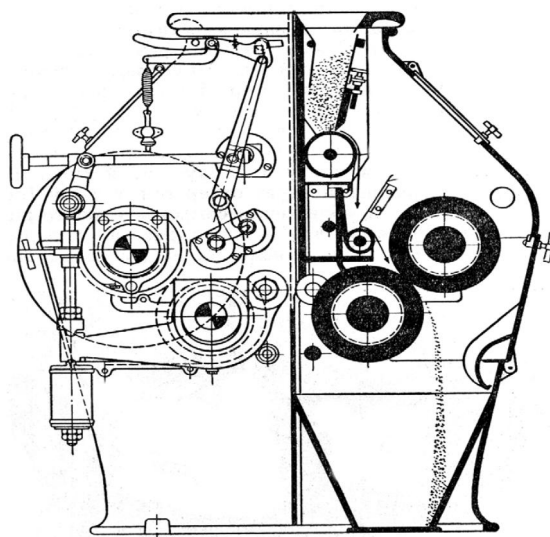


МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Агрономічний факультет

Кафедра виноградарства та плодовоовочівництва

ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНА

Методичні рекомендації щодо виконання лабораторних робіт
студентами агрономічного факультету спеціальності 8.09010101
«Агрономія» ОКР «Магістр»



Миколаїв
2013

УДК 664.7

ББК 36.82

Т 38

Друкується за рішенням науково-методичної комісії агрономічного факультету Миколаївського національного аграрного університету від 31.10.2012 р., протокол № 2.

Укладач:

І. Д. Дудяк – кандидат с.-г. наук, завідувач кафедри виноградарства та плодовоовочівництва, Миколаївський національний аграрний університет.

О. В. Котляр – асистент кафедри виноградарства та плодовоовочівництва, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

О. М. Дробітько – кандидат с.-г. наук, голова правління ФГ «Олена» Братського району Миколаївської області;

С. Г. Козлов – кандидат с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва та садово-паркового господарства, Миколаївський національний аграрний університет.

© Миколаївський національний аграрний університет, 2013

ПЕРЕДМОВА

Зерно і вироблені з нього продукти: борошно, крупа і хліб овіяні легендарною славою практично усіх поколінь людей, що колинебудь жили на Планеті Земля. Скільки прислів'їв, пісень, заповітів, що прославляють хліб і людей, які його вирощують та обробляють. Святість зерна і хліба відмічена майже у всіх релігіях світу. «Хліб наш насущний...» – такі слова проголошують в одній із священних молитв православних християн. В чому причина такого ставлення людей до зерна та хліба необхідно знати усім, а особливо тим, хто присвятив своє життя їх Величностям.

Аналіз проблем розвитку сільського господарства і харчування людей планети Земля, який проведено спеціальною комісією Організації Об'єднаних Націй (ФАО), показує, що на Землі ніколи не було достатньої кількості продуктів харчування. Кількість населення на Землі постійно зростає і в нинішній час досягла 6 млрд. Збільшується також і виробництво продуктів харчування, але їх зростання не вистачає для того, щоб нагодувати усіх жителів планети. Інтенсивне зростання населення Землі породжує складні проблеми і заставляє, насамперед фахівців, шукати нові шляхи збільшення продуктів харчування.

Техніка і технологія виробництва борошна тісно пов'язані з розвитком цивілізації. Тому історію розвитку борошномельного виробництва доцільно розглядати за етапами розвитку людського суспільства. Найбільш повний аналіз історичного розвитку борошномельного виробництва зробив професор Я.М. Купріц (1951). Переробка зерна в крупу чи борошно з'явилась з появою на Землі землеробства. В той далекий період люди навчились подрібнювати зерна примітивним знаряддям виробництва, яке пізніше назвали «зернотерками». Зернотерки складались із двох камінців з плоскими поверхнями, поміж яких і розтирали зерно. Такі зернотерки, а також ступки, були знайдені при розкопках на території Київської області і відносяться до III тисячоліття до н. е. (період Трипільської культури). На теренах колишнього Радянського Союзу це була найбільш древня знахідка, яка свідчить про те, що на території середньої течії Дніпра в ті далекі часи з'явилися перші ознаки початкового землеробства. І не випадково на цій території трохи пізніше з'явилась держава, яка називалась «Київська Русь» з центром у Києві.

У зв'язку з цим оволодіння лабораторними та практичними знаннями з технології переробки зерна вкрай важливе для студентів агрономічних спеціальностей.

В методичні рекомендації увійшли лабораторні роботи з двох модулів навчальної дисципліни „Технологія переробки зерна”, що викладається за Європейською кредитно-трансферною системою організації навчального процесу в Миколаївському національному аграрному університеті.

МОДУЛЬ 1. ВИРОБНИЦТВО БОРОШНА

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

ТЕМА: ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СЕПАРУВАННЯ ЗЕРНОВОЇ МАСИ

Мета роботи. Проведення порівняльної оцінки різних варіантів організації процесу сепарації з метою вибору найбільш ефективного.

Попередні зауваження. При виборі конкретної схеми сепарації зернової суміші і характеристики робочих органів сепаруючих машин технолог повинен ґрунтуватися передусім на оцінці ефективності процесу. Порівнюючи різні варіанти вибирають той, при якому здійснюється як найповніше розділення суміші.

Методичні вказівки. Розрахунок ефективності (%) процесу ведуть по формулах

$$E = \frac{1}{M} (E_1 P_1 + E_2 P_2), \quad (1)$$

$$M = P_1 + P_2, \quad (2)$$

де E_1 і E_2 - ефективність виділення першого і другого компонентів суміші; P_2 і P_1 масова частка компонентів після сепарації суміші; M - загальна маса партії(суміші).

Окремі значення технологічної ефективності (процесу визначають по формулах

$$E_1 = \left(= \frac{\frac{P_1 - g_1 - m_1}{P_1} \frac{M}{M}}{1 - \frac{m_1}{M}} \right) * 100, \quad (3)$$

$$E_{12} = \left(= \frac{\frac{P_2 - g_1 - m_2}{P_2} \frac{M}{M}}{1 - \frac{m_2}{M}} \right) * 100 \quad (4)$$

де m_1 і m_2 масові частки компонентів початкової суміші; g_1 - масова доля домішки першого компонента у виділеному другому компоненті суміші після сепарації; g_2 – частка другого компонента в першому.

Порядок виконання роботи. Її можна виконувати по двох варіантах. У першому випадку проводять активний експеримент. Для цього штучно складену суміш зерна піддають сепарації і проводять усі розрахунки на основі експериментальних результатів. Другий варіант ґрунтуються на аналізі варіаційних рядів вибраних ознак розділення суміші.

Перший варіант. Для складеної суміші зерна масою M визначають початковий вміст компонентів m_1 і m_2 . Потім проводять сепарацію на одній з лабораторних установок (повітряно-ситовому сепараторі, трієрі, аспіраторі) і визначають масу отриманих при цьому компонентів P_1 і P_2 , а також наявність (домішка) другого компонента в першому - g_2 і вміст першого в другому - g_1 . Потім проводять розрахунок часткової і загальної ефективності процесу по формулам.

Другий варіант. В цьому випадку вибирають характеристику робочого органу сепаруючої машини і на основі отриманих заздалегідь варіаційних рядів деякої ознаки моделюють експеримент, за результатами якого і розраховують E_1 , E_2 і E .

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

ТЕМА: ВИВЧЕННЯ ЗМІНИ СКЛОПОДІБНОСТІ ЗЕРНА ПРИ ХОЛОДНОМУ КОНДИЦІЮВАННІ

Мета роботи. Аналіз впливу режимів холодного кондиціювання на зміну структури ендосперму.

Попередні зауваження. При підсушуванні зволоженого зерна в його ендоспермі утворюються мікротріщини внаслідок особливого механізму внутрішнього перенесення вологи і складної структури зерна. Завдяки появі мікротріщин склоподібність зерна знижується.

Такий же ефект спостерігається при зволоженні - підсушуванні зерна при витримці його в валках під час збирання врожаю або ж при короткочасному зберіганні на току. В результаті змінюються технологічні властивості зерна. Важливо знати, як впливають різні фактори на склоподібні зерна.

Методичні вказівки. Визначення склоподібності зерна ведуть за стандартною методикою. Для наочності контролю змін склоподібності реєструють окремо повністю склоподібні, частково склоподібні і борошністі зерна. Для визначення впливу ступеня зволоження і тривалість підсушування на вміст зерен різної склоподібності необхідно проаналізувати паралельно кілька зразків зерна. При цьому кожен зразок зерна повинен мати різну вологість. Записуючи з плином часу результати розвитку процесу підсушування отримують кінетичні криві зміни склоподібності, за якими отримують залежність шуканих параметрів від вологості (або ступеня зволоження) зерна для різних моментів підсушування (наприклад: 2, 4, 8, 16 год. і т. д.). Отримані графіки можна потім піддати графічному диференціюванню з метою визначення інтенсивності перетворень структури ендосперму зерна.

Порядок виконання роботи. З призначеної для аналізу партії зерна виділяють кілька зразків масою 100...200 г. Їх число визначається конкретною постановкою завдання і залежить від величини зволоження зерна. Наприклад, якщо вихідна вологість була

12 %, то при зміні вологості кожного разу на 1 % і при максимальному зволоженні до 17% отримуємо п'ять зразків (13 %; 14 %; 15 %; 16 %; 17 %).

Для вихідної партії визначають зміст склоподібних, частково склоподібних і борошняних зерен. За цими даними розраховують склоподібність партії. Визначають також вихідну вологість і складають план експерименту, тобто визначають число зразків зерна й вибирають варіант його зволоження. Потім зволожують зерно в заданому розмірі і через певні проміжки часу знаходять зміст борошнистих, частково склоподібних і склоподібних зерен. Результати обробляють відповідно до описаного вище. На підставі аналізу результатів формують висновок про вплив параметрів режиму холодного кондиціювання на структурні зміни в зерні.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

ТЕМА: РОЗРАХУНОК РЕЦЕПТУРИ ПОМОЛЬНИХ СУМІШЕЙ

Мета роботи. Освоєння методики розрахунку складу помольної суміші.

Попередні зауваження. Технологічні властивості пшениці, що надходить на борошномельні заводи, обумовлені типом, сортом, ґрунтово-кліматичними умовами району зростання. Різна якість партій зерна ускладнює і знижує ефективність процесу переробки, вимагає коригування режимів роботи технологічних систем, призводить до виготовлення борошна з різними показниками якості.

У зв'язку з цим формують помольні партії, які повинні забезпечити протягом 10...15 діб стабільну роботу заводу. Правильне виконання цієї найважливішої підготовчої операції дозволяє підвищити використання зерна в результаті економного витрачання високоякісного зерна і раціонального використання зерна зниженої якості.

Розраховуючи рецепт помольної партії (відсоток підсорткування, масу кожного компонента, якісну характеристику помольної партії), виходять з продуктивності борошномельного заводу, типу помелу, наявності зерна, його якості і якості готової продукції. Складають помольну партію змішуванням зерна різних типів і підтипів, районів виростання, старого і нового врожаю, зниженої і нормальної якості. Компоненти підбирають так, щоб забезпечити високі борошномельні якості зерна та хлібопекарські властивості борошна.

Змішують зерно з урахуванням наступних показників якості: склоподібності, клейковини, зольності, вологості та засміченості зерна.

Різне по вологості зерно змішують в тому випадку, якщо розбіжність по вологості не перевищує 1,5 %. Високо зольне зерно змішують з низько зольним так, щоб отримати зольність суміші не вище 1,97 %. Зерно різної склоподібності змішують з розрахунку отримання середньої склоподібності для помольної партії 50...60 %.

Особлива увага повинна бути приділена забезпеченню в помольній партії необхідної кількості і якості клейковини, що необхідно для вироблення борошна з встановленими за цією ознакою характеристиками. При сортовому помелі кількість клейковини повинно бути не менше 25 %, якість - не нижче II групи; вміст смітної домішки - не більше 2 %, зерновий - 5, в тому числі пророслих – 3 %.

Методичні вказівки. Існує кілька методів розрахунку рецептури помольної партії. Правильність розрахунку перевіряють, визначаючи середньозважені значення показників якості для суміші і їх відповідність нормам якості, що пред'являються до зерна помольної партії. Середньозважене значення показника якості. Знаходять за формулою

$$\bar{X} = \frac{m_1X_1 + m_2X_2 + \dots + m_nX_n}{\sum_1^n m}, \quad (5)$$

де X_1, X_2, \dots, X_n – конкретні значення показників для компонентів суміші; m_1, m_2, \dots, m_n співвідношення компонентів суміші у %, або маса кожного компонента, кг;

$\sum_1^n m$ – маса помольної партії, кг, або 100%. Крім того, правильність підсорткування рекомендується перевіряти в лабораторній установці з аналізом якості зерна, виходу борошна та його якості.

Розрахунок помольної партії. Способи цього розрахунку такі: рішення рівнянь, складання зворотних пропорцій; побудова графіка, розрахунки по основній партії за допомогою ЕОМ.

Рішення рівнянь. Для розрахунку рецептури помольної партії можна використовувати систему рівнянь, в яких в якості невідомих прийняті, частки підсорткування кожного компонента, виражені у відсотках або в масовому численні. Система рівнянь має вигляд

$$\begin{cases} M = m_1 + m_2 + \dots + m_n; \\ \overline{MX} = m_1X_1 + m_2X_2 + \dots + m_nX_n \end{cases} \quad (6)$$

Якщо помольну партію формують з двох компонентів, то рішенням системи буде:

$$m_1 = \frac{M(X-X_2)}{X_1-X_2}; \quad m_2 = M - m_1 \quad (7)$$

Якщо з трьох компонентів, то задача вирішується за умови рівності мас двох із них. Для випадку використання трьох компонентів:

$$m_1 = \frac{M(\Delta X_2 + \Delta X_3)}{\Sigma \Delta X}, \quad (8)$$

$$m_2 = \frac{M \Delta X_1}{\Sigma \Delta X}, \quad (9)$$

$$m_3 = M - (m_1 - m_2), \quad (10)$$

де M - маса помольної партії зерна;

$$\Delta X_1 = (\bar{X} - X_1); \quad \Delta X_2 = (\bar{X} - X_2); \quad \Delta X_3 = (\bar{X} - X_3); \quad \Sigma \Delta X = 2\Delta X_1 + \Delta X_2 + \Delta X_3.$$

Використання більш складних варіантів складу помольної партії принципових змін в методику розрахунку не вносить. Як правило, четвертий чи п'ятий компоненти включають до складу суміші зерна в невеликій кількості (до 10 %), тому він має незначний вплив на кінцеві характеристики.

Приклад. Скласти помольну партію для хлібопекарського сортового помелу пшениці зі середньозваженими значеннями склоподібності 55 % з двох вихідних компонентів. Склоподібність одного з них – 71, другої – 43 %, вміст клейковини – відповідно 27 і 24 %, маса помольної партії – 1000 т (або 100 %).

Тоді

$$m_1 = \frac{100(55-43)}{71-43} = 42,86 \%,$$

$$m_2 = 100 - 42,86 = 57,14 \%$$

Прийmemo $m_1 = 43 \%$, $m_2 = 57 \%$, тоді маса кожного компонента становитиме: $m_1 = 430$ т; $m_2 = 570$ т.

Перевіrimo правильність розрахунку визначенням середньозважених значень склоподібності C і вмісту клейковини K (%):

$$\bar{C} = \frac{43 * 71 + 57 * 43}{100} = 55,0$$

$$K = \frac{43 * 27 + 57 * 24}{2a} = 25,3$$

Отже, дана суміш зерна по склоподібності та вмісту клейковини відповідає висунутим вимогам і може бути рекомендована до переробки. Аналогічно перевіряють і інші показники якості.

Складання зворотних пропорцій. За цим методом кількість зерна кожної складової частини помольної партії беруть у зворотній пропорції по відношенню до різниці між показниками кожної частини і заданої середньозваженої величини даного показника помольної партії.

У таблиці наведено приклад виконання завдання по другому варіанту. На частку першого компонента припадає 12 частин, другого - 16, суміш буде містити 28 частин.

Отже

$$m_1 = \frac{100 * 12}{28} = 43,0; \quad m_2 = \frac{100 * 16}{20} = 57\%$$

Таблиця 1

Розрахунок помольної партії зерна

Показник	Компонент суміші		Потрібна партія
	Перший	Другий	
Склоподібність, %	71	43	55
Відхилення склоподібності компонента від заданої	$71-55=16$	$55-43=12$	
Розрахункова співвідношення компонентів в партії (частин)	12	16	$12 + 16 = 28$

Правильність розрахунку визначаємо за середньозваженим значенням скловидності і клейковини для отримання помольної партії.

Приклад. Потрібно скласти помольну партію зерна з склоподібністю 50 % і вміст клейковини 26 %, якщо в наявності зерно зі склоподібністю 80 %; 42; 26 % і вмістом клейковини 29 %; 28; 22 %. Приклад розрахунку наведено в таблиці.

Сума частин в помольної партії складе $32 + 30 + 30 = 92$, що дасть наступне підсортування для компонента:

$$\text{першого} \quad \frac{100 \cdot 32}{92} = 34,8;$$

$$\text{другого} \quad \frac{100 \cdot 30}{92} = 32,6;$$

$$\text{третього} \quad \frac{100 \cdot 30}{92} = 32,6.$$

Розрахунок помольної партії зерна

Показник	Компонент суміші			Потрібна партія
	Перший	другий	третій	
Склоподібність %	80	42	26	50
Відхилення склоподібності компонентів від заданої для партій:				
1-й і 2-й	80-50=30	50-	50-	-
1-й і 3-й	80-50=30	42=8	26=24	
Розрахункова відхилення компонентів в партії при наявності:	8	-		
1-й і 2-й	24	30	-	
1-й і 3-й	32	-	30	
Розрахункова величина кожного компонента в партії		30	30	

Правильність розрахунку перевіряємо: за середньозваженою склоподібністю

$$C^- = (80 * 34,8 + 42 * 32,6 + 26 * 32,6) / 100 = 50 \%$$

За середньозваженим вмістом клейковини

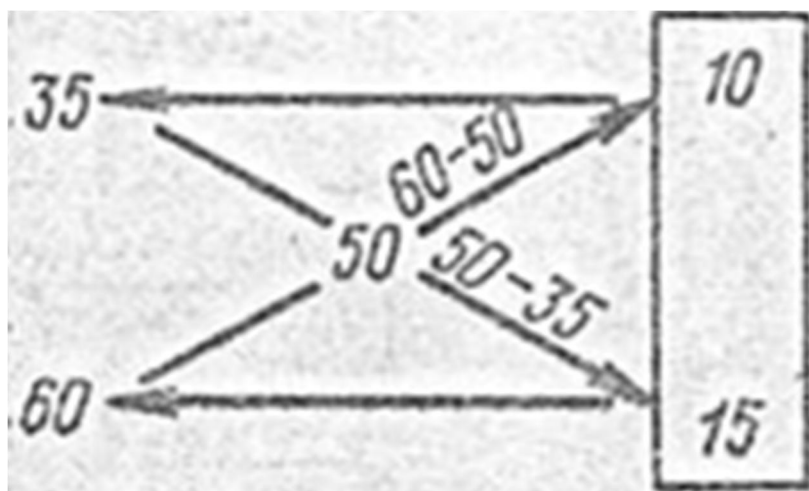
$$K^- = (29 * 34,8 + 28 * 32,6 + 22 * 32,6) / 100 = 26$$

Отже, задана суміш відповідає необхідним умовам.

Складання графіка. Для розрахунку на папір наносять дві пересічні лінії, в точці перетину яких проставляють значення показника для суміші (клейковина, склоподібність або інший показник, за яким ведуть розрахунок). Зліва у кожного кінця лінії

пишуть значення відповідного показника компонента суміші. Знаходять різницю в значеннях показника компонента і суміші і записують її справа в кінці лінії. Потім з'єднують горизонтальними лініями результати обчислень з вихідним значенням ознаки компонента. Сума правих чисел дає загальне число частин помольної партії, а кожне праве число - частку компонента.

Приклад. Скласти помольну партію склоподібністю 50 % з двох компонентів, склоподібність яких 35 і 60 %.



Усього частин 25. На частку компонента зі склоподібністю 35% припадає десять частин, а на частку другого компонента зі склоподібністю 60% -15 частин. Підсортування для компонента

$$\text{першого} \quad \frac{100 \cdot 10}{25} = 40 \%;$$

$$\text{другого} \quad \frac{100 \cdot 15}{25} = 60 \%$$

Перевіряємо середньозважену склоподібність суміші

$$\bar{C} = \frac{35 \cdot 40 + 60 \cdot 60}{100} = 50 \%$$

Аналогічно розраховують трьох або чотирьох компонентні суміші, але в цьому випадку складають два графіки.

Розрахунок помольної партії зерна по основній партії. В цьому випадку з наявного зерна вибирають основну партію, близьку за

якістю до помольної. Вона повинна по масі становити 50...60 % помольної партії зерна. Потім вибирають другу партію і складають їх суміш. Співвідношення компонентів в суміші розраховують за формулою

$$m_1 = \frac{M(X-X_2)}{X_1-X_2} \quad (11)$$

Потім, приймаючи цю суміш за вихідний компонент, до неї додають наступний компонент і т. д.

Приклад: Розрахувати помольну партію зерна склоподібністю 50 % і вмістом клейковини 25 %, якщо є зерно наступної якості: склоподібність – 70 %; 45; 30 %, вміст клейковини – 28 %; 26; 22 %.

