Максимчук, В.А. Бутковський, О.А. Нетребський, О.П. Верещинський, Д.О. Жигунов та інші. Їхні дослідження збагатили теорію і практику помелів зерна в борошно.

Діючі «Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних підприємствах» наводять лише середньостатистичні значення, не враховуючи режимів подрібнення зерна та проміжних продуктів.

Тому актуальним питанням є встановлення залежностей виходу круподунових продуктів основних крупотворюючих та розмелювальних систем для потреб існуючих борошномельних заводів і проектування нових підприємств.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Дисертаційна робота виконана згідно тематики науково-дослідної роботи кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва «Розробка сучасних конкурентно-спроможних технологій виробництва харчових продуктів рослинного походження (№ДР 0101U004498)».

Мета і завдання досліджень. Метою роботи є підвищення конкурентоздатності продукції вітчизняних борошномельних підприємств за

рахунок удосконалення технологічного процесу помелу зерна пшениці в борошно та зниження енерговитрат в процесі його виробництва.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані такі завдання:

- Встановити вплив додаткового очищення зерна в елеваторі на вихід та якість готової продукції;
- Удосконалити технологію підготовки зерна до помелу для заводів високої потужності;
- дослідити режими подрібнення зерна на I III драних системах, та режими подрібнення продуктів помелу на 13 розмелювальних системах;
- розробити удосконалену технологію підготовки та помелу зерна в борошно, та дослідити її вплив на зниження витрат електроенергії на 1 тону переробленого зерна;
- розробити «Рекомендації по внесенню змін в технологію сортового помелу пшениці за скороченою схемою для діючих та проектуємих борошномельних заводів»;
- провести промислову апробацію і впровадити удосконалену технологію у виробництво та розрахувати економічний ефект від її впровадження.

Об'єкт досліджень – технологія сортового помелу пшениці в борошно високих сортів.

Предмет досліджень – зернопшениці, крупоутворення при подрібненні зерна пшениці, технологія помелу зерна в сортове борошно.

Методи досліджень – загальноприйняті, технологічні, математичні методи з використанням сучасних інформаційних технологій.

Наукова новизна одержаних результатів. На основі теоретичних та експериментальних досліджень вперше науково обгрунтовано скорочений технологічний процес помелу зерна пшениці в борошно високих сортів за рахунок використання процесів лушення і плющення зерна перед I драною системою, застосування «низьких» режимів подрібнення зерна на перших трьох драних та перших трьох розмелювальних системах, з метою збільшення загального виходу, а також збільшення виходу борошна вищого сорту.

Вперше доведено, що встановлення спеціального технологічного обладнання – ентолейторів-дисмембраторів дозволяє змінити спосіб дії на проміжні круподунстові продукти помелу та скоротити технологічний процес помелу зерна і відповідно зменшити кількість розмелювальних систем.

Експериментально підтверджено вплив додаткового очищення зерна в елеваторі на покращення технологічних властивостей зерна та підвищення якості і виходу готової продукції.

На підставі експериментальних даних теоретично обгрунтовано доцільність встановлення сепараторів із плоскорешітними полотнами для фракціонування зерна пшениці після основного етапу його зволоження.

Науково обгрунтовано та визначено режими подрібнення зерна та продуктів його переробки у драному процесі, за яких досягається найбільший вихід круподунстових продуктів.

Вперше встановлено залежність ефективності роботи ентолейторів-дисмембраторів від режимів подрібнення зерна на вальцьових верстатах.

Практичне значення одержаних результатів. Поєднання лушення зерна в зерноочисному відділенні, плющення перед першою драною системою та зниження режимів подрібнення зерна та продуктів його переробки на перших трьох драних системах та перших трьох розмелювальних системах, а також встановлення високопродуктивних ентолейторів-дисмембраторів ЕСМ-1,5 дає можливість скоротити технологічний процес помелу, а вивільнене обладнання задіяти для збільшення продуктивності борошномельного заводу.

На основі проведених досліджень рекомендується проводити додаткове очищення зерна від домішок в елеваторі, що також дає можливість підвищити якість готової продукції та вихід борошна.

Для виділення дрібної фракції зерна у кількості до 30 % перед лушенням доцільно використовувати зерновий сепаратор типу А1-БІС-12 із плоскими решітними полотнами з розміром отворів № 2а–3,0×20.

Для отримання найбільшого виходу круподунстових продуктів в драному процесі рекомендується встановлювати добуток продуктів на І драній системі – 40 %, на II драній системі – 60 %, на III драній системі крупній – 35 %, на III драній системі дрібній – 45 %.

Для збільшення виходу борошна на перших трьох розмелювальних системах рекомендується переобладнання технологічного процесу помелу з типових ентолейторів РЗ-БЕР на ентолейтори-дисмембратори ЕСМ-1,5, що дає можливість інтенсифікувати процес вилучення борошна. При цьому режим подрібнення на першій розмелювальній системі має становити 25...28 %, на другій розмелювальній – 30...35 %, на третій розмелювальній системі – 30...32 %.

Отримані математичні залежності виходу круподунстових продуктів подрібнення перших трьох драних та перших трьох розмелювальних систем можна використовувати для орієнтовного розрахунку теоретичного балансу помелу під час технологічного проектування нових борошномельних заводів.

Особистий внесок здобувача. Полягає в проведенні аналізу літературних джерел за темою дисертації; розробці методики та проведенні експериментальних досліджень у виробничих умовах; узагальненні та опублікуванні отриманих результатів; оформленні патенту на спосіб виробництва сортового борошна. Автор особисто приймав участь у проведенні досліджень по визначенню показників якості зерна, кількісно-якісних характеристик проміжних продуктів помелу та готової продукції. Особисто знімав кількісні баланси борошна з подальшим визначенням якості кожного потоку борошна. Планування експериментів, обговорення результатів досліджень та їх узагальнення проводилися разом із науковим керівником д.т.н., проф. Дмитруком Є.А.

Апробація результатів дисертації. Основні результати роботи доповідались на всеукраїнській науковій конференції молодих учених (УНУС, м.Умань, 2013 р.); всеукраїнській науковій конференції «Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних

підприємствах» (УНУС, м.Умань, 2013 р.); 80-й науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів (НУХТ, м.Київ, 2014 р.); міжнародній науковій конференції присвяченій 130-річчю НУХТ (НУХТ, м.Київ, 2014 р.); 82-й міжнародній науковій конференції молодих вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді–вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті» (НУХТ, м.Київ, 2016 р.), международная научно-практическая конференция «Инновационные подходы и технологии для повышения эффективности производств в условиях глобальной конкуренции», посвященная памяти член-корреспондента КазАСХН, д.т.н., проф. Тулеуова Е.Т. (Государственный университет им. Шакарима, г.Семей, 2016 р.).

