МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Допущено до захисту

_____ 2023 р.

Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент

_____ Андрій Чернега
підпис) (Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Магістр

ПІДВИЩЕННЯ ВИХОДУ КРУПИ ЯДРИЦІ ШЛЯХОМ УДОСКОНАЛЕННЯ ФРАКЦІОНУВАННЯ ЗЕРНА ГРЕЧКИ

Виконала – студентка ІІ курсу, 21 м-тз групи спеціальності – 181 «Харчові технології» освітньої програми – "Технології зерна і зернопродуктів"
ІЛЬЧЕНКО Людмила Вікторівна

Керівник – к. с.-г. н., доцент
Костецька Катерина Василівна

Умань – 2023

ЗМІСТ

ANNOTATION		3
ВСТУП		4
РОЗДІЛ 1	ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	6
	1.1.Характеристика гречки	6
	1.2 Хімічний склад зерна гречки	8
	1.3 Використання зерна гречки	10
РОЗДІЛ 2	УМОВИ, СХЕМА, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	20
	2.1. Умови проведення дослідження	20
	2.2. Схема проведення дослідження	20
	2.3. Методика проведення дослідження	21
РОЗДІЛ 3	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	22
	3.1. Підвищення ефективності калібрування окремих фракцій гречки	22
	3.2 Вироблення гречаних пластівців із ядриці	28
	3.3 Вплив фракційного складу гречки на загальний вихід та міцність пластівців	32
РОЗДІЛ 4	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	35
РОЗДІЛ 5	ОХОРОНА ПРАЦІ	38
РОЗДІЛ 6	ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	42
ВИСНОВКИ		44
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ		45
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		46
ДОДАТКИ		52

ANNOTATION

Ilchenko L.V. Increasing the yield of great grain by improving the fractionation of buckwheat grain. Master's thesis in the specialty 181 Food Technologies. The research was carried out at the Department of Food Technologies of Uman National University of Horticulture.

The method of obtaining buckwheat groats allows to increase the output of the kernel groats by 2–3% and reduce the content of waste impurities in it. The technical result is achieved due to the fractionation of buckwheat, which involves stabilizing the load and the thickness of the buckwheat layer in sieving machines, due to the division of the steps from the sieves of small fractions of buckwheat into two parts, one of which is sent to peeling, and the second to re-sieving on those I satah.

The fractional composition of buckwheat does not affect the total yield of flakes and their fragility, but it affects the granulometric composition of flakes. Thus, the number of large flakes obtained from the Ø 5.0/ Ø 4.4 buckwheat fraction was 90.7%, and from the Ø 4.0/ Ø 3.2 fraction it was 20.0% less. A decrease in the number of large flakes occurs due to an increase in the small fraction of buckwheat flakes.

In the case of production of buckwheat flakes at existing cereal factories and if it is impossible to create conditions for the production of flakes according to the technological scheme proposed in the work, it is recommended to select buckwheat for the production of flakes before the peeling stage.

In order to obtain a yield of flakes of at least 94%, we recommend the installation of a micronizer, a moistening machine, hoppers for distraction and a flattening machine, as well as a flake packaging line.

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Актуальними проблемами зернопереробної промисловості в даний час є: задоволення потреб населення в продуктах харчування; поліпшення їхньої якості; розробка нових видів виробів за більш повному використанні потенціалу зерна.

Крупні продукти займають гідне місце в раціоні харчування людини завдяки різноманітному асортименту, доступності різним верствам споживачів, високій якості та харчовій цінності, безпеці, створенню на їх основі продуктів із заданим складом та властивостями.

Серед круп'яних культур гречка посідає особливе місце. Завдяки високій харчовій та біологічній цінності, продукти, що виробляються з гречки, широко використовуються не тільки в суспільному, а й у дитячому та дієтичному харчуванні. Однак, в даний час основними продуктами, що виробляються з гречки, є ядриця та проділ.

У зв'язку з цим очевидна потреба в розширенні асортименту продуктів, що виробляються з гречки, в тому числі і на існуючих підприємствах, з можливістю раціонального використання всіх складових частин сільськогосподарської сировини.

Мета дослідження – удосконалення технології фракціонування зерна гречки з підвищенням виходу крупи ядриці. Для вирішення поставленої мети вирішували такі завдання:

- ввивчити раціональне використання потенційних можливостей харчових властивостей круп'яного зерна гречки задля розширення асортименту вироблюваної продукції;

- дослідити властивості вторинних сировинних ресурсів круп'яного виробництва та способів раціонального їх застосування;

- вивчити потенційні можливості зерна круп'яної культури з метою оптимізації процесу вироблення крупи традиційного асортименту за параметрами виходу та якості продукції при мінімізації енерго- та матеріаломісткості процесу;

- розширення асортименту круп'яних виробів з гречки, поліпшення їхньої якості та харчової цінності;

- поліпшення якості крупи ядриці традиційного асортименту, підвищення її виходу, зниження витрат праці та матеріалів.

Наукова новизна роботи. На підставі теорії пошарового руху сипких матеріалів при сепаруванні на ситах розроблено технологічний прийом стабілізації товщини шару гречки на ситі при фракціонуванні за рахунок циркулюючого потоку з метою підвищення ефективності процесу калібрування.

Практична цінність роботи. Розроблено спосіб фракціонування гречки, що підвищує ефективність висівання дрібних фракцій гречки, що дозволяє підвищити якість крупи в результаті істотного зниження вмісту в ній насіння гречки.

Апробація результатів дослідження. Матеріали кваліфікаційної роботи були представлені і обговорені на засіданнях студентського наукового гуртка кафедри харчових технологій та оприлюднені у збірнику студентських наукових праць Уманського НУС (Умань, 2023).

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота викладена на __ сторінках комп’ютерного тексту; включає вступ, шість розділів, висновки, рекомендації виробництву, додатки. Список використаних джерел складається з 53 найменувань.

РОЗДІЛ 1
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Одна з глобальних проблем людства – продовольча. Велику роль в її вирішенні відіграє зернове господарство. Воно є системотворчим інших секторів агропромислового виробництва.

Стан зернового виробництва та становище на ринку зерна у світовій практиці приймаються як основні показники продовольчої безпеки світу в цілому та кожної окремої країни.

На зернове виробництво припадає 1/4 частина вартості основних виробничих фондів та 15 % чисельності працівників, зайнятих в агропромисловому комплексі, які виробляють майже 10 % його продукції.

Сьогодні в Україні вирощуються практично всі види зернових культур, проте основну частку в посівах та виробництві займають: пшениця, кукурудза, ячмінь, тритикале, жито, овес, просо, гречка, сорго. Зернові культури в Україні займають 45–50 % загальної посівної площі.

Виробництво крупи – важлива галузь харчової промисловості. Крупа є цінним і необхідним продуктом харчування для населення різного віку.

1.1. Характеристика гречки

Рід гречка представлений трьома самостійними, відокремленими видами: гречка посівна, гречка татарська, гречка напівзонтична.

Морфологічні та біологічні особливості гречки (будова листя, квіток та коренів, мала потреба у волозі для проростання насіння та велика – у період цвітіння – плодоутворення) свідчать про гірське її походження. Всі дослідники сходяться на тому, що батьківщина гречки – гірські райони східної частини Азії (північні райони Індії). На західних відрогах Гімалаїв на висоті 3600м над рівнем моря було знайдено велику кількість її диких та культурних форм.

Там же знайдено татарську гречку, що відрізняється малою вимогливістю до умов зовнішнього середовища та низькою якістю зерна.

Вперше гречка почала оброблятися у країнах східної Азії. Потім поширилася до Центральної Азії, де було виявлено у другій половині XIX століття експедиціями Пржевальського Н.М. та Роберовського В.І.

У землеробство Європи гречка увійшла пізніше проса, жита, ячменю, але дуже швидко поширилася. До Росії вона потрапила з Азії під час нашестя татар у XIII столітті. У XVI столітті гречка була вже поширена. Особливо багато її вирощували в Новгородській, Тверській, Псковській, Смоленській, Московській губерніях та на сусідніх із ними землях.

Рід Fagopyrum Mill, пройшов тривалий шлях історичного поступу. Представляючі його види та різновиди відрізняються за морфологічними ознаками, біологічними властивостями та господарською цінністю. Найбільш добре відомим як важлива продовольча культура і широко обробляється у багатьох країнах світу і у нас є вид F. esculentum Moench. - Гречка посівна, або звичайна. Це однорічна рослина висотою 50–150 см. Стебло гіллясте, порожнисте, циліндрове, колінчасте, червонувато-зеленого забарвлення, в міжвузлях порожнє.

Листя серцеподібно-трикутне або стрілоподібне, нижнє – довгочерешкове, а верхнє - майже сидяче. Листя має прилистки у вигляді перетинчастих розтрубів, які охоплюють стебло біля основи черешка. Квітки двостатеві, розташовані на довгих пазушних квітконосах, зібрані в кисті та щитки. Оцвітина п'ятироздільна, біла, блідо-рожева, рожева або червона. Тичинок вісім, що чергуються з вісьмома нектарниками, маточка одна тристовпчаста. Квітки гетеростильні. Плоди – тригранні горішки з гладкими гранями та цілісними ребрами, коричневого, чорного або сірого забарвлення (рис. 1.1).

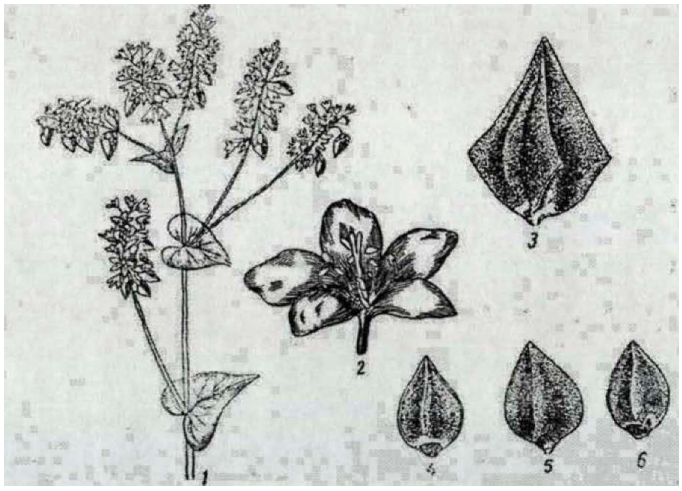


Рис. 1.1**. Рослина гречки та плоди:**
1 – загальний вигляд; 2 – квітка; 3, 4, 5, 6 - плоди

Іноді зустрічаються зерна дво- та чотиригранні. Зовні зерно вкрите грубою плодовою оболонкою (20–25 %), що нещільно охоплює ядро. Плодова оболонка зростається з ядром лише в одній точці – середині основи ядра - і легко відокремлена від нього. Ядро (75-80 %) також тригранної форми, зовні покрите тонкими насіннєвими оболонками (1,5–2,0 %), за якими розташований алейроновий шар (3,0–5,0 %), усередині ендосперму, з невеликим виходом до поверхні, знаходиться сильно розвинений зародок (15 – 20 %) [15].

Частина зародка розташована на поверхні насіння під оболонками, а велика, що має Е-подібну форму, у середині ендосперму.

Вага, розміри та форма зерна гречки коливаються у досить широких межах і є важливими ознаками, що характеризують

технологічні властивості цієї культури Технологічні властивості гречки – її здатність давати більший чи менший вихід крупи-ядриці – зумовлені складною взаємодією різних факторів, з яких найбільше значення має крупність плодів.

Об'ємна вага гречки – її натура – коливається не більше 550–690 г.

1.2 Хімічний склад зерна гречки

У насінні гречки міститься білка 8–16 % (у середньому – 11,1 %). У частинах зерна гречки білок розподілено так (%): ядро із зародком 13,5–15,0; зародок 40,0 –

49,5; плодова оболонка 3,0–5,0. Азот небілкових азотистих речовин становить середньому 6 % від загальної кількості азоту зерна гречки (3,9–16,8%). Фракційний склад білків зерна гречки подано у табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Кількість азоту білкових фракцій зерна гречки, % від загального азоту сухих насінин

Загальний азот	Альбуміни	Глобуліни	Проламіни	Глютеліни	Всього визначено
2,2–2,3	21,7–23,3	42,6–45,0	1,21–1,2	10,5–12,3	79,0–82,3

Для зерна гречки характерна майже повна відсутність проламінових білків (0,8–1,2 %), переважання над усіма фракціями глобулінів (42,6–45,0 %) та вміст значної кількості водорозчинних білків (18,2–23,3 %). У фракційному складі білків диплоїдного та тетраплоїдного зерна гречки істотних відмінностей немає.

Зерно гречки відрізняється високим вмістом незамінних амінокислот. За однією з найважливіших незамінних амінокислот – лізину – зерно гречки перевершує зерно проса, пшениці, жита, рису та наближається до соєвих бобів. За змістом треоніну зерно гречки перевищує зерно проса, пшениці та жита, а за змістом валіну поступається лише рису.

За вмістом валіну зерно гречки може бути прирівняне до молока, по лейцину - до яловичини, фенілаланіну – до молока та яловичини. За вмістом триптофану зерно гречки не поступається продуктам тваринного походження.

Білки зерна гречки добре збалансовані за вмістом незамінних амінокислот. Виняток становлять ізолейцин і особливо амінокислоти, що містять сірки, яких недостатньо в білках зерна гречки.

Білкові речовини гречки не здатні формувати клейковину і в суміші з білками злаків не беруть участі в її утворенні. Тому борошно з гречки різко відрізняється за своїми технологічними властивостями від борошна пшениці і використовується для виробництва виробів, що не вимагають високої газоутримуючої здатності.

Хімічну характеристику та біологічну функцію фенольних сполук гречаної крупи досліджували переважно зарубіжні вчені. На основі аналізу зерна та ядра гречки різних сортів дана класифікація поліфенолів. У гречаній крупі частка танінів становить 0,24 – 0,60 %, частка фенольних кислот – близько 1,07 %.