Змішуємо перші два компонента так, щоб склоподібність була 55,0 %. За формулою знаходимо

$$m_1 = \frac{100(55 - 45)}{70 - 45} = 40\%; m_2 = 60 \%$$

Отже, першого компонента потрібно взяти 40, а другого 60 %. Тепер розраховуємо кількість третього компоненту з розрахунку кінцевої склоподібності суміші 50 %.

$$m_{1+2} = \frac{100(50-30)}{55-30} = 80 \%; m_3 = 100 - 80 = 20 \%$$

Таким чином, кінцева трикомпонентна помольна партія зерна буде складатися з 80 % суміші першого та другого компонентів і 20 % третього. Перший компонент в трьох-компонентній партії складе

$$X_1 = \frac{80 \cdot 40}{100} = 32 \%$$

а другого

$$X_2 = 80 - 32 = 48 \%$$

Перевіряємо, чи правильно розрахована помольна партій зерна до вимог за змістом клейковини:

$$K = \frac{28 * 32 + 26 * 48 + 22 * 20}{100} = 26,8 \%$$

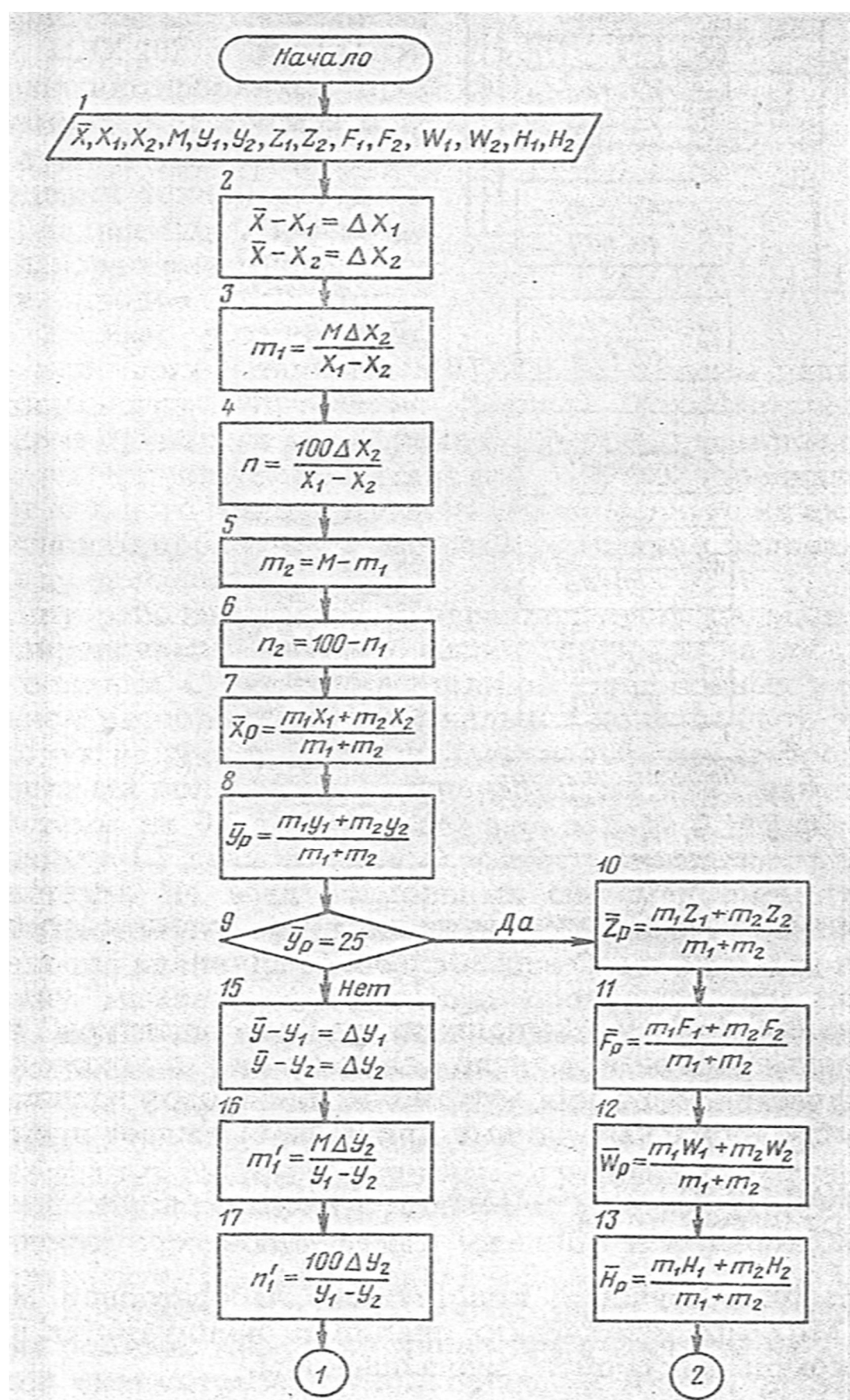
Розрахунок помольної партії зерна за допомогою ЕОМ. Для цього лабораторія передає у ВЦ дані по кількості і якості наявного зерна. При розрахунку на ЕОМ можна враховувати всі показники якості і збільшувати число компонентів суміші (проте використовувати більше п'яти компонентів технологічно недоцільно). В якості прикладу в роботі пропонується алгоритм розрахунку підсортування для двокомпонентної суміші. Алгоритм включає розрахунок по склоподібності, перевірку вмісту клейковини та середньозважених значень інших показників, що характеризують помольну партію зерна.

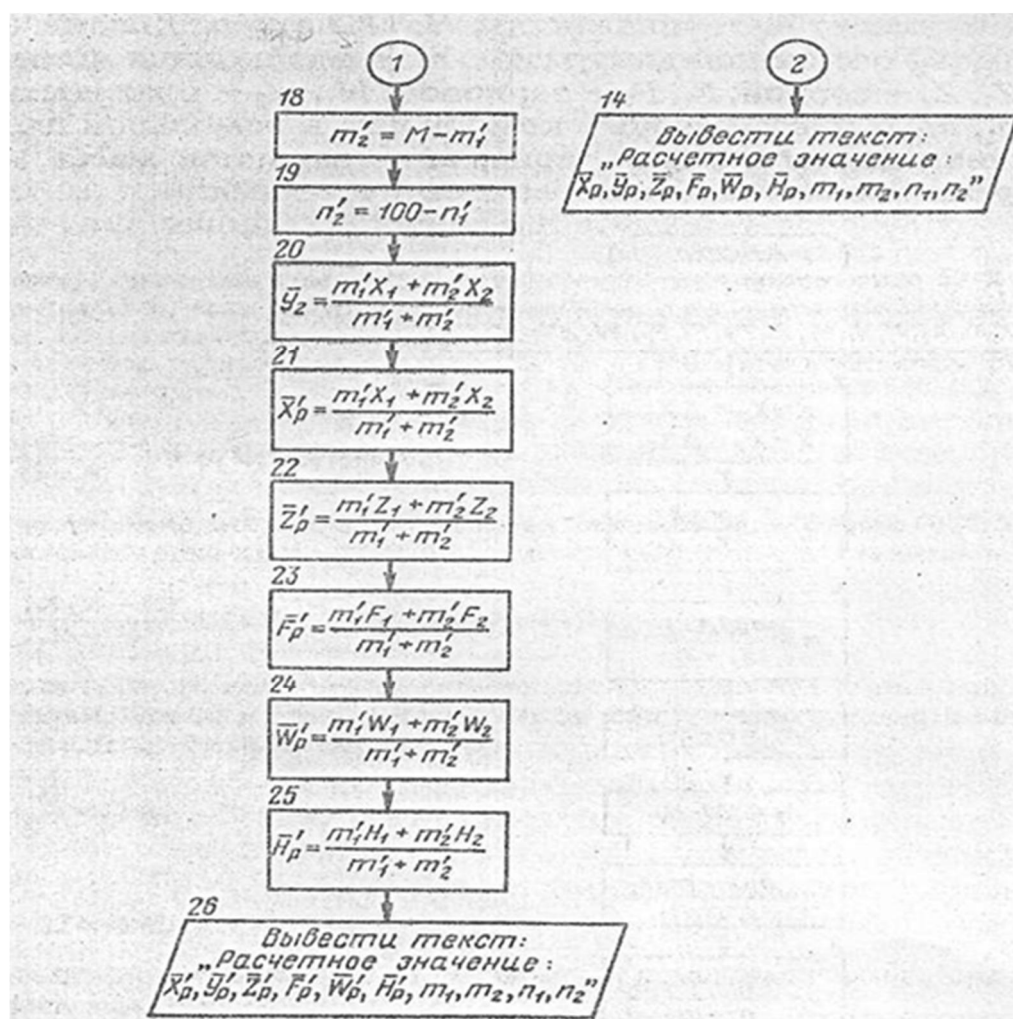
В алгоритмі розрахунку використано такі умовні позначення. Середньозважені значення показників помольної партії: \bar{Y}_p - клейковина; X_p - склоподібність; Z_p - вміст смітної домішки; F_p - зернової домішки; W_p - вологість; H_p - натура.

Для кожного компонента: X_1, X_2 - склоподібність; Y_1, Y_2 - клейковина. Зміст домішки: Z_1, Z_2 - смітної; F_1, F_2 - зерновий; W_1, W_2 - вологість; H_1, H_2 - натура; m_1, m_2 - маса кожного компонента в помольної партії; n_1, n_2 - величина підсортування зерна; M - задана маса зерна помольної партії.

Зміст роботи. Виконати розрахунок рецептури помольних партій, що містять різну кількість компонентів, що мають конкретне значення якості зерна для борошномельних заводів різної продуктивності. Вихідні дані для розрахунку видає викладач.

Схеми розрахунків зображено на рисунках.





ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

ТЕМА: ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ТВЕРДОСТІ ПШЕНИЦІ НА БОРОШНОМЕЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА

Мета роботи. Проведення порівняльного аналізу борошномельних властивостей твердої і м'якої пшениці для визначення їх технологічних переваг.

Попередні зауваження. Твердозерність виявляє помітний вплив на борошномельні властивості зерна. Так, сумарний витяг крупок і дунстів в обдирному процесі приблизно в 1,5 рази вище при помелі твердозерної пшениці в порівнянні з м'якозерною. Одночасно змінюється витяг борошна з обдирних систем в зворотному співвідношенні.

При проведенні холодного кондиціювання твердозерна пшениця потребує більш тривале відволоження і більш високе зволоження, ніж м'яка. У м'якої пшениці погано вимелюються оболонки, що змушує подовжувати протяжність обдирного процесу розвитком його останніх систем. Таким чином, для раціональної організації та ведення технологічного процесу підготовки та розмелювання зерна необхідно брати до уваги твердість пшениці.

Методичні вказівки. Твердозерність пшениці визначають по одному з методів, викладених в лабораторній роботі № 9, а підготовку зерна до розмелу і його розмел - відповідно до методичних вказівок. Для отримання достатньої кількості даних для аналізу впливу твердозерності пшениці на результати розмелювання необхідно в експерименті використовувати 6 ... 10 зразків зерна різної характеристики (3 ... 5 м'якозерних і 3 ... 5 твердозерних).

Оцінка борошномельних властивостей залежить від типу лабораторної млинової установки та схеми помелу. При використанні установки МЛУ-202 визначають вихід борошна окремо в обдирному і помольному процесах і загальний вихід борошна. Для оцінки якості борошна можна використовувати показники зольності або білизни. Бажано визначити їх для кожного потоку борошна, що дасть

можливість розробити кумулятивні криві зольності або білизни для кожного із зразків аналізованого зерна.

Додатково можна розрахувати сумарний витяг крупок і дунстів в обдирному процесі (за сумою отриманих в помольному процесі борошна і висівок), а також помело-спроможність крупок. Цікаві результати виходять також при аналізі вмісту крохмалю у висівках: чим воно вище, тим гірше помольність оболонки. Найбільш повну інформацію по борошномельних властивостях зерна дає розробка кількісно-якісного балансу помелу.

Це ж відноситься і до варіанту розмелювання зерна в установці Нагема. Додатково можна порівняти тривалість обдирного і розмельного процесів, необхідну для досягнення постійного (заданого) виходу борошна (наприклад, 75%). При використанні установки Нагема можна проаналізувати склад і якість видобутих в обдирному процесі крупок і дунстів. Бажано також для порівняння результатів розмелювання зерна розрахувати показники ефективності K і n . Для розрахунку n необхідно визначити вміст крохмалю та сухої клейковини в розрахунку на суху масу зерна і борошна.

Для виконання роботи організовують 6...10 груп по 2...3 студента, кожна з яких аналізує свій зразок зерна, що відрізняється по твердозерності від інших. Отримані результати піддають спільній обробці для пошуку залежності окремих показників борошномельних властивостей від твердозерності пшениці. Ця залежність може бути представлена у вигляді графіків, гістограм, рівнянь регресії. Для оцінки тісноти зв'язку показників можна розраховувати і коефіцієнти кореляції і детермінації.

Порядок виконання роботи. Для випробування борошномельних властивостей зерна відбирають пробу масою 3...10 кг з партії пшениці з відомою твердозерністю, яку визначають при виконанні лабораторної роботи № 9. Після очищення від домішок і холодного кондиціювання проводять розмел зерна відповідно до методики, при цьому складають: кількісний або кількісно-якісний баланс.

При неможливості визначення зольності всіх проміжних і кінцевих продуктів слід розробити баланс борошна і побудувати кумулятивні криві зольності борошна для кожного аналізованого зразка пшениці. Можна замінити визначення зольності борошна з окремих систем знаходженням її білизни, в цьому випадку викреслюють кумулятивну криву білизни борошна.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

ТЕМА: ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ КРУПНОСТІ ЗЕРНА ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ НА ВМІСТ ЕНДОСПЕРМУ

Мета роботи. Визначення залежності відносного вмісту крохмалистої частини ендосперму від крупності зерна пшениці.

Попередні зауваження. При сортовому помелі пшениці вміст ендосперму в зерні робить вирішальний вплив на вихід борошна. Між вмістом ендосперму і виходом борошна існує тісний взаємозв'язок. Чим більше зерно, тим більше воно містить ендосперму і тим вище ефективність його використання в борошномельному виробництві.

Наприклад, за даними Н. Т. Раїмбаєвой, у великому зерні (сход сита 2а-2, 8 x 20) вміст ендосперму більше на 2 ... 3 % в порівнянні з його вмістом у зерні дрібної фракції (прохід сита 2а-2,5 x 20 , схід з 2а-2,0 x 20).

Методичні вказівки. Існуючі методи визначення вмісту ендосперму в зерні пшениці можна поділити на три групи: прямі, розрахунково-аналітичні та непрямі.

У першому випадку зерно (зазвичай в зволоженому, набряклому стані) механічно поділяють на частини, які потім висушують, після визначення сухої маси розраховують їх вміст у відсотках.

Розрахунково-аналітичні методи засновані на використанні рівнянь регресії, що пов'язують вміст ендосперму з вмістом різних речовин в зерні, або на застосування формул для визначення обсягу зерна і площі його зовнішньої поверхні. При цьому вміст зародка зазвичай визначають експериментально, так як він легко препарується із зволоженого зерна.

Непрямі методи засновані на різниці хімічного складу анатомічних частин зерна. Так, зольність крохмалистої частини ендосперму зазвичай на цілий порядок нижче зольності оболонки і зародка зерна. Саме цей показник найчастіше використовували експериментатори, при цьому розраховували вміст ендосперму за формулою

$$m_0 z_0 = \sum m_i z_i, \quad (12)$$

де m_0 і m_i - маса зерна і його анатомічних частин (%); z_0 і z_i - зольність зерна і анатомічних частин (%).

Для виконання даної роботи можна використовувати два методи. Перший з них заснований на особливості розподілу речовин по анатомічних частин зерна, другий - розрахунково-аналітичний.

Перший метод. Вміст крохмалистої частини ендосперму пшениці визначають за сумою крохмалю і сухої клейковини, які присутні тільки в цій анатомічній частини. В алеїроновому шарі, оболонках, зародку не міститься крохмалю і формують клейковину білки. Крім того, масова частка суми цих речовин у крохмалистому ендоспермі перевищує 95 %, тобто він майже цілком складається з них. За даними Н. Т. Раїмбаевої, коефіцієнт кореляції між сумою крохмалю, сухої клейковини і вмістом ендосперму дорівнює $0,97 \pm 0,01$ для пшениці I; III і IV типів, а також їх суміші.

На основі аналізу 72 партій. Зерна пшениці I; III і IV типів. Н. Т. Раїмбаевої встановлено, що вміст ендосперму (%) можна визначати за формулою

$$X_3 = 0,97(X_1 + X_2) + 2, \quad (13)$$

де X_1 і X_2 - вміст в зерні крохмалю і сухої клейковини в розрахунку на масу сухих речовин, %.

Цю формулу можна перетворити

$$X_3 = X_1 + X_2 + 0,2 \quad (14)$$

Таким чином, для визначення вмісту крохмалистої частини ендосперму необхідно і достатньо визначити вміст у зерні крохмалю і сухої клейковини. Для знаходження крохмалю можна використовувати метод Еверса або метод Архиповича. Точність останнього трохи вище, а витрати часу на аналіз менше.

Вміст сухої клейковини можна обчислити прямим методом - висушуванням сирої клейковини або розрахунковим шляхом за методом Ауерман-Блохіної, за яким спочатку визначають вміст в зерні сирої клейковини X_2 і її якість по приладу ІДК-1. Потім приводять вміст сирої клейковини до вологості зерна 14,5 % (щоб виключити вплив останньої) за формулою

$$(\hat{X}_2)_{14,5} = \hat{X}_2 \frac{W_0}{100 - 14,5} \quad (15)$$

де W_0 - вологість зерна, %.

Далі на основі значення $N_{\text{ідк}}$ знаходять коефіцієнт КП (табл. 3) і діленням на нього $(\hat{X}_2)_{14,5}$ обчислюють вміст сухої клейковини X_2 . Наприклад, отримано, що при вологості зерна 12,5 % вміст сирої клейковини склав 29,3 %, а якість її по приладу ІДК-1 оцінювалося 95 од. приладу.

$$(\hat{X}_2)_{14,5} = 29,3 \frac{100 - 12,5}{100 - 14,5} \approx 30$$

Отримуємо (табл. 10), що при 95 од. приладу ІДК-2 значення КП = 3,150. Отже, зміст сухої клейковини

$$X_2 = \frac{30,0}{3,150} \approx 9,5 \%$$

Однак при використанні розрахункового методу Ауерман-Блохіної результат; виходить менш точним, ніж при безпосередньому висушуванні відмитої сирої клейковини.

Для висушування клейковини зручно використовувати прилад Чиждова. Клейковину у вигляді тонкого шару поміщають між двома шарами фільтрувального паперу (попередньо зваженої). Для висушування цієї проби до постійної маси достатньо 5...7 хв.

Визначивши вміст крохмалю та сухої клейковини в розрахунку на суху масу зерна, за формулами знаходять вміст ендосперму.

Другий метод. Задачу вирішують, визначаючи масу зародка і оболонки з алеїроновим шаром. Маса крохмалистої частини ендосперму потім обчислюють за різницею між масою зерна і масою цих анатомічних частин. Всі розрахунки ведуть, по відношенню до сухої маси зерна. Вміст ендосперму є співвідношення

$$X_{\text{э}} = \frac{m_{\text{э}}}{m_0} 100, \quad (16)$$

де $m_{\text{э}} = m_0 - (m_1 + m_2)$; m_0 - маса сухих речовин зерна; m_1 - маса сухих речовин зародка; m_2 - маса сухих речовин оболонки і алеїронового шару.

Таблиця 3

Значення коефіцієнта КП по $H_{\text{ідк}}$

$H_{\text{ідк}}$	КП	$H_{\text{ідк}}$	КП	$H_{\text{ідк}}$	КП	$H_{\text{ідк}}$	КП
Менше 35	2,466	56...56,99	2,721	78...78,99	2,963	100...100,99	3,205
35...35,99	2,490	57...57,99	2,732	79...79,99	2,974	101...101,99	3,216
36...36,99	2,501	58...58,99	2,743	80...80,99	2,985	102...102,99	3,227
37...37,99	2,512	59...59,99	2,754	81...81,99	2,996	103...103,99	3,238
38...38,99	2,523	60...60,99	2,765	82...82,99	3,007	104...104,99	3,249
39...39,99	2,534	61...61,99	2,776	83...83,99	3,018	105...105,99	3,200
40...40,99	2,545	62...62,99	2,787	84...84,99	3,029	106...106,99	3,271
41...41,99	2,556	63...63,99	2,798	85...85,99	3,040	107...107,99	3,282
42...42,99	2,567	64...64,99	2,809	86...86,99	3,051	108...108,99	3,293
43...43,99	2,578	65...65,99	2,820	87...87,99	3,062	109...109,99	3,519
44...44,99	2,589	66...66,99	2,831	87...88,99	3,073	110...110,99	3,530
45...45,99	2,600	67...67,99	2,842	89...89,99	3,084	111...111,99	3,540
46...46,99	2,611	68...68,99	2,853	90...90,99	3,095	112...112,99	3,551
47...47,99	2,622	69...69,99	2,864	91...91,99	3,106	113...113,99	3,561
48...48,99	2,633	70...70,99	2,875	92...92,99	3,117	114...114,99	3,572
49...49,99	2,644	71...71,99	2,886	93...93,99	3,128	115...115,99	3,583
50...50,99	2,655	72...72,99	2,897	94...94,99	3,139	116...116,99	3,593
51...51,99	2,666	73...73,99	2,098	95...95,99	3,150	117...117,99	3,605
52...52,99	2,677	74...74,99	2,919	96...96,99	3,161	118...118,99	3,614
53...53,99	2,688	75...75,99	2,930	97...97,99	3,172	119...119,99	3,625
54...54,99	2,699	76...76,99	2,941	98...98,99	3,183	Та більше	
55...55,99	2,710	77...77,99	2,952	99...99,99	3,194		

Вміст зародка визначають прямим методом. Зародок легко відділяють від зерна скальпелем або препарувальною голкою. Рекомендується попередньо зволожити зерно на вологому фільтрувальному папері протягом доби.

Основна трудність пов'язана з визначенням масової частки оболонок з алейроновий шаром. Найбільш швидко і з достатньою точністю виконують це на основі визначення маси оболонок з алейроновий шаром по формулі

$$m_2 = V_2 p_2 \quad (17)$$

де V_2 і p_2 - об'єм, см^3 , та щільність, г/см^3 , цих анатомічних частин.

При цьому щільність визначають прямим методом, наприклад; пікнометричні. В якості об'єкта можна використовувати висівки; після обробки їх в. ступці і видалення крохмалю. Обсяг оболонок з алейроновий шаром визначають за формулою

$$V_2 = F_3 \delta \quad (18)$$

де F_3 - площа зовнішньої поверхні зерна, мм^2 ; δ - товщина його зовнішніх оболонок, мм .

При цьому F_3 знаходять за формулою

$$F_3 = 4\pi R^2 (\bar{l} + 3R) \quad (19)$$

де $R = \frac{\bar{a} + 6\bar{b}}{60}$; $\bar{a}, \bar{b}, \bar{l}$ - середньостатистичні значення ширини, товщини і зерна.

Товщину оболонок з алейроновий шаром визначають за допомогою мікроскопа з окуляр-мікрометром, на зрізах, узятих з серединної (по довжині) частини зерна.

Порядок виконання роботи. Наважку зерна розсортовують на 3...5 фракцій крупності на ситах з довгастими отворами, наприклад на наборі сит 2а-2,8 х 20; 2а-2,5 х 20; 2а-2,2 х 20; 2а-2,0 х 20; 2а-1, 8 х 20. З кожної отриманої фракції зерна виділяють проби

масою 50...100 г, з якими проводять всі необхідні вимірювання для розрахунку відносного змісту крохмалистою частини ендосперму відповідно до викладеної вище методикою. При цьому використовують один з описаних методів.