Результати роботи апробовані і впроваджені у виробництві борошномельного заводу Вінницького комбінату хлібопродуктів №2 (смт. Десна, Вінницької області) та ТОВ «Баришівказернопродукт» (м. Баришівка Київської області).

Публікації. За результатами дисертації опубліковано 13 робіт, з них п'ять статей: дві статті – у закордонних виданнях, три статті – у фахових виданнях, затверджених МОН України, вісім тез доповідей наукових конференцій.

Структура дисертації та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку бібліографічних джерел (136 найменувань, т.ч. латиницею 25) та додатків. Робота викладена на 117 сторінках основного тексту, містить 28 рисунків та 18 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання дослідження, визначено об'єкт і предмет дослідження, викладено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, надано відомості стосовно особистого внеску здобувача й апробації результатів дисертації.

У **першому розділі «Аналіз літературних джерел та пошук пріоритетних напрямів досліджень»** розглянуто сучасні технології підготовки зерна до помелу, а також напрямки удосконалення технології очищення зерна при сортових помелах пшениці. Проведено аналіз актуальних проблем крупоутворення та розмелу збагачених продуктів помелу в сортове борошно. Вказано актуальні напрямки подальших досліджень.

У **другому розділі «Об'єкти і методи досліджень»** відображено організаційну, методологічну та технічну сторону дослідницької роботи. Розроблена схема досліджень, методики експериментальних досліджень помелу круподунстових продуктів, технологічних показників ефективності роботи розмелювального відділення борошномельного заводу. Результати експериментальних досліджень піддавались математично-статистичній обробці із застосуванням програмного забезпечення Microsoft Excel та Advanced Grapher.

У **третьому розділі «Дослідження технологічних процесів скорочення технології помелу»** показано вплив додаткового очищення зерна в елеваторі на зміни показників якості зерна, готової продукції, а також на збільшення виходу борошна. Загальний вихід борошна переробленої партії пшениці за добу, яке не

проходило підготовки в елеваторі був меншим на 1,2 % ніж тієї партії, яка проходила підготовку в елеваторі.

Додаткове очищення зерна в елеваторі дозволяє також підвищити білість борошна на окремих системах технологічного процесу. На рис. 1 наведено кумулятивні криві виходу борошна при додатковому очищенні зерна в елеваторі та без очищення.

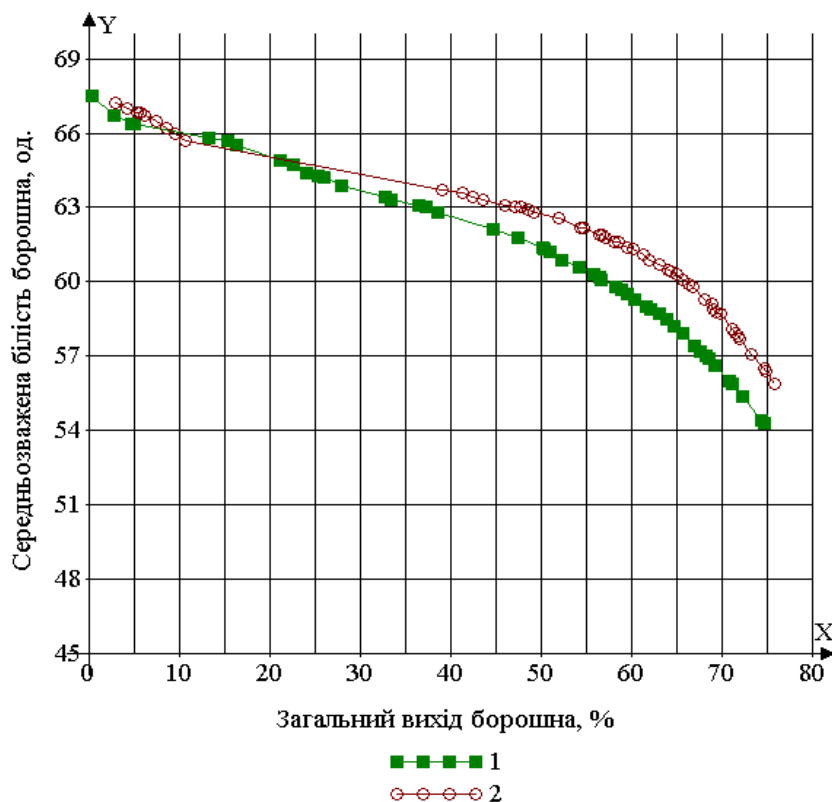


Рисунок 1 – Кумулятивні криві середньозваженої білості борошна при сортовому помелі пшениці за умови: 1 – зерно пшениці, що не проходило очищення в елеваторі; 2 – зерно пшениці додатково очищалося в елеваторі

З рис. 1 видно, що починаючи від сумарного виходу 20 % починається значне зменшення середньозваженої білості борошна при переробленні зерна пшениці, яке не проходило попереднього очищення в елеваторі в порівнянні із аналогічними даними переробленої партії пшениці, яка пройшла попередню підготовку в елеваторі. В таблиці 1 наведено загальний вихід борошна та його білість при різних способах підготовки зерна до помелу.

Лабораторними дослідженнями було встановлено, що для виділення дрібної фракції у кількості 30 % необхідно встановлювати решітні полотна з розмірами отворів № 2а–2,6×20. Фракціонування зерна перед луценням показало, що для виділення дрібної фракції зерна в кількості 30 % в сепараторах з плоскими решітними полотнами типу А1-БІС-12 необхідно встановлювати решітні полотна з отворами № 2а–3,0×20.

Таблиця 1 – Загальний вихід та показники якості борошна при різних способах підготовки зерна до помелу

Вид обробки	Загальний вихід борошна, %	Середньозважена білість борошна, од.
Партія зерна пшениці, яка не оброблялася в елеваторі	74,6	54
Партія зерна пшениці, яка очищала в елеваторі	75,8	55

Дослідження режимів подрібнення зерна на I драній системі дали можливість встановити закономірності виходу окремих класів проміжних продуктів подрібнення та рекомендувати добуток проміжних продуктів на I др.с. в кількості 40 %. При такому добутку проміжних продуктів подрібнення спостерігалася найбільший вихід круподунових продуктів (рис. 2). Подальше збільшення добутку продуктів помелу призводило до переподрібнення крупної крупки у дрібніші класи продуктів.

