СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ НАСІННЄВОГО ТА КОРМОВОГО МАТЕРІАЛУ

1 МЕТА РОБОТИ

Метою даної роботи є вивчення сучасних технології та обладнання для використання інфрачервоного (ІЧ) випромінювання, твердофазної ферментації, ультрафіолетового (УФ) випромінювання та принципу роботи діелектричного класифікатора насіння.

2 ОБЛАДНАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Розширені методичні вказівки до виконання лабораторної роботи.

3 ОБСЯГ ТА МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

В и в ч и т и:

1) використання ІЧ випромінювання;

2) обладнання для твердофазної ферментації;

3) використання УФ випромінювання;

4) використання діелектричних класифікаторів насіння.

4 ЗАВДАННЯ НА САМОСТІЙНУ РОБОТУ

Студент самостійно виконує весь обсяг роботи, що приведений у третьому розділі методичних вказівок.

5 ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

Після виконання роботи, студент оформляє звіт, який складається зі слідуючих даних:

1) найменування, номер і мета роботи;
2) опис енергозберігаючих технологій при використанні ІЧ випромінювання;
3) опис обладнання для ІЧ випромінювання;
4) використання обладнання для твердофазної ферментації;
5) опис схеми установки для твердофазної ферментації ;
6) використання обладнання для опромінювання УФ променями;
7) призначення та принцип роботи діелектричного класифікатора насіння

6 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. В чому заключається процес мікронізації насіння?
2. В чому заключається процес желатинізації?
3. З якою метою виконують дезінсекцію зерна ІЧ променями?
4. Суть методу сухої аеробної ферментації?
5. З якою метою використовують опромінювання ультрафіолетовими променями?
6. З якою метою використовують діелектричний класифікатор насіння?

1 Обробка сільськогосподарської продукції інфрачервоним (ІЧ) випромінюванням

Останнім часом широкого поширення набуває обробка зерна інфрачервоним (ІЧ) випромінюванням.

Мікронізація - обробка зерна інфрачервоним (ІЧ) випромінюванням з довжиною хвилі 1500-3500 нм, коли відбувається перехід вуглеводів в розчинний і легкозасвоюваний стан - ***желатинізація*** (табл. 1).

Таблиця 1 - Порівняння різних обробок

Вид обробки	Ступінь желатинізації глюкози на 1 г проби, мг
Подрібнення	75
Холодне екструдування:	
1-й прохід	254
2-й прохід	310
Гранулювання з пропарюванням	384
Те ж, з повторним сухим гранулюванням	447
Плющення з пропарюванням	570
Екструдування	586
Мікронізація	603
Примітка: за 100% желатинізування крохмалю кукурудзи прийнята обробка зерна в автоклаві при 120 °С протягом 15 хвилин	

Інфрачервоне (ІЧ) випромінювання використовується для сушки і дезінфекції сільськогосподарських продуктів. При сушці ІЧ променями зерно прогрівається на певну глибину значно швидше, ніж при контактному або конвективному способах нагріву, при яких зерно нагрівається з поверхні, що менш ефективно в зв'язку з

малою теплопровідністю зерна. Тому застосування ІЧ випромінювання значно скорочує тривалість сушки і зберігає (а іноді і покращує) насінні і продовольчі якості зерна. Але створення ІЧ сушарок має певні труднощі в зв'язку з порівняно малою глибиною проникнення ІЧ променів в зерно. Дослідним шляхом визначені коефіцієнти пропускання оболонок зерна різних культур. Оболонки зерна кукурудзи, ячменю і пшениці пропускають 30-60% ІЧ променів, а оболонки іржі і вівса - 8-15%. Шар зерна в 1 см пропускає 20% всій падаючої енергії.

Дезінсекція зерна ІЧ променями є дуже ефективним методом знезараження зерна різних культур (вівса, пшениці, іржі, проса, кукурудзи, гороху, а також круп). ІЧ промені надають селективну дію на насіння, мікрофлору і комах-шкідників, оскільки їх структура і хімічний склад кліток різні, тому вони мають різні спектри поглинання променистої енергії. При опромінюванні майже повністю знищується шкідлива мікрофлора на поверхні насіння. У зерні, нагрітому протягом 1-2 хв., до 50–55°С, гинуть такі шкідники, як кліщ, довгоносик, брухус, борошноїд у всіх стадіях свого розвитку. При цьому насіннєві і продовольчі якості зерна не змінюються. Питомі витрати на підсушування і дезінсекцію зерна складає біля 17 кВт·год/т.