Кожну фракцію зерна аналізує окрема група студентів (2...3 особи). Кінцеві результати піддають спільному аналізу, на підставі якого роблять висновок про залежність відносного вмісту ендосперму від крупності зерна.

Як показник крупності використовують ширину зерна, якщо фракцію виділяють на ситах з круглими отворами, або товщину зерна в разі використання набору сит з довгастими отворами. За результатами складають таблиці, гістограми або графіки. Їх можна доповнити розрахунком рівняння регресії.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

ТЕМА: ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ВМІСТУ ЕНДОСПЕРМУ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА

Мета роботи. Визначення залежності виходу борошна від вмісту крохмалистою частини ендосперму в зерні різної крупності.

Попередні зауваження. У попередній лабораторній роботі було встановлено, що відносний вміст крохмалистою частини ендосперму в зерні істотно знижується зі зменшенням крупності зерна. Отже, вихід борошна повинен зростати з підвищенням крупності зерна. Для чистосортного зерна ця залежність виявляється чітко, причому вихід борошна особливо різко знижується при переході від фракції 2а-2,5 х 20/2а-2,2 х 20 до фракції 2а-2,2 х 20/2а-2,0 х 20.

При аналізі зерна різних сортів і типів проявляється вплив додаткових чинників, але і в цьому випадку залежність виявляється явною. Вона зумовлена насамперед зміною вмісту: ендосперму при різній крупності зерна. Так, за даними Н. Т. Раїмбаевої, зв'язок виходу борошна з вмістом ендосперму оцінюється коефіцієнтом кореляції від $0,77 \pm 0,03$ (пшениця III типу) до $0,92 \pm 0,04$ (пшениця I і IV типів).

У лабораторній роботі студентам пропонується самостійно проаналізувати цей вплив. Робота логічно пов'язана з попередньою, є її продовженням. Витрати часу залежать від типу млинової установки і прийнятої процедури аналізу результатів. При помелі зерна на установці типу Квадратум або МЛС-202 потрібно на всю роботу не більше 2 год., при роботі на установці Нагема в залежності від схеми помелу і маси проби зерна в середньому 4 ... 5 год. Сюди не входять витрати часу на аналіз показників якості борошна, якщо це буде заплановано.

Методичні вказівки. Для виконання роботи партію зерна розсортовують на фракції крупності. При цьому працюють з тим же зерном і з тими ж фракціями, які були використані в лабораторній роботі № 11. В іншому випадку буде потрібно виконати всі необхідні

операції для визначення відносного вмісту в зерні крохмалистою частини ендосперму.

Маса проби зерна для розмелювання залежить від типу лабораторної установки: типу Квадратум - достатньо 0,2 ... 0,3 кг, МЛУ-202 - необхідно брати 3 ... 6 кг, Нагема (і подібних установок) - 5 ... 10 кг зерна. Обов'язкова умова для отримання надійно порівнюваних результатів - проведення розмелювання всіх фракцій крупності на одній і тій же установці.

З кожною окремою фракцією зерна роботу виконує група у складі 2 ... 3 студентів.

Аналіз отриманих результатів всі групи проводять спільно, на закінчення формулюють висновок про залежність мукомельних властивостей зерна від крупності і вмісту ендосперму. Оцінюють результати помелу, тобто борошномельні властивості зерна, за звичайною методикою, викладеною в лабораторній роботі № 8.

Порядок виконання роботи. Залежить від виду використовуваної лабораторної установки, а при використанні установки Нагема - від схеми помелу. З кожної фракції виділяють пробу зерна для розмелювання, проводять його очищення від домішок і холодне кондиціювання. Після розмелу зерна зважують всі продукти і складають кількісний баланс. При цьому розрахунок виходу продуктів розмелу ведуть по відношенню до їх суми, а не до маси проби зерна, взятої для розмелювання, з тим щоб виключити вплив втрат (розпилу) на кінцевий результат.

Якість отриманих продуктів оцінюють органолептично або за допомогою визначення зольності, білизни (для борошна), вмісту крохмалю, вмісту і якості клейковини і т. п. за завданням викладача.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

ТЕМА: ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПОПЕРЕДНЯ ЛУЩЕННЯ ЗЕРНА НА ВИХІД И ЯКІСТЬ БОРОШНО

Мета роботи. Отримання практичних навичок підготовки зерна до помелу із застосуванням машин для лушення.

Попередні зауваження. При сортових помелах пшениці та жита на борошно направляють подрібнений ендосперм, а поверхневі оболонки - в висівки. Можливість виділення хоча б частини оболонок в підготовчому відділенні борошномельного заводу істотно підвищує результати переробки зерна в борошно. На борошномельних заводах застосовують вологе лушення (для пшениці з використанням машин типу БМШ) і сухе (для пшениці та жита з використанням машин типу ЗШН). Оптимальне видалення оболонок при підготовці жита до сортового помелу становить 2 ... 3 %, а при підготовці пшениці - близько 1 % плодових оболонок до маси зерна. В результаті в борошні знижується вміст клітковини, зольність, поліпшуються білизна і хлібопекарські властивості борошна. Видалення верхніх шарів плодової оболонки знижує міцність зерна, що визначає зменшення витрат електроенергії на її подрібнення.

Методичні вказівки. Для виконання цієї роботи можна використовувати будь-яку луцильну машину, наявну в лабораторії. Роботу можна виконувати на зерні жита чи пшениці.

Робота складається з двох частин. Спочатку встановлюють значення вологості і тривалість просушування зерна, забезпечують оптимальне видалення оболонок. Заздалегідь готують зразки зерна певної вологості. Наприклад, $w_1 = 13 \%$, $w_2 = 14 \%$; $w_3 = 15$; $w_4 = 16 \%$; $w_5 = 17 \%$; $w_6 = 18 \%$. З кожного зразка беруть 5 ... 6 наважок зерна (масу наважки підбирають в залежності від типу луцильної машини), лушення проводять без просушки. Тривалість лушення змінюють для кожної наважки в певних межах, наприклад від 5 до 30 хв. Після закінчення часу лушення зважують оболонки і розраховують їх в, відсотках до маси, наважки, за результатами

будують графік. По ньому знаходять тривалість лушення, що забезпечує заданий видалення оболонки при конкретній вологості зерна.

Пошук оптимальної тривалості сушки проводять на зерні з конкретною вологістю. Задають діапазон просушки і інтервал його варіювання. Залежно від цих параметрів готують наважки (тієї ж маси кожна, що і в першому випадку) і проводять лушення. Тривалість лушення змінюють від 5 до 30 хв. для кожного зразка зерна. За отриманими результатами будують графік залежності відділення оболонки від тривалості лушення і просушки. Аналізуючи графіки, обирають оптимальні параметри лушення даної партії зерна для заданого видалення оболонки (%).

У другій частині роботи проводять розмел зерна, підготовленого за типовою схемою без попереднього лушення, і зерна, що пройшло підготовку з застосуванням лушення при оптимальних параметрах ведення цього процесу.

Для розмелювання використовують будь-яку установку. Бажано заміряти витрату електроенергії на помел. За його результатами - виходу і якості борошна - роблять висновок про доцільність попереднього лушення зерна.

Порядок виконання роботи. Розглянемо її виконання для зерна жита при переробці його в обдирне борошно. При цьому помелі рекомендують видаляти 2 ... 3 % оболонки. Прийmemo значення 2 %. Жито, що надходить на розмелювання, повинно мати вологість 14 ... 15 %. Прийmemo значення 14 %. При лушенні вологість зерна повинно бути вище на 1,5 ... 2,0 %, тому для виявлення оптимальної вологості зерна, що надходить на лушення, приймають значення вологості 14 %, 15 % і 16 %. Знаючи вихідну вологість зерна, розраховують кількість води і зволожують зерно перед лушенням, після чого відразу проводять лушення. Потім будують графік, обирають оптимальну вологість. Ведуть пошук оптимальної тривалості сушіння перед лушенням за методикою, описаною вище.

Переходять до розмелювання зерна, його проводять на установці Нагема. Одночасно фіксують по кожній системі витрату

електроенергії. Після розмелювання відбирають зразок борошна для аналізу якості - зольності, випічки і т. д. Результати записують у таблицю 4.

Таблиця 4

Оформление результатов помелу зерна

Зразок зерна	Вихід муки (%) в процесі			затрати електроенергії на процес			Якість муки		
	обдирному	помольному	загальному	обдирній	розмельній	загальній	зольність, %	Наявність клітковини, %	Об'єм хліба, см ³

Без лушення

з лушенням

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

ТЕМА: ВИЗНАЧЕННЯ ВИМЕЛЮВАННЯ ЗЕРНА

Мета роботи. Отримання практичних навичок оцінки вимелюваності зерна, як показника його борошномельних властивостей.

Попередні зауваження. Вимелюваність являє собою ступінь вилучення-ендосперму при подрібненні зерна в оптимальних умовах, вона залежить від здатності клітин суб-алейронового шару подрібнюватися в борошно під дією робочих органів машин при збереженні цілісності алейронового шару оболонок. Вимелюваність пов'язана зі структурно-механічними властивостями ендосперму і визначається міцністю органічного зв'язку на кордоні алейронового і суб-алейронового шарів.

На вимелюваність зерна впливають: район вирощування зерна і умови вегетації, тип, сорт, склоподібність, вологість, режими підготовки та розмелювання і т. д. Вимелюваність зерна поряд з іншими факторами визначає вихід борошна та його зольність. В результаті поганої вимелюваності вихід борошна знижується і збільшується залишковий вміст ендосперму у висівках.

Таблиця 5

Вміст ендосперму в борошні і висівках (78%- ний вихід)

Тип зерна	Район вирощування	Коэффициент отримання ендосперму, %	Вміст ендосперму в висівках, %
IV	Краснодарський край	92,4	29,3
I	Центральний район	91,5	34,4
I	РСФСР Казахстан	92,3	33,5
I	Східні райони	92,0	32,4

Представлені в таблиці 5 дані свідчать про те, що найменші втрати ендосперму у висівках характерні для зерна пшениці IV типу,

гірше вимелюються зерна І типу. У таблиці наведені середні значення коефіцієнта вилучення ендосперму. При розмелі окремих партій вміст ендосперму у висівках може досягати значно більшої величини - до 40%.

Методичні вказівки. Розроблено кілька методів оцінки вимелюваності зерна пшениці. Один з них - визначення кількості ендосперму у висівках з утримання в них крохмалю. Метод розроблений ВНПЗ і заснований на тому, що весь крохмаль в зерні зосереджений в ендоспермі, тому про вміст у продуктах розмелювання ендосперму судять за вмістом у них крохмалю.

Вміст крохмалю визначають поляриметричним методом, заснованим на гідролізі крохмалю розчином соляної кислоти, і за здатністю отриманого розчину цукрів обертати площину поляризації (метод Еверса). Вміст ендосперму (% с. м.) у висівках знаходять за формулою

$$\mathcal{E}_{\text{отр}} = \frac{249,8\alpha}{100-w} \quad (20)$$

де 249,8 – перевідний коефіцієнт; α - смужка цукрометра при довжині поляризаційної трубки 200 мм; w - вологість висівків, %.

Кількісно оцінити вимелюваність зерна можна за ступенем вилучення ендосперму (%):

$$n = \left(1 - \frac{m_0 x_0}{mx}\right) 100 \quad (21)$$

де m , m_0 - маса переробленого зерна і висівків, г; x , x_0 - вміст крохмалю в зерні і висівках, % с. м.

Для порівняльної оцінки вимелюваності зерна різних типів, районів зростання, різної вологості, способу і режимів ГТО тощо проводять лабораторні помели при постійних режимах роботи млина - навантаженні, величинах робочих зазорів вальців. Добре відтворювані і достовірні результати одержують при розуміли зерна в установці МЛУ-202. Можна використовувати й інші установки.

Визначають вміст крохмалю у вихідному зерні, висівках, отриманих з драних і розмельних систем. Висівки з розмельних систем просівають на ситі № 27 для висіву борошна. Для того щоб розрахувати ступінь вилучення ендосперму за формулою вміст крохмалю X_0 у висівках беруть як середньозважену величину:

$$x_0 = \frac{x_{др} m_{др} + x_p m_p}{\sum m} \quad (22)$$

де $x_{др}$, X_p - відповідно вміст крохмалю у висівках з драних і розмельних систем, % с. $m_{др}$, m_p - їх маса, г.

Можна обмежитися визначенням вмісту крохмалю тільки в висівках з драних систем, що істотно спростить і скоротить роботу.

Порядок виконання роботи. Для виконання роботи беруть кілька зразків зерна I і IV типів, масою по 2 кг кожен, попередньо очищеного від домішок і проведеного ГТО при оптимальних режимах за схемою холодного кондиціювання. Перед I обдирною системою відбирають наважку зерна для визначення вологості та вмісту крохмалю. Проводять розмел кожного зразка в установці МЛУ-202 при постійних навантаженні і величинах зазорів між вальцями.

Установку МЛУ-202 попередньо налаштовують на вихід 70 % борошна із зерна середніх борошномельних властивостей. Після розмелювання зважують борошно і висівки з драних і розмельних систем. Відбирають проби висівок і визначають в них вологість і вміст крохмалю. Розраховують вміст ендосперму у висівках і ступінь його вилучення. Результати записують у таблицю 6.

Розмел кожного зразка зерна виконує група з двох осіб. Результати роботи обговорюють спільно. Висновок повинен містити оцінку борошномельних властивостей і вимелюваності кожного зразка і типу зерна.

Таблиця 6

Оформлення даних по розмельному процесі зерна

Тип зер- на*	Номер зразка	Вихід муки з системи						Вихід висівок з системи					
		Обдирної		Розмельний		Загальний		Обдирної		Розмелю- вальної		Загальний	
		г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%
I II, IV	1 2 3												

*Для кожного типу зерна проводять декілька дослідів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9

ТЕМА: ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА

Мета роботи. Освоєння методу контролю ефективності - подрібнення зерна в вальцювому верстаті.

Попередні зауваження. В даний час на борошномельних заводах подрібнюють зерно і проміжні продукти в вальцювих верстатах. У виробничих умовах режим подрібнення оцінюють відборами, значення яких повинно бути практично незмінним для кожної з технологічних систем.

Витяг на системі визначають за допомогою просіювання подрібненої продукту масою 100 г протягом 3 хв. на ситі певного номера (наприклад, металлотканном); прохід сита є витяг у відсотках по відношенню до даної системи.

Однак такий метод оцінки неточний і не дозволяє скласти уявлення про характер подрібнення, наприклад про вміст у проходовій фракції тонкоподрібнених продуктів, наявність яких тісно пов'язане з питомою витратою електроенергії на подрібнення. Тому необхідно проводити більш глибокий аналіз результатів роботи вальцевого станка, щоб мати можливість розробити практичні рекомендації для підвищення ефективності процесу.

Методичні вказівки. Основа науково обґрунтованого аналізу ефективності процесу подрібнення - узагальнений закон подрібнення, де роботу A , витрачену на подрібнення, визначають за формулою

$$A = A_0 + m \frac{oV}{2E} + \omega \Delta F i^n \quad (23)$$

де A_0 -робота, обумовлена деформацією і зносом робочих органів подрібнюючої машини; m - число циклів подрібнення; o і E - руйнівне напруження; i - модуль пружності подрібнюваного

продукту; V - об'єм подрібненого продукту; ω -енергія утворення 1 см^2 нової поверхні подрібненого продукту; ΔF - приріст сумарної поверхні частинок продукту в результаті подрібнення; (i ступінь подрібнення); n - показник ступеня подрібнення.

З цього випливає, що в якості показників ефективності процесу можна прийняти ступінь подрібнення частинок і питому енергоємність процесу $Q_{уд}$ (кдж/см^2), безпосередньо пов'язану з гранулометричним складом подрібненого продукту. Її визначають роботою A при появі одиниці нової поверхні частинок при подрібненні за формулою

$$Q_{уд}=A/\Delta F \quad (24)$$

де $\Delta F = F_i - F_0$, тобто різниці між сумарною поверхнею частинок після і до подрібнення продукту.

Ступінь подрібнення може бути визначена як відношення F_i , до F_0 . Отже, i та ΔF - взаємопов'язані показники, тому їх необхідно аналізувати спільно. В обох випадках завдання зводиться до визначення сумарної зовнішньої поверхні одиниці маси частинок подрібненого продукту.

Визначають ΔF розрахунково-експериментальним методом. При цьому пробу продукту відомої маси (наприклад 100 г) розсортовують на наборі сит. Бажано для виділення кожній фракції крупності брати сита двох суміжних номерів. Розмір часток кожної фракції приймають рівним напівсумі розмірів отворів цих суміжних сит. Наприклад, якщо фракція крупності отримана проходом металотканого сита № 1, 2 і сходом сита № 1, 2 то розмір частки дорівнює $1,0 \text{ мм}$.

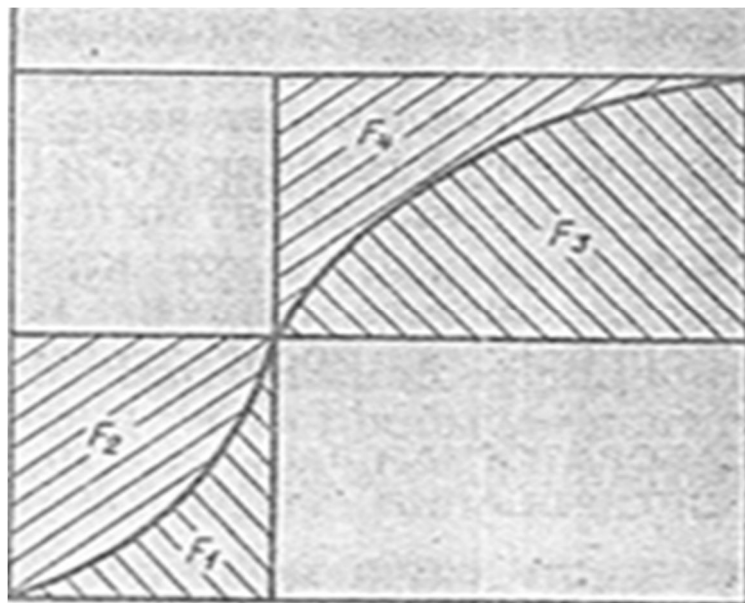
Для розрахунку зовнішньої поверхні однієї частки її форму приймають умовно сферичної або кубічної. Кількість частинок в кожній фракції крупності знаходять, знаючи масу цієї фракції, щільність продукту і обсяг однієї частинки, тобто

$$n = \frac{m_i}{m_j!} = \frac{m_i}{P_j V_j!} \quad (25)$$

де m_i - маса фракції продукту; m_j - маса однієї частинки продукту; P_j - щільність частинок продукту; V_j - об'єм однієї частки продукту (визначають розрахунком, виходячи з прийнятої геометричної форми частинки).

Щільність необхідно визначати пікнометричним методом з вакуумуванням пікнометра для видалення повітря. Знаючи розмір часток і їх число n , визначають сумарну площу часток кожної фракції f_i підсумовуючи ці значення, знаходять площу зовнішньої поверхні частинки всієї фракції:

$$F = \sum_{i=1}^n f_i \quad (26)$$



Для проведення порівняльних розрахунків (ΔF або i) знаходять питому поверхню одиниці маси продукту. Приріст поверхні частинок в результаті подрібнення істотно залежить від гранулометричного складу продукту до і після подрібнення. Аналіз гранулометричного складу продуктів подрібнення зручно проводити за методикою, запропонованою А. Р. Демидовим. Її зміст полягає в наступному.

Аналізований продукт розсортовують на великому наборі сит, причому особливу увагу приділяють виділенню тонких фракцій, так

як з ними тісно пов'язані величини i і ΔF . За даними ситового аналізу будують інтегральну криву гранулометричного складу і проводять її обробку.

Зазвичай в якості основної характеристики гранулометричного складу подрібненого продукту беруть середнє арифметичне значення розмірів його часток X . Проте одне і те ж значення X може бути отримано при різному співвідношенні дрібних і великих фракцій. Чим більше міститься в продукті дрібних частинок, тим тонше проведено подрібнення і тим вищою буде витрата електроенергії на цей процес. Тому А. Р. Демидов запропонував враховувати співвідношення великої та дрібної фракцій продукту в якості додаткової характеристики гранулометричного складу. У зв'язку з цим враховують показники коефіцієнтів тонкощі розмелювання фракцій продукту: F_1/F_2 - дрібної, F_3/F_4 - великої.

Їхнє ставлення $\alpha = (F_1/F_2) (F_3/F_4)$ являє собою коефіцієнт вирівняності гранулометричного складу продукту. Чим більше значення має α , тим більше вирівнюються продукт по крупності. З підвищенням α інтегральна крива гранулометричного складу в цьому випадку все більш наближається до прямої лінії.

Порядок виконання роботи. Для визначення приросту новоствореної поверхні ΔF , ступеня подрібнення і та побудови кривої гранулометричного складу до і після вальцові верстата однієї із систем подрібнення відбирають 2 ... 3 кг продуктів. З них, виділяють проби масою 300 ... 500 г, які розсортовують на наборі сит, причому просіювання ведуть до кінця. Для очищення на кожне з сит поміщають гумові кульки або шматочки гуми (шайби), і т. п.

Отримані фракції зважують і визначають щільність продуктів кожної фракції. Для спрощення можна прийняти щільність продуктів подрібнення зерна рівної 1400 кг/м^3 . Потім проводять всі розрахунки щодо визначення ΔF або i . Знаючи масу фракцій крупності продуктів подрібнення, беруть інтегральну криву гранулометричного складу і розраховують коефіцієнти якості розмелювання фракцій і вирівняності продукту подрібнення. При цьому площі F_1 ; F_2 ; F_3 і F_4 визначають за допомогою планування.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10

ТЕМА: ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СОРТУВАННЯ ПРОДУКТІВ ПОДРІБНЕННЯ

Мета роботи. Освоєння методики контролю ефективності процесу просіювання продуктів в розсіві.

Попередні зауваження. Основне завдання процесу просіювання полягає в сортуванні продуктів подрібнення по крупності. При цьому одночасно відбувається і поділ продуктів по якості, так як різні фракції крупності формуються з частинок, що утворюються з різних частин зерна. Однак в одній і тій же фракції крупності присутні частинки різної якості. Остаточний поділ продуктів по якості відбувається на наступних етапах технологічного процесу при обробці (збагаченні) крупок в ситовіючих і шліфувальних машинах.

Під ефективністю процесу просіювання слід розуміти чіткість (точність) поділу подрібненого продукту на задані фракції крупності. Вирішення цього завдання залежить від таких факторів, як питома навантаження на просіваючу поверхню, матеріал сита, гранулометричний склад продуктів, їх вологість, кінематичні параметри роботи розсіву, схема сортування і т. п. В результаті у виробничих умовах витяг продуктів подрібнення при сортуванні в розсівах не буває абсолютним, зазвичай деяку кількість проходових частинок потрапляє в сходову фракцію. Таким чином, є недосів продуктів.

