

Міністерство освіти і науки, України  
Національний університет водного господарства  
та природокористування  
Навчально-науковий інститут агроєкології та землеустрою  
Кафедра агрохімії, ґрунтознавства та землеробства

**05-01-228М**

### **Методичні вказівки**

до виконання практичних та самостійних робіт  
з освітньої компоненти «Іноваційні технології  
**зберігання та переробки продукції рослинництва**»  
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня  
за освітньо-науковою програмою «Агрохімія і  
ґрунтознавство» спеціальності 201 «Агрономія»  
денної та заочної форми навчання  
з елементами дуальної освіти

Рекомендовано науково-  
методичною радою  
з якості ННІАЗ  
Протокол № 7 від 7.02. 2023 р.

Рівне – 2023

Методичні вказівки до виконання практичних та самостійних робіт з освітньої компоненти «Іноваційні технології зберігання та переробки продукції рослинництва» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-науковою програмою «Агрохімія і ґрунтознавство» спеціальності 201 «Агрономія» денної та заочної форми навчання з елементами дуальної освіти. [Електронне видання] / Мороз О. С. – Рівне : НУВГП, 2023. – 97 с.

Укладач: Мороз О. С., к.с.-г. н., доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства.

Відповідальний за випуск: Колесник Т. М., к.с.-г.н., доцент, завідувач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства.

Керівник групи забезпечення  
доктор сільськогосподарських наук  
професор

Веремеєнко С. І.

© О. С. Мороз, 2023  
© НУВГП, 2023

## Зміст

<b>Вступ</b> .....	<b>4</b>
<b>Практична робота №1</b> Розрахунок продуктивності зерноочисних машин.....	<b>7</b>
<b>Практична робота №2</b> Обладнання для обробки коренеплодів.....	<b>18</b>
<b>Практична робота № 3</b> Розрахунки при закладанні зерна на зберігання. Частина перша. Будова зерносховищ.....	<b>21</b>
<b>Практична робота № 4 .</b> Розрахунки при закладанні зерна на зберігання. Частина друга. ....	<b>23</b>
Облік свіжозібраного зерна і спостереження за ним.	
<b>Практична робота № 5</b> Розрахунки при закладці плодоовочевої продукції на зберігання та під час зберігання .....	<b>26</b>
<b>Практична робота № 6-7</b> Розрахунок вентиляції приміщення для зберігання коренеплодів.....	<b>37</b>
<b>Практична робота № 8</b> Технології зберігання рослинницької продукції. Сховища – холодильники .....	<b>54</b>
<b>Практична робота № 9.</b> Зберігання головок капусти, цибулі та часнику, плодів і зелених овочів.....	<b>57</b>
<b>Практична робота № 10</b> Обладнання для підготовки фруктів до подальшої переробки.....	<b>61</b>
<b>Практична робота № 11</b> Технологія зберігання плодів.....	<b>74</b>
<b>Практична робота № 12</b> Зберігання плодів та овочів у модифікованому газовому середовищі (МГС) і за допомогою газо-селективних термо-дифузійних пристроїв (ГСТУ).....	<b>78</b>
<b>Список використаних джерел</b> .....	<b>81</b>
<b>Додатки</b> .....	<b>83</b>

## *Вступ*

Плоди та овочі при зберіганні «живуть» за рахунок накопичених ними в процесі вегетації енергетичних і поживних речовин. Тому основний принцип тривалого зберігання плодоовочевої й іншої соковитої продукції рослинництва зводиться, насамперед, до максимального можливого гальмування втрати вологи й поживних речовин на дихання самими об'єктами зберігання.

Використання різних способів і засобів хімічного впливу (наприклад, обробка хлористим кальцієм, метабісульфітом калію й іншими препаратами) і фізичного (наприклад, сушіння цибулі й часнику, витримка лікувального періоду картоплі), дають можливість застосовувати їх як для частки, так і для комплексного впливу.

Техніко-економічний аналіз всіх досліджених систем зберігання різних охолоджених плодоовочевих культур й іншої соковитої рослинної сировини показує, що не всі методи зберігання економічно рівноцінні.