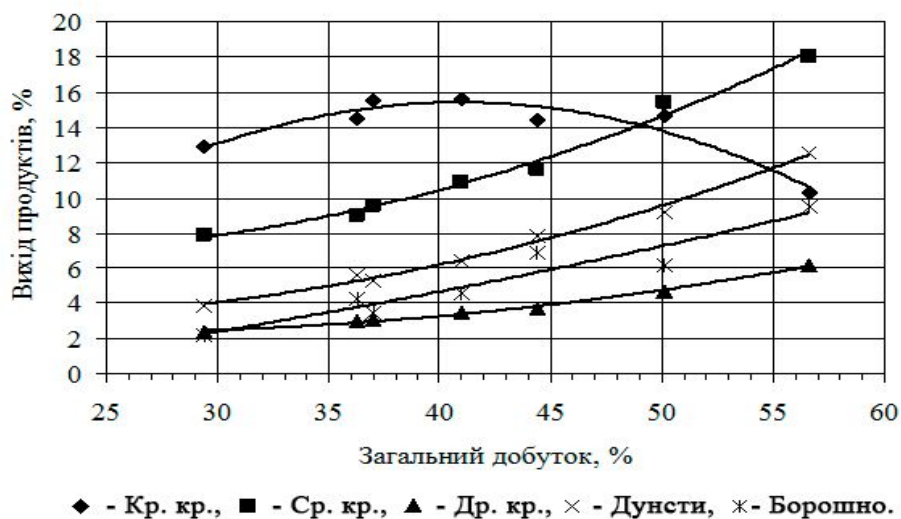


Рисунок 2 – Вихід крупок, дунстів і борошна в залежності від режиму роботи I драної системи

Дослідження режимів подрібнення II драної системи показали, що найбільший вихід середньої крупки можна досягти при загальному добутку продуктів подрібнення 60 %. При цьому вихід крупної крупки зменшується за рахунок переподрібнення їх у дрібніші класи проміжних продуктів (рис. 3). Режим подрібнення I др.с. становив 37,9 %.

Підвищення загального добутку продуктів помелу на II драній системі вище 60 % призводить до зменшення виходу крупної та середньої крупки, а також до підвищення виходу дрібної крупки дунстів та борошна.

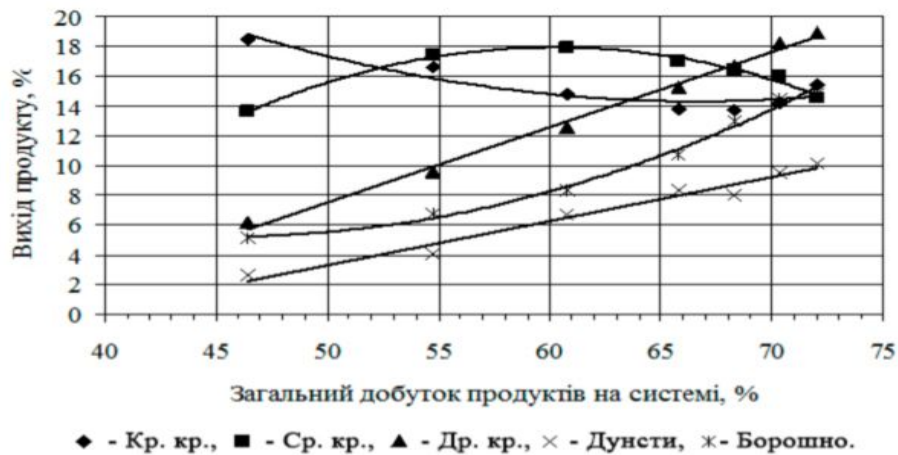


Рисунок 3 – Вихід круподунстових продуктів та борошна в залежності від режиму подрібнення II драної системи

Дослідження виходу круподунстових продуктів III драної системи крупної показали, що вихід дрібної крупки має лінійну залежність, а вихід середньої крупки, дунстів та борошна має криволінійну залежність (рис. 4).

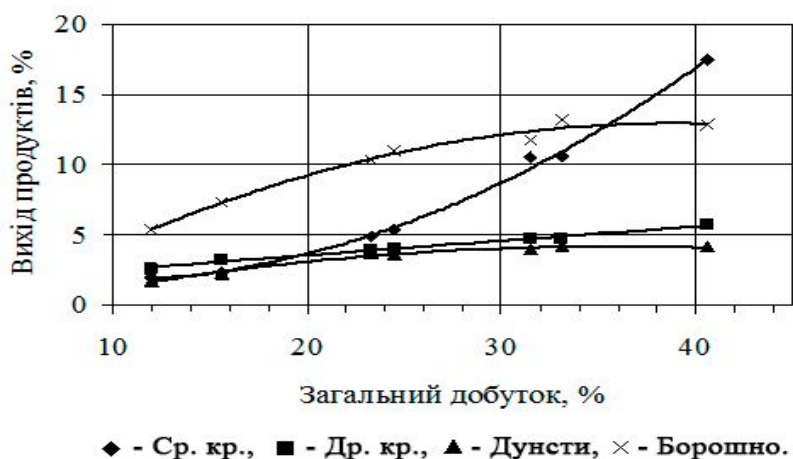


Рисунок 4 – Вихід круподунстових продуктів в залежності від режиму подрібнення III драної системи крупної

При режимі подрібнення на II драній системі 64,3 %, рекомендовано режим подрібнення III драної системи крупної, при якому досягається добуток продуктів подрібнення 35 %.

В сходових продуктах (схід сита 056) III драної системи крупної крупки не виявлено.

На основі досліджень, рекомендовано режим подрібнення III драної системи дрібної, при якому досягається добуток продуктів подрібнення 45 %, що також рекомендується «Правилами». На рис. 5 наведено результати досліджень виходу окремих класів проміжних продуктів помелу на III драній системі дрібній.