Примітка. У виробничих умовах розмір недосіву регламентований нормами для різних систем. Можна прийняти, що для сходових продуктів він повинен знаходитися в межах 10 ... 15 %.

Методичні вказівки. Ефективність просіювання оцінюють двома показниками:

коефіцієнтом недосіву (%)

$$n_H = \frac{g_H}{g_O} 100 \quad (27)$$

коефіцієнтом подрібнення (%)

$$n_H = \frac{g_H}{g_0} 100 \quad (28)$$

де g_H – кількість проходових часток, що залишилися в сході, %;
 g_0 – вміст проходових частинок в продукті до просіювання, %;
 g_i - кількість проходу, %.

Сума $n_H + n_i = 100$ %, так як $g_H + g_i = g_0$

Порядок виконання роботи. Роботу можна виконувати в лабораторії або на виробництві.

У лабораторії пробу подрібненого продукту масою 100 ... 300 г просівають на ситі заданого номера протягом різного часу (наприклад 0,5; 1, 2, 5 мін і т. д.), визначають зміну коефіцієнта вилучення і величину недосіву. Номер сита і маса проби залежать від характеристики продукту. Просіювання ведуть в розсіві-аналізаторі РЛ-7.

У виробничих умовах пробу подрібненого продукту беруть з під вальцових станків й визначають вміст проходових частинок при сортування на ситі певного номера (одне з сит, встановлених в розсіві даної системи). Потім беруть пробу-під розсіву (продукт, що йде сходом з даного сита) і визначають вміст у ній проходових частинок. За цими даними роблять розрахунок значень коефіцієнтів ефективності просіювання.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 11

ТЕМА: ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПРОСТОГО ПОМЕЛО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ

Мета роботи. Набуття навичок ведення технологічного процесу простого помелу і складання кількісного балансу.

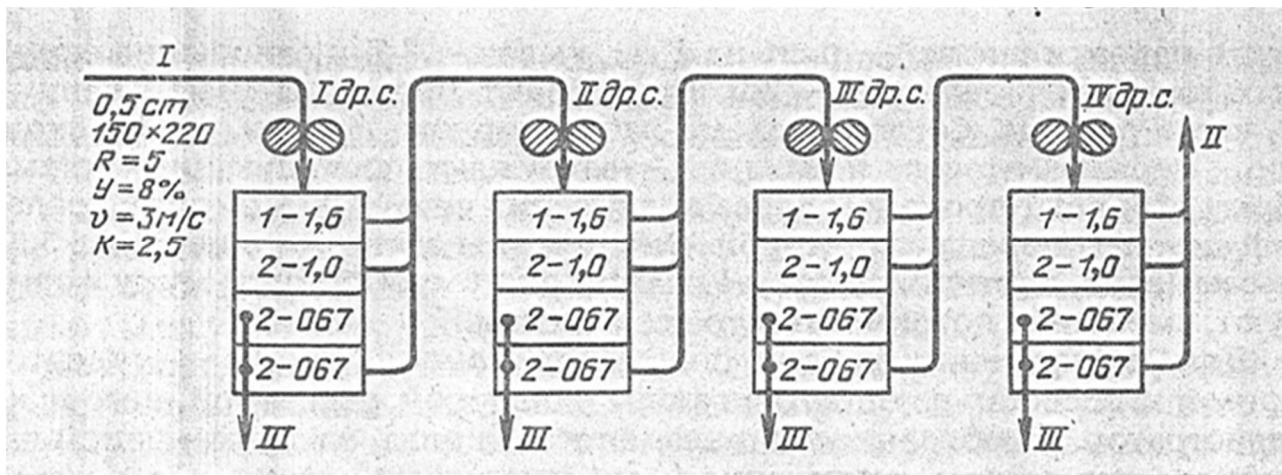
Попередні зауваження. Основна задача при проведенні простих помелів полягає в інтенсивному подрібненні зерна на борошно. Незначний відбір оболонки у вигляді висівок обумовлений головним чином недоцільністю витрат електроенергії на їх подрібнення. Вихід обдирного борошна з пшениці встановлено 96 % із жита – 95 % по відношенню до кількості зерна, що надійшло в підготовче відділення борошномельного заводу. Вихід висівок в першому випадку – 1 %, у другому – 2 %.

Обдирне борошно повинно відповідати наступним показникам якості: зольність - не менш ніж на 0,07 % нижче зольності зерна до очищення, але не більше 2 % Крупність частинок борошна характеризується сходом металотканого сита № 067 не більше 2 % і проходом сита № 38 не менш 35 % ; кількість клейковини - не менше 20 %; колір - білий з жовтуватим або сіруватим відтінком з помітними частинками оболонки зерна.

У підготовчому відділенні із зернової маси виділяють домішки, інтенсивно обробляють поверхню зерна і проводять холодне кондиціювання. Режимми ГТО наступні: для пшениці при вологості менше 14 % зерно перед помелом зволожують на 0,5 ... 1,0 % і просушують 2 ... 3 год.; для жита при вологості менше 13,5 %. Зерно зволожують на 0,5 ... 1,0 % і відволожують 1 ... 2 ч.

Будова технологічного процесу розмелу зерна досить просте. Він складається з чотирьох або трьох обдирних систем. Технічна характеристика систем підібрана так, щоб було забезпечено швидке подрібнення продуктів в борошно. Вальцові верстати з нарізними вальцями; число рифлів на 1 см довжини окружності вальців вибирають рівним 4,5 ... 5,0 на першій і, 6 ... 7 на останній драних

системах. Нахил рифлей змінюється в межах 12 ... 14%. Вальці встановлюють на всіх системах з розташуванням рифлів "вістря по вістря" і ставленням окружних швидкостей вальців 2,5...3,0. Швидкість обертання вальця приймають 6 ... 8 м / с.



Технологічна схема простого помелу: I-зерно, II-висівки, III-борошно

Розсіви зібрані за схемою, що забезпечує найбільш повне виділення борошна. При цьому борошно формують з великих часток проходом металотканого сита № 067.

Оскільки розмел зерна в борошно проводять за скороченою схемою, то режим роботи систем рекомендується налаштувати на великий вихід борошна. Правила рекомендують орієнтовні величини витягів на I; II і III обдирних системах.

Таблиця 6

Орієнтовні показники режимів подрібнення при відбивних помелах

Показник	Обдирна система		
	I	II	III
Номер контрольного сита	067 (27)	067 (27)	067 (27)
Виявлення з маси продукту, направленою на систему, %	50...60	60...70	70...80

Методичні вказівки. Лабораторний простий розмел проводять в установці Нагема, використовуючи одну половину вальцевого

верстата. Щільність нарізки рифлей - п'ять на 1 см, нахил - 8% і ставлення окружних швидкостей вальців - 2,5. Просівають продукти подрібнення в 1/2 частини розсіву. Згідно зі схемою лабораторного помелу, трьома сходами - першим, другим і нижнім - завантажують наступні системи. Борошно відбирають проходом через два нижніх сита № 067. Сходження з останньої системи передають в висівки. Вони повинні становити не більше 3,0 % маси зерна, що надійшов на I обдирну систему. Відбивне борошно формують, змішуючи потоки борошна з усіх систем.

Для виконання роботи виділяють групу з 4 ... 6 студентів. Приблизний склад групи: бригадир, вальцовий, розсівний, вагар, реєстратор. В обов'язки вальцевого входить завантаження приймального бункера продуктом, включення (привал вальців) верстата по команді бригадира і його виключення (відвал вальців) по затраченому продукту в приймальному бункері, тобто після розмелу зерна.

Відвалювати рухомий валець верстата слід негайно після проходження всього продукту через подрібнюючу щілину. В іншому випадку відбудеться спрацьовування рифлей вальців. Розсівний спостерігає за роботою розсіву, а по закінченні сортування подрібненого продукту передає борошно вагарю для визначення його маси.

Вагар зважує продукти, причому сходову фракцію з кожного з перших трьох систем він передає вальцевому для їх подальшого подрібнення, а з четвертої системи направляє в висівки. Вагар об'єднує борошно з усіх систем, попередньо відібравши з кожної системи невеликі зразки на розбірну дошку для органолептичної оцінки. Реєстратор записує результати кількісного балансу помелу, бригадир спостерігає за правильністю виконання операцій, включає і вимикає установку Нагема.

Порядок виконання роботи. У приймальний бункер вальцові верстата засипають 3 ... 5 кг зерна, що пройшов очистку і холодне кондиціювання. Включають установку, і після перевірки її на

холостому ходу здійснюють привал вальців. Величину робочого зазору на кожній системі встановлюють за вказівкою викладача.

Отримані після кожної системи Сходова продукти зважують і записують масу в робочу таблицю. Масу борошна визначають як різницю між масою продукту, що надійшов на систему, і масою всіх трьох сходів. Забезпечивши кількісний баланс, перераховують масу (%) всіх продуктів до I обдирному системі.

Для визначення величини вилучення масу борошна, отриману на системі, виражають у відсотках до маси продукту, що надійшов на систему. Ці величини порівнюють, після чого роблять висновок про правильність встановлених робочих зазорів.

Навантаження на кожну систему визначають сумою мас верхнього, другого і третього сходів попередньої системи. Після зважування продуктів від кожного з них відбирають невеликий зразок (5 ... 10 г) на розбірну дошку для органолептичного аналізу якості продуктів по системам технологічного процесу розмелу зерна. Отриману з усіх систем борошно змішують, потім проводять аналіз її якості за крупності (в лабораторному розсіві-аналізаторі) і утримання сирі клейковини. Якщо є час, проводять також аналіз зольності борошна і висівок, за результатами якого студенти складають кількісно-якісний баланс помелу.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №12

ТЕМА: ВИВЧЕННЯ ОДНОСОРТНОГО ПОМЕЛУ ЗЕРНА ЖИТА В ОБДИРНЕ БОРОШНО

Мета роботи. Набуття практичних навичок ведення технологічного процесу складного повторювального помелу без збагачення крупок.

Попередні зауваження. До складних повторювальних помелів без збагачення крупок відносять помели, в технологічній схемі яких передбачено спрямування відібраних в обдирному процесі проміжних продуктів безпосередньо на розмельні системи, без проміжної обробки їх в ситовіючих і шліфувальних машинах.

Ця особливість, побудови технологічної схеми характерна для сортових помелів жита. Відсутність в них процесу збагачення обумовлено особливостями анатомічної будови і структурно-механічних властивостей зерна жита, у зв'язку з якими ефективність процесу збагачення дуже низька і ускладнення схеми помелу стає невиправданим.

Для лабораторної роботи рекомендується проводити односортних помел жита в обдирне борошно. Загальний вихід борошна – 87 %, висівок. – 9 % і усушка - 0,3 %. Якість обдирного борошна повинна відповідати таким нормам: зольність - не більше 1,45 %; крупність - сходження з сита № 045 - не більше 2 %, прохід сита № 38 - не менше 50 %; колір - сірувато-білий.

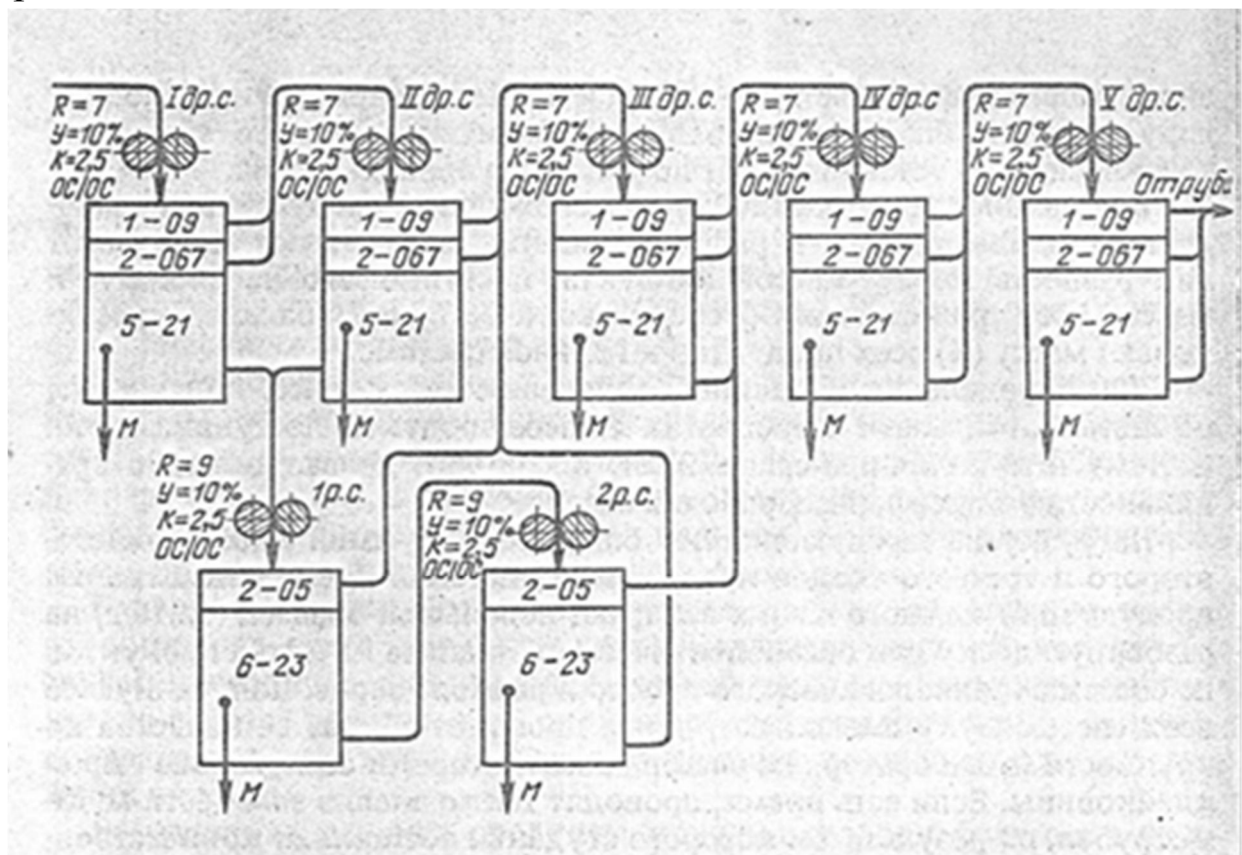
Методичні вказівки. Технологічна схема лабораторного помелу жита в обдирне борошно з використанням установки Нагема. включає 5 ... 6 обдирних систем і дві розмельні. Технологічна характеристика робочих органів вальцевого верстата й номери сит в розсіві вказані на схемі. Приймальні сита на всіх системах металоткані, дротові, а для висіву борошна використовують шовкові або капронові сита з розміром отворів 300 ... 400 мкм.

Борошно обдирне формують з потоків борошна з усіх систем. Висівки отримують тільки в обдирному процесі. Правила рекомендують такі режими подрібнення для цього виду помелу:

I обдирна система - прохід сита № 08 - 45 ... 55% маси продукту, що надходить на дану систему;

II обдирна система - прохід сита № 08 - 55 ... 65% маси продукту, що надходить на дану систему.

Орієнтовні показники вилучення борошна з систем наведені в Правилах.



Технологічна схема односортового помелу жита в обдирне борошно

Порядок виконання роботи. Для розмелювання використовують зразок зерна жита масою 10 кг, що пройшов очищення і ГТО. Вологість зерна жита, що надходить на розмел в сортове борошно, повинна бути 13,5...15,0 %. У зерновій масі повинно бути (не більше,%): смітної домішки - 0,4, зерновий - 4, в тому числі пророслих зерен - не більше 3. ГТО жита проводять за схемою холодного кондиціювання. Режимы ГТО вказані в Правилах.

Роботу починають з підбору величини зазорів на I і II драних системах, що забезпечують рекомендовані вилучення. Для вирішення цього завдання зі зразка беруть 1 кг зерна, встановлюють величину зазору і проводять подрібнення. З-під вальців по всій ширині лінії подрібнення совком відбирають 3 ... 5 проб. Їх перемішують і виділяють наважку масою 100 г, яку просівають в розсві-аналізаторі протягом 5 хв. на ситі № 08. Продукт, що пройшов через сито, зважують на технічних вагах з точністю до 0,1 м. Маса проходу дає витяг в процентах до даної системи. Всі продукти, відібрані для визначення, повертають в розсів. Верхній сход зберігають для подальшої роботи.

Розмел зразка зерна масою 1 кг проводять до виявлення оптимальної величини зазору на I обдирної системі. Потім встановлюють оптимальний зазор для II обдирної системи, використовуючи для цього верхній сход I обдирної системи. Зазвичай на цю частину роботи йде 3 ... 5 зразків зерна по 1 кг. Результати записують у таблицю.

Таблиця 7

Оформлення результатів розмелу зерна

Обдир- на система	Номер зразка	Величина зазора, мкм	Номер сита	Кількість прохідної фракції, г		Виявлення продуктів, %
				до подріб- нення	після подрібнення	
I	1 и т. д.		08			
II	1 и т. д.		08			

При визначенні вилучених продуктів з I обдирної системі. Беруть наважку для просіювання на ситі № 08.

Витяг I (%) розраховують за формулою

$$И = \frac{n_2 - n_1}{100 - n_1} 100 \quad (29)$$

де n_1 – маса прохідової фракції сита № 08 в продукті, що надходить на систему подрібнення, г; n_2 – маса прохідової фракції сита № 08 в продукті після вальців, г

За результатами цієї частини роботи роблять висновок про оптимальну величину робочого зазору і приступають до розмелюванню зерна. Для цього беруть наважку масою 5 кг. Всі фракції продуктів розмелу після розсіву зважують, результати заносять в таблицю-шахматку (табл. 8), складаючи кількісний баланс помелу. Вихід всіх продуктів на системах процесу розраховують у відсотках до зерна, що надійшов на I обдирну систему. Борошно з кожної системи відбирають для органолептичного аналізу. Визначення зольності борошна за потоками дозволяє побудувати кумулятивну криву.

За результатами розмелювання зерна оцінюють витяг борошна з окремих систем в обдирному і розмеленому процесах і в цілому по помелу, зіставляючи отримані значення з рекомендаціями правил.

Таблиця 8

Оформление кількісного балансу
лабораторного 87 %-вого розмелу жита, (г)

Системи	Поступило на сис- тему, %	Система						Видалення муки до системи, %		Вихід висівок до I обдирної системи, %
		Обдирна					Розмельна			
		I	II	III	IV	V	1-й	2-й	даної	
I II III IV V Всього 1- ша р. 2- га р. Всього	100									

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 13

ТЕМА: ВИВЧЕННЯ ОДНОСОРТОВОГО ПОМЕЛУ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ В БОРОШНО ІНШОГО СОРТУ

Мета роботи. Набуття практичних навичок ведення технологічного процесу складного повторювального помелу з скороченим процесом збагачення та зняттям кількісного балансу.

Попередні зауваження. Односортний помел пшениці в борошно другого сорту відносять до складних повторювальних помелів з скороченим процесом збагачення. У ситовіючих машинах збагачують тільки велику крупку I і II обдирних систем. Загальний вихід борошна становить 85 %, висівок - 11,5 % до зерна, що надійшло в підготовче відділення борошномельного заводу.

Методичні вказівки. Лабораторна схема помелу включає п'ять обдирних та 5 ... 6 розмельних систем. Збагаченню можна піддавати велику крупку II обдирної системи. Для виділення проходом сит № 110, 120 продукту для отримання манної крупи після повторного збагачення його в ситовійній машині. При її відсутності велику крупку I і II драних систем подають на I-у розмельну систему, тобто процес будують без збагачення. При наявності в лабораторії щіткової машини верхні сходи IV і V драних систем обробляють в них. Рифлі на всіх системах розташовані "вістря по вістря". Всі прийомні сита - металоткані, а борошняні - шовкові.

Лабораторну роботу виконують в установці Нагема, використовуючи для обдирних систем одну половину верстата, для розмельних іншу. Рекомендовані наступні режими подрібнення в процентах від маси продукту, що направляється на систему: I - 45 ... 55 (прохід сита № 1), II - 50 ... 60 (прохід сита № 08).

На перших двох розмельних системах витяг борошна (прохід капронового сита № 49 або шовкового № 43) має бути не менше 50 ... 60 %. Орієнтовні вилучення борошна по системам процесу розмелу наведені в правилах. Для зерна, що підлягає переробці, заздалегідь встановлюють оптимальні величини робочого зазору і положення

живильної заслінки по системам обдирного і розмельного процесів з урахуванням рекомендацій Правил. Цю підготовчу роботу може виконати допоміжний персонал лабораторії.

Порядок виконання роботи. Для роботи готують зразок зерна масою 5 кг. Якість зерна повинна відповідати вимогам Правил¹. У процесі розмелу для визначення навантажень по системам фіксують величину зазору і час, витрачений на розмел зерна, що вимірюється секундоміром. Результати записують у таблицю 9.

Таблиця 9

Оформлення результатів 85 %-ного виходу борошна

Система	Кількість поступаючого продукту, г	Величина зазору, мкм	Тривалість помелу, с	Нагрузка	
				на вальці, кг/(см- сут)	на розсів кг/(м ² - доб)
I обдирна II обдирна 1-а р.					

Навантаження [кг/(см-доб)] розраховують за формулою

$$g_i = \frac{3600 \cdot 24h}{100\tau_i l} \quad (30)$$

де m_i - маса продукту, що надійшов на систему, г; τ_i - час, витрачений на розмел, с; l - довжина вальця, см (для установки Нагема 15 см).

Підставивши в формулу (30) замість довжини вальця площу сита в розсіві (м²), розраховують навантаження на розсів по окремим системам процесу. Всі фракції продуктів розмелу зважують, масу виражають у відсотках до зерна, що надійшов на I драну систему, і записують в таблицю-шахматку (табл. 10).

Оформлення кількісного балансу
лабораторного помелу пшениці з виходом борошна

Система	Наванта- ження на системи		Обдирна система					РБМ № 1	РБМ № 2	Ситовійна система	
			I	II	III	IV	V			1-я	2-я
	г	% к I обд. с.									
Обдирна:											
I											
II											
III											
IV											
V											
РБМ №1											
РБМ №2											
Разом											
Ситовійна:											
1-я											
2-я											
Разом											
Розмельна:											
1-я											
2-я											
3-я											
4-я											
5-я											
Разом											
Всього											

Розраховують витяг на обдирних системах загальне, рівне сумі крупок (великих, середніх і дрібних), дунстів і борошна, окремо борошна; на розмелювальних системах - витяг борошна. Витяг розраховують у відсотках до маси зерна, що надійшло на I обдирну систему, і до маси продукту, що надійшов на дану систему.