Так, зберігання в РГС або в середовищі з ультранизьким вмістом кисню (система УНК) вимагають герметизації сховищ і додаткових, крім холодильних установок, технічних засобів для одержання азоту, вуглекислоти або інших засобів обробки продукції

*Загальна інформація про освітню компоненту та систем оцінювання досягнень здобувачів освіти рівня магістр*

<b>Ступінь вищої освіти</b>	<b>магістр</b>
<b>Освітня програма</b>	Агрономія
<b>Спеціальність</b>	201 Агрономія
<b>Рік навчання, семестр</b>	6-й рік навчання, 12- семестр
<b>Кількість кредитів</b>	4,0 кредитів ЄКТС
<b>Лекції:</b>	24 годин - д. ф. н., 2 годин - з. ф. н.
<b>Практичні/семінари:</b>	24 годин - д. ф. н., 2 годин - з. ф. н.
<b>Самостійна робота:</b>	74 години
<b>Форма навчання</b>	Денна, заочна, дуальна
<b>Форма підсумкового контролю</b>	екзамен
<b>Мова викладання</b>	українська
<b>Розподіл балів за виконання робіт здобувачем освіти рівня PhD</b>	
Семестр 1:	
<b>Лекції - 24 год</b>	
<b>Практичні роботи - 24 год</b>	Кількість балів
<b>Самостійна робота - 130 год</b>	
<b>Розрахунок продуктивності зерноочисних машин- 2 год (2 год*)</b>	10
<b>Обладнання для обробки коренебульбоплодів.- 2 год (2 год*)</b>	10
<b>Розрахунки при закладанні зерна на зберігання. Частина перша. Будова зерносховищ.- 2 год</b>	10
<b>Розрахунки при закладанні зерна на зберігання. Частина друга. Облік свіжозібраного зерна і спостереження за ним.- 4 год</b>	10

Розрахунки при закладці плодоовочевої продукції на зберігання та під час зберігання – 2 год	10
Розрахунок вентиляції приміщення для зберігання коренеплодів- 4 год	10
Технології зберігання рослинницької продукції. Сховища – холодильники - 2 год (2 год*)	10
Зберігання головок капусти, цибулі та часнику, плодів і зелених овочів - 2 год (2 год*)	10
Обладнання для підготовки фруктів до подальшої переробки- 2 год	10
<i>Технологія зберігання плодів- 2 год</i>	10
Зберігання плодів та овочів у модифікованому газовому середовищі (МГС) і за допомогою газо-селективних термо-дифузійних пристроїв (ГСТУ).-2 год	6
Сумарна оцінка за практичну та самостійну роботу	130
Модульний контроль 1	20
Модульний контроль 2	20
Екзамен (підсумковий контроль)	40
Сума балів за всі види робіт у 12-му семестрі:	100

## ***Практична робота №1 Розрахунок продуктивності зерноочисних машин***

**Мета роботи** навчитися обраховувати продуктивність зерноочисних машин.

### ***Теоретична частина***

#### ***Технологічні розрахунки процесу сушіння зерна***

З підвищенням температури повітря збільшується його здатність утримувати вологу у вигляді пари. При підвищенні вологоємкості та зниженні відносної вологості-повітря створюються сприятливі умови для випаровування вологи із зерна та переходу водяної пари в зовнішнє газоповітряне середовище.

Принцип роботи зерносушарок такий. Зовнішнє повітря нагрівається і подається до зернової маси або домішується до гарячих (600 °С) топкових газів; утворюється газоповітряна суміш, яка подається в сушарку. Зовнішнє повітря домішується в різних співвідношеннях залежно від потрібного режиму сушіння, температури нагрітого та зовнішнього повітря. Газоповітряна суміш чи нагріте повітря подається до заповненої зерном камери сушарки.

Теплоносій, піднімаючись угору, нагріває зерно, вбирає вологу, що випаровується із зерна, і відводиться за межі камери. З підвищенням температури зерна переміщення водяної пари з внутрішніх шарів до поверхні прискорюється. В сушарках шахтного, барабанного типу зерно в камерах переміщується, що прискорює сушіння.

Швидкість сушіння зерна, температурний режим залежать від будови зерна, його хімічного складу, вологості та зрілості. Свіжозібране зерно та зерно з підвищеною вологістю більш чутливе до високих температур; Нагрівання зерна до температури понад 38 - 45 °С (залежно від культури) може призвести погіршення його властивостей. Зерно на насіння вимагає особливого режиму сушіння.