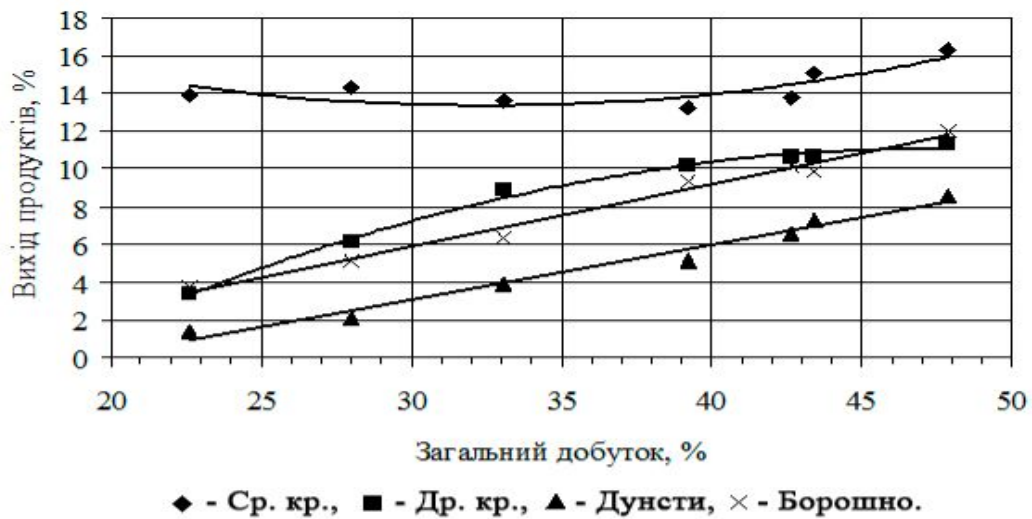


Рисунок 5 – Вихід круподунстових продуктів та борошна при подрібненні сходових продуктів на III драній системі дрібній

З метою виявлення можливості інтенсифікації процесу подрібнення систем, які подрібнюють продукти першої якості (1...3 р.с.), проведено дослідження режимів їх роботи. Виявлено, що при роботі 1 розмелювальної системи зі збільшенням загального добутку з 25,2 % до 56,3 % вихід дунстів та борошна 1 сорту збільшується за рахунок подрібнення інших фракцій продуктів помелу (рис. 6).

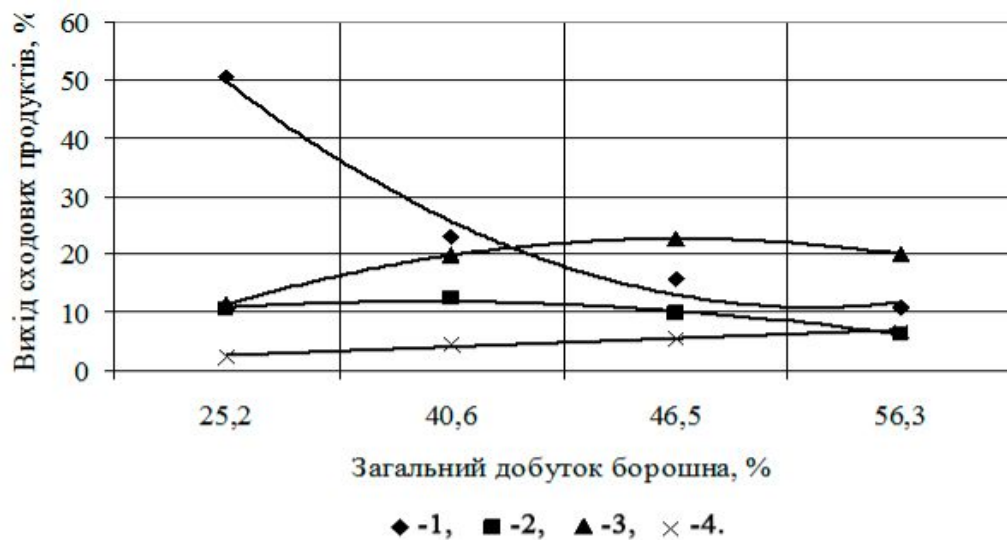


Рисунок 6 – Усереднений вихід сходових продуктів на 1 розмелювальній системі (вальцьовий верстат + ентолейтор-дисмембраторЕСМ-1,5) з врахуванням недосіву: 1 – сходовий продукт (суміш дрібної та середньої крупки); 2 – жорсткий дунст; 3 – м'який дунст; 4 – борошно 1-го сорту

Аналіз результатів даних подрібнення проміжних продуктів 1 р.с. у вальцьових верстатах та ентолейторах-дисмембраторахЕСМ-1,5 показав, що вилучення борошна в ентолейторах-дисмембраторахЕСМ-1,5 збільшується за лінійною залежністю при збільшенні добутку борошна у вальцьовому верстаті (рис. 7).

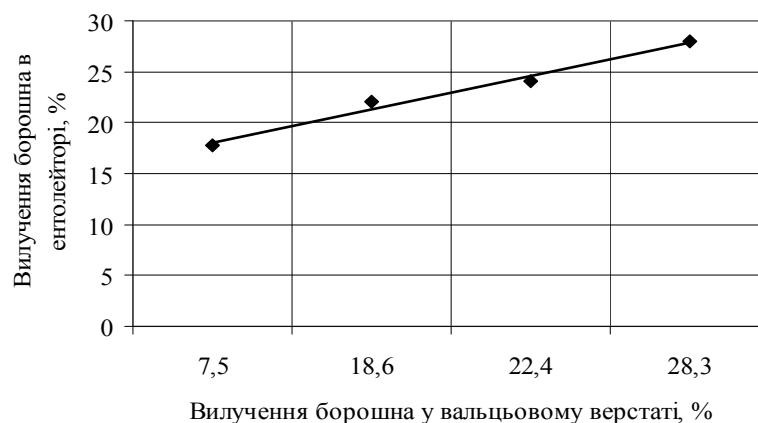


Рисунок 7 – Залежність виходу борошна вищого сорту в ентолейторі-дисембраторі ЕСМ-1,5 від виходу борошна у вальцювому верстаті на 1-й розмелювальній системі з врахуванням недосіву

Так при вилученні борошна у вальцювому верстаті з 7,5 % до 28,3 % вихід борошна в ентолейторі-дисембраторі збільшувався відповідно з 17,7 % до 28,0 %. Із даних рис. 7 видно, що вальцюві верстати 2-ї розмелювальної системи можуть дати максимальний добуток борошна до 35 % по відношенню до системи, в той же час додаткове подрібнення проміжних продуктів в ентолейторі-дисембраторі ЕСМ-1,5 дозволяє підвищити загальний добуток борошна вищого сорту до 60 %, щона 25 % більше ніж при застосуванні тільки одного вальцювого верстата.

В табл. 2 наведено вихід окремих класів крупності продуктів подрібнення після вальцювого верстата та після ентолейтора-дисембратора 1 розмелювальної системи.