ІЧ промені також можуть використовуватися для передпосівної обробки насіння замість повітро-теплового або сонячного обігріву і для зменшення твердонасіннєвості. Повітро-тепловий обігрів триває 5-7 днів, а при ІЧ обігріві експозиція складає 50-60 секунд, при температурі 50–55°С.

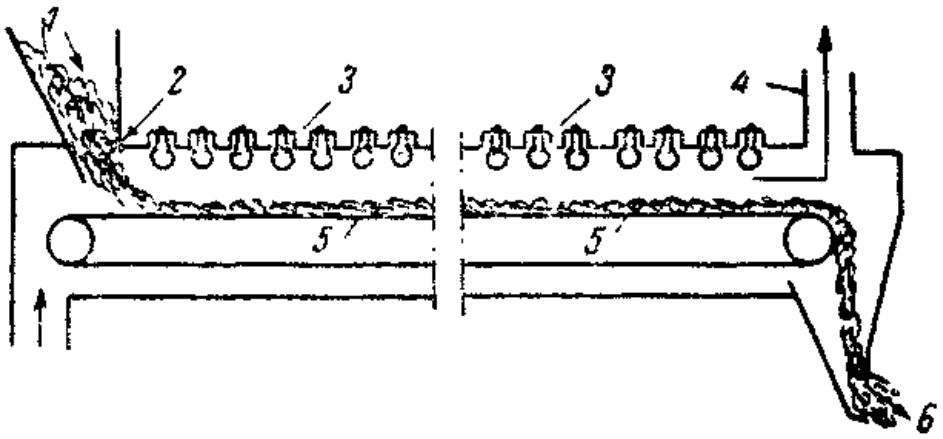
Опроміненість на поверхні зернового насипу складає 40–60 Вт/м^2. ІЧ промені активізують ферменти зародка насіння (головним чином ферменти дихання), що підвищує енергію проростання насіння і врожайність зернових культур на 15–20 %.

ІЧ промені широко використовуються для сушки різних овочів і фруктів.

Сухі продукти виходять з доброю зберігаємістю, з пониженою вагою і об'ємом, з майже повним збереженням живильних речовин, вітамінів (до 80-85 %), смаку, кольору і аромату.

В сушильних установках в якості генераторів ІЧ променів використовують сушильні лампи ЗС, керамічні або металеві плити, що нагріваються електричними

спіралями або газом. Сушка овочів і фруктів зазвичай проводиться на конвеєрних сушарках, в яких стрічка з продуктом просувається під панеллю сушильних ламп із заданою швидкістю (рис. 1). Довжина конвеєра визначається часом сушки, а отже, вона визначає і продуктивність сушарки. Лампи розташовуються в лінію або в шаховому порядку при відстані між осями ламп 30см. Питома встановлена потужність, віднесена до площі конвеєра, рекомендується порядку 2,25 кВт/м^2. Температура в сушарках – 50 – 90°С.



1 - завантажувальний бункер; 2 - дозатор; 3 - інфрачервоні лампи;
4 - повітровод; 5 - конвеєр; 6 - вивантажна горловина.

Рисунок 1 - Установка для сушки овочів і фруктів.

Сушити інфрачервоними променями доцільно: моркву, картоплю, капусту, буряк, томати, зелень, яблука, груші, сливи, персики, абрикоси, виноград, гриби, тютюн. Фрукти сушаться до вологості 15-20%, а овочі - 8-12%. Найбільш раціональна переривиста сушка, коли чергуються періоди опромінювання і відлежування, а потім досушка проводиться гарячим повітрям. При такому режимі сушки загальна тривалість опромінювання складає 10-15 хв., а весь процес сушки овочів скорочується до 1,8-2 годин. Витрати електроенергії складають 1–2 кВт-год/кг сухого продукту.

Світлова і теплова енергія ІЧ випромінювання викликає швидкий глибинний нагрів (внутрішня температура 90°С досягається за 50 с) і підйом тиску пари води усередині зерна, що приводить до вибуху (спученню), що різко збільшує його поверхню. В результаті мікронізації енергетична цінність корму підвищується з 1500 до 3500 Ккал/кг.

Отриманий кормовий матеріал стає сприятливішим для травлення, знижується його механічна міцність. В результаті істотного підвищується корисна обмінна енергія фуражного зерна (табл. 2).

Таблиця 2 - Порівняльна оцінка корисної енергії, що виділяється при обміні речовин

Культура	Обмінна енергія зерна, МДж/кг	
	необробленого	мікронізованного
Кукурудза	14,30	15,75
Пшениця	12,90	14,40
Ячмінь	11,50	13,70

Мікронізація зерна дозволяє значно понизити споживання кормів сільськогосподарськими тваринами при збереженні продуктивності.