Для зерна злакових з вологістю понад 19 % застосовують ступінчасті режими сушіння. В першій сушильній зоні

встановлюють температуру теплоносія, нижчу від обмежувальної на 10 °С, а нагрів зерна – на 5 °С. При більш м'яких режимах сушать зерно пшениці твердої та сильної, а також насіння культур з підвищеним вмістом білка (гороху, люпину, квасолі та ін.). Насіння олійних-культур витримують при більш сильному нагріві.

Насіння конюшини, люцерни дуже дрібне, погано продувається потоком повітря, його сушать, змішуючи з сухим вівсом, ячменем, а невеликі партії розсипають тонким шаром, піддаючи дії навколишнього середовища (повітря, сонячних променів).

Для вимірювання температури зерна, проби беруть, спеціальним ковшом із коробів нижнього відповідного ряду сушильної камери (з шахтних сушарок) чи відразу при виході з барабана (з барабанних сушарок). Проби вміщують у дерев'яний ящик ( $15 \times 15 \times 25$  см.), що має кришку з отвором, у який вставляють термометр. При визначенні максимальної температури нагріву зерна термометр повільно переміщують по висоті. Після вимірювання температури цей зразок оцінюють за запахом, кольором, вологістю та іншими показниками залежно від цільового призначення зерна. Проби насінного зерна для аналізу вологості та схожості відбирають при виході з сушарки (після охолоджувальної камери чи колонки).

У технічних характеристиках зерноочисних машин продуктивність їх роботи наведена за 1 год чистого часу роботи з зерном пшениці з чистотою 96 % або засміченістю 4 % та вологістю 16 %. При зміні чистоти зерна на 1 % продуктивність машин змінюється на 2 %, а при аналогічній зміні його вологості – на 3 %.

Розраховуючи продуктивність роботи зерноочисних машин з іншими культурами, використовують коефіцієнти еквівалентності: для насіння овочевих культур – 0,1, . насіння трав – 6,2, проса – 0,3, гречки – 0,5, вівса, рису, сочевиці – 0,6, ячменю – 0,8, жита – 0,9, гороху – 1,0, квасолі – 1,2.



**Хід визначення.**

Оцінку якості роботи машини визначають ступенем виділення домішок та втратами зерна у відходах. Ступінь очищення зерна  $C_0$  розраховують за формулою:

$$C_0 = \frac{A_1 + A_2 + A_3}{B_1 + B_2 + B_3}, \quad (1.1)$$

де:  $A_1, A_2, A_3$  – обсяг виділених домішок різних видів, %;  $B_1, B_2, B_n$  – вміст домішок різних видів (по кожному окремо) в зерні до очищення, %.

При наявності запарених зерен підвищують температуру теплоносія. При зменшенні кількості і зниженні кості клейковини в зерні пшениці перевіряють рівно мірність нагріву зерна в різних частинах сушильної камери.

Після закінчення сушіння визначають втрати маси  $X$  (%) за формулою:

$$X = \frac{(W_1 - W_2)100}{100 - W_2}, \quad (1.2)$$

де:  $W_1, W_2$  – вологість зерна відповідно початкова і після сушіння, %. Масу зерна після сушіння  $M_2$ (г) можна визначити за формулою:

$$M_2 = \frac{(100 - W_1)M_1}{100 - W_2}, \quad (1.3)$$

де  $M_1$  – маса зерна до сушіння, г.

Абсолютна вологість теплоносія під час сушіння підвищується за рахунок виділеної зерном води. Таким чином, інтенсивність сушіння зерна і ефективність процесу сушіння в цілому визначаються зміною абсолютної вологості теплоносія. Його відносна вологість також змінюється. Температуру теплоносія вимірюють на вході в сушильну камеру і на виході з неї. Психрометром визначають абсолютну і відносну вологість

відпрацьованого теплоносія. Інтенсивність роботи певної сушарки визначають за продуктивністю вентилятора, тобто за кількістю повітря, що подається в сушильну камеру щогодини.

Продуктивність зерносушарок вимірюється в планових тонах. Під плановою тонною розуміють 1 т просушеного зерна при зниженні його вологості на 6 %. У характеристиках зерносушарок їх продуктивність також виражена в планових тонах.