Таблиця 2 – Вихід круподунових продуктів після подрібнення у вальцювому верстаті та ентолейторі-дисембраторі ЕСМ-1,5, у %

№ п/п	Суміш середньої та дрібної крупки		Жорсткий дунст		М'який дунст		Борошно 1-го сорту		Борошно вищого сорту	
	вальцювий верстат	ентолейтор	вальцювий верстат	ентолейтор	вальцювий верстат	ентолейтор	вальцювий верстат	ентолейтор	вальцювий верстат	ентолейтор
1	40,8	15,7	12,4	9,7	20,4	22,6	3,9	5,4	22,3	46,4
2	33,7	10,7	10,5	6,3	22,4	20,0	5,1	6,7	28,3	56,3
3	49,1	22,8	12,8	12,4	16,4	19,8	3,0	4,4	18,5	40,6
4	75,7	50,5	7,7	10,6	7,5	11,3	1,5	2,3	7,4	25,2

Результати досліджень показують, що для інтенсифікації процесу помелу збагачених круподунових продуктів на 1 р.с. необхідно підвищувати режими

подрібнення у вальцовому верстаті до максимально можливих значень (50...55 %), що позитивно позначається на ефективності роботи ентолейторів-дисмембраторів. Слід уникати утворення пластівців за рахунок низьких режимів подрібнення.

При збільшенні загального добутку борошна вищого сорту у вальцовому верстаті 2 р.с. після проходження суміші продуктів подрібнення через ентолейтор-дисмембраторЕСМ-1,5 спостерігається аналогічне зменшення виходу дрібної крупки та дунстів, добуток борошна першого сорту суттєво не змінюється. Результати досліджень наведено на рис. 8.

Залежність виходу борошна у ентолейторі-дисмембраторіЕСМ-1,5 підкоряється лінійному закону в залежності від виходу борошна вищого сорту у вальцовому верстаті 2-ї розмелювальної системи. Із збільшенням добутку борошна вищого сорту у вальцовому верстаті з 5,3 % до 31,0 %, вихід борошна після ентолейтора-дисмембратораЕСМ-1,5 збільшується відповідно з 28,5 % до 61,7 %.

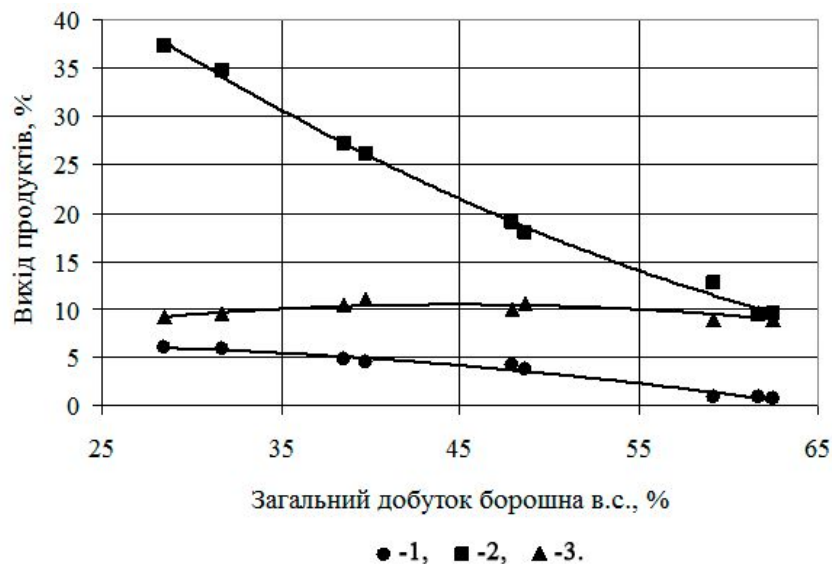


Рисунок 8 – Вихід сходових продуктів на 2 розмелювальній системі (вальцовий верстат + ентолейтор-дисмембратор) з врахуванням недосіву: 1 – дрібна крупка; 2 – дунсти; 3 – борошно першого сорту

Дослідженнями режимів подрібнення 3 р.с. встановлено, що вихід дунстів та борошна 1-го сорту здійснюється за лінійними залежностями. Вихід дунстів та борошна збільшується за рахунок подрібнення інших крупніших класів продуктів (дрібної крупки) (рис. 9).

Із аналізу даних рис. 9 можна побачити, що використання лише вальцового верстату дозволяє отримати загальний вихід борошна вищого сорту на 3-й розмелювальній системі до 33,0 %. Додаткове застосування ентолейтора-дисмембратораЕСМ-1,5 дозволяє збільшити вихід борошна на цій системі з 33,0 % до 54,4 % по відношенню до системи. Дослідженнями встановлено, що із збільшенням загального добутку борошна вищого сорту у вальцовому верстаті 3-ї розмелювальної системи з 19,9 % до 32,1 % приріст

виходу борошна вищого сорту в ентолейторі-дисмембраторі ЕСМ-1,5 має лінійну залежність і збільшився з 14,2 % до 54,4 %.

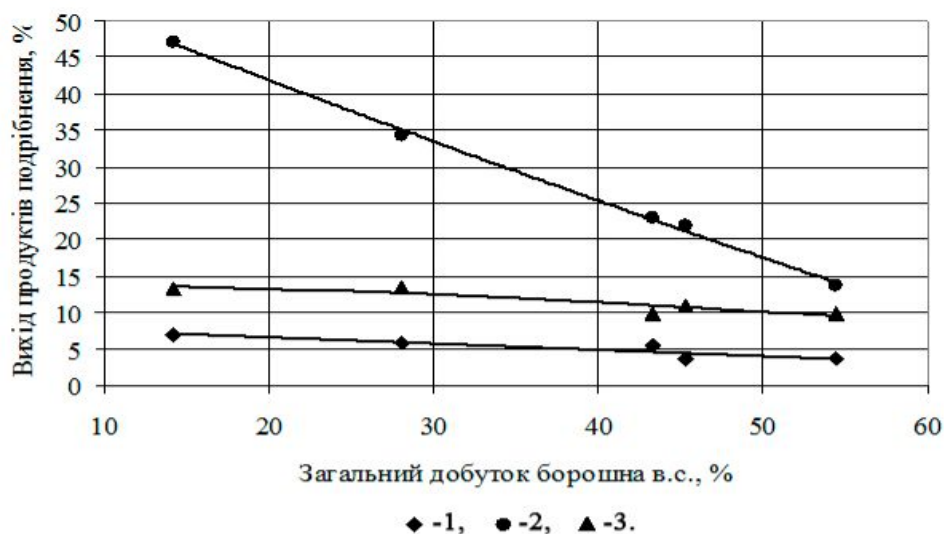


Рисунок 9 – Залежність виходу сходових продуктів від добутку борошна вищого сорту після ентолейтора-дисмембратора ЕСМ-1,5 3-ї розмелювальної системи з урахуванням недосіву: 1 – дрібна крупка; 2 – дунсти; 3 – борошно 1-го сорту

Математична обробка даних дала можливість отримати залежності виходу окремих класів проміжних продуктів подрібнення для драних та розмелювальних систем. Ці залежності можна рекомендувати для наближеного розрахунку кількісного балансу помелу під час проектування нових борошномельних заводів.