Крім того, ІЧ випромінюванням одночасно знезаражуються кормові матеріали, уражені патогенними мікроорганізмами.

Режими мікронізації приведені в таблиці 3.

Таблиця 3 - Режими мікронізації

Культура	Мінімальний*	Оптимальний*	Максимальний*
Ячмінь	30/170	40/175	50/190
Пшениця	35/150	50/170	65/185
Кукурудза	35/140	45/150	60/165
Сорго	20/145	30/165	40/175
Овес	17/175	25/185	35/200
Соя	40/165	50/170	60/180
Горох	55/145	70/150	75/155
Квасоля	—	45/150	75/170

* В чисельнику – час, с; в знаменнику - температура, °С.

Тривалість обробки зерна різних культур залежить від температури в зоні опромінювання.

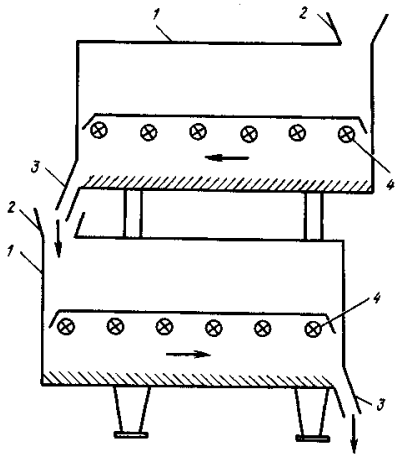
Для високобілкових низьковуглеводних кормових культур, таких як боби, зростання засвоюваності вуглеводів невелике.

<u>В ЦНИПТИМЕЖі розроблені мікронізатори, що відрізняються способом переміщення матеріалу</u>:

- барабанні,
- стрічкові,
- горизонтальні з віброперемiщенням,
- шахтні.

Джерелами ІЧ випромінювання служать серійні лампи розжарювання з галогенним циклом або оригінальні, створені в інституті спеціально для цих установок.

<u>Барабанний мікронізатор</u> (рис. 2) є модифікацією універсального барабанного пристрою радіаційної обробки зерна для знезараження, сушки, збагачення вітамінами групи D.



1 – барабани; 2 – завантажувальні бункери; 3 - вивантажні лотки; 4 - джерела випромінювання.

Рисунок 2 - Схема барабанного мікронізатора.

Матеріал, що обробляється, потрапляючи в барабан, проходить під розташованим усередині джерелом ІЧ випромінювання. Завдяки особливостям конструкції, матеріал в зоні опромінювання інтенсивно перемішується, що дозволяє досягати високої рівномірності обробки.

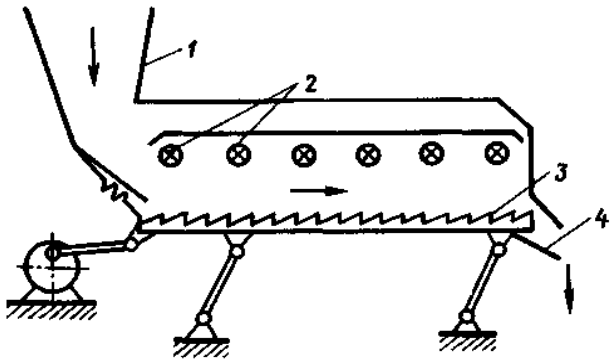
Зміною швидкості руху можна регулювати тепловий режим мікронізатора. Два послідовно працюючих барабана дозволяють, крім мікронізації, здійснювати і іншу обробку зерна, наприклад знезараження за допомогою оптичного

випромінювання. Вертикальна компоновка барабанів обумовлює продуктивність установки до 1 т/год.

<u>Розроблено дві установки горизонтального типу:</u>

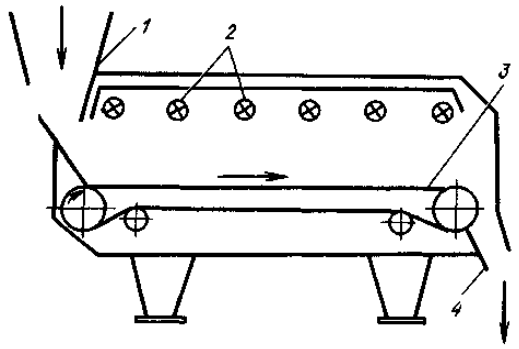
- з транспортером, що коливається (рис. 3) продуктивністю до 2 т/год;

- малогабаритна установка із стрічковим транспортером (рис. 4), продуктивністю до 200 кг/год.