*Фактичну продуктивність зерносушарки визначають множенням її планової продуктивності на перевідний коефіцієнт: для пшениці, вівса, ячменю, соняшнику продовольчого призначення – 1,0; для жита – 1,1; проса – 0,8; гороху – 0,5; насінного зерна всіх культур – 0,5; гречки – 1,25; кукурудзи – 0,6; вики, сочевиці, рису – 0,3–0,4; бобів, люпину, квасолі – 0,1–0,2.*

*Таблиця 1.1*

*Вихідні дані для розрахунку*

№ п/п	Культура	Маса зерна до сушіння,г.	Маса зерна після сушіння,г	Вологість до сушіння,%	Вологість після сушіння,%	Об'єм домішок %%	Вміст домішок %
1	Пшениця	100	95	17	11	0,5	1,2
2	Ячмінь	150	100	18	13	0,2	1,5
3	Овес	150	100	19	14	0,3	1,6
4	Жито	100	50	20	15	0,5	1,4
5	Просо	120	100	18	13	0,7	1,7
6	Горох	170	100	20	15	0,4	1,8
7	Гречка	160	100	17	12	0,7	1,0
8	Соняшник	180	100	18	13	0,8	1,2
9	Соя	160	110	18	13	0,5	1,5
10	Пшениця	150	100	20	15	0,2	1,6
11	Ячмінь	100	50	18	13	0,5	1,4
12	Овес	120	60	17	12	0,3	1,7
13	Жито	150	80	19	14	0,6	1,8

## 2 Розрахунки при проведенні вентилявання зерна

Активним вентиляванням здійснюють підсушування, охолодження, обігрів, газацию, дегазацию зерна. Активне вентилявання ефективно при дотриманні відповідного режиму, що визначається температурою, відносною вологістю повітря, висотою насипу, питомою подачею повітря, тривалістю. Одним з основних факторів є питома подача повітря (відношення кількості повітря, м<sup>3</sup>, що проходить через насип зерна за 1 год, до кількості вентиляваного зерна, т).

При відносній вологості повітря понад 60–65 % його обов'язково підігривають для потреб вентилявання. Величину підігріву розраховують виходячи з того, що при зміні температури на 1 °С відносна вологість повітря змінюється на 5%.

Рис сушити важче через наявність повітряного прошарку між плівкою та ядром зерна. При цьому застосовують високі питомі подачі повітря. При низькій відносній вологості повітря подачі повітря знижуються і навпаки.

При рівноважній вологості зерна швидкість адсорбції (вбирання водяної пари зерном) дорівнює швидкості десорбції (випаровування із зерна).

**Парціальним** називається тиск, який здійснюється кожним із газів, що входить до складу повітря. Повітря з певним вмістом водяної пари, що є верхньою межею його насичення, називається **насиченим**. Відношення абсолютної вологості до тиску насиченої водяної пари при тій же температурі становить **відносну вологість повітря**, її визначають за формулою:

$$\varphi = \frac{e}{E} \times 100, \quad (1.4)$$

де  $e$  – абсолютна вологість, г/м<sup>3</sup>;  $E$  – тиск насиченої водяної пари при тій же температурі, г/м<sup>3</sup>.

Температуру, при якій за вмістом водяної пари повітря набуває стану насиченості, називають **точкою роси**.

На практиці відносну вологість повітря визначають психрометром, який складається з сухого та мокрого термометрів

і таблиці. Більш точні показники дає аспіраційний психрометр, у якому термометри постійно вентилуються рівномірним потоком повітря. Якщо температура зерна вища, ніж температура повітря, його можна вентилувати повітрям будь-якої вологості.

Необхідність проведення вентилування слід перевіряти через кожні 6, а за нестійкої погоди – через кожні – 3 год. Якщо немає планшеток, ретельно стежать за показами сухого і мокрого термометрів: чим більша різниця між показами, тим ефективніше сушіння. Водночас навіть при високій температурі повітря (понад 25 °С), але при невеликій різниці температур за психрометром, ефективність сушіння низька (може призвести навіть до підвищення вологості зерна).