На основі проведених досліджень встановлено, що скорочення технологічного процесу помелу зерна в сортове борошно при відповідній організації підготовки зерна призводить до покращення якості готової продукції, але за умови інтенсифікованих режимів роботи драних систем та розмелювальних систем. При переводі борошномельного заводу на скорочений режим помелу із рекомендованими режимами подрібнення, загальний вихід борошна збільшується на 0,5...1,0 %, у тому числі вищого сорту на 5...10 %, якість випеченого хліба залишається незмінною.

У четвертому розділі «Розроблення та наукове обґрунтування технологічного процесу помелу зерна в сортове борошно» подані рекомендації підготовки зерна до помелу в елеваторі, з метою покращення якості зерна пшениці, наведено принципові схеми лушення зерна для борошномельних заводів різної продуктивності. Для борошномельних заводів продуктивністю більше 250 т/добу рекомендовано проводити лушення зерна пшениці лише дрібної фракції у кількості 30 %, яка відбиралась у сепараторах із плоскими решітними полотнами з розмірами отворів № 2а–3,0×20.

Показано вплив технологічного прийому лушення дрібної фракції та плющення зерна пшениці перед I драною системою на енерговитрати під час перероблення зерна пшениці в сортове борошно. Експериментально доведено,

що ці два технологічні прийоми дозволили підняти продуктивність борошномельного заводу із 270 т/добу до 330 т/добу і в подальшому до 350 т/добу без додаткового встановлення розмелювального обладнання, а особливо додаткових вальцових верстатів на I др.с. В табл. 3 наведено порівняльний аналіз витрат електроенергії на підприємстві на 1 тону переробленого зерна до реконструкції та після неї.

Таблиця 3 – Середні витрати електроенергії на 1 тону переробленого зерна

№ п/п	Місяць	Витрати електроенергії, кВт/тону зерна	
		до реконструкції (2012 рік)	після реконструкції (2013 рік)
1	Лютий	70,8	–
2	Березень	70,7	–
3	Квітень	69,7	73,0
4	Травень	–	68,4
5	Червень	–	68,7
6	Липень	–	65,9
7	Серпень	–	62,6
8	Вересень	–	61,7
9	Жовтень	–	61,7

Використання процесів лушення та плющення дали можливість підвищити продуктивність розмелювального відділення борошномельного заводу. На основі проведених досліджень підвищено загальний добуток проміжних продуктів до 40 % на I драній системі, до 60 % на II драній системі, до 35 % на III драній системі крупній та до 45 % на III драній системі дрібній дозволило скоротити технологічний процес із 11 розмелювальних систем до 7 систем.

Зменшення витрат електроенергії на 1 тону переробленого зерна є результатом підвищення продуктивності підприємства. У випадку, якщо продуктивність борошномельного заводу залишиться незмінною, енерговитрати на 1 тону переробленого зерна зростатимуть та перевищать величину витрат електроенергії, яка була до впровадження нових технологічних рішень. Підвищення продуктивності борошномельного заводу здійснюється за рахунок застосування системи плющення зерна перед помелом без додаткового встановлення вальцових верстатів. Режим роботи плющильної системи повинен забезпечувати загальний добуток продуктів подрібнення (прохід сита 1,0) до 5,0 %. Зниження режиму є недоцільним і призведе до збільшення енерговитрат на помел в цілому. Встановлення плющильної системи є вирішальною у підвищенні продуктивності борошномельного заводу. В результаті впровадження результатів роботи у промислове виробництво на Вінницькому КХП № 2 отримано економічний ефект в сумі 4884,7 тис. грн.

На рис. 10 наведено схему технологічного процесу зерноочисного відділення впровадженого на борошномельному заводі продуктивністю 330 т/добу. Схему технологічного процесу розмелювального відділення наведено на рис.11.

ВИСНОВКИ

Результати проведених досліджень дозволили удосконалити технологію переробки зерна пшениці за рахунок поєднання таких технологічних операцій, які вперше виконані сумісно: додаткове очищення зерна в елеваторі, фракціонування зернової маси на крупну та дрібну фракції, лушення дрібної фракції зерна пшениці на лушильниках «Каскад-М», плющення зерна пшениці перед I драною системою, зниження режимів подрібнення зерна та продуктів його переробки на перших трьох драних системах та перших трьох розмелювальних системах та використання ентолейторів-дисмембраторів ЕСМ-1,5 замість ентолейторів РЗ-БЕР.

1. Практично підтверджено вплив додаткового очищення зерна в елеваторі. Встановлено, що додаткове очищення зерна в елеваторі дозволяє збільшити загальний вихід борошна на 1,2 % за рахунок додаткового виділення домішок та покращення якості зерна пшениці.

2. Вперше розроблено удосконалену технологічну схему підготовки зерна до помелу для борошномельного заводу продуктивністю 270 т/добу із застосуванням етапу лушення, що досягається за рахунок фракціонування зерна пшениці на зерноочисному сепараторі із плоскими решітними полотнами. Для виділення до 30 % дрібної фракції зерна пшениці в лінії лушення рекомендується встановлювати решітні полотна з розмірами отворів № 2а–3,0×20.

3. Встановлено режими подрібнення зерна та проміжних продуктів подрібнення перших трьох драних систем. Отримано математичні залежності добутку окремих продуктів подрібнення від загального добутку на системі. Рекомендується встановлювати добуток продуктів на I драній системі – 40 %, на II драній системі – 60 %; на III драній системі крупний – 35 %, на III драній системі дрібний – 45 %, при сталих параметрах роботи вальців у вальцових верстатах.

4. Визначено режими подрібнення та запропоновано математичні залежності добутку борошна та круподунових продуктів на перших трьох розмелювальних системах із додатковим обладнанням ентолейторами-дисмембраторами ЕСМ-1,5. Найбільшого добутку борошна на 1-й розмелювальній системі досягають за режимів подрібнення на вальцовому верстаті – 28 %, на 2-й розмелювальній системі – 35 %, на 3-й розмелювальній системі – 32 %. При цьому застосування ентолейторів-дисмембраторів ЕСМ-1,5 дозволяє збільшити загальний добуток борошна на 1-й розмелювальній системі до 56 %, на 2-й розмелювальній системі до 62 %, на 3-й розмелювальній системі до 54 %. Експериментально встановлено, що залежність між добутком борошна вищого сорту у вальцових верстатах розмелювальних систем та виходом борошна вищого сорту в ентолейторах-дисмембраторах ЕСМ-1,5 має лінійну залежність. Результати експериментальних досліджень описано математичними залежностями, що дозволяє використовувати їх для розрахунку кількісних балансів борошна.