1 - завантажувальний бункер-дозатор; 2 - джерела випромінювання; 3 - пластинчастий транспортер; 4 - вивантажний лоток.

Рисунок 3 - Схема горизонтального мікронізатора.



1 - завантажувальний бункер; 2 - джерела випромінювання; 3 - стрічковий транспортер; 4 - вивантажний лоток.

Рисунок 4 - Схема мікронізатора для малих ферм.

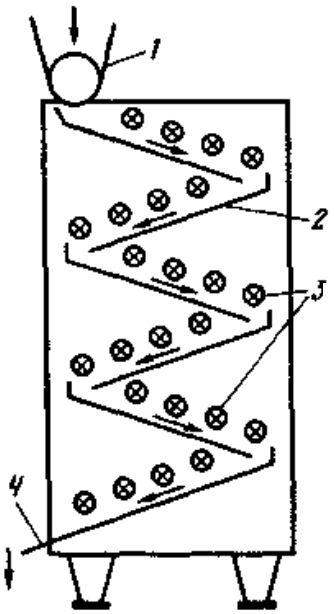
За якістю мікронізації зерна вони аналогічні барабанній установці і відрізняються тільки способом руху оброблюваного матеріалу. Малогабаритна установка призначена для малих (до 200 голів) ферм великої рогатої худоби, свинарських (до 1,5 тис. голів), а також птахівницьких ферм.

Джерела випромінювання в цих установках розташовані над шаром оброблюваного зерна, що переміщається горизонтально. Транспортер, що коливається, забезпечує інтенсивне його перемішування. При використанні стрічкового транспортера необхідні додаткові спонукачі, які дозволять добитися якісного опромінювання всього шару зерна.

Горизонтальні мікронізатори є одними з найбільш перспективних установок, оскільки в порівнянні з іншими типами вони найбільш прості у виготовленні і експлуатації.

<u>Принципово новою розробкою ЦНИПТИМЕЖа є вертикальний мікронізатор шахтного типу</u> (рис. 5) продуктивністю до 500 кг/год. Зерно, що

обробляється, рухається під дією гравітаційних сил по вібруючим похилим лоткам, над якими розташовані джерела випромінювання.



1 - завантажувальний бункер-дозатор; 2 - піддони, що коливаються; 3 - джерела випромінювання; 4 - вивантажний лоток.

Рисунок 5 - Схема шахтного мікронізатора.

Вертикальний мікронізатор при однаковій продуктивності вимагає значно менших виробничих площ, чим горизонтальний або барабанний. Зміна кута нахилу лотків дозволяє регулювати режими обробки, продуктивність, а також переходити від обробки одного виду зерна до іншого.

До переваг цієї установки слід віднести також і те, що використовуваний в ній спосіб переміщення зерна не дозволяє йому скупчуватися в зоні опромінювання і створювати товстий шар, що істотно знижує якість обробки. Шахтна установка дозволяє максимально утилізувати теплоту джерел випромінювання, оскільки, опромінюючи зерно на нижньому лотку, те ж джерело підігріває його на верхньому.

При дослідженні процесу мікронізації встановлено, що оптимальна вологість оброблюваного зерна повинна бути 17-20%. Задовільні результати отримані і при вологості 12-24%. Отже, мікронізація зерна як спосіб підготовки його до згодовування може проводитися безпосередньо після збирання зернових культур.

Час експозиції при процесі желатинізації залежно від вигляду зернової культури складає 20-90 с. Це дозволяє на порівняно малогабаритних установках досягати високої продуктивності і низьких енергетичних витрат.

Для описаних вище установок питомі енерговитрати залежно від оброблюваного зерна складають 150-250 кВт-год на 1 т.

Зоотехнічна оцінка мікронізованого зерна на установках ЦИИПТИМЕЖа показала, що відгодівля поросят ячменем протягом 30 днів в порівнянні з контрольною групою, яка отримувала ячмінь, що не піддавався мікронізації, підвищує приріст в середньому на 13-15%.

Молочна продуктивність корів, які отримували в кормовому раціоні 25% мікронізованих зернових пластівців замість роздробленого зерна (у контрольній групі) збільшилася на 7,6 %. Це пояснюється тим, що при прогріванні ІЧ променями значно змінюються фізичні і біохімічні властивості зерна, а також поліпшується обмінна енергія (табл. 4).