Зниження засвоюваності гречаної крупи може відбуватися і під впливом інгібітора трипсину та хемотрипсину.

У тілі людини жири виконують функції енергетичного та пластичного матеріалу. Біологічна цінність жирів залежить від легкості перетравлення та засвоєння в травному тракті та, головним чином, від кількості поліненасичених жирних кислот, які грають велику роль у процесах обміну речовин.

Загальна кількість жиру в зерні гречки становить 1,8–3,9 %, при цьому частинами гречки жир розподіляється таким чином (%): плодова оболонка 0,5–1,3; ядро 2,2 – 3,0; насіннєва оболонка 1,6 – 2,4; ендосперм 0,5 – 0,7; зародок 10–22.

Суттєві відмінності у відносному змісті вільних, пов'язаних та міцно пов'язаних ліпідів пояснюються їх різною роллю у процесах життєдіяльності. Вільні ліпіди - це переважно запасні ліпіди, пов'язані - структурні. Тому кількісна характеристика ліпідів зернових культур без урахування пов'язаних форм є недостатньою [16].

Клітковина в основному входить до складу плодових оболонок і значно меншій кількості знаходиться в ендоспермі.

Вміст харчових волокон у гречки значною мірою залежить від генетичних факторів та природних умов і становить від 5 до 14 %.

У порівнянні зі злаками, такими як рис, кукурудза або з пшеничним борошном гречка відрізняється великим вмістом цинку, міді та магнію.

Гречана крупа є багатим джерелом вітамінів (мг/100 г): B1 (0,43–1,09), B2 (0,19–0,21), PP (4,19–6,10), P (6, 00–11,20), E (8,73–9,11) та ДР. [3, 12].

1.3. Використання зерна гречки

Порівняно з основними зерновими культурами, гречка не може формувати високий урожай. Проте, як свідчить історія, у світовому землеробстві вона

вирощується протягом 2 тис. років. Феномен гречки – у її різнобічному використанні, у високій якості одержуваних із неї товарів.

У стандарті на гречку нормують такі показники: кислотність, вміст обрушених зерен, масову частку ядра (для переробки у крупу цей показник повинен бути не менше 71%, а для вироблення продуктів дитячого харчування – не менше 73 %), а також вологість, вміст бур'янів домішки. Відповідно до стандарту кислотність зерна для вироблення продуктів дитячого харчування повинна бути не більше 4,5 град.

Стандарт також містить базисні та обмежувальні норми для гречки. Гречка повинна бути в здоровому стані, що не нагрівається, мати властивий здоровому зерну колір, запах (без затхлого, солодового, пліснявого, стороннього запахів).

Найбільш широке застосування гречка знаходить у вигляді крупи та частково борошна.

При переробці гречки у крупу одержують два основні види готової продукції: ядрицю та проділ. Гречана крупа відрізняється високою харчовою цінністю та кулінарними властивостями.

Ядриця – ядро гречки, звільнене від плодових оболонок, неколоте (не проходить через сито з отворами розміром 1,6х20 мм), що зберегло насіннєві оболонки та зародок. Висока зольність ядриці та вміст у ній порівняно великої кількості жиру пояснюються наявністю великого зародка. Ядриця - основний продукт гречаного заводу.

Проділ – розколоте ядро гречки, одержуване проходом сита 1,6х20 і сходом сита № 080. Проділ – це крупа, що отримується неминуче в невеликій кількості в процесі переробки.

Основне завдання переробки зерна на крупу - видалення зовнішніх покривів зерна. У харчування людиною використовується ядро гречки, ціле або подрібнене, із попередньо віддаленою плодовою оболонкою.

Зерно очищають від насіння бур'янів, неповноцінних та нерозвинених (дрібних) зерен основної культури, зерен інших культур, від органічних, мінеральних та металомагнітних домішок.

Важковідділюваними домішками для гречки є дика редька, пшениця, татарська гречка (карлик) та інших. Особливість застосування машин, що просівають, полягає в широкому використанні в них сит з трикутними отворами, а також фракційного методу очищення зерна. На ситах із трикутними отворами виділяють в основному насіння дикої редьки та деякі інші домішки.

Зерно від домішок очищають на двох-трьох системах сепарування в повітряно-ситових сепараторах, у круп'яних розсіваннях А1-БРУ, трієрах, каменевидільних машинах, аспіраторах.

Після дворазового сепарування в розсіві А1-БРУ виділяються важковіддільні та великі домішки, а також зерно поділяється на дві фракції, кожна з яких спрямовується окремо на наступні системи розсіювання А1-БРУ. У цих розсіюваннях виділяють дрібні та важковіддільні домішки, причому для виділення останніх застосовують сита з отворами різних розмірів: для великої фракції зі стороною 7 мм, для дрібної – 5,5 мм.

Мінеральні домішки містяться в основному в дрібній фракції, тому її спрямовують у каменевидільні машини. Для виділення довгих домішок із великої фракції застосовують овсюговідбірні машини з розміром осередків 07-8 мм. Відходи контролюють у крупосортування.

Гідротермічну обробку (ГТО), що йде за етапом очищення гречки, проводять для різних цілей. Після такої обробки покращуються технологічні властивості зерна, полегшується відокремлення оболонок при лущенні, знижується дробність ядра; покращуються споживчі властивості крупи, скорочується тривалість її варіння, консистенція каші стає більш розсипчастою, підвищується стійкість крупи при зберіганні в результаті інактивації ферментів, які сприяють псуванню крупи [18].

Схема гідротермічної обробки включає пропарювання зерна, його сушіння та охолодження. При ГТО зерно увлажнюють і пропарюють при тиску пари 0,15–0,30 МПа протягом 3–5 хв, потім висушують до вологості 12–14 %.

Гідротермічна обробка зерна суттєво підвищує вихід ядриці внаслідок зниження кількості проділу, а також вихід крупи першого сорту. Так, загальний вихід крупи

підвищується на 1 %, вихід ядриці першого сорту – з 52 до 59 %, вихід проділу знижується з 10 до 5 %.

Особливість технології гречаної крупи полягає у роздільній переробці зерна за фракціями. Зерно у розсіваннях А1-БРУ ділять на шість фракцій. Це дає можливість подальшого поділу суміші лущених і нелущених зерен, поліпшення умов лущення зерна, додаткового виділення домішок, що важко відокремити, яке відбувається на ситах з трикутними отворами.

Зерно поділяють, тобто калібрують, на ситах з отворами діаметром 4,5/4,2/4,0/3,8/3,6/3,3 мм.

Калібрувати зерно необхідно з великою точністю, тобто в кожній фракції має бути якнайменше зерна інших фракцій, особливо дрібнішого. Наявність дрібнішого зерна у фракції призводить до засмічення нелущеними зернами ядриці, що знижує її якість. Вміст зерна дрібніших фракцій у кожній фракції зерна має перевищувати 2–6 %. Про особливу значущість операції калібрування (розподілу на фракції) свідчить і та обставина, що для її здійснення відводять половину всієї поверхні, що просіває, цеху перероблення гречки, навантаження на яку вдвічі менше, ніж на борошномельних заводах.

Весь цикл переробки – лущення зерна та сортування продуктів лущення – для кожної з шести фракцій здійснюється окремо. Ці схеми практично однакові, відрізняються лише ситами, що застосовуються для поділу лущених та нелущених зерен.

Зерно лущить у вальцедекових верстатах. Так як ядро гречки дуже тендітне, коефіцієнт лущення зерна порівняно невисокий, особливо для дрібних фракцій. Це викликає багаторазове збільшення фактичного навантаження обладнання. Технологічна схема має бути гнучкою, щоб забезпечити можливість рівномірного завантаження обладнання за зміни крупності вихідного зерна.

Продукти лущення зерна сортують у розсіваннях А1-БРУ або крупосортування. Для розділення суміші лущених і нелущених зерен в машинах, що просіюють, застосовують сита з круглими отворами, діаметр яких на 0,2–0,3 мм менше, ніж розмір отворів сит, сходом з яких отримана дана фракція. Сходом цього сита

отримують суміш нелущених зерен і лушпиння, після виділення останньої в аспіраторах нелушжені зерна, що залишилися, повертають для повторного лущення у вальцедековий верстат тієї ж системи. Прохід сита є сумішшю ядриці, лушпиння, проділу і муки.

Для відділення проділу разом з борошном та частиною лушпиння застосовують сита з отворами розміром 1,6–1,7Х20 мм. Відразу з цього сита отримують ядрицю. Прохід сита з отворами 1,6Х20 мм направляють на контроль проділу.

Виділена ядриця після сортування продуктів лущення всіх фракцій зерна з'єднується та надходить на контроль ядриці. Так само об'єднують лушпиння і проділ з борошном.

Для виділення важковіддільних домішок з крупи можливе застосування розсіву з модернізованими ситовими рамами та падді-сепараторів, що дозволяє суттєво знизити вміст цих домішок у готовій продукції.

В результаті переробки хімічний склад крупи змінюється (табл. 1.2), засвоюваність підвищується, смакові та кулінарні переваги покращуються.

Таблиця 1.2

Хімічний склад крупи гречаної

Вид крупи	Білок	Жири	Вугливоди		Клітковина	Зола
			моно- і дицукри	крохмаль		
Ядриця	12,6	3,3	1,4	60,7	1,1	1,7
Продел	9,5	2,3	1,1	64,8	1,1	1,3

Однак багатьма дослідниками відзначається недосконаліть існуючої технології переробки гречки на крупу.

Зазначається, що технологія виробництва гречаної крупи досить енергоємна через періодичність роботи пропарювачів і низьку ефективність парових сушарок.

Йдеться про те, що існуючі лушпильні установки не можуть ефективно працювати без відповідної підготовки зерна до переробки, мають малу продуктивність, невисокий ступінь лущення, низький коефіцієнт вилучення ядра, високий рівень засміченості продуктів лущення елементами зносу робочих органів.

При виробництві гречаної крупи ядриці, що має високу харчову цінність та лікувальні властивості, навіть за кращих показників її переробки понад 5–7 % ядра перетворюється на продукти зниженої товарної та споживчої цінності – борошно і борошно.

У зв'язку з цим робляться постійні спроби вдосконалення існуючої технології переробки гречки у крупу.

Так, пропонується здійснити модернізацію етапу гідротермічної обробки. Передбачається попереднє зволоження зерна та підсушування, підігрів перед подачею до пропарювача, переведення парових агрегатів на комбінований спосіб сушіння. Завдяки попередньому підігріванню прискорюють пропарювання зерна. У цьому продуктивність пропарювачів підвищується на 12–18 %. При цьому легше відокремлюються оболонки, менше подрібнюється ядро, на 3,5–4,5 % підвищується загальний вихід крупи, зменшується кількість колотого ядра та вміст нелущених зерен у крупі. Крім того, тривалість варіння крупи скорочується на 3–5 хв., вона набуває однорідного темно-коричневого кольору, доброякісність ядра підвищується на 0,3 %.

Запропоновано спосіб, що передбачає обсмажування очищеного зерна гречки при 170–200 °С протягом 3–5 хв, зволоження водою з температурою 90-100°С до масової частки вологи в зерні 19–21 %, пропарювання парою з атмосферним тиском протягом 4,9–5 хв, відволікання протягом 1–2 години в ізотермічних умовах, підсушування до масової частки вологи не вище 13,5 % і охолодження до температури, що не перевищує температуру навколишнього повітря виробничого приміщення на 6–8 °С.

Результатом даного способу є поліпшення споживчих переваг та якісних показників готового продукту: кольору, смаку, запаху, збільшується коефіцієнт лущення зерна, скорочується час варіння крупи, що відбувається за рахунок зниження тиску пари до атмосферного при гідротермічній обробці гречки. При цьому наголошується, що вихід крупи не зменшується порівняно з базисним, а спосіб може бути реалізований на підприємствах малої потужності.

Було запропоновано і реалізовано практично спосіб лущення зерна гречки при високошвидкісному закінченні з ємності, що під надлишковим тиском, з використанням енергії відпрацьованої пари. При цьому зерно піддавалося гідротермічній обробці при заданих режимах пропарювачі періодичної дії А9-БПБ. Потім, створивши в ємності за допомогою стисненого повітря необхідний надлишковий тиск пароповітряної суміші, домагалися високошвидкісного закінчення зерна через випускний пристрій разом з пароповітряною сумішшю, внаслідок чого відбувалося аеролущення. Сушіння зерна здійснювалося в сушарці з «киплячим шаром».

З наведених прикладів видно, що основними напрямками вдосконалення технології переробки гречки у крупу є модернізація обладнання та режимів гідротермічної обробки, а також обладнання лушпильного відділення гречаного заводу. Основною метою запропонованих нововведень є скорочення енерговитрат на вироблення кінцевої продукції та поліпшення споживчих переваг крупи за збереження або підвищення її базисного виходу.

Технологія виробництва гречаних пластівців зазвичай така сама як і вівсяних. Але структурно-механічні властивості вівсяного та гречаного ядра значно різняться. Ядра гречки більш тендітні і менш міцні, ніж вівсяні. Тому при плющенні гречаного ядра утворюється досить багато крихти і муки, а самі пластівці порівняно неміцні.

Відповідно до літературних даних вироблення гречаних пластівців ведеться, як правило, з крупи.

Так, запропоновано спосіб виробництва пластівців із круп підвищеної поживної цінності, з великим виходом. Для вироблення гречаних пластівців крупу зволожують шляхом занурення у воду з температурою 85 °С з витримкою в ній протягом 85–90 с. Зволожену крупу термообробляють ІЧ-випромінюванням у два етапи, на першому з яких впливають ІЧ-випромінюванням з довжиною хвилі 3,35 мкм і щільністю потоку 10 кВт/м до досягнення на поверхні крупи температури 100°С, а на другому – ІЧ-випромінюванням з довжиною хвилі 1,0 мкм та щільністю потоку 20кВт/м протягом 8 с.