Для того щоб визначити, чи відповідає фактичний вихід борошна, отриманий в процесі розмелювання, 85 %-му виходу, його перераховують на зерно, що надійшло в помольне відділення. В цьому випадку виходячи з того, що на I обдирну систему йде 96,5 % маси зерна, що надійшло з елеватора.

При складанні балансу помелу ця величина прийнята за 100 %. Звідси загальний вихід борошна по I обдирній системі повинен скласти (%):

$$\begin{array}{l} 96,5-100\% \\ 85,0-x \end{array} \quad X = \frac{85 \cdot 100}{96,5} = 88,1 \quad (31)$$

Борошно, сформоване з потоків з окремих систем, ретельно перемішують, і відбирають зразок для аналізу. За результатами розмелювання зерна оцінюють вилучення з I і II обдирних і 1-й розмольної систем, величини навантажень по системам, вихід борошна з окремих систем, в обдирному і розмельному процесах і в цілому по помелу.

Таблиця 11

Другого в кількості 85 %

Розмельна система						Готова продукція		Видалення			
1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я	борошно	висівки	загальне		борошно	
								г	до системи, %	г	до системи, %
									да-ної		I обд.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 14

ТЕМА: ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СОРТОВОГО ПОМЕЛУ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ

Мета роботи. Оцінка організації та ведення технологічного процесу сортового помелу пшениці.

Попередні зауваження. Технологічні властивості зерна залежать від його біологічних особливостей (тип, сорт); способів кондиціювання; агротехнічних прийомів; ґрунтово-кліматичних умов, зберігання і обробки і т. п.

На кінцеві результати істотно впливає технологія підготовки та розмелювання зерна. Вихід борошна та його якість залежать від організації та ведення процесів очищення зерна від домішок, обробки (очищення) його поверхні, гідротермічної обробки, формування помольної партії (у підготовчому відділенні), а так само від організації та ведення процесів розмелу (подрібнення, просіювання, режими основних обдирних і розмельних систем і т. д.).

Тому важливо вміти об'єктивно оцінювати ефективність сортового помелу пшениці, щоб мати відомості про організацію і ведення технологічного процесу і про необхідність коригування режимів його окремих етапів.

Методичні вказівки. Технологічну ефективність можна оцінити або за витратами для отримання певного результату, або за результатами, що досягається при фіксованих витратах.

Завдання сортового помелу пшениці складається у витягу з зерна крохмалистої частини ендосперму у вигляді борошна. Отже, якщо визначити ступінь цього витягу, то тим самим можна оцінити ефективність розмелювання зерна. Найбільш об'єктивний метод оцінки (ефективності розмелювання - метод Єгорова-Орешкіної).

Метод полягає в тому, що весь крохмаль зерна і формуючі клейковину білки сконцентровані в крохмалистій частини ендосперму. В алеїроновім шарі, зародку і оболонках цих речовин немає. Так як при сортовому помелі висівки утворюються з цих

анатомічних частин зерна, то з розподілу крохмалю і клейковини між борошном та висівками можна розрахувати зміст крохмалистою частини ендосперму в борошні. При цьому важливо те, що на частку крохмалю і клейковино-утворюючих білків припадає понад 95 % сухої маси ендосперму.

Таким чином, визначивши вміст крохмалю та сухої клейковини в зерні, отримуємо уявлення про його потенційні технологічні якості. Визначивши потім вміст цих речовин в борошні і зіставивши його з теоретично очікуваним, отримуємо оцінку ефективності вилучення ендосперму при помелі, тобто оцінку ефективності сортового помелу. Всі розрахунки при цьому необхідно вести по відношенню до сухої маси, щоб виключити вплив вологості.

Розрахункова формула ефективності (%) розмелу зерна має вигляд:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^n (I_i x_i)}{m_0 x_0} 100 \quad (32)$$

де I_i - витяг борошна % в розрахунку на суху, масу; x_i - сумарний вміст у борошні крохмалю і сухої клейковини % в розрахунку на суху масу речовини борошна; m_0 - маса сухих речовин зерна, що надійшов на I обдирну систему %; x_0 - вміст крохмалю та сухої клейковини в зерні, у % до сухої маси речовин.

При багатому сортовому помелі в чисельнику формули буде сума добутків вилучення кожного сорту борошна на сумарний вміст крохмалю та сухої клейковини (%), тобто

$$x = \left(\frac{I_1 x_1 + I_2 x_2 + \dots + I_n x_n}{m_0 x_0} \right) \quad (33)$$

При односортному помелі (%) вираз спрощується:

$$n = \frac{I_X}{m_0 x_0} 100 \quad (34)$$

Перерахунок на суху масу виконують за формулою

$$n_c = \frac{m_i(100-W_i)}{100} \quad (35)$$

де m_i - фактична маса продукту при вологості $W_i, \%$; m_c - розрахункова маса сухих речовин продукту, %.

Визначення вмісту крохмалю проводять по "методам Еверса або Архиповича.

Порядок виконання роботи. Зразок зерна пшениці масою 3...10 кг (залежно від використовуваної млинової установки) очищають від домішок і піддають холодному кондиціюванню. Перед проведенням розмелювання відбирають наважки для визначення вологості, вмісту крохмалю і сухої клейковини.

Примітка 1. Вологість зерна перед I обдирною системою необхідно визначати з попередніми підсушуванням. При розмелі знімають кількісний баланс продуктів, від деяких з них (за завданням викладача) відбирають проби для визначення вологості, вмісту крохмалю і сухої клейковини.

Примітка 2. При визначенні вологості подрібнених продуктів наважки аналізують відразу після відбору, так як з них швидко випаровується волога. Для розрахунку вмісту крохмалю і сухої клейковини по відношенню до маси сухих речовин одночасно з цими аналізами необхідно визначати вологість.

Після завершення розмелювання зерна проводять всі необхідні аналізи, і на основі отриманих результатів розраховують ефективність сортового помелу. При наявності достатньої кількості часу роботу можна поставити в більш складному варіанті. Наприклад, при використанні установки МЛУ-202 можна провести оцінку впливу окремих систем подрібнення на загальну ефективність процесу. Для цього визначають вміст крохмалю і клейковини в кожному потоці борошна, і для кожної системи ведуть розрахунок коефіцієнта ефективності. Особливо цікаві результати порівняльного аналізу даних, отриманих при розмелі твердозерної і м'язерної пшениці.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 15

ТЕМА 15. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СОРТОВОГО ПОМЕЛУ ЗЕРНА ЖИТА

Мета роботи. Оцінка організації та ведення технологічного процесу сортового помелу жита.

Попередні зауваження. При сортовому помелі жита так само, як і пшениці, необхідно забезпечити максимально повне вилучення крохмалистої частини ендосперму. Домішка до борошна інших анатомічних частин зерна небажана. Проте зерно жита істотно відрізняється від зерна пшениці за всіма показниками, включаючи і таку важливу характеристику, як вміст клейковини.

В ендоспермі містяться білки, здатні формувати клейковину, але виділити їх звичайним методом практично неможливо. Внаслідок особливостей будови зерна жита і мікроструктури ендосперму при розмелі виділити ендосперм в чистому вигляді не вдається. Сортowe житнє борошно завжди містить деяку кількість оболонки і алеїронового шару.

Сортові помели жита простіше сортових помелів пшениці: зокрема, в технологічних схемах відсутні сортувальний, ситовийний і шліфувальний процеси. Великий вплив на ефективність розмелювання надають режими процесів, особливо в розмеленому відділенні. У зв'язку з цим оцінка ефективності розмелювання має важливе значення, особливо для порівняння різних варіантів схем, режимів окремих процесів, питомих навантажень на системи, технологічних факторів і т. п.

Так само, як і в зерні пшениці, весь крохмаль зерна жита сконцентрований в ендоспермі, його немає в інших анатомічних частинах. Визначаючи вміст крохмалю в борошні, можна оцінити витяг крохмалистої ендосперму, тобто ефективність сортового помелу жита, організацію та ведення технологічного процесу.

Методичні вказівки. У зв'язку із зазначеними особливостями зерна жита для оцінки ефективності розмелу можна використовувати

вміст клейковини. При розрахунку показника ефективності за формулами враховують тільки вміст крохмалю.

При визначенні крохмалю за методом Еверса подрібнювати зерно слід в установці ЛЗМ до крупності, яка характеризується кількістю сходу з металотканого сита № 08 5 ... 10% і проходом капронового сита № 15 70 ... 77%. Ці вимоги витримують при розуміли зерна протягом 2,0 ... 2,5 хв. Оптимальна тривалість гідролізу крохмалю в 1,124 % - ному розчині соляної кислоти на киплячій водяній бані становить 11 хв. При строгому дотриманні цих рекомендацій досягають високої точності визначення крохмалю. Наприклад, при 80 повторностях отримані наступні результати. Середньоарифметичні величини вмісту крохмалю (%): у зерні $64,3 \pm 0,05$, в обдирного борошні $71,21 \pm 0,04$, у висівках $23,5 \pm 0,05$. Дисперсії вмісту крохмалю в них склали: 0,20; 0,16 і 0,23; коефіцієнти варіації (%): 0,7; 0,6 і 2 відповідно для зерна, борошна і висівків. Це вказує на те, що на основі визначення крохмалю в зерні, що надходить на I обдирну систему, і в борошні можна з достатньою достовірністю оцінити ефективність сортового помелу жита.

Порядок виконання роботи. Зазвичай для житніх помелів в лабораторних умовах використовують установки Нагема. Схема односортового помелу жита в обдирне борошно наведена в лабораторній роботі № 28. Там також надані і методичні вказівки з проведення розмелювання. Потім складають кількісний баланс. Для визначення ефективності розмелювання необхідно визначити вміст крохмалю в зерні та борошні, а також їх вологість.

При наявності часу можна провести 2 ... 3 розмелювання при різних варіантах холодного кондиціонування, для зерна різних фракцій крупності, різної скловидності, при різних режимах подрібнення на основних системах процесу і т. д. При подібній варіації технологічних факторів інформативний зміст лабораторної роботи істотно зростає. Цікаво також проаналізувати вплив окремих систем подрібнення на загальну ефективність процесу.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 16

ТЕМА: ВИВЧЕННЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПШЕНИЧНОГО СОРТОВОГО БОРОШНА

Мета роботи. Отримання практичних навичок оцінки хлібопекарських властивостей борошна.

Попередні зауваження. Якість борошна, характеристика її споживчих якостей і харчова цінність залежать від багатьох факторів - якості сировини, технологічних режимів його переробки, виду помелу і т. д. Для оцінки споживчих якостей використовують різні показники, обумовлені цільовим призначенням борошна. Якість хлібопекарського борошна оцінюють вмістом і якістю клейковини, крупністю її частинок, газоутворюючою і газотримуючою здатністю, показниками альвеограмм, фарінограмм, екетенсограмм і т. п. Найкращий варіант оцінки споживчих достоїнств - безпосереднє випробування пробною переробкою в кінцевий продукт і визначення показників якості борошна. Основний прямий метод оцінки хлібопекарської якості - пробна випічка.

Методичні вказівки. Оцінку якості пшеничного борошна за пробною лабораторною випічкою проводять за методом, викладеному в ГОСТ 9404-60 "Борошно і висівки. Методи випробувань".

У зв'язку з тим що стандартний метод не виявляє потенційних можливостей борошна, особливо отриманого з сильної пшениці, розроблені методики пробної випічки з додаванням цукру або цукру і бромата калію, з інтенсивним замісом та ін. Ці методи більш повно характеризують хлібопекарські властивості сортового пшеничного борошна.

Для приготування трьох хлібців беруть борошна 250 г (300 г при вологості 14 %), пресованих дріжджів 9 г (сухих 6 г), цукру 12 г, солі 4,5 г. Необхідну для трьох хлібців наважку борошна (M , г) при фактичній вологості (w , %), обчислюють за формулою

$$M = \frac{258 \cdot 100}{100 - w} \quad (36)$$

Підйомна сила дріжджів повинна складати 65 ... 85 хв (методика її визначення вказана в ГОСТ 171 - 69 "Дріжджі хлібопекарські пресовані"). Температура води для замісу - 30 ... 32 С. Загальна кількість води, необхідна для замісу, беруть відповідно до ГОСТ 9404 - 60 в залежності від сорту борошна, її вологості і ділять на три (табл. 12). З цієї кількості води відбирають воду для реактивації дріжджів (30 г), розчинення солі і цукру (30 мл).

Таблиця 12

Необхідна кількість борошна і вода для
пробної випічки хліба з пшеничного борошна

Вологість борошна %	Борошно, г	Вищого	Першого	Другого, кг	Вологість борошна	Борошно, г	Вищого	першого	Другого
10,0	1066	628	659	692	13,0	1103	591	622	655
10,1	1068	626	657	690	13,1	1105	589	620	653
10,2	1070	624	655	688	13,2	1106	588	619	652
10,3	1071	623	654	687	13,3	1107	587	618	651
10,4	1072	622	653	686	13,4	1108	586	617	650
10,5	1073	621	652	685	13,5	1109	585	616	649
10,6	1074	620	651	684	13,6	1111	533	614	647
10,7	1075	619	650	683	13,7	1112	582	613	646
10,3	1076	618	649	682	13,8	1114	580	611	644
10,9	1077	617	648	681	13,9	1115	575	610	643
11,0	1079	615	646	679	14,0	1116	578	609	642
11,1	1080	614	645	678	14,1	1117	577	608	641
11,2	1081	613	644	677	14,2	1119	575	606	639
11,3	1082	612	643	675	14,3	1120	574	605	638
11,4	1083	611	642	675	14,4	1121	573	604	637
11,5	1085	609	640	673	14,5	1123	571	602	635

11,6	1086	608	639	672	14,6	1124	570	601	634
11,7	1087	607	638	671	14,7	1125	569	600	633
11,8	1088	606	637	670	14,8	1127	567	598	631
11,9	1090	604	635	668	14,9	1128	566	597	630
12,0	1091	603	634	667	15,0	1130	564	595	628
12,1	1092	602	633	666	15,1	1131	563	594	627
12,2	1093	601	632.	665	15,2	1132	562	593	626
12,3	1095	599	630	663	15,3	1133	561	592	625
12,4	1096	598	629	662	15,4	1134	559	590	623
12,5	1097	597	628	661	15,5	1136	.558 .	589'	622
12,6	1098	596	627	660	15,6	1137	557	588	621
12,7	1100	594	625	658	15,7	1139	555	'586	619
12,8	1101	593	624	657	15,8	1140	554	585	618
12,9	1102	592	623	656	15,9	1141	553	584	617

Примітка. Розрахунок проводять для випічки на пресованих дріжджах.

Дріжджі заливають за 15 ... 20 хв. до замісу в окремому посуді на 200 ... 300 мл. У такій же посуді готують розчин солі і цукру. Замішують тісто в чистій і прогрітій установці для замішування. Зручно використовувати для замісу 300 г борошна установку для замішування фарінографа. Перед замісом борошно добре перемішують, додають розчин дріжджів, цукру і солі, миють посуд теплою водою з розрахункової кількості, всю воду, що залишилася виливають в замішувальну установку.

В залежності від зони вирощування зерна, сорти борошна, тривалості його відволоження, консистенція тіста може змінюватися в діапазоні 500 ... 700 од. фарінографа. Заміс тіста припиняють через 2 хв. після утворення гомогенного сформованого тіста, що встановлюють по кривій фарінографа.

Для бродіння замішане тісто поміщають (в посуді місткістю до 2 л) в термостат з постійною температурою $30 \pm 2^{\circ} \text{C}$ і відносною вологістю повітря 75 ... 80 %. Загальна тривалість бродіння - 170 хв.

перемішування тіста проводять через 60 і 120 хв. від початку бродіння.

Після закінчення бродіння тісто зважують і ділять на три рівні шматка: з двох роблять формові, з третього - подовий хлібець. Формовку можна виконувати вручну або машинним способом. Використовують форми розміром (мм): низ 65 x 105, верх 80 x 125, висота 80, листи для подового хліба 170 ... 180. Сформовані хлібці поміщають в термостат до посадки в піч. Випікають хлібці на обертовій підставці приблизно 20 хв. при $230 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Для забезпечення оптимальної вологості в піч поміщають металеву посудину з водою.

Аналіз хлібців проводять на наступний день. Визначають об'єм формового хліба, його зовнішній вигляд (форму, поверхню і колір кірки), пористість, еластичність, колір м'якушки, смак, запах і формостійкість (розпливчастість, тобто відношення висоти до діаметра H / D) подового хліба.

Об'ємний вихід хліба розраховують за ГОСТ 9404-60 (табл. 13). Для цього середнє значення обсягу формового хліба, множать на три, і по цьому значенню в таблиці знаходять об'ємний вихід. Загальну оцінку хлібопекарських властивостей можна дати в балах, використовуючи для цього спеціально розроблену шкалу.

Таблиця 13

Об'ємний вихід хліба з пшеничного
борошна вищого, першого і другого сортів

Об'єм	Об'ємний вихід, мл	Об'єм	Об'ємний вихід, мл	Об'єм	Об'ємний вихід, мл	Об'єм	Об'ємний вихід, мл
850	227	1140	305	1430	382	1720	459
860	230	1150	307	1440	385	1730	462
870	232	1160	310	1450	388	1740	465
880	235	1170	313	1460	390	1750	468
890	238	1180	316	1470	393	1760	470
900	241	1190	318	1480	395	1770	473
910	243	1200	321	1490	398	1780	476
920	246	1210	323	1500	401	1790	479

930	249	1220	326	1510	404	1800	481
940	251	1230	329	1520	406	1810	484
950	253	1240	331	1530	409	1820	487
960	257	1250	334	1540	412	1830	489
970	259	1260	337	1550	414	1840	492
980	252	1270	339	1560	417	1850	495
990	265	1280	342	1570	420	1860	497
1000	267	1290	345	1580	422	1870	500
1010	270	1300	348	1590	425	1880	503
1020	273	1310	350	1600	428	1890	505
1030	275	1320	353	1610	430	1900	508
1040	278	1330	356	1620	433	1910	510
1050	281	1340	358	1630	436	1920	513
1060	283	1350	361	1640	438	1930	516
1070	286	1360	364	1650	441	1940	519.
1080	289	1370	366	1660	444	1950	521
1090	291	1380	369	1670	446	1960	524
1100	294	1390	372	1680	449	1970	527
1110	297	1400	374	1690	452	1980	529
1120	299	1410	377	1700	454	1990	532
1130	302	1420	380	1710	457	2000	535

Порядок виконання роботи. Групі студентів з двох чоловік видають зразок борошна певного сорту. Всі зразки борошна повинні мати різний зміст клейковини, її якість, крупність і т.д. Зразок борошна позначають карткою з усіма показниками, в тому числі вологості. Розраховують наважку борошна, кількість, води для випічки. Беруть наважку цукру, солі, дріжджів. Потім виконують операції, наведені в методичних вказівках.

Результати записують у таблицю. Після випічок узагальнюють і роблять висновки про вплив сорту та якості борошна на хлібопекарські властивості.

Оформлення результатів оцінки
хлібопекарських властивостей борошна

Номер зразка борошна	Сорт борошна	Якість борошна				
		Вміст клейковини, %	якість клейковини, група	Зольність %	Крупність	
					сход сита	прохід сита
1	Вищий					
2	Перший					
3	Другий					
Якість хліба						
Номер зразка борошна	Сорт борошна	Об'ємний вихід, мл	Н/D	Зовнішній вигляд	Характеристика м'якуші	
1	Вищий					
2	Перший					
3	Другий					

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 17

ТЕМА: ВИВЧЕННЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЖИТНЬОГО СОРТОВОГО БОРОШНА

Мета роботи. Набуття практичних навичок оцінки хлібопекарських властивостей житнього та сортового борошна.

Попередні зауваження. Хлібопекарські властивості жита ретельно вивчають, так як його зерно багате білками, що відрізняються високими харчовими достоїнствами. При однаковому виході борошна в житньому хлібі більш високий вміст деяких вітамінів і мінеральних речовин, ніж в пшеничному. Відрізняють житній хліб і високі харчові достоїнства - смак, аромат, повільне черствіння.

Для оцінки хлібопекарських властивостей жита велике значення має стан вуглеводно-амілазного комплексу, загальна автолітична активність, стан білка і підвищення діастатичної активності. Висока активність ферментів, швидка мінливість стану вуглеводно-амілазного комплексу (особливо при проростанні зерна) знижують хлібопекарські властивості жита.

Житній хліб виходить меншого обсягу порівняно з пшеничним, має щільний м'якуш у зв'язку з тим, що в житньому тісті не формується зв'язана клейковина.

Методичні вказівки. Для оцінки хлібопекарських властивостей зерна жита використовують результати пробної випічки. Їх проводять як безопарним, так і опарним методами. Розроблено прискорений безопарний метод випічки з борошна сіяного, обдирного, відбійного. Він найбільш прийнятний для лабораторних умов. Рецептuru тесту для пробних випічок наведена в таблиці.

Робочі розчини, що містять відповідне для кожного сорту борошна кількість кислот, готують напередодні випічок. Розраховують загальну кількість води для отримання тіста необхідної вологості.

Таблиця 15

Рецептура тіста при випічці хліба з житнього борошна

Компоненти	При випічці из борошна		
	просіяної (60 %-го виходу)	обдирної (87 %-го виходу)	обдирної
Борошно, г	300,0	300,0	300,0
Дріжджі, г:			
пресовані	7,5	18,0	18,0
сухі	2,5	6,0	6,0
Сіль (екстра), г	4,5	6,0	4,5
Кислота:			
молочна, мл (40...49 %)	4,0	4,0	4,0
лимонна, г	-	0,2	0,2
оцтова, мл	-	0,1	0,4
Вологість тіста, %	50	51	51

У прикладі, наведеному в таблиці, вологість борошна (шпалерного або обдирного) прийнята рівною 10,8 %.

Таблиця 16

Вміст компонентів в тісті

Компоненти	Наважка, г	Сухі речовини, г	Вода, мл
Борошно, г	300,0	267,6	32,4
Дріжджі:			
пресовані, г (w = 60%)	18,0	7,2	10,8
Сіль, г	6,0	6,0	-
кислота:			
молочна, мл	4,0	-	4,0
лимонна, г	0,2	0,2	-
оцтова, мл	0,4		0,4
Загальна кількість	-	281,0	47,6

Виходячи з цієї вологості розраховують кількість води (мл) для замісу борошна за формулою

$$G_B = \frac{C w_T}{100 - w_T} - G_{B.H}; \quad (37)$$

де C - кількість сухої речовини в навішуванні муки, г; w_T - вологість тіста, %; $G_{B.H}$ - кількість вода в навішуванні, г

У даному прикладі (мл) дорівнює:

$$G_B = \frac{285,0 * 51}{100 - 51} - 47,6 = 249,0 \quad (38)$$

Випічка хліба з сіяного борошна. Поміщають в діжу 300 г борошна, вносять розчини молочної кислоти, дріжджів і солі, додають відсутню кількість води і замішують тісто протягом 7 хв. Під час замісу 2 ... 3 рази очищають лопоті замішувача.