Таблиця 4 - Поліпшення обмінної енергії мікронізованими кормами

Найменування зерна	В сирому вигляді	Зміна після мікронізації, %
Ячмінь	2,57	2,7
Пшениця	3,15	3,26
Маїс	3,36	3,49
Кормові боби	2,53	2,79
Соєві боби (цілісні)	2,71	4,03
Насіння рапсу (цілісне)	1,94	3,61

Велика частина кормів, в тому числі і зернових, мало растворима і складається з дуже складних речовин, які потребують попередньої обробки. В процесі мікронізації відбувається збільшення об'єму зерна, зменшується його щільність, збільшується площа контактної поверхні і розчинність крохмальної частини.

Таким чином, дії травних соків піддається велика поверхня мікронізованого зерна, крохмаль знаходиться в ньому в доступнішій формі.

2 Метод сухої аеробної ферментації

Другим методом, що дозволяє збільшити цінність кормів, є ***метод сухої аеробної ферментації крохмалистої сировини*** (зернофуражу, висівок, а також соломи і інших целлюлозоутримуючих відходів сільського господарства) грибами, що дають рясну біомасу, багату білком і незамінними амінокислотами.

Таблиця 5 - Ефективність різних способів обробки зерна при відгодівлі свиней

Спосіб обробки	Середньодобовий приріст маси, г	Витрати корму, кг
Мікронізація	767	1,551
Обробка парою і плющення	694	1,651
Приготування сухої дерті	635	1,715

Обробка соломи за допомогою міцеліальних грибів сприяє підвищенню вмісту білка в 3-4 рази. При ферментації зернофуражу частина вуглеводів зерна в кількості 20-25 % витрачається на біосинтез білка і життєдіяльність грибів, при цьому із зернофуражу можна отримати кінцевий продукт із вмістом 25-30 % повноцінного по амінокислотах білка порівняно з 10-12 % незбалансованого білка в початковому зерні.

Не дивлячись на витрати вуглеводів зерна при виробництві ферментованого продукту, отримання такого продукту виявляється економічно доцільним. Додавання збагаченого продукту у розмірі 25-30 % до монозернового раціону сприяє збільшенню продуктивності тварин і птиці на 25-35 %. Собівартість білка, що накопичується в грибній біомасі в 1,5-2 рази нижче за вартість білка кормових дріжджів. Цим визначається ефективність і перспективність процесу отримання білка методом сухої аеробної ферментації.

Технологія твердофазной ферментації сировини в тонкому шарі чітко регламентує процес обробки на розробленій в ЦНИПТИМЕЖі установці, яка дозволяє виробляти протягом доби до 200 кг ферментованої соломи або до 800-1000 кг зерна злакових культур.

Установка твердофазной ферментації (рис. 6) складається з чотирьох взаємозв'язаних технологічних ліній:

- отримання посівного матеріалу;
- попередньої обробки субстрату;
- твердофазної ферментації;
- стерилізації готового продукту.