Отриманий напівфабрикат охолоджують шляхом зволоження розпорошеної у повітрі водою з вмістом цукру 6 % з температурою навколишнього середовища до досягнення вологості 20 %. Потім напівфабрикат піддають плющенню. Вихід пластівців становить 92–96 %, поживна цінність підвищується за рахунок декстринізації та збільшення водорозчинних сполук.

Також відомий спосіб, при якому гречану крупу доводять до вологості 17,0 % у шнековому зволожувачі. Зволожену крупу термообробляють протягом 45 з інфрачервоним випромінюванням з довжиною хвилі 1,0 мкм і щільністю потоку 22 кВт/м з нагріванням крупи до температури 140 °С збільшенням зернівки в обсязі в 1,1 рази. Термооброблену крупу темперують протягом 11 хв теплоізольованому бункері. Потім крупу зволожують на 2 % зі зниженням температури до 75 °С, після чого здійснюють плющення крупи до товщини пластівців 0,25 мм. Отримані пластівці примусово охолоджують до температури навколишнього середовища (20 °С), після чого готові до вживання пластівці мають вологість 14 %.

Гречана крупа через свої властивості, будови вимагає дуже серйозної підготовки, щоб потім були отримані саме пластівці, а не суміш деякої кількості пластівців з борошном.

У нашій країні та за кордоном вивчаються можливості приготування хліба з додаванням борошна не хлібопекарських культур – ячменю, рису, вівса, гороху, гречки, кукурудзи, різноманітність хімічного складу яких дозволяє компенсувати дефіцит окремих компонентів у пшеничному хлібі.

Гречане борошно, порівняно з пшеничною, має більш високу засвоюваність, більшу поживність, в ній міститься більше білка, жиру і мінеральних речовин, таких як калій, марганець, мідь, цинк і фосфор, вона багата на всі необхідні амінокислоти і вітаміни групи В.

У Китаї та Японії гречане борошно широко застосовують для приготування макаронів та вермішелі. За останні роки гречане борошно в суміші із соєвим борошном почало застосовуватися при виготовленні шоколаду. Крім того, гречана мука знаходить застосування в пивоварінні та винокурінні.

Як правило, гречане борошно отримують з крупи, що виробляється за схемою, що складається з довгого ланцюжка технологічних операцій. Через наявність розгалужених потоків, технологія дуже енергоємна, як наслідок–- досить висока вартість і обмежене вживання населенням гречаного борошна [12].

Слід зазначити, що, як і у разі вдосконалення традиційної технології виробництва гречаної крупи, головною метою винаходів є скорочення витрат на виробництво гречаного борошна. При цьому особлива увага приділяється етапу гідротермічної обробки зерна.

В даний час із усього комплексу зернопереробної промисловості круп'яне виробництво характеризується низьким ступенем використання побічних продуктів переробки зерна у крупу. Немає відомостей про хімічний склад та біохімічні властивості побічних продуктів.

Гречане борошно містить 30% білка, що майже в 2,5 рази вище, ніж у цілому зерні, також містить досить багато жиру (7,5), клітковини (14,2 %).

За вмістом калію мучка перевищує зерно в 2,7 рази, за вмістом кальцію – у 6,6 рази, а за вмістом фосфору - у 2,5 рази. Також у борошні значно більше, ніж у зерні, міститься заліза.

Кислотне число ліпідів свіжовиробленої гречаної муки – 6–7 мг КОН. Основною фракцією ліпідів гречаного борошна є триацилгліцерини.

Гречане борошно має складний жирнокислотний склад. Жирні кислоти ліпідів гречаного борошна представлені біологічно цінними кислотами: олеїнової, лінолевої та ліноленової.

Жирнокислотний склад ліпідів гречаного борошна має ненасичений характер, так, сума ненасичених жирних кислот становить 73,95 %. На частку лінолевої кислоти, яка має високу біологічну цінність, припадає 34 % від суми всіх кислот.

Висновки. Актуальними проблемами зернопереробної промисловості в даний час є: задоволення потреб населення в продуктах харчування; поліпшення їхньої якості; розробка нових видів виробів за більш повному використанні потенціалу зерна.

Крупні продукти займають гідне місце в раціоні харчування людини завдяки різноманітному асортименту, доступності різним верствам споживачів, високій якості та харчовій цінності, безпеці, створенню на їх основі продуктів із заданим складом та властивостями.

Будова гречки значно відрізняється від злакових культур. Плодова оболонка зростається з ядром лише в одній точці - середині основи ядра – і легко відокремлена від нього. Усередині ендосперму з невеликим виходом до поверхні знаходиться сильно розвинений зародок. Ядро гречки дуже тендітне.

Серед круп'яних культур гречка посідає особливе місце. Завдяки високій харчовій та біологічній цінності, продукти, що виробляються з гречки, широко використовуються не тільки в суспільному, а й у дитячому та дієтичному харчуванні. Однак, в даний час основними продуктами, що виробляються з гречки, є ядриця та проділ.

РОЗДІЛ 2
УМОВИ, СХЕМА, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

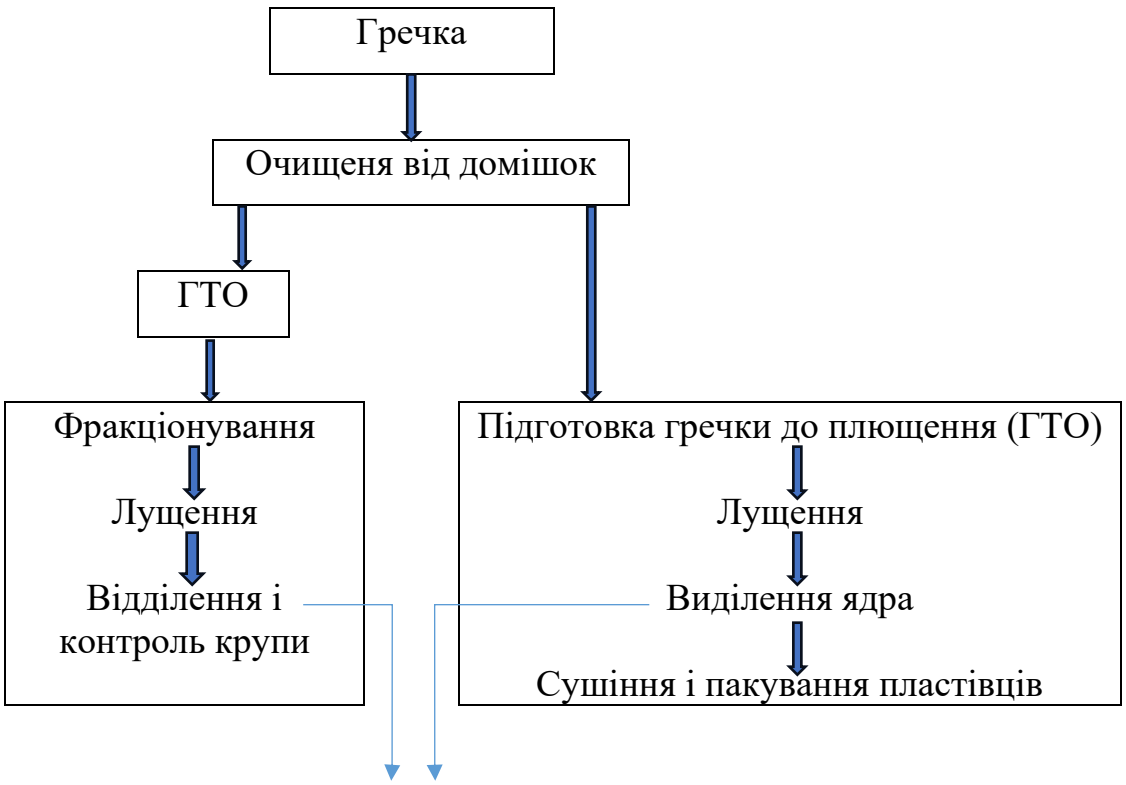
2.1 Умови проведення дослідження

Дослідження проводилося в 2022–2023 рр. в лабораторії Оцінювання якості зерна і продуктів його переробки кафедри харчових технологій Уманського національного університету садівництва. Аналізи зерна проводилися згідно методики описаних у стандартах.

Зерно вирощено в умовах Правобережного Лісостепу впродовж 2023 р. Ґрунт дослідних полів типовий – сірий яку досліджували.

Для дослідження використовува вали обладнання INFRATEC 1241, а також, сита з круглими отворами з діаметром: 4,5 мм, 4,2 мм, 4,0 мм, 3,8 мм, 3,6 мм, 3,3 мм, , ваги, дільник, розбірна дошка, лабораторний посуд, лінійка, штангельциркуль.

2.2. Схема проведення дослідження



Вироблення крупи **Вироблення продуктів швиткого приготування**

Рис. 2.1 **Схема дослідження**

2.3. Методика проведення дослідження

Під час проведення досліджень визначали такі показники:

- Фізико-механічна характеристика зерна гречки та пластівців.
- Фізичні показники зерна гречки та пластівців (вологість, засміченість, крупність і вирівняність).
- Хімічні показники зерна гречки та пластівців.
- Органолептичні показники якості.

При проведенні дослідів керувалися методикою стандартів:

1. Відбір проб – (ГОСТ 13586.3-83 ДСТУ 3355).
2. Зараженості – (ГОСТ 13586.4-83; ДСТУ ISO 6639-4).
3. Засміченості – (ГОСТ 30483-97).
4. Визначення маси 1000 зерен (ГОСТ 10842-89).
5. Визначення вологості зерна (ГОСТ 29143; ГОСТ 13586.5-93; ДСТУ 4117)
6. Технічні умови. Гречка. (ДСТУ 4524:2006).
7. Крупи гречані. (ДСТУ 7697:2015).

РОЗДІЛ 3
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Підвищення ефективності калібрування окремих фракцій гречки

Однією з особливостей технології виробництва гречаної крупи є роздільна переробка гречки за фракціями. Гречку у розсійниках ділять на шість фракцій.

За традиційним способом зерно поділяють, тобто калібрують, на ситах із отворами: Ø4,5 – 4,2 – 4,0 – 3,8 – 3,6 – 3,3 мм.

Ретельне сортування гречки на фракції викликається необхідністю, з одного боку, досягнення найбільшого коефіцієнта лущення при мінімальному дробленні ядра, з іншого – повнішого відділення ядра від нелущеного зерна.

При калібруванні найважливіше – домогтися мінімального вмісту у фракції дрібніших зерен. Ті, що залишилися у фракції, не можуть бути виділені з крупи, засмічують її, знижуючи сорт, або роблять крупу взагалі нестандартною.

Для операції калібрування на крупозаводі припадає до 50 % всієї поверхні, що просіює, так як більшість фракцій багаторазово пропускається через машини для ретельного виділення більш дрібних для даної фракції зерен.

Для повного виділення дрібніших для даної фракції зерен на ситах повинна бути забезпечена оптимальна висота шару продукту. Саме від висоти шару продукту на ситі залежить ефективність просіювання проходової фракції. При товщині, меншій ніж оптимальна, частинки нижнього шару внаслідок ударів об поверхню сита втрачають контакт з ним і ймовірність їх просіювання зменшується; збільшення маси верхніх шарів до певної межі протидіє цьому.

При товщині продукту, що є більшою, ніж оптимальна, знижується інтенсивність само сортування і зменшується швидкість просіювання проходових частинок через підвищене тертя зі суміжними частинками та об поверхню сита, що знижує проходження їх через отвори.

Кількість гречки у фракціях дуже різна: переважна більшість гречки міститься у перших великих фракціях. Зерно, зареєстрованих в Україні сортів гречки, містить 80–90 % фракцій, одержуваних сходом із сит діаметром 4,5 та 4,2 мм.

При просіюванні останніх фракцій, особливо при невеликій продуктивності підприємства, неможливо забезпечити необхідну висоту шару, а також багаторазовий пропуск гречки через машини, що просівають.

Нами пропонується нове рішення завдання підвищення ефективності відсіювання дрібного насіння гречки з фракцій:

- Після калібрування перша частина отриманої фракції гречки направляється на лущення, друга частина фракції повертається для повторного сортування на ту ж машину, що просіює. Проходячи повторно через машину друга частина фракції додатково звільняється від дрібних зерен.

- При встановленому режимі процесу кількість зерна, що подається на сортування зерна зростає, після фракціонування на лущення надходить уся кількість початкового зерна. Зерно, що повертається на повторне сортування, продовжує циркулювати в заданому співвідношенні.

- Змінюючи співвідношення потоків, що направляються на лущення і повторне просіювання, можна встановити оптимальне навантаження на машини, що просівають, незалежно від вихідного фракційного складу гречки, і підвищити ефективність відділення дрібних зерен.

- Поділ потоків у потрібному співвідношенні може бути досягнуто шляхом послідовної установки двох клапанів, із яких перший – здійснює сталість величини потоку зерна на будь-якій одиниці довжини коробки клапана, другий – ділить потік на дві частини заданому відношенні.

Подібний пристрій дозволяє ділити потік зерна на дві фракції у заданому співвідношенні незалежно від можливої зміни початкової кількості зерна, що подається на сортування.

Існуюча та пропонована схеми фракціонування гречки представлені на рисунках 3.1 і 3.2.