Тісто залишають бродити в термостаті при температурі 33°C і відносній вологості повітря 75...85 % протягом 60 хв. При формуванні тісто ділять на дві рівні частини і укладають в змащені олією форми. Поверхню тіста в формах розгладжують. Расстойку проводять до готовності перед посадкою в піч, випікають хліб при температурі 230°C протягом 30 хв.

Випічка хліба із відбивного борошна. Поміщають в діжу 300 г борошна, вносять компоненти, додають відсутню кількість води і замішують тісто протягом 10 хв. з очищенням лопатей 2 ... 3 рази.

Тісто залишають бродити в термостаті при температурі 33°C і відносній вологості повітря 75 ... 85% протягом 60 хв., перебивають вручну протягом 2 хв., потім тісто поміщають у змащену олією форму. Розстойка тіста в термостаті при температурі 33°C до готовності (20 ... 45 хв). Випікають при температурі 200°C протягом 50 хв.

Випічка хліба з обдирного борошна. Поміщають в діжу 300 г борошна, вносять всі компоненти і замішують тісто протягом 10 хв. Тісто на 60 хв. залишають в термостаті при температурі 35°C, куди

для зволоження поміщають посудину з водою. Після трихвилинної перебивки тісто формують, попередньо розділивши його на дві рівні частини. На расстойку тісто ставлять, в той же шафу до готовності до посадки в піч. Хліб випікають 45 хв. при 180°C. При відсутності замішувача допускається заміс тіста вручну до отримання однорідної консистенції.

Аналіз хліба проводять на наступний день. Вимірюють обсяг хліба, оцінюють зовнішній вигляд, колір, пористість, стан м'якушки.

Порядок виконання роботи. Роботу виконують групи по двоє людей, кожній з яких видають зразок борошна певної якості. Борошно може бути одного сорту, але повинна відрізнятися за якістю.

Студенти, використовуючи формулу (80), розраховують кількість води для замісу. Відважують потрібну кількість борошна, дріжджів, солі, відміряють розчини кислот мірним циліндром. Проводять заміс тіста за описаною методикою, й ставлять його на бродіння в термостат. Потім формують два хліби, і знову ставлять їх у термостат. Випікають хліб при температурі, зазначеній вище, залежно від сорту борошна. Аналіз проводять на наступний день. Результати записують у таблицю.

Таблиця 17

Оформлення результатів визначення якості хліба

Сорт борошна	Зразок	Об'єм хліба, мл			Органолептична Оцінка	
		першого	другого	середнє	Зовнішнього вигляду	м'якуша

Результати роботи студенти обговорюють спільно і роблять загальний висновок.

МОДУЛЬ 2. ВИРОБНИЦТВО КРУП

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 18

ТЕМА: ДОСЛІДЖЕННЯ ФРАКЦІЙНОГО ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА ВІД ДОМІШОК

Мета роботи. Порівняння ефективності фракційного і звичайного способів очищення зерна від домішок, вивчення принципу підбору сит для очищення зерна різних фракцій.

Попередні зауваження. Фракційне очищення зерна від домішок особливо ефективне у тих випадках, коли неможливе їх виділення за кількома ознаками. В цьому випадку використовують схеми з послідовним застосуванням різних робочих органів. Наприклад сит з різною формою і різними розмірами отворів.

На ситах певної форми і розмірів отворів зерно поділяють на кілька фракцій, потім домішки з кожної фракції виділяють з допомогою сит, що мають отвори іншої форми та інші розміри. Найбільш ефективно це для зерна гречки.

Для очищення зерна від домішок можна використовувати сита з круглими, і трикутними отворами, причому перші використовують в основному для розділення зерна на фракції, другі - для виділення таких домішок, як дика редька, бобові та ін.. Гречка може бути розділена на 2 ... 6 фракцій. З не розсортованої на фракції гречки можна виділити самі великі і дрібні домішки.

Порядок виконання роботи. Наважку гречки масою 200 ... 400 г, що містить важко відокремлювальні домішки (дику редьку, пшеницю та інші), слід просіяти на ситах з трикутними отворами з стороною 7,0 мм і на ситі з отворами \emptyset 3,3 мм. Потім визначають кількість домішок, виділених сходом сита з трикутними отворами зі стороною 7,0 мм і проходом сита з отворами \emptyset 3,3 мм. Знаючи вміст домішок у вихідній наважці, розраховують їх вміст в очищеному зерні.

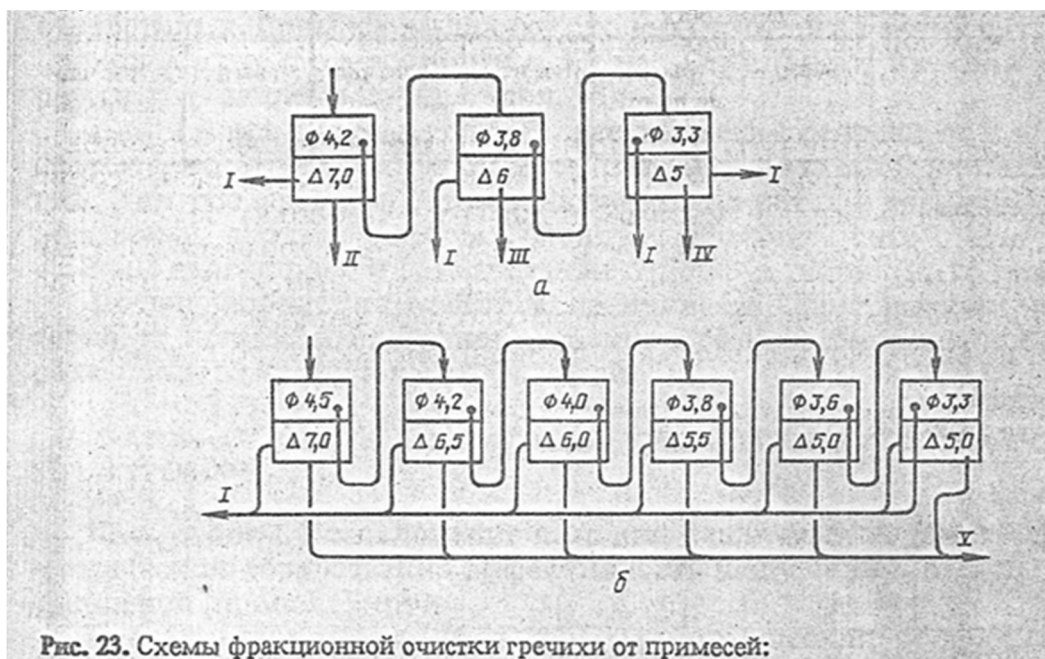


Схема фракційної очистки гречки від домішок: а - при розподілі зерна на три фракції, б - при розподілі зерна на шість фракцій; І - домішки; ІІ - велике зерно; ІІІ - середня фракція; ІV - дрібна фракція; V – зерно.

Результати аналізу записують в таблицю.

Таблица 18

Оформлення аналізу ефективності
фракційного сортування зерна гречки

Продукт	Наявність домішок в зерні, %				Відібрано домішок, %	
	У початковій фракції		в очищеному зерні			
	всього	у тому числі дикої редьки	всього	у тому числі дикої редьки	всього	у тому числі дикої редьки
Не розсортована гречка: сход сита (Δ7мм) прохід через сито (Ø 3,3 мм) Разом Гречка, розсортована на три фракції						

сход сита з отворами, мм: Δ7, 0 Δ6, 0 Δ5, 0 Відходи - прохід через сито (Ø3,3мм) Разом Гречка, розсортова- на на шість фракцій сход сита з отворами, мм: Δ7, 0 Δ6, 5 Δ6, 0 Δ5, 5 Δ5, 0 Δ5, 0 Відходи - прохід крізь сито (Ø 3,3 мм) Разом						
--	--	--	--	--	--	--

Після цього виділені домішки повертають в ту ж наважку, і сортують її на три фракції, їх просівають на ситах з трикутними отворами. Домішки виділяють сходом з кожного з цих сит, а також проходом сита з отворами Ø 3,3 мм. Визначають їх кількість, і результати записують у таблицю. Як і в попередньому випадку, всі домішки повертають у вихідну наважку, яку сортують відповідно до схеми на шість фракцій. Кожну фракцію потім просівають на ситах з трикутними отворами, сходи з яких поряд з проходом сита з отворами Ø 3,3 мм зважують і дані також заносять в таблицю.

Після заповнення таблиці порівнюють ефективність очищення зерна від домішок при сепаруванні не фракціонованого зерна, розділеного на три і шість фракцій.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 19

ТЕМА: ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КРУПОВІДОКРЕМЛЮЮЧИХ МАШИН

Мета роботи. Вивчення методів визначення технологічної ефективності, складання кількісного балансу процесу на базі якісних показників продуктів.

Попередні зауваження. Круповідокремлення являє собою операцію поділу на лущені і не лущені зерна, яка включена в технологічні схеми переробки гречки, вівса і риса у крупу. В результаті круповідокремлення отримують два продукти, один з яких представляє собою в основному лущені зерна, другий – не лущені.

Ефективність круповідокремлення оцінюють різними методами, зокрема найбільш точно вона може бути визначена за формулою В. М. Цециновського:

$$E = A \frac{K_1 - K}{100 - K} + B \frac{H_2 - H}{100 - H}; \quad (39)$$

де А і В - відповідно вихід фракцій лущених і не лущених зерен ($A + B = 100 \%$); К і Н - концентрація лущених і не лущених зерен у вихідному продукті ($K + H = 100 \%$); K_1 - концентрація лущених зерен у фракції не лущених зерен (продукт А), %; H_2 - концентрація не лущених зерен в фракції лущених зерен (продукт В), %.

В круп'яній промисловості для визначення ефективності круповідокремлення використовують також формулу

$$E = \alpha \beta \gamma \quad (40)$$

У формулі значення коефіцієнтів

$$\alpha = \frac{K_1 A}{100 * K}; \quad \beta = \frac{H_2}{100 * H}; \quad \gamma \quad (41)$$

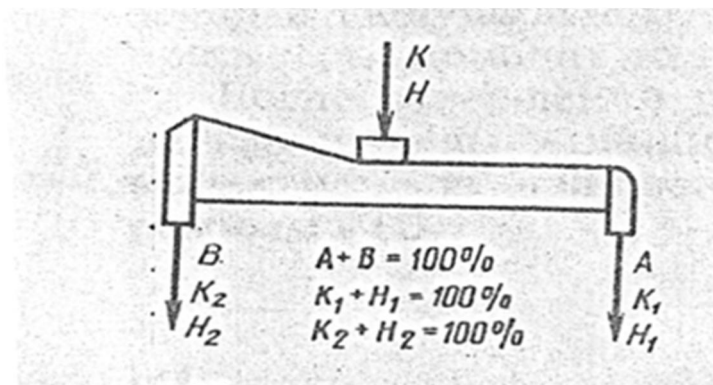


Схема розділення суміші на лушчені і не лушчені зерна.

Для оцінки ефективності процесу необхідно знати склад продуктів (вміст у них лушчених і не лушчених зерен), а також кількісне співвідношення отриманих фракцій А і В. Ці величини можуть бути визначені при розрахунку балансу (у виробничих умовах) або зважуванням отриманих продуктів у лабораторних умовах. Однак на виробництві не завжди можливо зняти баланс. В цьому випадку обчислити значення А і В можна розрахунковим способом на основі матеріального балансу продуктів, використовуючи такі формули:

$$K \cdot 100 - K_1 A + K_2 B; H \cdot 100 = H_1 \cdot A + H_2 \cdot B; A + B = 100 \% \quad (42)$$

Розрахувавши А і В, можна по кожній із запропонованих формул визначивши величину ефективності процесу. Однак не завжди за формулою можна отримати вичерпні відомості про ефективність процесу. Одне і те ж значення цієї величини може говорити про різні результати, тому поряд з чисельним значенням ефективності процесу можуть бути накладені і будь-які обмеження на результати сепарування.

Наприклад, в лушченні зерна рису, що надходить на шліфування, не повинно бути більше 1 % не лушчених зерен. Якщо крупа не піддається шліфуванню, наприклад гречана, то вміст не лушчених зерен у фракції лушчених не повинен перевищувати величину, встановленої стандартом для готової крупы і т. д.

Порядок виконання роботи. Вона може бути виконана в лабораторних або у виробничих умовах. У першому випадку

необхідна наявність будь-якої лабораторної круповіддільної машини, наприклад паддімашини, круповідокремлювача і т. д. Тоді через круповідокремлювач пропускають заздалегідь підготовлену суміш лущених і не лущених зерен. Після закінчення процесу зважують отримані фракції, і їх кількість виражають у відсотках. З кожного продукту (вхідного і двох отриманих фракцій) відбирають зразок-наважку масою 50 г, визначають в ній після ручної переборки вміст лущених і не лущених зерен і виражають у відсотках до відповідної маси зразка зерна. Результати записують у таблицю. Використовуючи дані таблиці, розраховують ефективність процесу.

Таблиця 19

Вихід фракцій, г/%				Склад продуктів,%					
Лущених зерен, А		Не лущених зерен, В		Початкового		Фракції лущених зерен, А		Фракції не лущених зерен, В	
г	%	г	%	Лущених зерен К	Не лущених зерен Н	лущених зерен К ₁	Не лущених зерен Н ₁	Лущених зерен К ₂	Не лущених зерен Н ₂

При проведенні занять у виробничих умовах може бути знято кількісно-якісний баланс продуктів після сортування. При цьому немає необхідності визначати кількість і якість вхідного продукту, тобто величин, які можуть бути отримані розрахунковим шляхом.

Кількість кожної фракції А і В (кг/год.) після зняття балансу визначають як

$$A = 3600 \alpha / \tau, \quad (43)$$

де α - кількість продукту, відібраного за час τ , кг; τ - час, протягом якого відбирали продукт, с.

Так само визначають кількість продукту В. Кількість вхідного продукту розраховують як суму А и В. Потім величини А і В визначають у відсотках до їх суми. З кожного продукту відбирають наважки по 50 г, і знаходять у них відповідно вміст лущених і не лущених зерен.

Після визначення величин K_1 , H_1 , K_2 , H_2 можна розрахувати значення K і H , тобто вміст лушчених і не лушчених зерен у вихідному продукті за наведеними вище формулами. Визначення фактичного складу вихідної суміші (ручним розбиранням наважки вихідного продукту), і порівняння його з розрахунковим складом дозволять оцінити точність зняття балансу.

При неможливості зняття кількісного балансу можна обійтися зняттям якісного балансу, визначивши склад суміші вхідного й отриманого продуктів і провівши розрахунок величин A і B . Після обчислення ефективності круповідокремлення за формулами, порівнюють результати, в разі значних розбіжностей з'ясовують причину.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 20

ТЕМА: ВИВЧЕННЯ РОБОТИ КРУПОВІДОКРЕМЛЮВАЛЬНИХ МАШИН

Мета роботи. Вивчення процесу розділення суміші лущених і не лущених зерен в круповідокремлюючих машинах, ознайомлення з методами регулювання ефективності їх роботи.

Попередні зауваження. Найпростіша круповіддільна машина зображена на малюнку. При відсутності інших лабораторних круповіддільних установок її можна виготовити достатньо легко. Ефективність процесу сепарування залежить від кута нахилу сита і довжини закритої (відкритої) частини сита, а також від навантаження на сито.

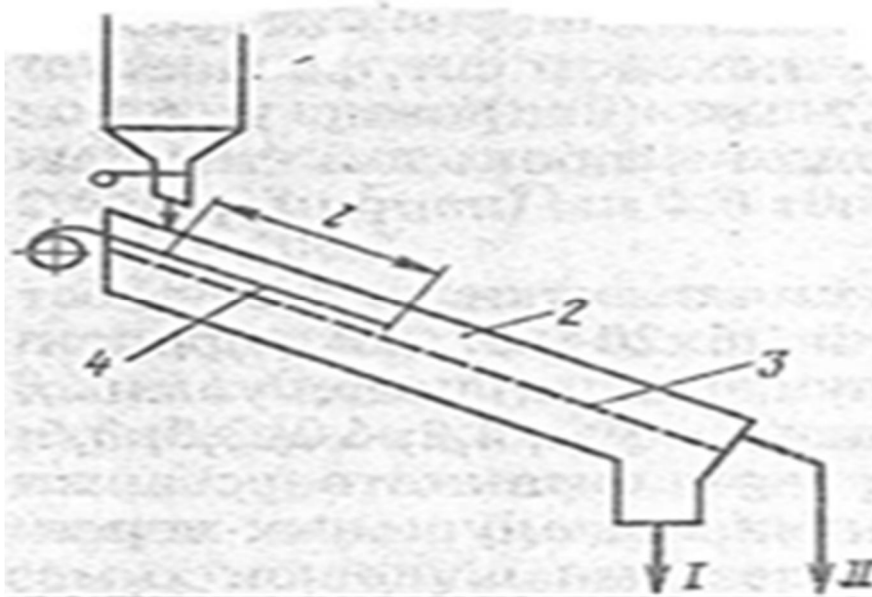


Схема круповідокремлюючої машини: 1 - бункер; 2 - корпус; 3 - сито; 4 - тканина; I - прохід; II - сход; 1 - довжина закритої частини брезенту.

Порядок виконання роботи. Визначають вплив довжини відкритої частини сита на ефективність круповідокремлення. При постійних навантаженнях і куті нахилу сита змінюють довжину відкритої (закритої) частини сита, закриваючи її брезентом.

Зразок суміші лушених і не лушених зерен рису або вівса масою 2...3 кг при постійному положенні засувки в бункері пропускають через круповідокремлюючу машину, визначають час закінчення суміші. Отримані схід і прохід зважують, розраховують їх вміст (%). З цих продуктів відбирають зразки масою по 50 г, визначають у них вміст лушених і не лушених зерен. Потім цю ж суміш зерна повторно пропускають через круповідокремлюючу машину при іншій величині відкритої частини сита, виконують ті ж операції, що і в першому випадку.

У кожному випадку визначають ефективність круповідокремлення за однією з формул, наведених у попередній роботі. Годинну навантаження на 1 см ширини сита g (кг/год.) визначають як

$$g = \frac{3600Q}{b\tau}; \quad (44)$$

де q - кількість вихідної шийок, кг; b - ширина сита, см; τ - час роботи установки, с.

Таблиця 20

Оформлення отриманих даних про вплив довжини зони просіювання на ефективність круповідокремлення.

Дослід	Навантаження, кг/год.	Довжина відкритої частини сита, см	Прохід			Схід			Ефективність лушення E, %
			вихід	Вміст зерен,%		вихід	Вміст зерен, %		
				лущених	не лущених		лущених	не лущених	
1		15							
2		30							
3		45							
4		60							

За даними таблиці будують графіки залежності виходу проходу, (або сходу), величини ефективності E і т. д. від довжини відкритої

частини сита і потім роблять висновок про вплив довжини відкритої частини сита на вихід і якість проходу (сходу). Потім визначають вплив кута нахилу сита на результати сепарування. Дану роботу виконують при постійному навантаженні і довжині відкритої частини сита. Порядок проведення дослідів приблизно такий же, як і в першому випадку.

Кут нахилу сита спочатку слід встановити так, щоб продукт почав рухатися по ситу. Потім кут нахилу сита збільшують з інтервалом 2 ... 3 кг. Отримані результати заносять в таблицю.

Як і в першому експерименті, будують графік залежності виходу сходу (проходу), ефективності і т. д. від кута нахилу. Визначають вплив навантаження на ефективність сепарування. При постійному куті нахилу, довжині відкритої частини сита змінюють навантаження в межах 50...200 кг (см/год). Іншу частину експерименту виконують так само, як і в попередніх роботах. Після закінчення роботи роблять висновки про вплив досліджених параметрів на ефективність сепарування суміші, про можливість регулювання цього процесу.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 21

ТЕМА: ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПШОНА

Мета роботи. Вивчення процесу переробки проса в пшоно, складання кількісного балансу процесу, ознайомлення з характеристиками крупи і відходів. Мета другої і третьої частин роботи - дослідження нових, не застосованих на практиці схем лущення зерна, визначення переваг і недоліків цих схем.

Попередні зауваження. Процес переробки проса в крупу включає його підготовку, лущення і шліфування, контроль крупи і відходів (побічних продуктів). У лабораторних умовах використовують спрощену схему ведення технологічного процесу, що включає всі основні елементи.

Очищають зерно від домішок в лабораторному сепараторі або в розсіві, сита в яких встановлені відповідно до технологічної схеми. Крім виділення домішок відокремлюють також дрібне зерно проходом сита з розміром отворів 1,5 x 20 мм. Лущаться зерно чотириразовим пропуском через вальцедекові верстати, причому після кожного лущення, продукти провівають в аспіраторах або аспіраційних колонках.

Якщо як лущильну машину застосовують лабораторний вальцедековий верстат ЛВС-1 конструкції НВО "Агроприлад", провіювання продуктів лущення здійснюють безпосередньо в цій установці. Остання система лущення - одночасно система шліфування. Контролюють крупу, мучку і лузгу в лабораторному розсіві.

Порядок виконання роботи. Зразок проса масою 200 ... 400 г очищають від домішок відповідно до технологічної схеми. Кількість зерна і відходів після кожної системи записують в таблицю балансу переробки проса.

Перед початком лущення з допомогою допоміжних зразків масою 50 .. 100 г встановлюють режими лущення на кожній системі відповідно до рекомендацій правил. Вміст лущених зерен після

першої системи має бути не менше 80 ... 90 %, другий - 90 ... 95, третьої - 95 ... 98, після четвертої - не менше 99,4 %.