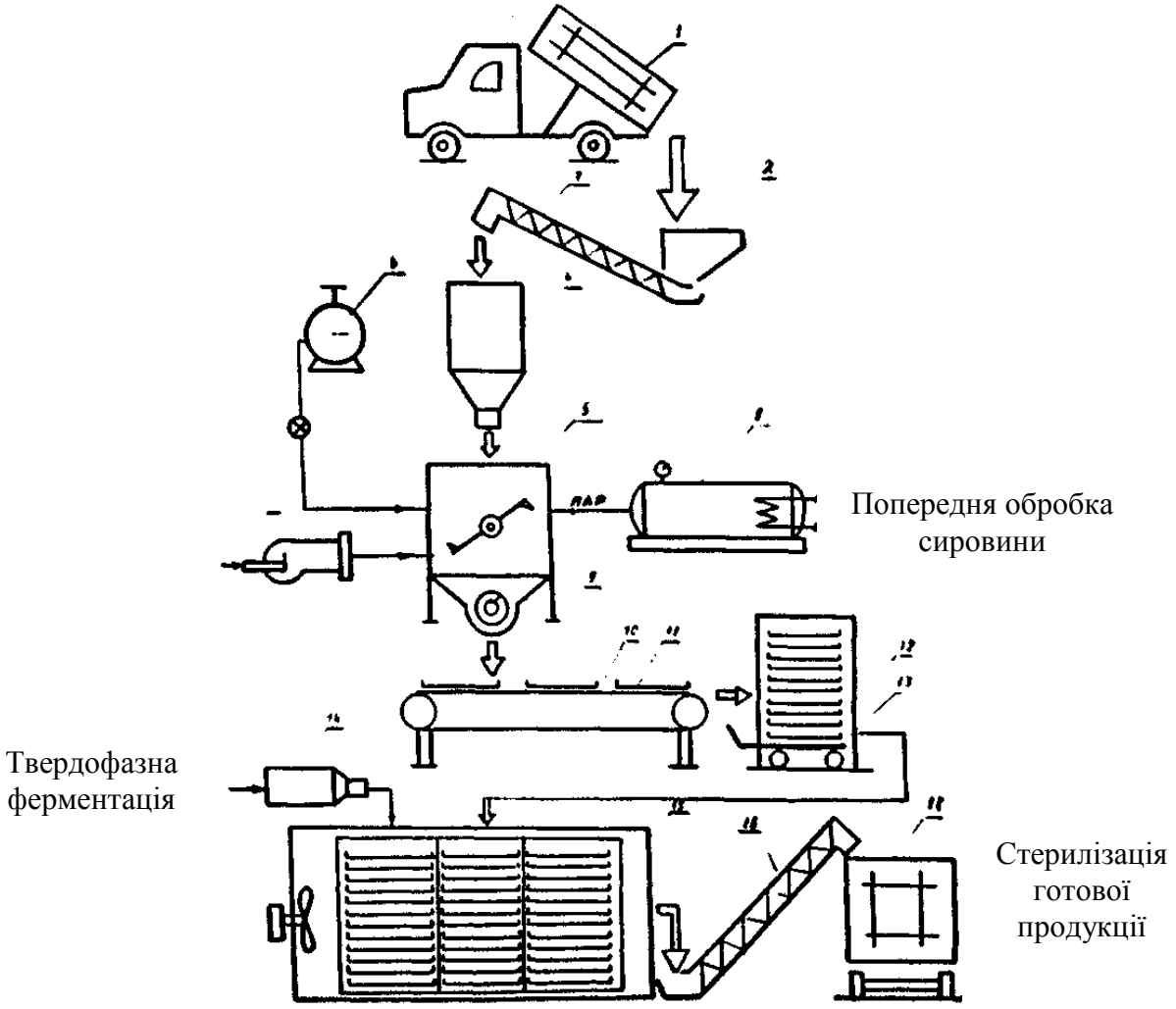


Рисунок 6 - Технологічна лінія установки твердофазної ферментації.

Отримання посівного матеріалу здійснюється шляхом глибинної ферментації вибраного штаму гриба.

Процес ферментативного гідролізу субстрату залежить від хімічного складу і субмікроскопічної будови оброблюваного матеріалу. Тому, дуже важливо правильно провести попередню обробку сировини термохімічним способом, що викликає набухання оболонок.

Вибір оптимальних умов попередньої обробки сировини дозволяє ефективніше використовувати рослинні матеріали при мікробіологічному синтезі.

Попередня обробка сировини здійснюється на установці шляхом змішування живильного середовища з соломою в змішувачі і подальшої термічної стерилізації парою в термокамері.

Термохімічно оброблена солома вивантажується в проміжну ємність, охолоджується до температури 27 або 42°С залежно від вживаної культури гриба, далі в шнеку-змішувачі рівномірно змішується з посівною культурою і поступає в камеру ферментації в контейнерах, де відбувається нарощування біомаси протягом 3-4 діб.

Для підтримки в камері ферментації необхідної вологості, температури і кисневого режиму повітря подається через бактерицидний фільтр і зволожувач і за допомогою автоматичної системи регулюється в заданих межах. Після завершення процесу контейнер подається до камери стерилізації, корм стерилізується парою (або за допомогою ІЧ установки) і залежно від мети подальшого використання висушується або у вологому вигляді змішується з іншими компонентами і згодовується тваринним.

3 Опромінювання ультрафіолетовими променями

Сприяє виведенню насіння із стану фізіологічного спокою і прискоренню ділення клітин при їх проростанні, що забезпечує підвищення енергії проростання і схожості на 12 - 15 %, сили зростання, довжини і маси паростків на 10 - 25 %, а також врожайності більш ніж на 10 %. В ЦНИПТИМЕЖі (о. Хортиця, Запоріжжя) була розроблена стаціонарна установка для передпосівної обробки насіння ультрафіолетовим опромінюванням (рис. 7).

Установка включає: - пульт управління 1, на якому розташовані кнопки пуску, зупинки електроустаткування і сигнальні лампи; - кожух-відбивач 2 з комплектом ультрафіолетових ламп, що формують і направляють опромінюючий потік; - приймальний бункер 3 із заслінкою для регулювання подачі насіння; - вентилятор 4, що забезпечує аспірацію пилу і дрібних домішок; - лотковий каскадний транспортер 6, що коливається, переміщає і перемішує насіння в зоні опромінювання; - електропривод 5, кривошипно-шатунного механізму транспортера, що приводить в дію; - раму 7 з мішко-держателями; - брезентові штори 8 для захисту обслуговуючого персоналу від опромінювання. Доза опромінювання регулюється кількістю ламп, що включаються.