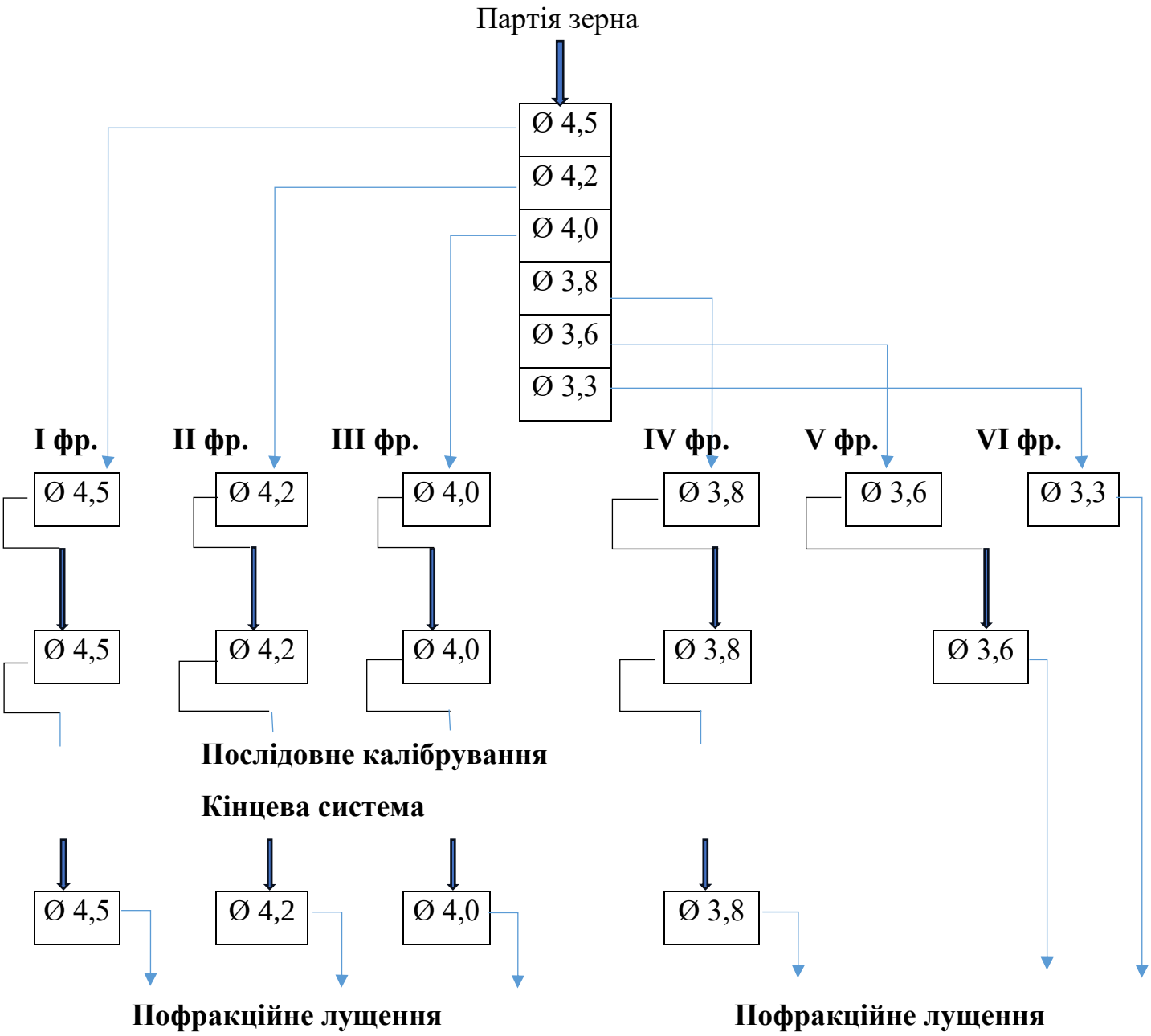


Рис. 3.1. **Існуюча схема фракціонування гречки**

У лабораторних умовах було поставлено експеримент, метою якого було визначення доцільності застосування пропонованої схеми фракціонування гречки.

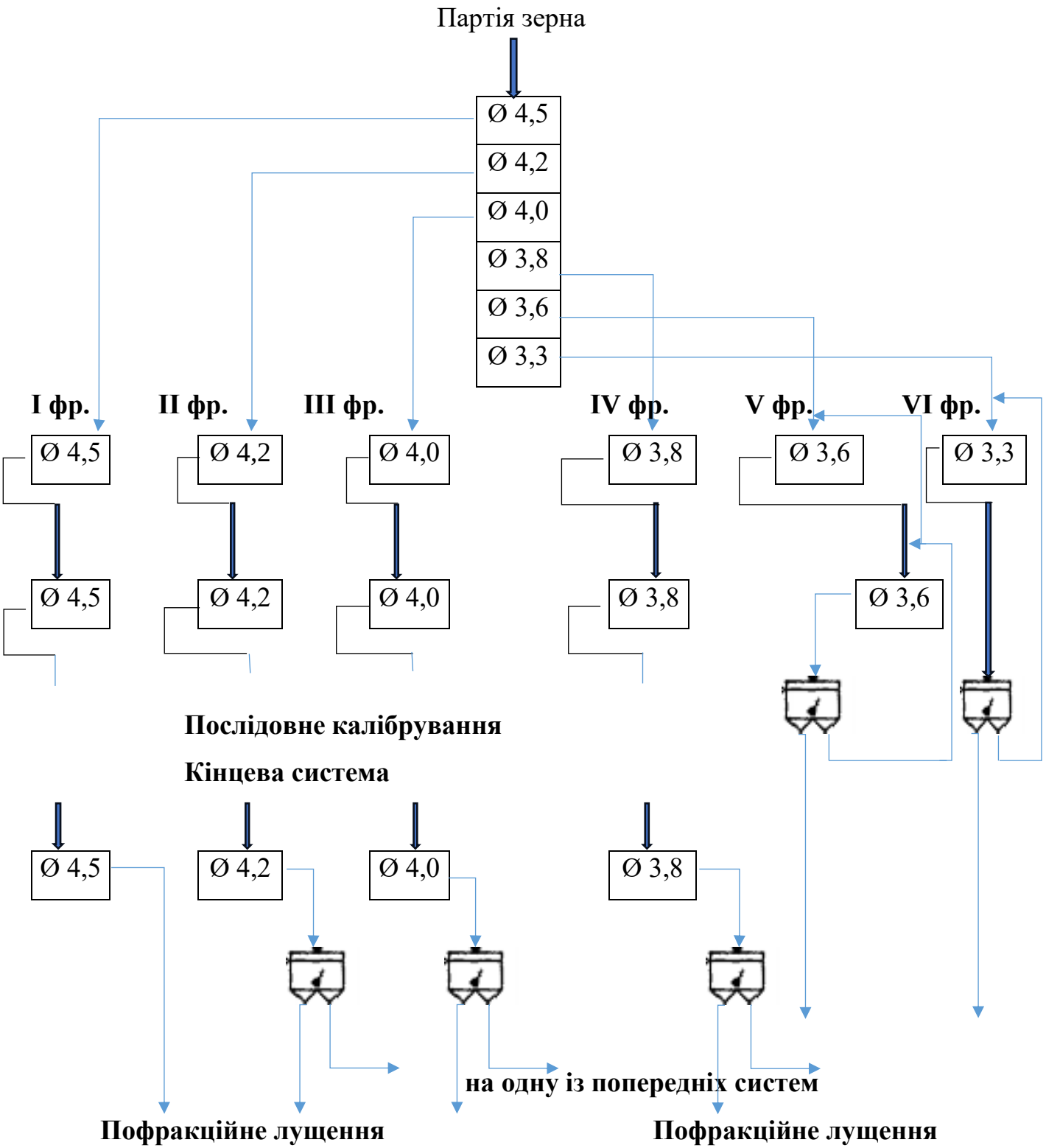


Рис. 3.2. **Запропонована схема фракціонування гречки:**

де  – подільник потоку.

Для цього виділили середню пробу гречки, масою 3 кілограми, і провели її сортування в лабораторному розсіві, схема розсіву представлена на рисунку 3.3.

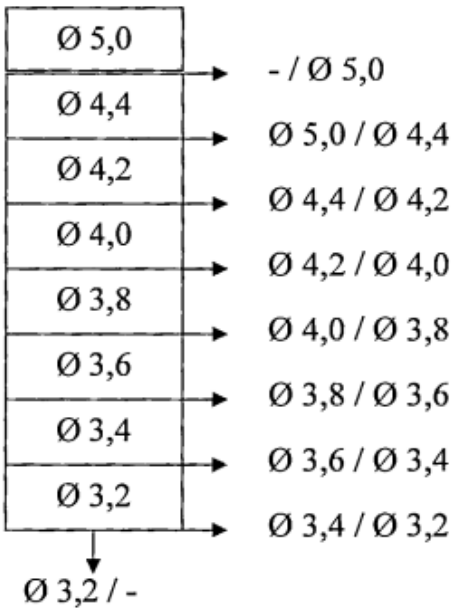


Рис. 3.3. **Схема лабораторного розсіву**

У першому випадку на сито Ø 5,0 містилася наважка гречки 400–450 г, яку просіювали протягом трьох хвилин, після цього сходи з сит видалялися, а на верхнє сито подавали нову навішування наважку тієї ж маси. Після повного фракціонування виділених трьох кілограмів гречки визначали кількість недосіву у кожній фракції.

У другому випадку також на сито Ø 5,0 спочатку поміщалася наважка гречки вагою 400–450 г, яка просівалася протягом трьох хвилин, після чого сходи з сит видалялися частково або не видалялися зовсім, залежно від кількості продукту на ситі, так що висота продукту на ситі становила 7–15 мм, а на верхнє сито подавали нову наважку масою 200–250 г. Після повного фракціонування виділених трьох кілограмів гречки визначали кількість недосіву, тобто кількість дрібних фракцій гречки, які містяться у сході. Їхня кількість має бути мінімальною.

Для визначення недосіву сходову фракцію сита просіювали на контрольному ситі протягом 3 хвилин у лабораторному розсіві. Розмір отвору контрольного сита

відповідав розміру отвору робочого сита машини, що просіює, та з якого отримана дана сходова фракція.

Коефіцієнт недосіву розраховували за такою формулою:

$$Кн = (Мпр/Мкпр) * 100, \%$$

де: Кн – коефіцієнт недосіву, %;

Мпр – маса проходової фракції певного сита, отримана після контрольного просіювання, г;

Мкпр – маса певної фракції гречки, що пішла на контрольне просіювання, г.

Результати проведеного експерименту наведено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Результати фракціонування зерна гречки за існуючою та запропонованою схемами

Продукт	Існуюча схема фракціонування		Пропонована схема фракціонування	
	вміст фракції, %	коефіцієнт недосіву, %	вміст фракції, %	коефіцієнт недосіву, %
-/ Ø 5,0	39,2	не визначався	37,7	не определялся
Ø 5,0 / 0 4,4	49,9	не визначався	48,2	не определялся
Ø 4,4 / 0 4,2	4,8	13,1	6,1	6,6
Ø 4,2 / 0 4,0	2,6	28,2	2,6	17,5
Ø 4,0 / 0 3,8	2,7	1,9	3,3	0,5
Ø 3,8/03,6	0,8	не визначався	2,1	не визначався
Ø 3,6/03,4				
Ø 3,4/0 3,2				
Ø 3,2/-				

Кількість двох великих фракцій при фракціонуванні за існуючою схемою склало 89,1 % і 85,9 % – при фракціонуванні гречки за пропонованою схемою. Запропонована схема фракціонування дозволяє більш ефективно відсіяти дрібні фракції гречки. Кількість додатково виділеного дрібного насіння гречки становила 3,2 % порівняно з

традиційною схемою, а загальний коефіцієнт недосіву для фракцій Ø 4,4/ Ø 4,2; Ø 4,2/ Ø 4,0; Ø 4,0/ Ø 3,8 знизився на 18,6 %.

Спосіб отримання гречаної крупи дозволяє підвищити вихід крупи ядриці на 2–3 % і зменшити вміст у ній сміттєвої домішки. Технічний результат досягається за рахунок фракціонування гречки, що передбачає стабілізацію навантаження і товщини шару гречки в машинах, що просіюють, за рахунок поділу сходів із сит дрібних фракцій гречки на дві частини, з яких одну направляють на лущення, а другу – на повторне просіювання на тих же ситах.

3.2. Вироблення гречаних пластівців із ядриці

З огляду на те, що застосування на існуючих гречаних заводах технологічних схем підготовки гречки до плющення призведе до зміни прийнятої на підприємстві технології, або, ймовірно, до створення окремої схеми технологічного процесу, було вивчено можливість вироблення пластівців з гречаної крупи ядриці.

У технології виробництва гречаної крупи передбачається пропарювання гречки для зміцнення ядра і більш ефективного відділення плівок, а також зниження кількості подрібненого ядра при лущенні. Технологія гречаних заводів не передбачає можливості отримання такого продукту, як гречані пластівці, проте їх виробляють на малих підприємствах. Пропарена крупа є порівняно складним об'єктом отримання продуктів швидкого приготування. Для отримання пластівців при малій кількості дрібки та мучки необхідно зміцнити ядро.

Для зміцнення крупи, що готується для отримання пластівців, досить часто застосовують її зволоження та відволажування з подальшою тепловою обробкою з використанням обробки ІЧ-випромінюванням, що передує кінцевому етапу виробництва пластівців – плющення. Так як ІЧ-обробка сприяє руйнуванню ядра по всьому об'єму, якість пластівців, що виробляються, як правило, невисока через їх значну крихкість при виробництві і подальшому зберіганні.

Оскільки обробка ІЧ-випромінюванням призводить до утворення пористої структури ендосперму ядра гречки, пропонується проводити повторне пропарювання перед плющенням.

Вироблення пластівців вели відповідно до прийнятої технології, однак вихідною сировиною служила гречка, що пройшла етап гідротермічної обробки при традиційних режимах круп'яного виробництва (рис. 3.4).