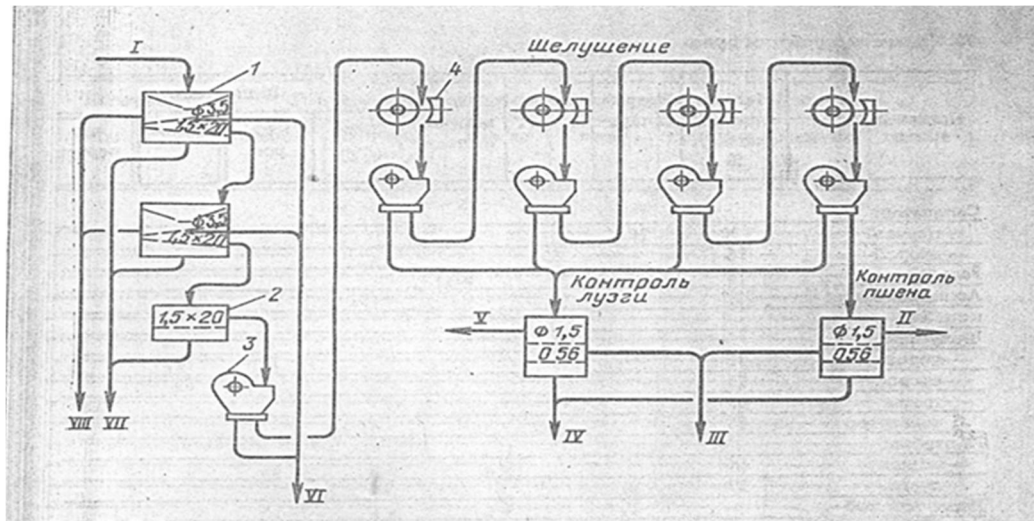


Схема виробництва пшона

Для визначення кількості лущених зерен із суміші їх з не лущених відбирають наважку 5 ... 10 г, вибирають з неї не лущені зерна, зважують, розраховують склад продуктів лущення за формулою

$$H = \frac{100\alpha_i c_i}{b_i n_i} \quad (45)$$

де: α_i - кількість суміші лущених і не лущених зерен після лущення, г; b_i - маса наважки, взятої для визначення вмісту не лущених зерен (5 ... 10 г), г; c_i - кількість не лущених зерен в наважці b_i , г; n_i - кількість зерна, що надходить на перше лущення, м.

Після того як будуть встановлені режими роботи систем на основі попередніх експериментів, проводять переробку основного зразка зерна проса. Для цього його пропускають через верстат першої системи, відокремлюють лузгу і мучку або безпосередньо у верстаті (таким пристроєм забезпечений вальцедековий верстат ЛВС-1). Виділені побічні продукти і суміш лущених і не лущених зерен зважують, виражають у відсотках до вихідної наважки і оформляють баланс.

Баланс переробки проса

Найменування	Нагрузка на систему, %	Другий сепаратор	Розсів	Аспира- ційна колонка	Лущення			
					перше	друге	Третє	четверте
сепаратор:								
перший	100	96						
друга	96		93					
розсів	93			91,5				
аспіраційна колонка	91,5				91			
лущення:								
перше	91					76		
друге	76						69	
третє	69							66
четверте	66							
контроль:								
пшона	64							
лузги	27							
Разом готової продукції								

Для оцінки ефективності лущення зерна з суміші лущених і не лущених зерен виділяють наважку 5 ... 10 г (чим менше в суміші не лущених зерен, тим більше повинна бути маса наважки: наприклад, після першого і другого лущення - 5 г, після третього і четвертого - 10 г), розбирають на лущені і не лущені зерна, зважують, і загальний їх вміст у відсотках до вихідної наважки розраховують за формулою.

Потім, щоб уникнути втрат весь взятий для аналізу продукт приєднують до суміші лущених і не лущених зерен і направляють на другу систему лущення. Далі роблять те ж, що і після першої системи лущення, результати заносять в таблицю балансу і т. д. Після четвертої системи лущення суміш лущених і не лущених зерен являє собою готову крупу, в якій вміст не лущених зерен повинно бути не більше 0,6%, що відповідає нормам для крупи другого сорту.

Коефіцієнт лущення (%) по системам визначають за вмістом не лущених зерен в продукті до і після вальцедекового верстата

$$E = \frac{H_1 - H_2}{H_1} 100 \quad (46)$$

де H_1 - вміст не лущених зерен в продукті, що надходить в машину, %; H_2 - зміст не лущених зерен в продукті після машини

Таблиця 22

Контроль		Готова продукція і відходи				Домішки		
пшона	лузги	пшоно	дробленка кормова	мучка	лузга	крупні	Малі	Легкі
						2	1,5	0,5
						2	0,5	0,5
							1,5	
								0,5
	15							
	7							
	3							
	2							
		63	0,5	0,5				
			5	5	17			
		63	5,5	5,5	17	4	3,5	1,5

Отриману крупу і побічні продукти контролюють в розсіві і аспіраторі відповідно до схеми, результати також заносять в таблицю балансу. За результатами дослідів роблять висновки про вихід та якість крупи.

На додаток до виконаної частини роботи може бути вивчена ефективність фракційної переробки зерна проса. В даний час технологічна схема не передбачає фракціонування зерна перед

лушенням. У той же час зерно проса різної крупності відрізняється і різними технологічними властивостями, тому доцільно дослідити вплив фракціонування зерна перед лушенням на вихід й якість крупи.

Цю частину роботи виконують в наступному порядку. Зразок проса, очищеного від домішок, масою 400 ... 500 г просівають в лабораторному розсіві на ситах з отворами розміром 1,5 x 20, 1,7 x 20 і 1,8 x 20 мм. Прохід через сито 1,5 x 20 мм направляють у відходи, схід цього сита являє собою дрібну фракцію зерна, схід сита 1,8x20 мм - велика фракція.

Схід сита з отворами розміром 1,7 x 20 мм приєднують або до дрібної фракції, або до великої в залежності від крупності вихідного зерна. Бажано, щоб співвідношення кількості зерна в дрібної і крупної фракціях наближалось до 1:1. Кожну фракцію зерна піддають чотириразовому луценню так, щоб після четвертого лушення в суміші лущених і не лущених зерен залишалося не більше 0,6 % не лущених зерен. Тут не потрібно прагнути до того, щоб в продуктах лушення кожної фракції було тільки не лущене зерно. Наприклад, при однаковій-кількості зерна великої та дрібної фракцій в продуктах лушення великої фракції може бути близько 0,3 % не лущених зерен, а дрібної – 0,9 %. Середньозважена кількість не лущених зерен в сумарному продукті буде близько 0,6 %.

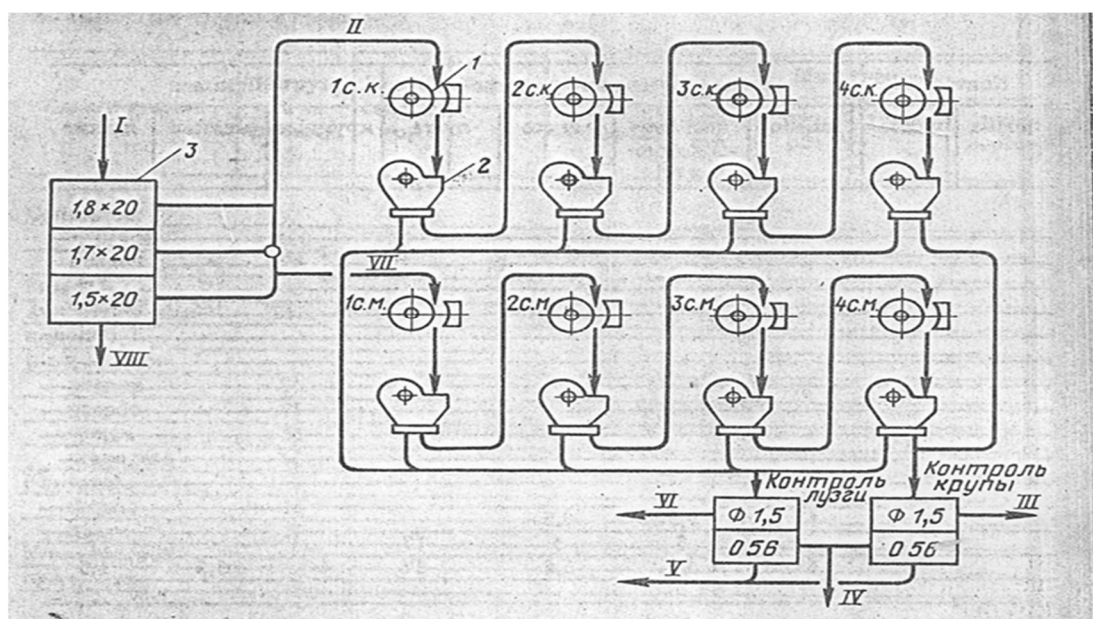


Схема фракційного лушення зерна проса.

1-вальцедековий верстат, 2 - аспіратор; 3 - розсів; I - просо; II - велика фракція; III - крупка; IV - дробарка; V-мучка; VI-лузга; VII - дрібна фракція; VIII - дрібне зерно.

Визначають вихід крупи (%) при переробці великої і дрібної фракцій, потім знаходять середньозважений сумарний вихід крупи (%). Для контролю лушиться зерно, не розділене на фракції, з якого на ситі з отворами розміром 1,5 x 20 мм відбирають дрібне зерно. Так само в результаті чотириразового лущення отримують крупу з вмістом не лущених зерен не більше 0,6 %.

Результати переробки зерна записують у таблицю. На підставі даних таблиці роблять висновок про доцільність фракційної переробки зерна проса.

Таблиця 23

Оформлення результатів впливу
Фракціонування зерна проса на ефективність його лущення

Варіант переробки зерна	Вихід крупи, г	Вміст не лущених зерен, %
нефракційного		
фракційного:		
велика фракція		
дрібна фракція		
Середньозважені результат		

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 22

ТЕМА: ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ГРЕЧАНОЇ КРУПИ

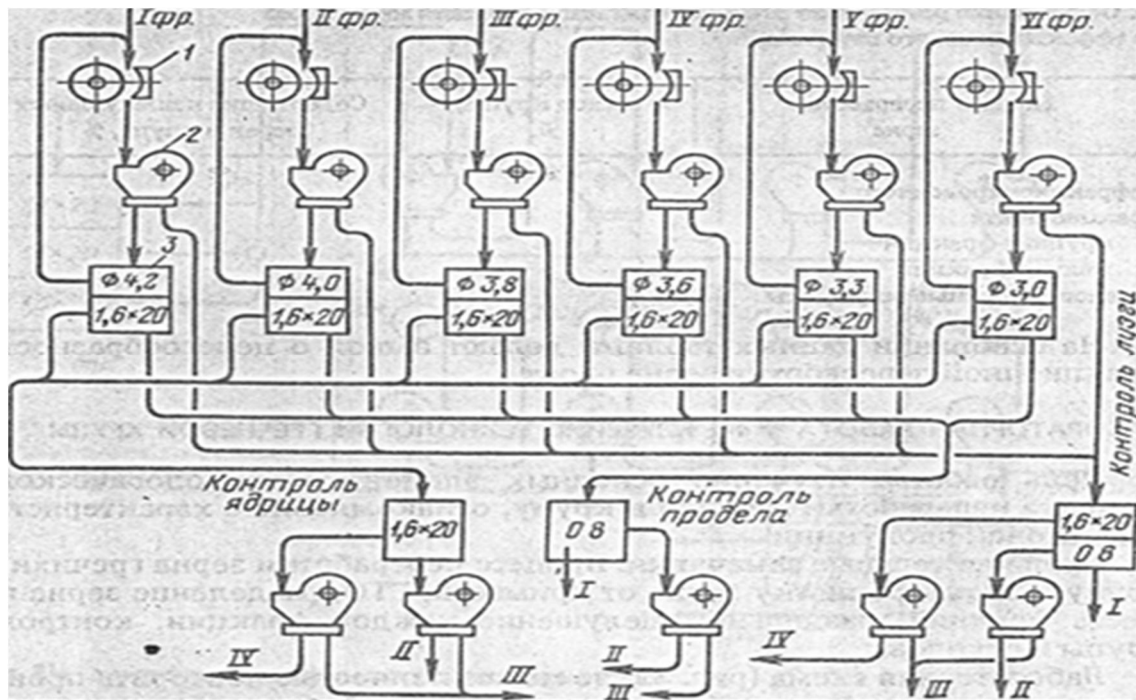
Мета роботи. Вивчення основних елементів технологічного процесу переробки гречки в крупу, ознайомлення з характеристикою готової продукції.

Попередні зауваження. Процес переробки зерна гречки в крупу включає очищення зерна від домішок, ГТО, поділ зерна на шість фракцій, роздільне лушення кожної фракції, контроль крупи і відходів.

Лабораторна схема не може повністю відтворити, виробничу схему хоча б тому, що в цій схемі не лушені зерна, виділені після лушення, знову повертаються на той же верстат і луцаться разом із новим зерном. У лабораторних умовах, коли переробляють якийсь обмежений зразок зерна, виділене не лушене зерно доводиться пропускати через вальцедековий верстат повторно, знову виділяти не лушені зерна і т. д., поки не залишиться мінімальна кількість не лушених зерен. Так як процес повторного лушення зерна не може тривати нескінченно, а відкидання не лушених зерен після чергової обробки призведе до втрат крупи, то ці зерна приєднують до наступного по крупності (більш дрібного) зразку і т. д.

Порядок виконання роботи. Зразок гречки, підданий ГТО, масою близько 500 г сортують на ситах з розмірами отворів від Ø 4,5 до 3,3 мм. Фракціонування зерна може бути поєднане з його очищенням від домішок на ситах з трикутними отворами згідно технологічною схемою.

Потім визначають масу кожної фракції і кількість домішок, виділених з цієї фракції, результати записують в таблицю. Для спрощення роботи можна відмовитися від переробки зерна останніх двох-трьох фракцій, якщо кількість зерна в них невелика. В цьому випадку за 100% слід приймати суму інших фракцій зерна.



Лабораторна схема переробки зерна гречки з використанням вальцедекові верстата ЛВС-1: 1 - вальцедековий верстат, 2 - аспіратор; 3 - розсів; I - мучка; II-просунув; III - лузга; IV-ядерця

Готують допоміжні навішування кожної фракції, які використовують для установки режимів лущення зерна. Коефіцієнт лущення зерна кожної фракції повинен відповідати рекомендаціям правил. Переробку зерна починають з найбільшої фракції, отриманої сходом з отворами сита діаметром 4,5 мм.

В вальцедековому верстаті встановлюють зазор між вальцем і декою, який був раніше визначений для зерна цієї фракції. При лущенні зерна у верстатах ЛВС-1 отримують наступні продукти: суміш не лущених зерен, ядерця, а також суміш лузги і мучки. Після лущення перший продукт просівають на ситах з отворами $\varnothing 4,2$ і $1,6 \times 20$ мм. Прохід сита з отворами розміром $1,6 \times 20$ мм являє собою проділ, схід цього сита - ядерця, схід сита з отворами $\varnothing 4,2$ мм – не лущене зерно. Це зерно повторно лущать при тому ж зазорі між валком і декою.

Таблиця 24

Баланс переробки гречаної крупи

Назва	Нагрузка на систему, %	Сортування					Системи лущення						Контроль			Готова продукція				
		I	II	III	IV	V	I фр	II фр	III фр	IV фр	V фр	VI фр	ядриця	про ділу	лузги	ядриця	про ділу	мучка	лузга	одходи
сортування		80					18													2,0
I	100		45					34												1,0
II	80			25					18											2,0
III	45				10					13										2,0
IV	25					4					5									1,0
V	10											3								1,0
VI	4																			
Лущення :																				
Iфр.	18							1					10,0	2,0	5,0					
IIфр.	35								1				22,0	4,0	8,0					
IIIфр.	19									1			11,0	2,0	5,0					
IVфр.	14										1		7,5	1,5	4,0					
Vфр.	6											1	2,5	0,5	2,0					
VIфр	4												2,0	0,5	1,0					
Контроль:																				
ядриця	55,0															54,0	0,5		0,5	
предела	10,5																9,0	1,0	0,5	
лузги	25,0															0,5	0,5	5,0	19,0	
Всього																54,5	10,0	6,0	20,0	9,5

Після повторного лушення перший продукт сортують на зазначених вище ситах. Решта не лушеного зерна знову лущиться, сортують до тих пір, поки їх кількість не буде менш 1 ... 3 г. Ці не лушені зерна зважують і приєднують до наступної фракції. Отримані після кожного лушення ядерець і просів об'єднують, зважують, результат записують. Приклад оформлення балансу переробки гречки наведено в таблиці.

Отриману після кожного лушення суміш лушпиння і мучки об'єднують і зважують. Закінчивши лушення першої фракції, приступають до переробки другий і т. д. Однойменні продукти, отримані при лущенні зерна всіх фракцій, об'єднують і піддають контрольному сортуванню відповідно до технологічної схеми. Для спрощення роботи контрольному сортуванню можна піддавати тільки суміш лушпиння і мучки.

Кількість всіх продуктів, отриманих при лущенні кожної фракції, а також при контрольному сортуванні, записують до таблиці. Потім порівнюють отриманий вихід крупи, відходів, побічних продуктів з базисним, роблять висновок про ефективність переробки зерна. Визначають також якість крупи, роблять висновок про відповідність його вимогам стандарту.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 23

ТЕМА: ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА РИСУ

Мета роботи. Вивчення процесу переробки зерна рису в крупу при різних режимах його ведення, придбання практичних навичок складання кількісного балансу процесу, аналіз ефективності окремих етапів і всього процесу виробництва.

Попередні зауваження. З огляду на те що круп'яні лабораторії інститутів оснащені неоднаковими установками для переробки зерна рису в крупу, можна, моделюючи виробничий процес і вишукуючи оптимальні режими переробки, використовувати для проведення лабораторної роботи наявні установки.

Для переробки рису в крупу беруть зерно, очищене від домішок. Перед початком роботи студентів знайомлять з технологічною схемою процесу, що проводиться на лабораторному стенді, системою регулювання зазору між робочими органами і тривалістю роботи окремих агрегатів установки, які наведені в паспортних даних. на ці установки. Для виконання лабораторної роботи можна використовувати установки ЛУР-1 або ЛУР-1М.

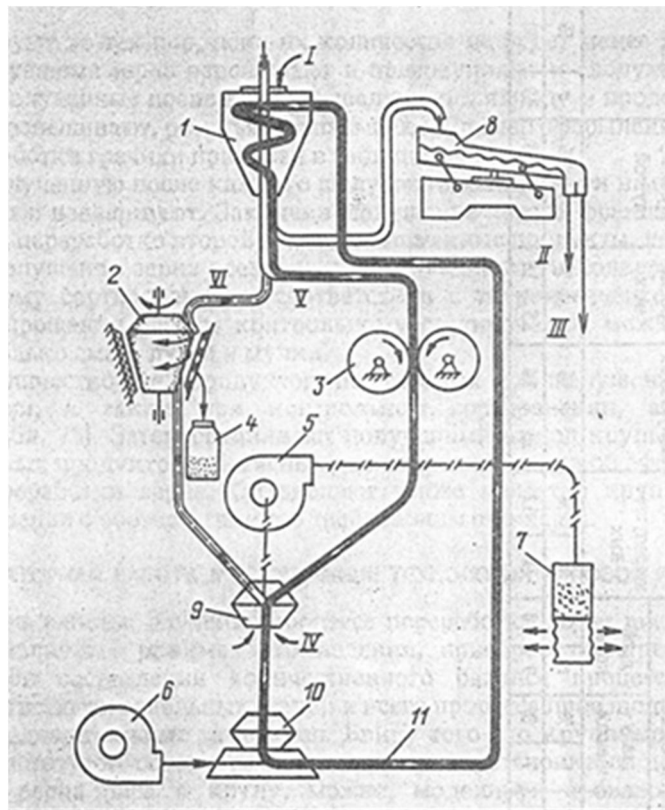
Порядок виконання роботи. Слід викреслити лабораторну схему, і відповідно до неї заповнити встановлену форму кількісного балансу переробки зерна рису в крупу.

Перед переробкою зерна рису в крупу з приготованого для лущення зразка в дільнику виділяють наважку масою 50 г і визначають кількість лущених зерен, дробленого ядра і мучки. До дроблених ядер відносять биті зерна розміром менше $\frac{2}{3}$ нормального і які не проходять через отвори сита \varnothing 1,5 мм. Мучку отримують проходом сита з отворами \varnothing 1,5 мм. Результати аналізу записують в таблицю.

Таблиця 25

Оформлення кількісного балансу процесу лущення зерна рису

Зазор, мм	Тривалість лущення, хв.	потрапило на систему лущених зерен								отримано після лущення зерен									
		всього		у тому числі						не лущених		лущених		дробленых		мучки с лузгой		всього	
				не лущених		лущених		дробленых											
		г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,4	20 40 60 80																		
0,5																			



Технологічна схема установки ЛУР-1:

1 - циклон-збірник, 2 - шліфувальна установка, 3 - лущільний агрегат; 4 - склянка для мучки; 5 - вентилятор для провіювання лузги; 6 - вентилятор; 7 - стакан, 8 - лабораторне сортування С-2, 9 - аспіратор; 10 - пневмоприймачів; 11 - матеріалопроводи; I - продукт; II - дроблена крупа; III - шліфувана крупа; IV - повітря; V – не лущене зерно; VI - ядро.

Переробляють зерно рису в крупу в установці ЛУР-1. Зразок зерна рису масою 25, 50 або 100 г, очищений від домішок, засипають при закритій заслінці в циклон-збірник 1. Встановивши необхідний зазор між гумовими валками і поставивши реле часу на необхідну тривалість лушення, включають установку.

У зазорі між гумовими валками зерно рису піддається лущенню. Продукти лушення надходять в аспіратор 9, в якому провіюється лузга з мучкою, і потім в стакан 7 з сітчастим дном. Ядро з не лущеним зерном потрапляє в пневмоприймач 10 і по матеріалопроводу 11 нагнітається в циклон-збірник 1.

Лушення і рух продукту триває до закінчення часу, встановленого на реле. Після закінчення циклу заслінка автоматично закриває

випускний отвір циклону-збірника 1. Зупинивши установку і відкривши вручну заслінку циклону-збірника, випускають продукт в стакан. На розбірній дошці виділяють дроблені, не лушені зерна і ядро. Всі виділені продукти зважують, і отримані дані записують. Після завершення лушення циклон-збірник 1 з лушеними зернами поміщають над шліфувальною установкою 2. Поставивши реле часу на необхідну тривалість шліфування і відрегулювавши зазор між шліфувальним барабаном і ситом, включають установку. Ядро, піддаючись обробці, шліфується і надходить в пневмоприймач 10 і по матеріалопроводам 11 нагнітається в циклон-збірник. Циркуляція продукту продовжується до закінчення заданого часу і закриття заслінки.

Мучка при шліфуванні, ядра проходить через вічка сита і скупчується на піддоні. Обертанням скребка вона виводиться через отвір в піддоні і потрапляє в стакан 4. Дроблену крупу виділяють в сортуванні 8 на пористих поверхнях з розміром осередків 3,0 мм, 3,5 і 4,0 мм. При сортуванні ціле зерно рису скочується на поверхні, а подрібнене ядро залишається в отворах. На терезах визначають масу крупи, дробленки, лузги і мучки, висловлюють її в процентах до взятої наважки, результати записують в таблицю 26.