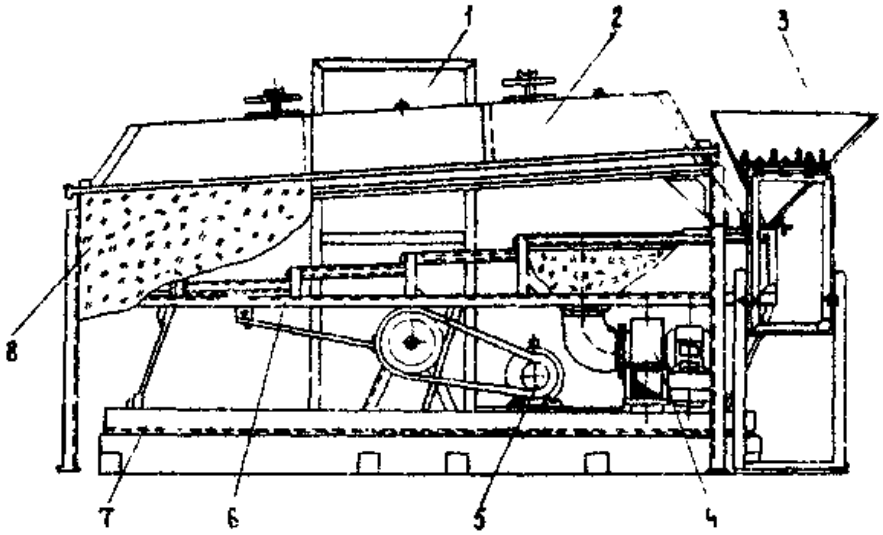


Рисунок 7 - Схема установки для опромінювання УФО-3.

<u>Установка працює таким чином</u>. З пульта управління включають необхідну кількість ультрафіолетових ламп (визначається по ефективній дозі опромінювання). Через 10-15 хвилин після включення ламп завантажують бункер насінням, за допомогою заслінки встановлюють необхідну подачу, потім включають привід транспортера і вентилятор. Опромінене насіння затарюють в мішки або направляють в ємність.

<u>Схема використання установки у складі потокової лінії</u> показана на рисунку 8. Насіння доставляють зі складу автотранспортом і за допомогою автопідйомника 1 вивантажують в бункер 2. Транспортером Норія 3 їх подають в накопичувальну ємність 4, а з неї за допомогою шнека 5 в установку 6. Оброблене насіння Норією 7 направляють в ємність 8, а потім затарюють в мішки 9.

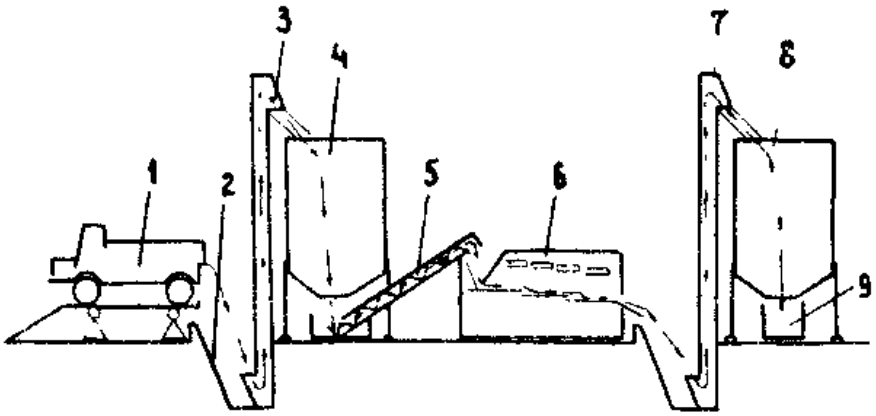


Рисунок 8 - Технологічна схема опромінювання насіння в потоковій лінії.

Дози опромінювання насіння зернових культур, що рекомендуються, знаходяться в діапазоні 1-5 кДж/м^2 і вибираються для кожної партії насіннєвого матеріалу індивідуально.

<u>Приблизні дози опромінювання насіння зернових культур наступні, кДж/м^2:</u>

кукурудза	1-3
пшениця озима	3-4
ячмінь яровий	2-4
овес	3-5

Така установка буде високоефективною і при використанні на малих і середніх підприємствах, якщо її переобладнати в пересувну.