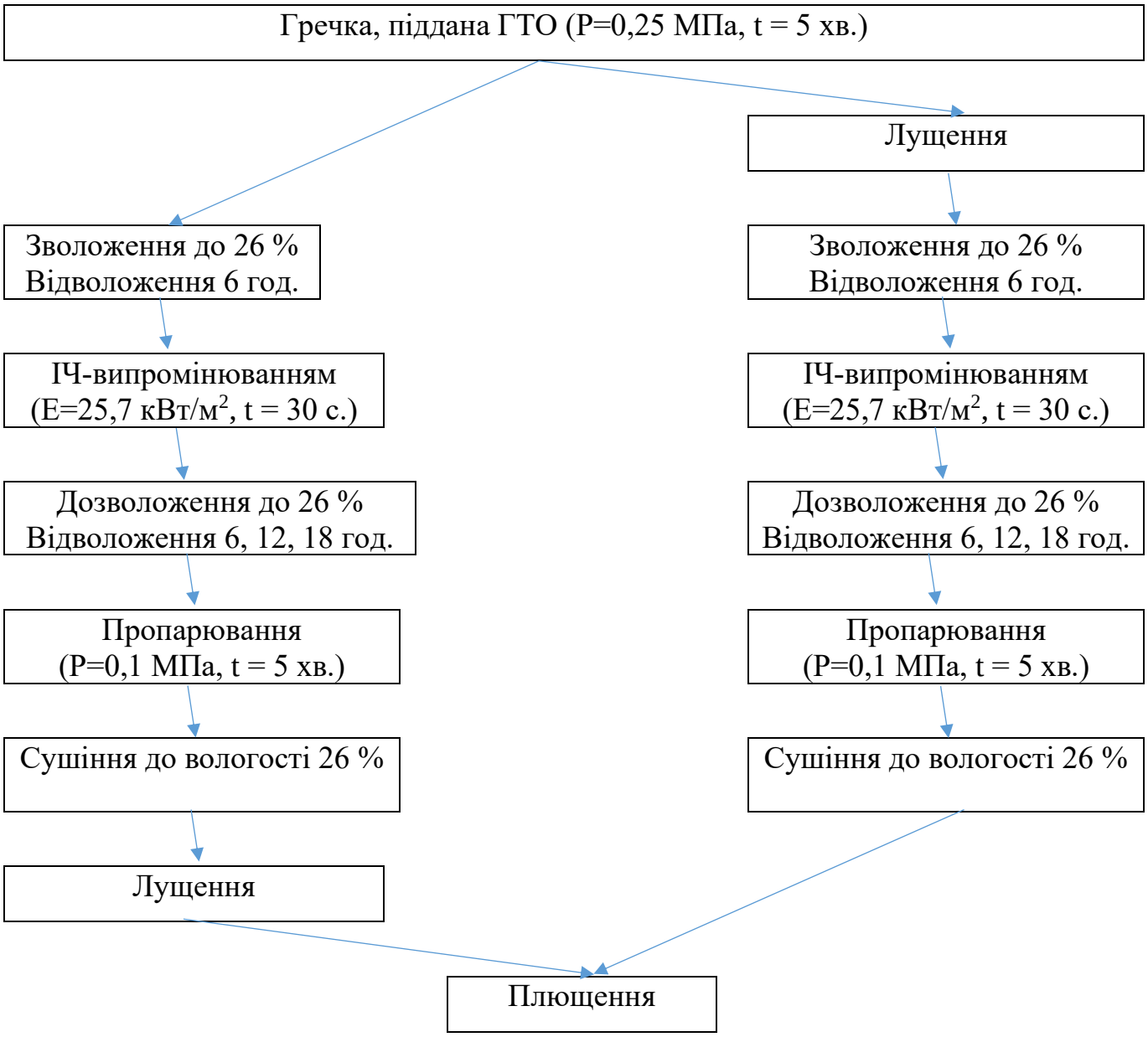


Рис. 3.4. **Варіанти підготовки гречки до плющення**

Принципова відмінність двох розроблених послідовностей вироблення гречаних пластівців з крупи полягала в тому, що в першому випадку лущення гречки проводили на заключному етапі підготовки, тобто перед плющенням, а при ГТО впливали на насіння гречки, що пройшло етапи пропарювання, сушіння та охолодження, у другому – до плющення готували безпосередньо ядрицю, тобто лущення проводилося відразу після охолодження гречки.

При цьому вивчали вплив тривалості повторного відволоження (Тп.відв.) на вихід та стійкість гречаних пластівців до руйнування. Цей параметр прийнятий як основний, що впливає вихід і якість гречаних пластівців, з низки причин. Як зазначалося вище, надання ядриці пластичних властивостей значно ускладнене через зміцнення структури ядра після пропарювання, що зумовлено частковою клейстеризацією крохмалю.

Попереднє зволоження та відволожування з подальшою ІЧ-обробкою суттєво розпушують структуру ендосперму, однак для рівномірного поширення вологи всередині ядра може знадобитися значно більше часу, ніж у випадку з необробленою гречкою. Результати представлені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Вплив тривалості повторного відволікання на вихід та стійкість пластівців

Продукт	Вихід пластівців, %											
	Пластівці, отримані при ГТО зерна гречки						Пластівці, отримані при ГТО ядриці					
	$Т_{п.відв.}^{=}$ 6 год.		$Т_{п.відв.}^{=}$ 12 год.		$Т_{п.відв.}^{=}$ 18 год.		$Т_{п.відв.}^{=}$ 6 год.		$Т_{п.відв.}^{=}$ 12 год.		$Т_{п.відв.}^{=}$ 18 год.	
	ПП	ПР	ПП	ПР	ПП	ПР	ПП	ПР	ПП	ПР	ПП	ПР
-/ Ø 4,0	82,1	28,9	73,7	27,9	78,2	33,2	73,7	28,3	63,7	30,0	53,6	24,3
Ø 4,0/Ø 2,5	11,0	48,3	20,5	59,8	16,8	54,6	19,0	52,0	30,6	58,8	40,5	65,0
Ø 2,5/08	3,8	17,9	зд	10,0	2,7	9,8	3,9	15,3	3,5	9,2	3,8	8,5
08/-	3,1	5,0	2,7	2,3	2,3	2,4	3,4	4,4	2,2	2,3	2,1	2,2

Значну роль ІЧ-обробки в даній технологічній послідовності підготовки гречки до плющення підкреслює той факт, що при оцінці впливу тривалості попереднього зволоження відбувалося відлежування крупи при проведенні відволожування більше 6 годин і вести подальшу переробку не було можливим. Отже, ІЧ-обробка,

призводячи до утворення пористої структури ендосперму, сприяє більш інтенсивному проникненню вологи всередину ядра, отже, і пластифікації крупи перед плющенням.

Відповідно до таблиці 3.2, зроблено висновок у тому, що збільшення тривалості повторного відволоження позитивно позначається насамперед міцності гречаних пластівців.

Так, у разі, коли пластівці вироблялися з зерна гречки, підданої ГТО, загальний вихід пластівців зріс незначно: 93,1 % за тривалості повторного відволожування 6 годин і 95 % – за 18 годин. Дроблення при цьому знизилася з 22,9 % до 12,2 % відповідно.

При виробленні пластівців із ядриці, підданої ГТО, загальний вихід зріс на 1,4 % зі збільшенням тривалості повторного відволоження з 6 до 18 годин, дроблення при цьому знизилася на 9 % відповідно.

Лущити гречку рекомендується безпосередньо перед плющенням, кількість великої фракції гречаних пластівців в цьому випадку в півтора рази більше, ніж при лущенні гречки після завершення ГТО, передбаченої традиційною схемою круп'яного виробництва.

У разі вироблення гречаних пластівців на існуючих крупозаводах та при неможливості створення умов для вироблення пластівців за технологічною схемою, запропонованою в роботі, рекомендується гречку для виробництва пластівців відбирати перед етапом лущення. Підготовку до плющення вести наступним чином: зволожувати до вологості 26–27 % і відволоження 6–7 годин. Підготовлену таким чином гречку піддавати впливу ІЧ-випромінювання протягом 30–35 с при щільності променистого потоку 25–26 кВт/м. Після цього додатково зволожувати 26–27 % і відволікати протягом щонайменше 18 годин, потім проводити пропарювання протягом 5 хвилин при тиску пари 0,1–0,15 МПа. Пропарену гречку підсушувати до вологості 26 %, охолоджувати, лущити до виходу ядра 70–80 %, залежно від вмісту ядра. На заключному етапі з отриманих гречаних пластівців видаляти дрібку і мучку, пластівці доводити до вологості 12–14 %, що забезпечує стабільний процес зберігання. Вихід пластівців становить не менше 94 %. Для реалізації даного способу

на існуючих гречаних заводах необхідно передбачити лише установку мікронізатора, зволожуючої машини, бункерів для відволікання і плющильного верстата, а також лінію фасування пластівців.

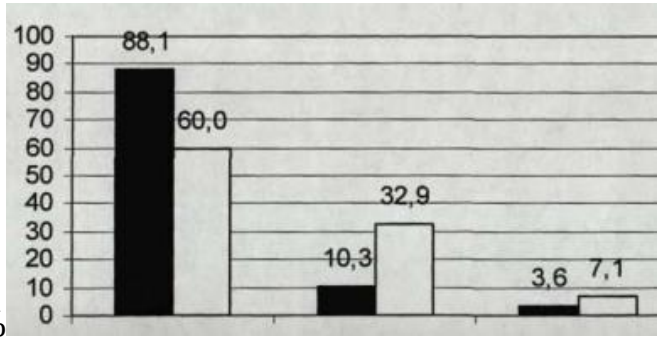
3.3. Вплив фракційного складу гречки на загальний вихід та міцність пластівців

Зважаючи на те, що переробка гречки ведеться пофракційно, було проведено оцінку впливу фракційного складу гречки на загальний вихід та крихітність пластівців. Для цього із загальної маси гречки виділили такі фракції: 05,0/04,4; 0 4,4/0 4,2; 0 4,2/0 4,0; 0 4,0/0 3,2. Через малий вміст гречки фракції менше 04,2/04,0 переробка такого зерна проводилася спільно і була сформована в одну фракцію - 04,0/03,2. Результати подано на рисунках 3.13-3.16.

Пластівці виробляли за наступною технологічною послідовністю: гречка => зволоження (до 26 %) => відволажування (6 год) => ІЧ-обробка (Е=25,75 кВт/м2; 30 сек) => дозволоження (до 26 %) = > отволаживание (6 год) => пропарювання (0,1 МПа, 5 хв) => сушіння (до W=26 %) => охолодження => лущення => плющення => сушіння пластівців (до 12 %).



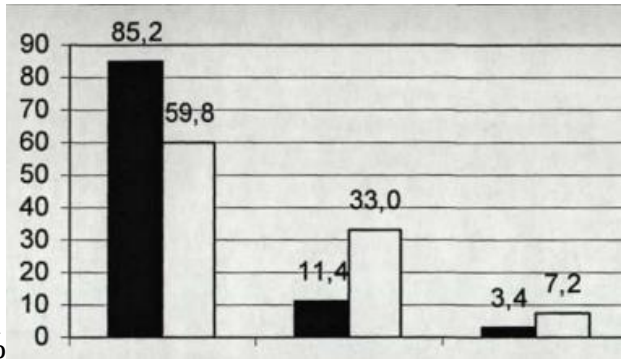
Рис. 3.5. **Загальний вихід та стійкість гречаних пластівців, вироблених із фракції Ø 5,0 / Ø 4,4**
(■ – після плющення; □ – після руйнування)



Вихід, %

Крупна фракція гречаних пластівців (-Ø4,0)	*Мілка фракція гречаних пластівців* (Ø4,0/2,5)	*Дрібка і мучка* (Ø2,5/-)

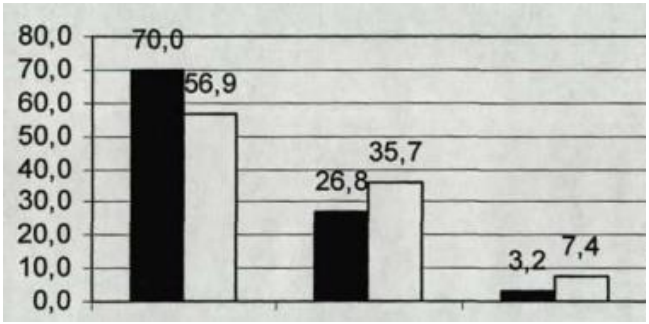
Рис. 3.6. **Загальний вихід та стійкість гречаних пластівців, вироблених із фракції Ø 4,4 / Ø 4,2**
(■ – після плющення; □ – після руйнування)



Вихід, %

Крупна фракція гречаних пластівців (-Ø4,0)	*Мілка фракція гречаних пластівців* (Ø4,0/2,5)	*Дрібка і мучка* (Ø2,5/-)

Рис. 3.7. **Загальний вихід та стійкість гречаних пластівців, вироблених із фракції Ø 4,2 / Ø 4,0**
(■ – після плющення; □ – після руйнування)



Вихід, %

Крупна фракція гречаних пластівців (-Ø4,0)	*Мілка фракція гречаних пластівців* (Ø4,0/2,5)	*Дрібка і мучка* (Ø2,5/-)

Рис. 3.8. **Загальний вихід та стійкість гречаних пластівців, вироблених із фракції Ø 4,0 / Ø 3,2**
(■ – після плющення; □ – після руйнування)

Кількість великої фракції гречаних пластівців, отриманих із фракції гречки Ø 5,0/ Ø 4,4 становить 90,7 %. Зниження вмісту великої фракції при виробленні пластівців із фракцій гречки Ø 4,4/ Ø 4,2 та Ø 4,2/ Ø 4,0 не значнок і становить 88,1 % та 85,2 % відповідно. Однак, кількість великої фракції значно скоротилася при виробленні пластівців з гречки фракції Ø 4,0/ Ø 3,2 і склало 70,0 %. Незважаючи на те, що пластівці, отримані з дрібних фракцій гречки, характеризуються меншою стійкістю до механічних впливів, їх крихкість практично не змінюється.

Отже, фракційний склад гречки не позначається на загальному виході пластівців та їх крихкості, проте впливає на гранулометричний склад пластівців. Так, кількість великих пластівців, отриманих з фракції гречки Ø 5,0/ Ø 4,4, склала 90,7 %, а з фракції Ø 4,0/ Ø 3,2 на 20,0 % менше. Зниження кількості великих пластівців відбувається за рахунок збільшення дрібної фракції гречаних пластівців.