**Таблиця 1.2.**

***Швидкість сушіння свіжозібраного зерна при вентилуванні атмосферним повітрям вентилятором з продуктивністю 100 м<sup>3</sup>/(т·год)***

Вихідна вологість зерна, %	Зниження вологості, % за добу							
	першу		другу		третю		четверту	
	всього	за 1 год	всього	за 1 год	всього	за 1 год	всього	за 1 год
22	3,6	0,150	7,6	0,168	12,2	0,169	17,4	0,181
21	4,0	0,167	3,6	0,179	13,8	0,192	20,0	0,208
20	4,8	0,192	9,8	0,204	16,0	0,222	23,2	0,242
19	5,2	0,217	11,4	0,238	18,6	0,258	26,8	0,279
18	6,2	0,258	13,4	0,279	21,6	0,300	-	-
17	7,2	0,300	15,4	0,321	-	-	-	-
16	8,2	0,342	-	-	-	-	-	-

Виходячи з таблиці 9 втрата вологи під час підсушування зерна вентилятором з продуктивністю 100 м<sup>3</sup>/год для зернових

культур приблизна втрата вологи буде становити відповідно до таблиці 10.

**Таблиця 1.3**

***Швидкість сушіння зерна при вентиляванні атмосферним повітрям вентилятором з продуктивністю 100 м<sup>3</sup>/(т·год)***

Вихідна вологість зерна, %	Зниження вологості, % за 1 год	Вихідна вологість зерна, %	Зниження вологості, % за 1 год
15	0,380	25	0,125
16	0,342	26	0,121
17	0,300	27	0,118
18	0,257	28	0,116
19	0,219	29	0,115
20	0,190	30	0,114
21	0,167	31	0,113
22	0,150	32 - 35	0,112
23	0,139	36 - 50	0,111
24	0,131		

Активним вентиляванням проводять також охолодження зернової маси. Зниження температури зерна (навіть за умови, що її вологість не перевищує базисну норму) зумовлює зменшення інтенсивності його дихання, а отже, і зменшення втрат. Таким чином, бажано охолоджувати будь-яке зерно, особливо підвищеної вологості. Після охолодження можна використати плющеним без проміжного висушування. При охолодженні за допомогою установок для активного вентилявання

використовують холод спеціальних рефрижераторних установок або добовий перепад температур.

**Таблиця 1.4.**

**Тривалість охолодження зернової маси вентиляванням**

Різниця температур зерна і повітря, °С	Середня швидкість охолодження зерна, °С/год, при об'ємі повітря, що подається, м <sup>3</sup> /(т·год)					
	20	40	60	80	100	120
5	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24
10	0,08	0,16	0,24	0,32	0,40	0,48
15	0,12	0,24	0,36	0,48	0,60	0,72
20	0,16	0,32	0,48	0,64	0,80	0,96
25	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20

При охолодженні зерна строки його безпечного зберігання значно подовжуються. Для охолодження 1 т зерна потрібно близько 2000 м<sup>3</sup> повітря. Для вентилявання підігрітим повітрям використовують установки ВП-300, ВП-400, а також будь-який вентилятор з калорифером.

**Приклади розв'язання задач по визначенню тривалості очистки, сушіння та активного вентилявання для підсушування та охолодження.**

**Задача 1.** Визначити тривалість очистки зерна жита масою 100 т на зерноочисній машині ОВС-25, якщо його вологість 20 %, чистота 81 %.

Кожен відсоток зміни вологості партії зерна змінює продуктивність зерноочисних машин на 3 %. Тому зміна продуктивність за вологістю визначається за формулою:

$$ЗП_B = (W_{II} - W_{\Phi}) \times 3\% = (16 - 20) \times 3 = 12,$$

де  $W_{\Pi}$  – планова вологість партії зерна при якій проводилось визначення продуктивності машини, %;  $W_{\Phi}$  – фактична вологість партії зерна, %. Мінусове значення вказує на зменшення продуктивності машини, плюсове на збільшення продуктивності.