5. Розроблено та впроваджено технологію підготовки зерна до помелу, яка включає очищення зерна в елеваторі, лушення дрібної фракції зерна

пшениці в кількості до 30 % після відволожування та етап плющення зерна пшениці перед I драною системою. Проведені дослідження із застосуванням вище наведених прийомів дали можливість скоротити кількість розмелювальних систем, а вивільнене обладнання задіяти для збільшення продуктивності борошномельного заводу з 270 т/добу до 330 т/добу без додаткового обладнання у розмелювальному відділенні, за винятком вальцювого верстата для плющення. Впровадження вище описаних прийомів підготовки зерна до помелу та підвищення продуктивності борошномельного заводу дозволяє зменшити витрати електроенергії на 1 тону переробленого зерна на 10...11 кВт·год та збільшити загальний вихід борошна на 0,5...1,5 %, у тому числі вищого сорту на 5...10 %.

6. Вперше розроблено та затверджено «Рекомендації по внесенню змін в технологію сортового помелу пшениці за скороченою схемою для діючих та проектуємих борошномельних заводів».

7. Результати роботи впроваджено на борошномельних заводах сортового помелу пшениці Вінницького комбінату хлібопродуктів № 2, та ТОВ «Баришівказернопродукт» (м. Баришівка Київської обл.). Економічний ефект від впровадження на Вінницькому КХП удосконаленої технології виробництва сортового борошна становить 4881,70 тис. грн..

ПЕРЕЛІК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Єремеева, О.А. Організація процесу лушення пшениці на млинзаводах різної продуктивності / О.А. Єремеева, В.Б. Ільчук, Є.І. Харченко // Хранение и переработка зерна, 2013. – № 6. – С. 58-60 (*Журнал входить до затвердженого МОН переліку фахових видань України з технічних наук*).

2. Харченко, Е.И. Исследование выхода круподуговых продуктов при изменении режимов измельчения драных систем / Е.И. Харченко, А.В. Шаран, Е.А. Еремеева // Вестник АГТУ, 2014. – №1(15). – С. 121-126 (*Журнал входить до затвердженого МОН переліку фахових видань з технічних наук. Закордонне видання*).

3. Дмитрук, Є.А. Удосконалення сортових помелів пшениці / Є.А. Дмитрук, В.Б. Ільчук, Є.І. Харченко, О.А. Єремеева // Хранение и переработка зерна, 2014. – №5. – С. 57-59 (*Журнал входить до затвердженого МОН переліку фахових видань України з технічних наук*).

4. Харченко, Е.И. Влияние режимов измельчения драных систем на выход круподуговых продуктов / Е.И. Харченко, В.Б. Ільчук, Е.А. Еремеева // Хлебопродукты, 2014. – №6. – С. 51-53 (*Журнал входить до затвердженого МОН переліку фахових видань з технічних наук. Закордонне видання*).

5. Ільчук, В.Б. Очищення зерна в елеваторі покращує якість борошна / В.Б. Ільчук, Є.І. Харченко, Є.А. Єремеева, К.В. Костецька // Хранение и переработка зерна, 2014. – №10. – С. 26-28 (*Журнал входить до затвердженого МОН переліку фахових видань України з технічних наук*).

Тези доповідей та матеріали конференцій:

6. Єремєєва, О.А. Технологія процесу лушення пшениці на млинзаводах різної продуктивності / О.А. Єремєєва, Є.І. Харченко // Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах // Тези доповідей Всеукраїнської наукової конференції. – Умань: ВПЦ «Візаві», 2013. – С.10-12.

7. Кожевнікова, М. Режими крупоутворення драних систем / М. Кожевнікова, Є. Верещак, А. Шаран, О. Єремєєва // «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» : 80 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 10-11 квітня 2014 р. – К.: НУХТ, 2014. – С. 270-271.

8. Харченко, Є.І. Вплив режимів роботи вальцювого верстата на вихід борошна в ентолейторі / Є.І. Харченко, О.А. Єремєєва // «Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчової промисловості» : міжнародна наукова конференція, присвячена 130-річчю Національного університету харчових технологій, 13-17 жовтня 2014 р. – К. НУХТ, 2014. – С. 101.

9. Єремєєва, О.А. Сучасний стан технології виробництва борошна на млинах продуктивністю 250т/добу /О. А. Єремєєва//Матеріали всеукраїнської наукової конференції молодих учених // Тези доповідей Всеукраїнської наукової конференції. – Умань: «Візаві», 2013. – С.171-173.

10. Єремєєва, О.А. «Дослідження системи вальцовийверстат – ентолейтор-дисмембратор» / О. А. Єремєєва, Є.І. Харченко // «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» : 82 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 13-14 квітня 2016р. – К. НУХТ, 2016. – С. 177.

11. Харченко, Е.И. Размолкруподунстовихпродуктовпервогочаества / Е.И. Харченко, А.В. Шаран, Е.А. Еремеева // «Инновационныеподходы и технологи для повышенияэффективностипроизводств в условияхглобальнойконкуренции»: международнаянаучно-практическаяконференция, посвященнаяпамяти член-кореспондента КазАСХН, д.т.н., проф. Тулеуова Е.Т., 01 марта 2016 г. – Семей: Государственный университет им. Шакарима, 2016. –Т.II. 801с., – С.543-548.

12. Єремєєва, О.А. Дослідження режимів роботи вальцювого верстата та ентолейтора на другій розмелювальній системі / О. А. Єремєєва, Є.І. Харченко // «Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва» : міжнародна наукова конференція // Тези доповідей Всеукраїнської наукової конференції. – Умань: «Візаві», 2016. – С.15-16.

13. Єремєєва, О.А. Дослідження ефективності роботи млинзаводу зі скороченим технологічним процесом/ О.А. Єремєєва, Є.І.Харченко // «Актуальні проблеми садівництва в сучасній аграрній науці»: Матеріали всеукраїнської наукової конференції молодих учених // Тези доповідей Всеукраїнської наукової конференції. – Умань: «Візаві», 2016. – С.145-146.

Особистий внесок здобувача: проведення літературного пошуку, підготовка об'єктів дослідження, проведення експериментів та опрацювання одержаних результатів; формулювання висновків та підготовка матеріалів до

публікації [1-6, 8]; проведення експериментів та опрацювання одержаних результатів [7].