РОЗДІЛ 4
ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Опис технологічної схеми зерноочисного та лущильного відділень. Технологічна схема зерноочисного та лущильного відділень гречаного виробництва включає ряд етапів для очищення та обробки сировини. Нижче наведено загальний опис цих етапів:

1. Приймання сировини. Гречку (сировину) приймають на заводі та здійснюють контроль якості. Вона може бути постачена як зерно, попередньо очищене або неочищене.

2. Попереднє очищення. Сировину піддають попередньому очищенню, щоб видалити домішки, пил, каміння та інші непотрібні домішки. Для цього використовують сита різного діаметру, магнітні сепаратори, аераційні установки тощо.

3. Лущення. Після попереднього очищення гречку піддають лущенню. Цей процес полягає у видаленні зовнішнього шару (шкаралупи) з кожного зерна. Лущення може здійснюватися механічним або термічним методами. Механічне лущення зазвичай здійснюється за допомогою вальцевих або шліфувальних машин, де зерна прокручуються між спеціальними поверхнями, що видаляють шкаралупу. Термічне лущення використовує термічну обробку для відокремлення шкаралупи від зерна.

4. Класифікація. Після лущення гречку можна піддати класифікації залежно від розміру та якості зерна. Застосовуються сита та вібраційні сепаратори для розділення зерна на різні фракції.

5. Додаткове очищення. Деякі виробництва можуть застосовувати додаткові етапи очищення, такі як пневматичні сепаратор.

6. Ополіскування. Після класифікації гречку можна піддати ополіскуванню, щоб видалити залишки шкаралупи, пилу та інших домішок. Цей процес зазвичай здійснюється за допомогою струменів води або повітря.

7. Сушіння. Після очищення та ополіскування гречку потрібно підсушити до оптимального рівня вологості. Для цього використовують спеціальні сушильні установки, які забезпечують рівномірне розподілення тепла та повітря.

8. Сортування та відбір. Після сушіння гречку можна піддати додатковому сортуванню та відбору з метою видалення недоліків, пошкоджених або непридатних зерен. Використовуються спеціальні сортувальні машини, які автоматично виділяють зерна з несумісною якістю.

9. Упакування. Останнім етапом є упакування очищеної та обробленої гречки. Зерно може бути упаковане в пакети різного обсягу або великі мішки для дальшої транспортування та зберігання.

Важливо зауважити, що конкретні етапи та методи, використовані в технологічній схемі гречаного виробництва, можуть варіюватися залежно від виробничих потреб, доступної технології та виробничого масштабу підприємства. Описана схема є загальною та може бути модифікована для відповіді конкретним вимогам та умовам виробництва.

10. Зберігання. Після упакування гречка підлягає зберіганню на складах або в спеціальних сховищах. Важливо забезпечити оптимальні умови зберігання, включаючи відповідну температуру, вологість та вентиляцію, щоб запобігти пошкодженню та псуванню продукту.

11. Контроль якості. Протягом всього процесу виробництва проводяться регулярні перевірки та контроль якості. Це включає випробування зерна на вміст вологи, наявність домішок, якість лущення та інші параметри, щоб гарантувати, що продукт відповідає встановленим стандартам.

12. Утилізація відходів. Під час виробництва гречки можуть утворюватись відходи, такі як шкаралупа та інші побічні продукти. Ці відходи можуть підлягати подальшій переробці або використанню в інших промислових процесах, щоб мінімізувати відходи та покращити стійкість виробництва.

Ця технологічна схема надає загальний огляд основних етапів зерноочисного та лущильного відділень гречаного виробництва. Конкретні деталі та обладнання, що

використовуються, можуть різнитися залежно від конкретного підприємства та його технологічних можливостей.

Фракціонування зерна. Фракціонування зерна виконано на розсійниках А1-БРУ. Розсійник А1-БРУ - це пристрій, що використовується для розподілу або розсіювання електричної енергії у системах електропостачання. Він може застосовуватися в різних галузях, таких як електроенергетика, промисловість, будівництво тощо.

Розсійник А1-БРУ зазвичай складається з корпусу, клемних колодок, перемикачів або вимикачів, та з'єднувальних елементів. Він дозволяє розподіляти електричну енергію на кілька ліній або споживачів, що дозволяє забезпечити живлення для різних пристроїв чи систем. Розсійники також можуть використовуватися для забезпечення резервного живлення, а також для забезпечення захисту від перенапруги чи короткого замикання.

Фракціонування зерна гречки у розсійнику відбувається шляхом поділу зерна на різні фракції за розміром. Процес включає наступні кроки:

1. Підготовка. Зерно гречки може бути попередньо очищене від домішок та інших небажаних матеріалів за допомогою сит, магнітних сепараторів або інших технологій очищення.
2. Подача. Зерно гречки подається в розсійник, який може мати спеціальні перегородки, сита або решітки для розсіювання та фракціонування.
3. Розсіювання. Зерно гречки проходить через розсійник, де воно піддається впливу вібрацій, потоків повітря або інших механічних чинників. Ці чинники сприяють розподілу зерна на різні фракції за розміром.
4. Сортування. Після розсіювання, фракції зерна гречки можуть бути відокремлені за допомогою сит або відсівних машин. Зазвичай використовуються сита з різними отворами, що дозволяють пропускати зерно певного розміру та відокремлювати більші або менші фракції.
5. Упакування. Отримані фракції зерна гречки можуть бути подальше упаковані для зберігання або подальшого використання.

РОЗДІЛ 5
ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці є важливою складовою, оскільки вона відзначає людину, як головною цінністю, тому що безпека і хороше здоров'я дозволяє виконувати роботу більш якісніше і продуктивніше.

Система охорони праці дуже важлива, так як вона дисциплінує самого працівника, а це як наслідок покращує продуктивність і ефективність виконуваної роботи.

Розглянемо лабораторію, яка знаходиться на кафедрі по переробці і зберіганні зерна Уманського НУС, як предмет для ознайомлення безпеки праці. У даній лабораторії проводяться роботи пов'язані із визначенням фізико-хімічних показників для дослідження, за допомогою різноманітного обладнання.

Лабораторія загальною площею 51,3 м^2, висота – 3,5 м. У лабораторії розмішено багато різного обладнання такі як: розсійник зерна, каменевідбірна машина, витяжна шафа, INFRATEK 1241, лабораторний зерновий млинок, прилад для визначення числа падіння, лабораторний посуд та інше обладнання. Тому під час роботи в лабораторії є багато негативних факторів, які можуть впливати на стан лаборанта або студента який виконує роботу. Це такі фізичні та психофізичні фактори: рухомі частини обладнання; недотримання мікроклімату в лабораторії; підвишений рівень вібрацій та шуму обладнання під час його роботи; пари хімічних речовин; не правильне використання лабораторного посуду.¶

Умови праці – це сукупність факторів виробничого середовища, що впливають на здоров'я та працездатність людини. Ці фактори поділяються на небезпечні та шкідливі. Вплив небезпечних факторів на робітників може призвести до травм або іншого погіршення стану здоров'я, шкідливих захворювань або інвалідності.¶

Мікроклімат. Поняття метеорологічних умов включає:¶

- температура;¶
- відносна вологість;¶

- швидкість повітря;

- інтенсивність теплового опромінення.

Таблиця 5.1

Порівняння мікроклімату в різний сезон: допустимі та фактичні значення

Сезон року	Параметри	Оптимальні норми	Допустимі норми	Фактичне значення
Холодний	температура, ºС	16...21	18...22	20
	відносна вологість, %	40...60	75	55
	швидкість повітря, м/с	0,1	<0,1	<0,1
Теплий	температура, ºС	20... 22	18...24	21
	відносна вологість, %	40...60	55	50
	швидкість повітря, м/с	0,1	0,22	0,1

Отже, для комфортної і безпечної роботи в лабораторії дотриманні мікрокліматичні умови.

Заходи з електробезпеки. Електричне обладнання є основною потенційною небезпекою для людей, особливо оскільки датчики не отримують електричної напруги на відстані, на відміну від тепла, світла, рухомих частин, запахів та шкідливих та небезпечних виробничих факторів. інший. Таким чином, коли на людину впливає струм, її імунна відповідь проявляється відразу після безпосереднього контакту з частинами обладнання, що знаходяться під напругою. Електроенергія подається з мережі частотою 50 Гц і напругою 220 і 380 В.

Заходи електробезпеки на робочому місці включають:

- електрообладнання покриває основи та елементи потенційних електричних розеток;

- використання захисних засобів та інструментів;

- перешкода сигналіз ції;

- виконання ряду організаційних завдань (навчання, атестація) [33].

Дотримання норм і правил пожежної безпеки – стан об’єкта, ймовірна можливість розвитку виникнення пожежі, та впливу на людей великої кількості небезпечних факторів, допомагає запобігати цьому та забезпечити захист матеріальним цінностям.

Умови дотримання правил пожежної безпеки, це своєчасна підготовка приміщень належним чином, а саме: перевірка цілісності та справності електро мережі, враховуючи всі вмикачі, розетки та джерела освітлення; наявність справного вогнегасника та плану евакуації, тощо.

Приміщення лабораторії на кафедрі не достатньо забезпечене вентиляцією. Особливо це потрібно при роботі студентів та викладачів з обладнанням, яке утворює запилення. Відкриття вікон для провітрювання не забезпечують достатнього очищення приміщення, а навпаки може утворювати теж запилення із навколишнього середовища , а також порушувати мікроклімат лабораторії.

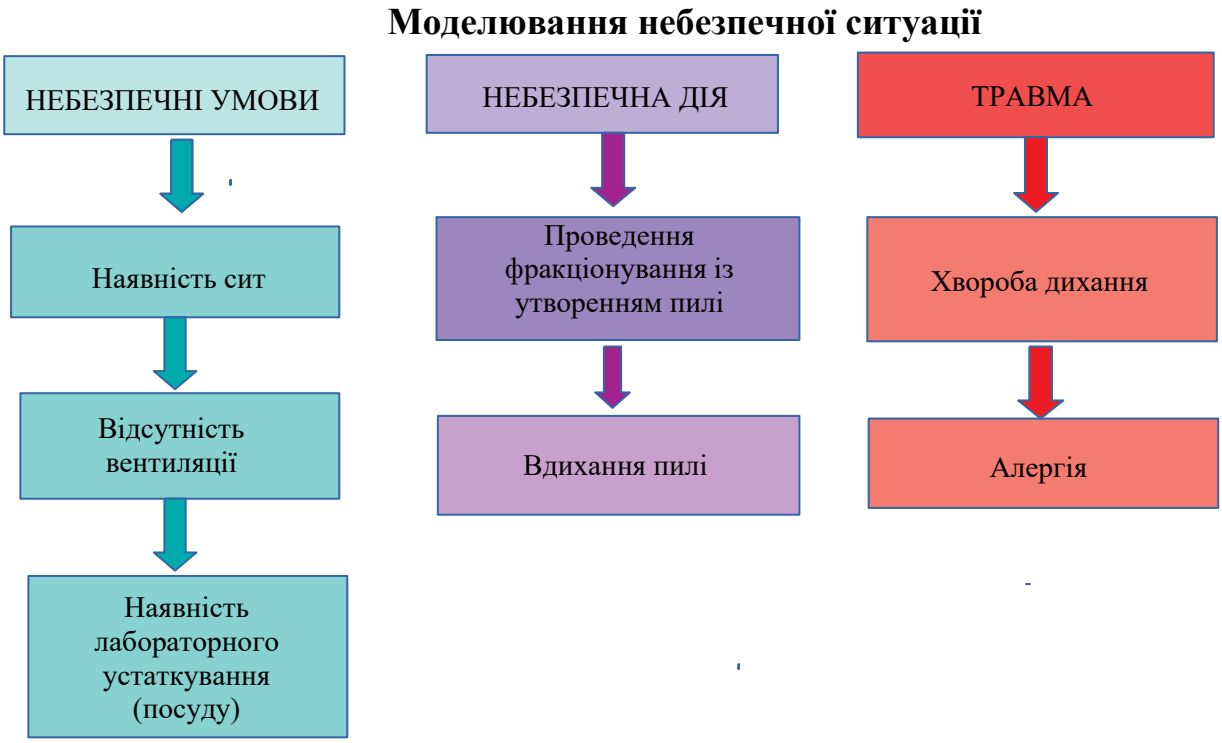


Рис. 4.1 **Схема моделювання небезпечної ситуації**

Так як, запилення може негативно впливати на організм людини викликаючи проблеми із диханням і алергії, тому лабораторію потрібно забезпечити вентиляцією.

Отже, робота на круп'яному заводі включає важку фізичну працю та взаємодію з потенційно небезпечними об'єктами і обладнанням. Дотримання норм охорони праці допомагає зменшити ризики травм та професійних захворювань серед працівників. Законодавство щодо охорони праці встановлює обов'язки для роботодавців щодо забезпечення безпечних та здорових умов праці. Недотримання цих вимог може призвести до правової відповідальності та санкцій. Забезпечення безпеки та здоров'я працівників допомагає уникнути нещасних випадків на робочому місці та подолати витрати на лікування, компенсації та інші види втрат. Здорові та задоволені працівники більше схильні до виконання своїх обов'язків, а також мають меншу вірогідність втрати робочого часу через травми та захворювання.

Впровадження запропонованих заходів що до усунення виявлених недоліків дозволить суттєво стабілізувати роботу підприємства за рахунок усунення потенційних ризиків.

РОЗДІЛ 6
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Економічну ефективність розраховували на прикладі проекту заводу згідно з рекомендаціями, наведеними у роботі продуктивністю 50 т/добу. Калькуляція витрат основних та допоміжних витрат, а також проміжні розрахунки наведено у додатку В.

Основні техніко-економічні показники ефективності будівництва крупяного заводу наведено у (табл 6.1).