4 <u>Використання діелектричного класифікатора насіння</u>

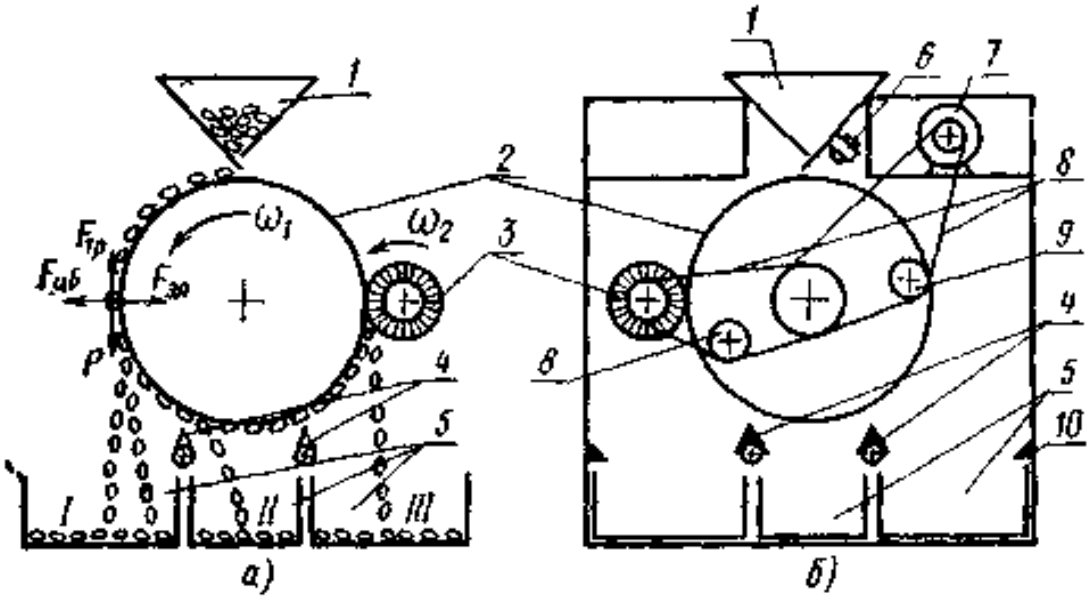
Для передпосівної обробки насіння **<u>розроблений діелектричний класифікатор насіння</u>**, який здатний сортувати насіння залежно від їх схожості, енергії проростання і сили зростання. Ці якості насіння визначають ступінь поляризації насіння в електричному полі.

Принцип роботи діелектричного класифікатора полягає в створенні сили, що притискує насіння до електроду. Ця сила прямопропорційна ступеню поляризації насіння. В якості електродів в указаному класифікаторі використовуються електричні дроти, спеціальним чином укладені на поверхні барабана. Ця установка безперервної дії, барабанного типу з приводом робочого органу від електродвигуна.

Вона включає несучу конструкцію (корпус), завантажувальний пристрій, робочий орган, очисну щітку, ділильні площини, приймальний пристрій і вузли електроприводу (рис. 9). Корпус класифікатора виконаний з листової сталі завтовшки 1,2мм. В верхній частині корпусу передбачені місця для установки приводного електродвигуна і елементів управління сепарацією.

Завантажувальним пристроєм класифікатора є бункер з оргстекла ємкістю 0,002 м^3, нижня частина якого виконана у вигляді вібролотка з електромагнітом змінного струму. Амплітуда коливань електромагніту регулюється шляхом зміни напруги на зажимах катушки. Бункер забезпечений заслінкою, яка дозволяє

змінювати ширину його вихідної щілини; заслінка фіксується двома гвинтами. Подачу насіння, а отже, і продуктивність класифікатора регулюють, змінюючи напругу на електромагнітах вібролотка і ширину вихідної щілини.



1 - завантажувальний пристрій; 2 - робочий орган; 3 - очисна щітка;
4 - ділильні площини; 5 - приймальний пристрій, 6 - електровібратор;
7 - електродвигун; 8 - приводні паси, 9 - натяжні ролики;
10 - пристрій герметизації.

Рисунок 9 - Технологічна (а) і кінематична (б) схеми діелектричного класифікатора насіння.

Робочий орган сепаратора виконаний у вигляді барабана діаметром 250 мм, на якому укладена обмотка, що намотана двома ізольованими проводами рівномірно по всій зовнішній поверхні барабана. Барабан зроблений з бакеліту, що володіє хорошими ізоляційними властивостями.

Застосування діелектричного класифікатора дозволяє підвищити схожість овочевих культур на 10 - 15%. Дослідне насіння на 3 - 4 дні раніше починає проростати, з'являються дружні, вирівняні сходи. Врожайність збільшується на 17 - 25%.