Таблиця 26

Тривалість обробки, визначення лушення при шліфуванні

Кількість переробленого риса		Отримано при переробці								Тривалість обробки, хв.	
		Риса шліфованного		риса дробленого		лузги		мучки		при лушенні	при шліфовці
г	%	г	%	г	%	г	%	г	%		

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 24

ТЕМА: ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПЕРЛОВОЇ КРУПИ

Мета роботи. Вивчення процесу виробництва перлової крупи, придбання навичок по складанню кількісного балансу технологічного процесу, ознайомлення з властивостями отриманих продуктів.

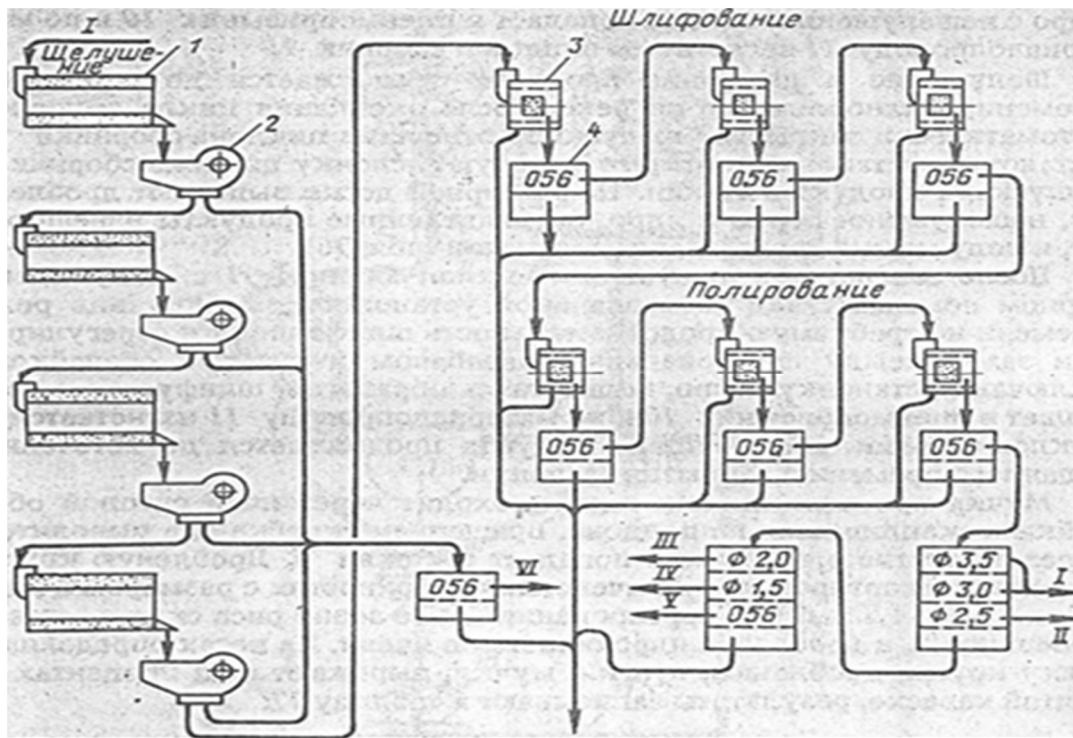
Попередні зауваження. Процес виробництва перлової крупи проводять на зерні ячменю, отриманого сходом сит з отворами розміром 2,4 x 20 мм і 2,2 x 20 мм. Від домішок ячмінь очищають дворазовим послідовним пропуском через сепаратор і одноразовим пропуском через розсів-аналізатор. Провіювання легких домішок можна проводити в аспіраторі або аспіраційній колонці з наступним чотириразовим лущенням в лабораторній оббивальній машині з абразивним циліндром. Провіювання лузги після кожної системи лущення. Отриманий продукт (пенсак) передають на шліфування та полірування в лабораторну, установку ТМ-05.

Відділення мучки від продуктів шліфування та полірування після кожної системи проводять в розсві-аналізаторі. Після третьої системи полірування отриману крупу сортують в розсві-аналізаторі на п'ять номерів. Крупа № 1 і 2 може бути подовженої форми відповідно сходом сит з отворами Ø 3 і 2,5 мм. Крупа № 3, 4 і 5 по формі повинна бути кулястої форми, її отримують відповідно сходом сит з отворами Ø 2,0; 1,5 мм і № 506. Тривалість шліфування та полірування в установці ТМ-05 залежить від сорту ячменю, його скловидності, час підбирають дослідним шляхом.

У крупі № 1 і 2 визначають не облущені зерна. Необлущеними вважають ядра, які мають поза борозенкою залишки квіткових оболонок більш ніж на чверті поверхні ядра. Їх (%) розраховують по формулі

$$H = \frac{100a_H}{G}, \quad (47)$$

де a_H - маса ядра із залишками квіткових оболонок, г; G - маса наважки, взятої для аналізу, г.



Лабораторна схема переробки ячменю в перлову крупу: 1 - оббивальна машина, 2 - аспіратор; 3 – лущильник ТМ-05, 4 - розсів-аналізатор; I - крупа № 1; II-крупа № 2; III - крупа № 3; IV-крупа № 4; V - крупа № 5; VI – лузга

Порядок виконання роботи. Викреслюють лабораторну технологічну схему процесу переробки ячменю в перлову крупу і таблицю балансу. Для виконання роботи беруть 500 г очищеного від домішок ячменю і лущать в оббивних машинах. Отриманий пенсак, лузгу і мучку зважують, виражають у відсотках до вихідної наважки і заносять в таблицю балансу. Пенсак переробляють в установці ТМ-05. Так як вся його маса в цю установку не входить, то її переробляють кілька разів. Після кожної системи шліфування та полірування в розсіві-аналізаторі відсівають мучку. Отримані продукти зважують, виражають у відсотках і записують в таблицю балансу.

Шліфувально-полірувальна установка - періодичної дії, тому тривалість обробки підбирають дослідним шляхом з таким розрахунком, щоб перлову крупу отримати на трьох шліфувальних і трьох полірувальних системах. Продукти останньої системи полірування сортують на наборі сит для поділу перлової крупи за

номерами. Крупу кожного номера зважують, масу виражають у відсотках і записують в таблицю балансу.

У крупі № 1 і 2 визначають недодир за формулою, роблять висновок про якість крупи, але перед цим знайомляться з показниками якості перлової крупи відповідно до стандарту. Може статися так, що при сортуванні крупи за номерами буде отримано певна кількість крупи сходом сит з отворами \varnothing 3,5 мм. Тоді його треба віднести до крупи № 1. Лузгу і мучку після оббивної машин об'єднують і контролюють на ситі № 506.

Таблиця 27

Приклад оформлення балансу переробки ячменю в перлову крупу

Назва	Навантаження на систему, %	Лущення			Шліфування		
		друге	третє	четверте	перше	друге	Третє
Лущення:							
перше	100	95,5					
друге	94,5		90,5				
третє	90,5			87,5			
четверте	87,5				85,5		
Шліфування:							
перше	85,5					79,5	
вдруге	79,5						74,5
третє	74,5						
Поліровка:							
перше	70,5						
друге	66,5						
третє	62,5						
Контроль:							
круп	59,0						
лузги	14,5						
Всього							

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 25

ТЕМА: ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВІВСЯНИХ ПЛАСТІВЦІВ

Мета роботи. Ознайомлення з технологією виробництва пластівців з невареної крупи, методикою складання технологічного балансу, характеристикою пластівців.

Попередні зауваження. Вівсяні пластівці Геркулес отримують з вівсяного ядра вищого сорту. Процес виробництва слід вести без зайвих переміщень пластівців, так як це може привести до їх дроблення.

Лабораторна схема виробництва пластівців включає трієр або розсів-аналізатор для відбору кормової дробленки. Для шліфування ядра застосовують шліфувальний станок або установку ТМ-05. Крупу контролюють в розсіві-аналізаторі і аспіраторі, і до сплюснення обробляють в пропарювачі. Для рівномірного розподілу вологи по всьому її об'єму крупу поміщають в посудину на 25 ... 30 хв. Вологість крупи, що спрямовується на сплюснення, не повинна перевищувати 13 .. 14 %.

Сплющувати крупу найкраще в сплющувальному верстаті. Однак можна використовувати також вальцові верстати. Зазор між вальцями необхідно встановлювати 0,30...0,45 мм, колова швидкість вальців 2,5 ... 3 м/с.

Вологість пластівців після сушіння й охолодження не повинна перевищувати 12%.

Порядок виконання роботи. Викреслюють лабораторну схему процесу виробництва вівсяних пластівців Геркулес і таблицю технологічного балансу. Відповідно до методики виробництва вівсяної не подрібненої крупи слід отримати цілу не дроблену вівсяну крупу. Можна також використовувати крупу, отриману для інших цілей.

Зразок крупи масою 150 г пропускають через трієр і розсів-аналізатор або тільки через одну з цих машин для відбору кормової

дробленки і кормових відходів. Шліфування проводять до повного видалення алеїронового шару. Продукти шліфування розсортовують в розсіві-аналізаторі і аспіраторі для виділення мучки і дробленки, що утворилися в шліфувальному станку.

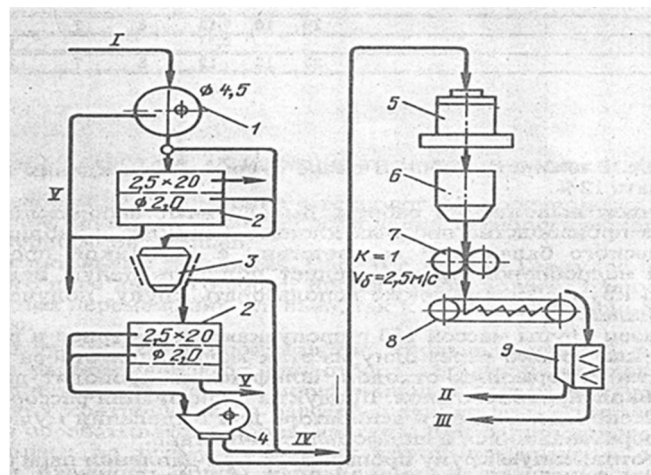
Таблиця 28

Поліровка			Контроль		Крупа					Лузга	Мучка
перше	друге	третє	крупа	лузга	№1	№2	№ 3	№4	№5		
				5,5							
				4,0							
				3,0							
				2,0							
											6,0
											5,0
70,5											4,0
	66,5										4,0
											4,0
		62,5									3,5
			59,0								2,0
					20	10	12	8	7		4,5
										10	33,0
					20	10	12	8	7	10	

Підготовлену крупу пропарюють при тиску пари 0,05 МПа протягом 2 ... 3 хв. і поміщають в посудину на 25 ... 30 хв. Після закінчення цього часу крупу направляють на плющення. Отримані вологі і теплі пластівці підсушують і охолоджують. Всі продукти зважують, їх кількість виражають у відсотках до вихідної наважки, результати записують в таблицю балансу.

Приклад оформлення балансу
виробництва вівсяних пластівців Геркулес

Назва	Нагрузка на систему, %	Розсів № 1	Шліфування	Розсів № 2	Аспиратор	Пропарювання
Триер	100	98,5				
Розсів № 1	98,5		98,1			
Шліфування	98,1			96,8		
Рассев №2	96,8				96,2	
Аспиратор	96,2					96,0
Пропарювання	96,0					
Плющення	96,0					
Сушка	96,0					
Контроль пластівців	95,6					
Всього						



Лабораторна схема виробництва пластівців Геркулес: 1 - триєр; 2 - розсів, 3 - шліфувальна машина, 4 - аспіратор; 5 - пропарювач; 6 - бункер; 7 - плющильні верстат, 8 - сушарка; 9 - аспіраційна колонка; I - вівсяна крупа; II-кормові відходи; III - пластівці; IV-мучка; I - кормова дроблена

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 26

ТЕМА: ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СІТОВІЯЧНИХ МАШИН

Мета роботи. Освоєння методики оперативного контролю роботи ситовійних машин.

Попередні зауваження. В ситовійній машині здійснюється процес сортування крупок по якості, поділу крупок на фракції з різним вмістом ендосперму. В результаті зольність крупок, просіяних через сито істотно знижується, а зольність сходового продукту значно зростає в порівнянні з зольністю крупок що надходять в ситовійну машину. На цій основі базується оцінка ефективності ситовійного процесу.

Методичні вказівки. Для оцінки ефективності роботи ситовійних машин можна використовувати три методи. Найбільш простий полягає в порівнянні зольності сходового продукту, з зольністю вихідної крупки: z_{cx}/z_0 . Прийнято вважати роботу ситовійних машин досить ефективною при зольності від 1,5 до 3,0. Для триярусних ситовійних машин ця вимога стосується тільки до верхнього сходу, додатково встановлюють, що його зольність повинна бути в 1,5 ... 2,0 рази вище зольності нижнього сходу. При достатньо ефективній обробці крупок в ситовійних машин зольність повинна бути нижче зольності вихідної крупки (%): великої - на 40 ... 50, середньої - на 30 ... 40, дрібної - на 20 ... 25; Дунст - на 10 ... 15.

Другий метод оцінки ефективності ситовійних машин оснований на одночасному обліку, вилучених збагачених крупок і визначення їх якості. Кількісну оцінку виводять з відношення маси вилучених крупок до маси крупок що надходять в ситовійну машину. Якісний критерій оцінки є співставлення зольності вихідної крупки до зольності витягнутої z_1/z . Їх перемножування дає узагальнений показник ефективності процесу, тобто

$$E = \frac{m}{M} \frac{z_0}{\bar{z}} 100 \quad (48)$$

Ефективною робота ситовійних машин може бути визнана в тому випадку, якщо показник ефективності процесу вище 100 %. Третій метод - модифікація другого методу. В даному випадку, замість відносини z_0/z використовують відносну величину зниження зольності збагачених крупок. Формула узагальненого критерію E має вигляд:

$$\dot{E} = \frac{m}{M} \frac{z_0 - \bar{z}}{z_0} \quad (49)$$

Ситовійна машина працює ефективно, якщо значення E від 0,10 до 0,30.

Порядок виконання роботи. Аналізують ефективність роботи ситовійних машини у виробничих умовах (зольність продуктів визначають у виробничій лабораторії або на кафедрі). Для знаходження кількісної складової показника ефективності знімають кількісний баланс ситовійної системи, тобто визначають масу крупки, що надходить в одиницю часу на збагачення, масу отриманої крупки і масу сходових продуктів. Від кожного з цих продуктів відбирають проби для визначення зольності. Після виконання цього аналізу проводять розрахунок показників ефективності процесу і роблять висновок про роботу ситовійних машини.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 27

ТЕМА: ВИЗНАЧЕННЯ ПОДІЛЬНОСТІ ЗЕРНОВОЇ СУМІШІ

Мета роботи. Підбір характеристики робочих органів сепаруючої машини (розмір отворів сит в сепараторі і отворів в трієрі, швидкість повітряного потоку і т. п.) для виділення даної фракції зерна або домішок.

Попередні зауваження. Подільність визначає можливість поділу суміші на складові частини. Сепарування широко застосовують в борошномельному і круп'яному виробництві. Технолог повинен уміти грамотно визначити оптимальний варіант сепарування даної зернової суміші для ефективного ведення цього процесу. В якості ознак поділу використовують показники геометричної характеристики зерна (лінійні розміри, сферичність, форму), аеродинамічні властивості, щільність, коефіцієнт тертя, пружність і т. п.

Методичні вказівки. Подільність зернової суміші визначають, складаючи варіаційні ряди розподілу обраної ознаки (або ознак) і його обробки методами математичної статистики. Для наочності рекомендується побудувати варіаційні, криві і візуально їх зіставити. Для оцінки подільності суміші аналізують спільно статистичні параметри варіаційних рядів. Варіація ознаки може бути подібна нормальному закону розподілу. Тому весь діапазон зміни ознаки полягає в межах від $(\bar{x} - 3S_2)$ до $(\bar{x} + 3S_1)$, де \bar{x} - середньоарифметичне значення досліджуваного ознаки; S - емпіричне середнє квадратичне відхилення.

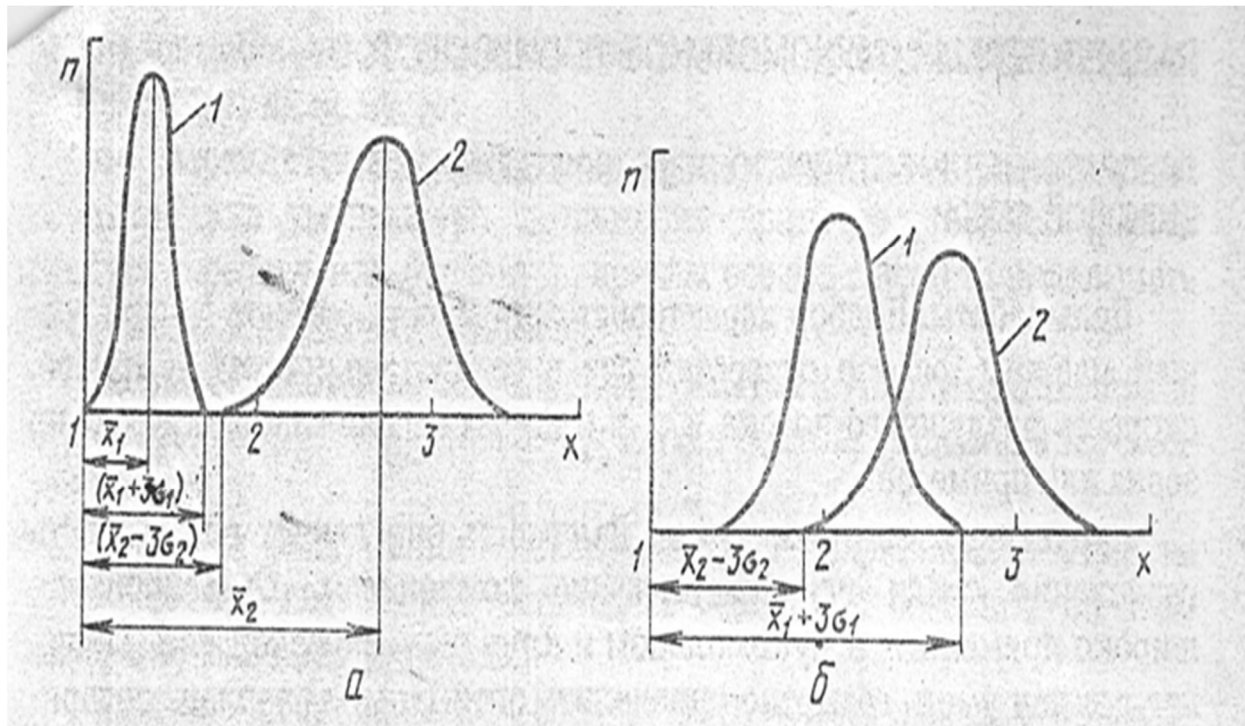
При повній подільності суміші варіаційні ряди (або варіаційні криві 1, 2) не перекриваються, між їх граничними значеннями існує деякий проміжок $\Delta > 0$. При не повністю розділами суміші або повністю неподільної величина $\Delta < 0$. Таким чином, для оцінки подільності суміші необхідно визначити величину Δ на основі використання нормального закону розподілу:

$$\Delta = (\bar{X}_2 - 3S_2) - (\bar{X}_1 + 3S_1), \quad (50)$$

Таким чином, якщо

$$(\bar{X}_2 - 3S_2) > (\bar{X}_1 + 3S_1) \quad (51)$$

то суміш по даний - ознаці може бути розділена повністю. Якщо ліва частина нерівності менше правої, то це вказує, що суміш неповністю роздільна.



Варіаційні криві двокомпонентної зернової суміші: а - повністю розділеної; б - не повністю розділеної.

Вибираючи конкретну характеристику робочого органу сепаруючої машини, на основі аналізу отриманих в експерименті варіаційних рядів можна оцінити подільність суміші в кількісній мірі.

Порядок виконання роботи. Роботу виконує кожен студент, а якщо - два, то обов'язкова самостійна обробка кожним з них результатів вимірювання. Роботу зручно виконувати на штучно складеній двокомпонентній суміші: пшениця і жито, пшениця і просо, жито та ячмінь і т. п. Для отримання більш точних даних для статистичної обробки необхідно мати від 50 до 100 результатів.

Від кожного з двох компонентів виділяють методом хрестоподібного поділу зразок з 50 ... 100 зерен і проводять вимір одного, двох або трьох лінійних розмірів (обсяг експерименту встановлює викладач). Вимірювання проводять штангенциркулем, мікрометром або за допомогою мікроскопа МИР-12. Отримані результати записують у міру їх отримання у вигляді таблиці, на основі якої потім розробляють варіаційні ряди прийнятого для аналізу ознаки.

Розрахувавши (\bar{x}_1) і (\bar{x}_2) а також S_1 та S_2 , визначають знак і складають висновок про подільності суміші за цією ознакою.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бутковский В. А. Технологии зерноперерабатывающих производств / В. А. Бутковский, А. И. Мерко, Е. М. Мельников. – М. : Интеграф сервис. – 1999. – 472 с.
2. Бутковский В. А. Технологическое оборудование мукомольных производств / В. А. Бутковский, Г. Е. Птушкина. – М. : Журнал хлебопродукты, 1999. – 96 с.
3. Кулак В. Г. Технология производства муки / В. Г. Кулак, Б. М. Максимчук. – М. : Агропромиздат, 1991. – 147 с.
4. Мельников Е. М. Технология крупяного производства / Е. М. Мельников. – М. : Агропромиздат, 1991. – 190 с.
5. Мерко І. Т. Наукові основи і технологія переробки зерна / І. Т. Мерко, В. О. Моргун. – Одеса : Друк, 2001. – 348 с.
6. Миончинский П. Н. Производство комбикормов / П. Н. Миончинский, Л. С. Кожарова. – М. : Агропромиздат, 1991. – 200 с.
7. Правила организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах (ч. 1, ч. 2). – М. : Зернопродукт, 1991. – 147 с.
8. Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях (ч. 1, ч. 2). – М. : Зернопродукт, 1990. – 117 с.
9. Правила организации и ведения технологического процесса производства продукции комбикормовой промышленности. – Воронеж : Комбикорм, 1997. – 122 с.
10. Практикум по технологии муки, крупы и комбикормов : Учебник и учебные пособия для студентов высш. учеб. заведений / [Г. А. Егоров, В. Т. Линниченко, Е. М. Мельников, Т. П. Петренко]. – М. : Агропромиздат, 1991. – 208 с.
11. Черняев Н. П. Технология комбикормового производства / Н. П. Черняев. – М. : Колос, 1992. – 258 с.

Навчально-методичне видання

ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНА

Методичні рекомендації щодо виконання лабораторних робіт
студентами агрономічного факультету спеціальності 8.09010101
«Агрономія» ОКР «Магістр»

Укладач: **Дудяк Іван Дмитрович**

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. __

Тираж __ прим. Зам. № ____

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Паризької комуни, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1155 від 17.12.2002р.