Таблиця 6.1

Техніко-економічні показники

№ п/п	Показник	Одиниця виміру	Величина
1	Обсяг переробки зерна гречки	т	30500
2	Обсяг виготовлення продукції	т	29860
3	Обсяг продукції в оптових діючих цінах	тис. грн.	100470
4	Повні витрати на виробництво і реалізацію продукції	тис. грн.	83700
5	Прибуток від реалізації продукції	тис. грн.	16767
6	Виробництво продукції на одного працюючого	тис. грн.	597
7	Рентабельність виробництва продукції	%	23
8	Фондорентабельність	%	53
9	Фондовіддача	грн.	3,2
10	Витрати на 1 грн. продукції	грн.	0,83
11	Термін окупності інвестицій	роки	2

Отже, будівництво круп’яного заводу із перероблення зерна гречки потужністю 50 т/добу є технічно доцільним. Будівництво заводу можливе і економічно ефективне, оскільки прибуток становить 16 млн. 767 тис. грн., за рентабельністю 20 % при затратах на одну гривню продукції 0,83 грн. Проєкт передбачає отримати крупу ядрицю 62,2 %. Якщо застосувати високопродуктивне обладнання, то це призведе до максимального економічного ефекту, оскільки підвищиться екологічна цінність і ефективність продукції. Висока якість обладнання та високий рівень автоматизації у цілому дозволить отримати стабільний і чіткий процес за даним графіком.

Окупність підприємства триває біля 2-х років. У подальшому під час роботи підприємства витрати на одну гривню можуть зменшуватись, а прибуток і рентабельність навпаки збільшуватись.

ВИСНОВКИ

1. Спосіб отримання гречаної крупи дозволяє підвищити вихід крупи ядриці на 2–3 % і зменшити вміст у ній сміттєвої домішки. Технічний результат досягається за рахунок фракціонування гречки, що передбачає стабілізацію навантаження і товщини шару гречки в машинах, що просіюють, за рахунок поділу сходів із сит дрібних фракцій гречки на дві частини, з яких одну направляють на лущення, а другу – на повторне просіювання на тих же ситах.

2. Фракційний склад гречки не позначається на загальному виході пластівців та їх крихкості, проте впливає на гранулометричний склад пластівців. Так, кількість великих пластівців, отриманих з фракції гречки Ø 5,0/ Ø 4,4, склала 90,7 %, а з фракції Ø 4,0/ Ø 3,2 на 20,0 % менше. Зниження кількості великих пластівців відбувається за рахунок збільшення дрібної фракції гречаних пластівців.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

У разі вироблення гречаних пластівців на існуючих крупозаводах та при неможливості створення умов для вироблення пластівців за технологічною схемою, запропонованою в роботі, рекомендується гречку для виробництва пластівців відбирати перед етапом лущення.

Підготовку до плющення вести наступним чином: зволожувати до вологості 26–27 % і відволоження 6–7 годин. Підготовлену таким чином гречку піддавати впливу ІЧ-випромінювання протягом 30–35 с при щільності променистого потоку 25–26 кВт/м. Після цього додатково зволожувати 26–27 % і відволікати протягом щонайменше 18 годин, потім проводити пропарювання протягом 5 хвилин при тиску пари 0,1–0,15 МПа. Пропарену гречку підсушувати до вологості 26 %, охолоджувати, лущити до виходу ядра 70–80 %, залежно від вмісту ядра. На заключному етапі з отриманих гречаних пластівців видаляти дрібку і мучку, пластівці доводити до вологості 12–14 %, що забезпечує стабільний процес зберігання. Вихід пластівців становить не менше 94 %.

Для отриманням виходу пластівців не менше 94 %, рекомендуємо передбачити установку мікронізатора, зволожуючої машини, бункерів для відволікання і плющильного верстата, а також лінію фасування пластівців.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дубініна А. А., Попова Т. М., Ленерт С. О., Холодна А. В. Розробка рецептурного складу та оцінка якості хліба з гречаним борошном. Young Scientist. 2019. № 1 (65). С. 189–192.

2. Юдічева О. П., Калашник О. В., Мороз С. Е., Рибалко О. А., Корсун А. В. Органолептичне оцінювання хліба пшеничного, збагаченого продуктами переробки гарбуза. Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки. 2020. № 23. С. 136–144.

3. Дзюндзя О. В., Звагольська К. М. Аналіз нетрадиційної борошняної сировини для виробництва хлібобулочних виробів. Таврійський науковий вісник. 2021. № 1. С. 22–29.

4. Гойко І., Самойленко О. Булочка оздоровчого призначення. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали 86 Міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 2–3 квітня 2020. Київ: НУХТ. Ч. 1. С. 29.

5. Молодід Т., Бажай-Жежерун С. Показники якості хліба, збагаченого продуктами перероблення конопель. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали 86 Міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 2–3 квітня 2020. Київ: НУХТ. Ч. 1. С. 40.

6. Соколова Н., Ряснюк В. Вплив конопляного борошна на реологічні властивості пшеничного тіста для хлібних паличок. International scientific conference of young scientist and students «Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution», April 2–3 2020. Book of abstract. Part 1. NUFT, Kyiv, 2020. P. 105.

7. Дебилинська К., Дробот В. Перспективи використання шроту виноградних кісточок. International scientific conference of young scientist and students «Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution», April 2–3 2020. Book of abstract. Part 1. NUFT, Kyiv, 2020. P. 110.

8. Борковський З., Фалендиш Н. Використання борошна кіноа світлого та фітоекстракту ромашки при виробництві органічного хліба. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали 86 Міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 2–3 квітня 2020. Київ: НУХТ. Ч. 1. С. 111.

9. Борук С. Д., Кобаса І. М., Воробець М. М. Органолептичні властивості та харчова безпека кондитерських виробів із вмістом високодисперсного аґрусу. Підприємництво, торгівля: теоретичні підходи та практичні аспекти розвитку: матер. II Міжнар. наук.- практ. конф. (м. Старобільськ, 26–27 листопада 2020 року). Харків: Вид-во Іванченка І. С., 2020. С. 80–83.

10. Соловйова К., Башта А. Отримання пшеничного хліба оздоровчого призначення, збагаченого шротом насіння олійних культур. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали 86 Міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 2–3 квітня 2020. Київ: НУХТ. Ч. 1. С. 26.

11. Науменко О. В., Овсієнко С. М. Використання біологічно активних речовин у хлібопеченні. Продовольчі ресурси. 2021. Т. 9, № 17. С. 107–118.

12. Каравай Л. В., Кузнецова А. А., Николаенко О. Ю., Чернышова А. Н., Левочкина Л. В. Влияние комбинированного гидролиза на пищевую ценность лузги гречихи и использование ее пищевых волокон в производстве мучных кондитерских изделий. Технология продовольственных товаров. 2012. С. 34–42.

13. Язев С.Г. Использование лузги гречихи в пищевом производстве. Наука и современность. 2014. № 34. С. 102–105.

14. Туева И. А., Дмитрук С.Е., Калинкина Г.И., Сальникова Е.Н. Исследование химического состава отходов переработки семян гречихи, льна и рапса. Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: матер. II Всерос. конф., Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2005. Кн. I. С. 344–348. http://conf.chem.asu.ru/public/conferences/3/biblio/conf-2005/sbornik_ tezis-2005-kniga-I.pdf (дата звернення 14.05.2023).

15. Сімакова О. О., Никифоров Р. П. Розробка новітніх технологій виробів з борошна із заданими властивостями: монографія. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2018. 146 с.

16. Шаповаленко О. І., Ковбаса В. М., Янюк Т. І., Терлецька В.А. Про можливості використання лузги гречки. Хранение и переработка зерна. 2008. № 10. С. 43–44.

17. Івашко І., Усатюк С. Використання харчових волокон у виробництві хлібобулочних виробів. International scientific conference of young scientist and students «Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution», April 2–3 2020. Book of abstract. Part 1. NUFT, Kyiv, 2020. P. 72.

18. Протокол випробувань №578/2002 від 23.11.2022 р. Мінекономіки ДП Чернівецький регіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації. 2 с.

19. Barak, S.; Mudgil, D.; Khatkar, B.S. Effect of flour particle size and damaged starch on the quality of cookies. *J. Food Sci. Technol.* 2014, *51*, 1342–1348.

20. Ma, S.; Wang, C.; Li, L.; Wang, X. Effects of particle size on the quality attributes of wheat flour made by the milling process. *Cereal Chem.* 2020, *97*, 172–182

21. Bourré, L.; Frohlich, P.; Young, G.; Borsuk, Y.; Sopiwnyk, E.; Sarkar, A.; Nickerson, M.T.; Ai, Y.; Dyck, A.; Malcolmson, L. Influence of particle size on flour and baking properties of yellow pea, navy bean, and red lentil flours. *Cereal Chem.* 2019, *96*, 655–667.

22. Wang, Q.; Li, L.; Zheng, X. A review of milling damaged starch: Generation, measurement, functionality and its effect on starch-based food systems. *Food Chem.* 2020, *315*, 126267.

23. Belorio, M.; Sahagún, M.; Gómez, M. Influence of flour particle size distribution on the quality of maize gluten-free cookies. *Foods* 2019, *8*, 83.

24. Qin, W.; Lin, Z.; Wang, A.; Chen, Z.; He, Y.; Wang, L.; Liu, L.; Wang, F.; Tong, L.T. Influence of particle size on the properties of rice flour and quality of gluten-free rice bread. *LWT* 2021, *151*, 112236.

25. Luo, S.; Yan, X.; Fu, Y.; Pang, M.; Chen, R.; Liu, Y.; Chen, J.; Liu, C. The quality of gluten-free bread made of brown rice flour prepared by low temperature impact mill. *Food Chem.* 2021, *348*, 129032.

26. de la Hera, E.; Talegón, M.; Caballero, P.; Gómez, M. Influence of maize flour particle size on gluten-free breadmaking. *J. Sci. Food Agric.* 2013, *93*, 924–932.

27. Juliano, B.O. *Rice in Human Nutrition*; FAO: Rome, Italy, 1993; pp. 101–124.

28. Gujral, H.S.; Rosell, C.M. Improvement of the breadmaking quality of rice flour by glucose oxidase. *Food Res. Int.* 2004, *37*, 75–81.

29. Burešová, I.; Tokár, M.; Mareček, J.; Hřivna, L.; Faměra, O.; Šottníková, V. The comparison of the effect of added amaranth, buckwheat, chickpea, corn, millet and quinoa flour on rice dough rheological characteristics, textural and sensory quality of bread. *J. Cereal Sci.* 2017, *75*, 158–164.

30. Bonafaccia, G.; Marocchini, M.; Kreft, I. Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat. *Food Chem.* 2003, *80*, 9–15.

31. Krkošková, B.; Mrázová, Z. Prophylactic components of buckwheat. *Food Res. Int.* 2005, *38*, 561–568.

32. Zhu, F. Buckwheat proteins and peptides: Biological functions and food applications. *Trends Food Sci. Techol.* 2021, *110*, 155–167.

33. Heureka. Available online: https://www.heureka.cz/ (accessed on 4 June 2023).

34. Berton, B.; Scher, J.; Villieras, F.; Hardy, J. Measurement of hydration capacity of wheat flour: Influence of composition and physical characteristics. *Powder Technol.* 2002, *128*, 326–331.

35. *ISO 1871*; Food and Feed Products—General Guidelines for the Determination of Nitrogen by the Kjeldahl Method. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2009.

36. Torbica, A.; Hadnađev, M.; Hadnađev, T.D. Rice and buckwheat flour characterisation and its relation to cookie quality. *Food Res. Int.* 2012, *48*, 277–283.

37. *EN ISO 10520*; Native Starch—Determination of Starch Content—Ewers Polarimetric Method. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 1998.

38. AACC International. *Approved Methods of Analysis. Methods: 76-31.01 (Determination of Damaged Starch—Spectrophotometric Method)*, 11th ed.; American Association of Cereal Chemists International: St. Paul, MN, USA, 2010.

39. Burešová, I.; Vaculová, K.; Zacharová, M.; Jirsa, O.; Sedláčková, I. The comparison of different methods used for measuring rheological characteristics of barley suspension and dough during heating and cooling. In Proceedings of the 12th International Conference on Polycarbohydrates-Glycoscience, Prague, Czechia, 19–21 October 2016; Czech Chemical Society: Prague, Czechia, 2016; pp. 118–121.

40. Balet, S.; Guelpa, A.; Fox, G.; Manley, M. Rapid Visco Analyser (RVA) as a Tool for Measuring Starch-Related Physiochemical Properties in Cereals: A Review. *Food Anal. Methods* 2019, *12*, 2344–2360.

41. Burešová, I.; Kubínek, R. The behavior of amaranth, chickpea, millet, corn, quinoa, buckwheat and rice doughs under shear oscillatory and uniaxial elongational tests simulating proving and baking. *J. Texture Stud.* 2016, *47*, 423–431.

42. Dunnewind, B.; Sliwinski, E.L.; Grolle, K.; Vliet, T.V. The Kieffer dough and gluten extensibility rig—An experimental evaluation. *J. Texture Stud.* 2004, *34*, 537–560.

43. Burešová, I.; Masaříková, L.; Hřivna, L.; Kulhanová, S.; Bureš, D. The comparison of the effect of sodium caseinate, calcium caseinate, carboxymethyl cellulose and xanthan gum on rice-buckwheat dough rheological characteristics and textural and sensory quality of bread. *LWT* 2016, *68*, 659–666.

44. Trinh, K.T.; Glasgow, S. On the texture profile analysis test. In Proceedings of the Chemeca, Wellington, New Zealand, 23–26 September 2012; Chemeca: Wellington, New Zealand, 2012; Volume 12, pp. 23–26.

45. Callejo, M.J. Present situation on the descriptive sensory analysis of bread. *J. Sens. Stud.* 2011, *26*, 255–268.

46. Wang, B.; Wang, J. Mechanical properties of maize kernel horny endosperm, floury endosperm and germ. *Int. J. Food Prop.* 2019, *22*, 863–877.

47. Bressiani, J.; Oro, T.; Santetti, G.S.; Almeida, J.L.; Bertolin, T.E.; Gómez, M.; Gutkoski, L.C. Properties of whole grain wheat flour and performance in bakery products as a function of particle size. *J. Cereal Sci.* 2017, *75*, 269–277.