АНОТАЦІЯ

Єремєєва О.А. Удосконалення технології переробки зерна пшениці на борошномельних підприємствах. – На правах рукопису.

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. – Уманський національний університет садівництва, Умань, 2016.

Дисертацію присвячено науковому обґрунтуванню скороченої технології сортових помелів пшениці для промислових борошномельних заводів потужністю 250 т/добу і більше.

У роботі показано вплив додаткового очищення зерна до сортового помелу в елеваторі. Експериментально встановлено, що для виділення дрібної фракції зерна пшениці в кількості 30 % у сепараторах із плоскими решітними полотнами необхідно встановлювати полотна з отворами №2а-3,0×20. Досліджено режими подрібнення крупоутворюючих систем, для драних систем розмелювального процесу рекомендовано наступні режими подрібнення: І др.с. – 40 %, ІІ др.с. – 60 %, ІІІ др.с.кр – 35 %, ІІІ др.с.др – 45 %. Досліджено режими подрібнення проміжних продуктів помелу першої якості у вальцових верстатах та ентолейторах-дисмембраторах ЕСМ-1,5. На основі експериментальних даних отримано залежності виходу окремих класів проміжних продуктів подрібнення від добутку продуктів на досліджуваних системах.

Наведено організацію технологічного процесу лушення зерна перед помелом, а також схеми підготовки зерна до помелу та помелу зерна в сортове борошно для борошномельного заводу потужністю 330 т/добу, здійснено їх опис. Проведено дослідження та аналіз енерговитрат на подрібнення пшениці в сортове борошно впровадженого технологічного процесу.

Ключові слова: пшеничне борошно, лушення, зерно, плющення, вальцовий верстат, ентолейтор-дисмембратор, режими подрібнення.

АННОТАЦИЯ

Еремеева Е.А. Усовершенствование технологии переработки зерна пшеницы на мукомольных предприятиях. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.02 – технология зерновых, бобовых, крупяных продуктов и комбикормов, масличных и лубяных культур. – Уманский национальный университет садоводства, Умань, 2016.

Диссертация посвящена научному обоснованию сокращенной технологии сортовых помолов пшеницы для промышленных мукомольных заводов разной производительности.

В работе показано влияние дополнительной очистки зерна в элеваторе на выход и качество муки при сортовом помоле.

Разработаны технологические процессы шелушения зерна для мукомольных заводов разной производительности. Для мукомольных заводов производительностью более 200 т/сутки рекомендовано проводить шелушение только мелкой фракции зерна пшеницы. Показана возможность разделения зерновой массы на зерновых сепараторах с плоскими решётными полотнами. Экспериментально установлено, что для выделения мелкой фракции зерна пшеницы в количестве 30 % в сепараторах с плоскими решётными полотнами необходимо устанавливать решётные полотна с отверстиями №2а-3,0×20.

Исследованы режимы измельчения крупнообразующих систем, для драных систем размольного процесса рекомендовано следующие режимы измельчения: I др.с. – 40 %, II др.с. – 60 %, III др.с.кр – 35 %, III др.с.м – 45 %. Исследованы режимы измельчения промежуточных продуктов помола первого качества в вальцовых станках и энтолейторах-дисмембраторах ЕСМ-1,5. Рекомендованы режимы измельчения для размольных систем первого качества: 1 р.с. – 28 %, 2 р.с. – 31 %, 3 р.с. – 32 %. Дополнительное использование энтолейторов-дисмембраторов даёт возможность повысить выход муки на 1 р.с. до 56 %, на 2 р.с. до 62 % и на 3 р.с. до 57 %. Установлено, что между общим извлечением муки в вальцовом станке и в энтолейторе-дисмембраторе существует линейная зависимость. На основе экспериментальных данных получены зависимости выхода отдельных классов промежуточных продуктов от извлечения продуктов на исследованных драных и размольных системах, что позволяет использовать для расчёта теоретического баланса сортового помола.

Экспериментально установлено, что применение плющения зерна пшеницы перед помолом позволяет повысить производительность мельницы до 50 т/сутки без увеличения количества вальцовых станков. Применение плющения и интенсифицированных режимов измельчения зерна пшеницы и продуктов его переработки позволяет сократить развитый технологический процесс помола без добавления дополнительного технологического оборудования.

Приведены организация технологического процесса шелушения зерна перед помолом, а также схемы подготовки зерна к помолу и помола зерна в сортовую муку для мельзавода мощностью 330 т/сутки с последующим их описанием. Проведено исследование и анализ энергозатрат на измельчение пшеницы в сортовую муку внедренного технологического процесса.

Ключевые слова: пшеничная мука, шелушение зерна, плющение, вальцовый станок, энтолейтор-дисмембратор, режим измельчения.

SUMMARY

O.A.Eremeeva. The improvement of technology and reduction in energy consumption for flour mills. - The manuscript.

The thesis for the degree of candidate of technical sciences, specialty 05.18.02 - technology of grains, legumes, cereal products and animal feed, oil and bast crops.- National University of Horticulture Uman, Uman, 2016.

The thesis is devoted to scientific substantiation of reduced high-grade technology industrial grinding wheat for flour mills with capacity of 250 tons / day or more.

The work shows the influence additional treatment to high-quality grinding grain in the elevator. Experimentally that fines for allocation of wheat in an amount of 30% of the flat separators reshitnyny canvas paintings must be installed with holes №2а-3,0 × 20. Krupoutvoryuyuchyh regimes investigated shredding systems for the grinding process of lath recommended the following grinding regimes: And dr.s. - 40%, second dr.s. - 60% dr.s.kr third - 35%, the third dr.s.dr - 45%. Investigated modes intermediates grinding flour first quality roller machines and entoleytora-hdysmembratorahECM-1.5. Based on experimental data obtained dependence of certain classes of intermediates grinding product products in the studied systems.

An organization of the process of peeling grains before milling and training schemes grain for milling and grinding grain High quality meal for mlynzavodu capacity of 330 tons / day, made their description. The research and analysis of energy consumption for grinding wheat into flour High quality embedded process.

Key words: wheat flour, flaking, grain, rolling, roller machine, entoleytora modes shredding.

Підписано до друку 21.10.2016 р. Формат 60×90/16
Обсяг 1,0 умов. Друк. Арк. Наклад 100 прим.
Замовлення № 146
Редакціно-видавничий відділ Уманського НУС
Свідоцтво ДК №2499 від 18.05.2006 р.
20305, м. Умань, вул. Інститутська, 1
e-mail: unus_rvv@ukr.net