48. Barrera, G.N.; Bustos, M.C.; Iturriaga, L.; Flores, S.K.; León, A.E.; Ribotta, P.D. Effect of damaged starch on the rheological properties of wheat starch suspensions. *J. Food Eng.* 2013, *116*, 233–239. [

49. Brandner, S.; Becker, T.; Jekle, M. Gluten–starch interface characteristics and wheat dough rheology—Insights from hybrid artificial systems. *J. Food Sci.* 2022, *87*, 1375–1385.

50. Watanabe, A.; Larsson, H.; Eliasson, A.C. Effect of physical state of nonpolar lipids on rheology and microstructure of gluten-starch and wheat flour doughs. *Cereal Chem.* 2002, *79*, 203–209.

51. Peighambardoust, S.H.; Van der Goot, A.J.; Van Vliet, T.; Hamer, R.J.; Boom, R.M. Microstructure formation and rheological behaviour of dough under simple shear flow. *J. Cereal Sci.* 2006, *43*, 183–197.

52. Baldino, N.; Laitano, F.; Lupi, F.R.; Curcio, S.; Gabriele, D. Effect of HPMC and CMC on rheological behavior at different temperatures of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flours. *Eur. Food Res. Technol.* 2018, *244*, 1829–1842.

53. Coronel, E.B.; Guiotto, E.N.; Aspiroz, M.C.; Tomás, M.C.; Nolasco, S.M.; Capitani, M.I. Development of gluten-free premixes with buckwheat and chia flours: Application in a bread product. *LWT* 2021, *141*, 110916.

ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

ЗБІРНИК СТУДЕНТСЬКИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Всеукраїнської студентської наукової онлайн-конференції *приуроченої 100-річчю від дня народження українського вченого у галузі агрономії, професора Івана Маркіяновича Карасюка*

ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

20 квітня 2023 року

м. Умань – 2023

створення оздоровчих харчових продуктів. Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Київ: НУХТ, 2020. С. 49–50.

8. Muñoz L.A., Cobos A., Diaz O., Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration. Author links open overlay panel. 2012. С. 216–224.

9. Шидакова-Каменюка О. Г., Шкляєв О. М., Рогова А. Л. Аналіз хімічного складу насіння чіа як перспективної сировини для кондитерських виробів. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2017. Вип. 1. С. 80–91.

ПІДВИЩЕННЯ ВИХОДУ КРУПИ ЯДРИЦІ ШЛЯХОМ УДОСКОНАЛЕННЯ ФРАКЦІОНУВАННЯ ЗЕРНА ГРЕЧКИ

Ільченко Л. В., 11 м-тз група, інженерно-технологічний факультет
Науковий керівник – к. с.-г. н., доцент Костецька К. В.

Актуальними проблемами зернопереробної промисловості в даний час є: задоволення потреб населення у харчових продуктах; поліпшення їхньої якості; розроблення нових видів виробів за більш повного та раціонального використанні потенціалу зерна.

Круп'яні продукти займають гідне місце в раціоні харчування людини завдяки різноманітному асортименту, доступності всім верствам споживачів, високій якості і харчовій цінності, безпечності, створенню на їхній основі продуктів із заданим складом і властивостями.

Будова гречки значно відрізняється від злакових культур. Плодова оболонка зростається з ядром лише в одній точці – середині основи ядра – і легко відокремлена від нього. Усередині ендосперму з невеликим виходом до поверхні знаходиться сильно розвинений зародок. Ядро гречки дуже тендітне.

Серед круп'яних культур гречка посідає особливе місце. Завдяки високій харчовій та біологічній цінності, продукти, що виробляються з гречки, широко використовуються і у дитячому та дієтичному харчуванні. Однак, в даний час основними продуктами, що виробляються з гречки, є ядриця та проділ.

Традиційна технологія перероблення гречки у крупу, маючи розгалужені потоки, характеризується значною енергоємністю. Недостатньо повно реалізуються резерви збільшення виходу гречаної крупи, що становить 67%.

Основними напрямками вдосконалення технології перероблення гречки у крупу є модернізація обладнання та режимів гідротермічної обробки, а також обладнання лущильного відділення гречаного заводу.

Мета роботи – визначення впливу процесу фракціонування на показники якості зерна гречки.

При визначенні органолептичних, фізико-технологічних і хімічних показників були використані методи, затверджені відповідними нормативними документами, або застосовуються в дослідницьких роботах і рекомендовані у відповідній літературі. В процесі проведення науково-дослідної роботи нами було досліджено зразки зерна гречки 2022 року урожаю, його фракціонування та

порівняння показників якості кожної фракції. Методом ситового аналізу було підібрано сита отворами різного розміру.

Однією з особливостей технології виробництва гречаної крупи є роздільна переробка гречки за фракціями. Зерно гречки у розсівах поділяють на шість фракцій. Зерно поділяють, тобто калібрують, на ситах з отворами 4,5/4,2/4,0/3,8/3,6/3,3 мм.

Ретельне сортування гречки на фракції викликається необхідністю, з одного боку, досягнення найбільшого коефіцієнта лущення при мінімальному дробленні ядра, з іншого – повнішого відділення ядра від нелущеного зерна.

При калібруванні найважливіше – домогтися мінімального вмісту у фракції дрібніших зерен. Уразі якщо такі зерна не можуть бути виділені з крупи, засмічують її, знижуючи сорт, або роблять крупу взагалі нестандартною.

Для операції калібрування на крупозаводі виділяється до 50 % всієї поверхні, що просіває, так як більшість фракцій багаторазово пропускається через машини для ретельного виділення більш дрібних для даної фракції зерен.

Для повного виділення дрібніших для даної фракції зерен на ситах повинна бути забезпечена оптимальна висота шару продукту. Саме від висоти шару продукту на ситі залежить ефективність висівання проходової фракції. При товщині, меншій ніж оптимальна, частинки нижнього шару внаслідок ударів об поверхню сита втрачають контакт з ним і ймовірність їхнього просіювання зменшується; збільшення маси верхніх шарів до певної межі протидіє цьому.

При товщині продукту, більшої, ніж оптимальна, знижується інтенсивність самосортування та зменшується швидкість просіювання проходових частинок через підвищене тертя про суміжні частинки та поверхню сита, що знижує проходження їх через отвори.

Кількість гречки у фракціях дуже різна: переважна більшість гречки міститься у перших великих фракціях. Зерно, сортів гречки, що внесені до Реєстру сортів України, містить 80–90 % фракцій, одержуваних сходом із сит діаметром 4,5 та 4,2 мм. При просіюванні останніх фракцій, особливо при невеликій продуктивності підприємства, неможливо забезпечити необхідну висоту шару, а також багаторазовий пропуск гречки через машини, що просівають.

Нами пропонується ефективніше проводити процес відсіювання дрібного зерна гречки з фракцій. Після калібрування перша частина отриманої фракції гречки направляється на лущення, друга частина фракції повертається для повторного сортування на ту ж машину, що просіває. Проходячи повторно через машину друга частина фракції додатково звільняється від дрібних зерен. Кількість зерна, що подається на сортування зерна зростає. Зерно, що повертається на повторне сортування, продовжує свій цикл у заданому співвідношенні.

Змінюючи співвідношення потоків, що направляються на лущення і повторне просіювання, можна встановити оптимальне навантаження на машини, що просівають, незалежно від вихідного фракційного складу гречки, і підвищити ефективність відділення дрібних зерен.

Поділ потоків у потрібному співвідношенні може бути досягнуто шляхом послідовної установки двох клапанів, з яких перший здійснює сталість величини потоку зерна на будь-якій одиниці довжини коробки клапана, дозволяє ділити потік зерна на дві фракції в заданому співвідношенні незалежно від можливої зміни початкової кількості зерна, що подається на сортування.

У лабораторних умовах було поставлено експеримент, метою якого було визначення доцільності застосування пропонованої схеми фракціонування гречки. Для цього виділили середню пробу гречки та провели її сортування в лабораторному розсіві.

Спосіб отримання гречаної крупи дозволяє підвищити вихід крупи ядриці на 2 % і зменшити вміст у ній сміттєвої домішки. Технічний результат досягається за рахунок фракціонування гречки, що передбачає стабілізацію навантаження і товщини шару гречки в просіюючих машинах, за рахунок розподілу сходів з сит дрібних фракцій гречки на дві частини, з яких одну направляють на лущення, а другу – на повторне просіювання на тих же ситах.

Список використаних джерел

1. Шутенко Є. І., Соц С. М. Технологія круп'яного виробництва: навч. Посібник. Київ: «Освіта України», 2010. 272 с.

2. Правила організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах. Київ, 1998. 164 с.

3. Лопаткін В. Г. Підвищення якості сої шляхом її фракціонування // Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів. Одеса: ОНАХТ, 2018. С. 14–16. [Електронний ресурс] // https://onaft.edu.ua/download/konfi/Collect_food_techn_18.10.18.pdf

4. Соц С. М., Дроздов А. Ю. Виробництво і якість гречаних продуктів, 2016. [Електронний ресурс] // https://www.researchgate.net/publication/317798191_VIROBNICTVO_I_AKIST_GRECANIH_PRODUKTIV

5. Моргун В.О., Волошенко О.С. Підвищення ефективності переробки зерна пшениці. *Наукові праці*, Випуск 36 (1). С 54–56. [Електронний ресурс] // file:///C:/Users/99/Downloads/Np_2009_36(1)__16.pdf

6. Костецька К. В., Герасимчук О. П. Підвищення якості сої фракціонуванням насіння. *Вісник Уманського НУС*. 2022. № 1. С. 70–76.

7. Костецька К. В., Герасимчук О. П. Оцінювання якості насіння сої різних фракцій. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2022. № 1. С. 188–197.

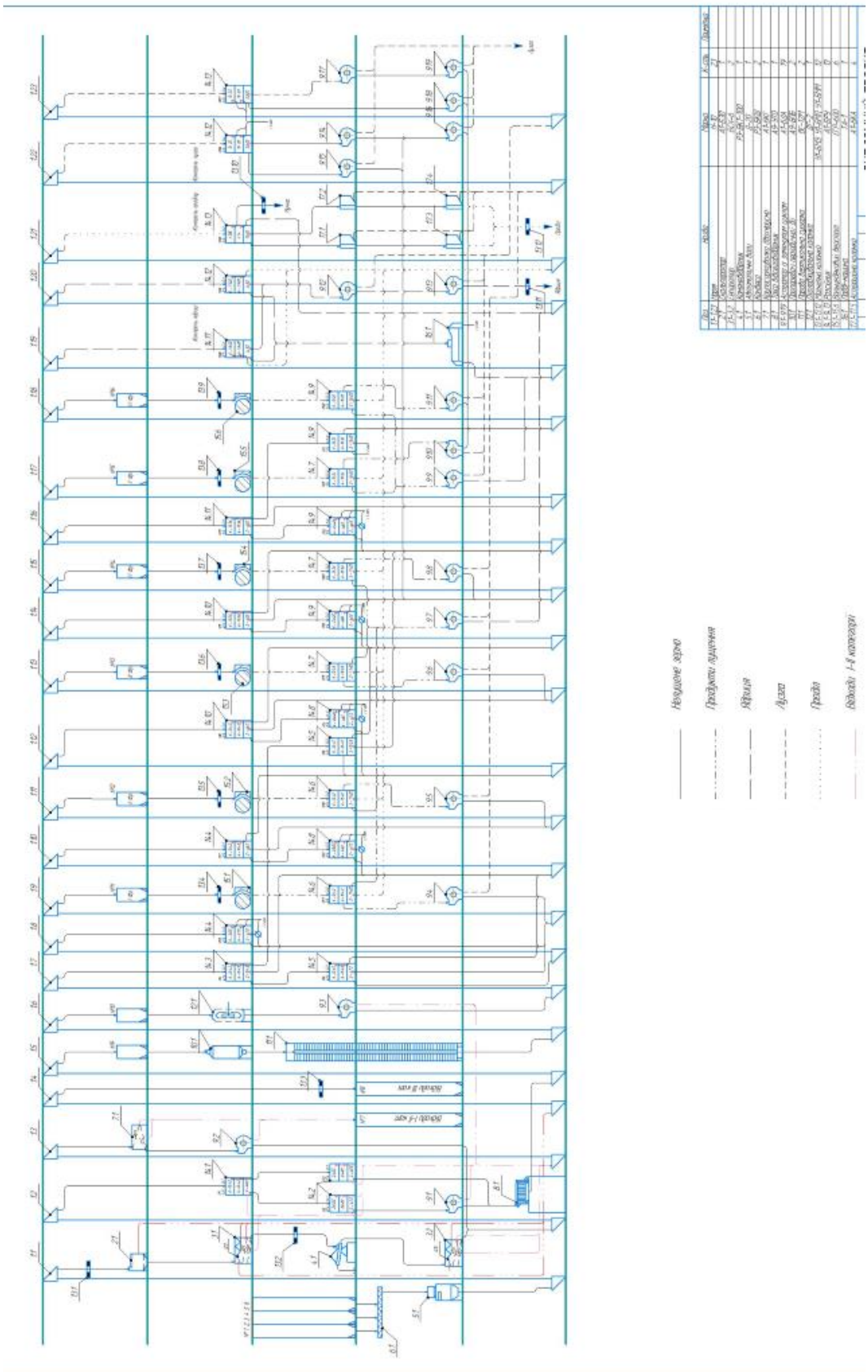
ЕЛЕВАТОНА ПРОМИСЛОВІТЬ

Конопелько О.Г., 41-тз група, інженерно-технологічний факультет
Науковий керівник – к. тех. н., доцент Єремеєва О.А

Зерносховищам всіх типів – характерні представники поточно-виробничих систем. Вони можуть бути однокомпонентні і багато-поточні, з розгалуженими маршрутами.

Додаток Б

Технологічна схема виробництва крупи гречаної



Додаток В

Розрахунок економічної ефективності будівництва заводу

Розрахунок капіталовкладень в будівництво