**Зниження продуктивності машини за рахунок зміни засміченості:**

Кожен відсоток зміни чистоти партії зерна змінює продуктивність зерноочисних машин на 2 %. Тому зміна продуктивності за чистотою визначається за формулою:

$$3P_C = (D_{\Pi} - D_{\Phi}) \times 2\% = (4\% - 13\%) \times 2\% = -18\%,$$

де  $D_{\Phi}$  – фактичний вміст смітної домішки, %, яка дорівнює 100% -  $Ч = 100\% - 81\% = 19\%$ ;  $D_{\Pi}$  – плановий вміст домішок при яких проводилось визначення продуктивності машини, %. Мінусове значення вказує на зменшення продуктивності машини, плюсове на збільшення продуктивності.

Загальна зміна продуктивності буде складати:

$$3P = 3P_B + 3P_C = -12 + (-18) = -30,$$

Мінусове значення вказує на зменшення продуктивності машини, плюсове на збільшення продуктивності.

Продуктивність зерноочисної машини ОВС – 25 врахувавши зміну продуктивності за вологістю і засміченістю буде становити:

$$\Phi\Pi = \left( \Pi\Pi + \left( \frac{\Pi\Pi \times 3P}{100} \right) \right) \times K = \left( \frac{25\text{ м / год} \times (-30\%)}{100\%} \right) \times 0,9 = 15,75\text{ м / год}$$

де  $\Pi\Pi$  – планова продуктивність, яка наводиться у технічних характеристиках зерноочисних машин на протязі 1 год чистого

часу роботи із зерном пшениці з відповідною чистотою та вологістю, т/год;  $ЗП$  – загальна зміна продуктивності зерноочисної машини, %;  $K$  – коефіцієнт еквівалентності для культури. Тривалість очистки буде складати:

$$T = \frac{m}{\Phi П} = \frac{100m}{15,75m / год} = 6,34 год.$$

Отже, для очистки машиною ОВС-25 100 т жита з вологістю 20 % і чистотою 81 % необхідно 6,34 год.

**Задача 2.** Визначити тривалість сушіння зерна жита масою 100 т в зерносушарці СЗС-8 з початковою вологістю від 18 % до вологості 14 %.

Для визначаємо обсяг роботи зерносушарки в планових тонах, спочатку визначають коефіцієнт переведення об'єму просушеного зерна з фізичних тон в планові залежно від вологості до сушіння і після сушіння складає (дод. ). Він становить 0,8. Далі фізичну масу зерна множать на даний коефіцієнт і отримують обсяг роботи в планових тонах:

$$m_{н.м.} = m \times K_n = 100m \times 0,8 = 80 \text{ планових тон,}$$

Для визначення фактичної продуктивності зерносушарки в планових тонах для жита потрібно планову продуктивність сушарки помножити на перевідний коефіцієнт:

$$\Phi П_C = ПП_C \times K_{н.к.} = 8m / год,$$

Тривалість сушіння буде становити:

$$T_C = \frac{m_{н.м.}}{\Phi П_C} = \frac{80m}{8,8m / год} = 9,09 год.$$

Отже, для сушіння 100 т зерна жита з вологістю 18 % до вологості 14 % в зерносушарці СЗС-8 необхідно 9,09 год.



**Задача 3.** Визначити тривалість активного вентилявання зерна жита масою 100 т, щоб підсушити від вологості 18 % до вологості 14 %. Продуктивність вентилятора 20000 м<sup>3</sup>/год. (Ц9-55 номер 6 )

Питому подачу повітря вентилятором визначають поділивши його продуктивність на масу партії:

$$P_{\text{ПП}} = \frac{ПВ}{m} = \frac{20000}{100} = 200 \text{ м}^3/(\text{т}\cdot\text{год}),$$

Для визначення втрати вологи за годину використовують таблицю 9, 10, де враховують початкову вологість зерна. В результаті чого складають пропорцію:

$$100 \text{ м}^3 / (\text{т}\cdot\text{год}) \rightarrow \text{втрачається} \rightarrow 0,258\% / \text{год}$$

$$200 \text{ м}^3 / (\text{т}\cdot\text{год}) \rightarrow \text{втрачається} \rightarrow X\% / \text{год} \quad ,$$

$$X = 0,516\% / \text{год}$$

Тривалість сушіння буде становити:

$$T_C = \frac{(18\% - 14\%)}{0,516\% / \text{год}} = 7,75 \text{ год} .$$

Отже, для сушіння 100 т зерна жита з вологістю 18 % до вологості 14 % вентилятором Ц9-55 номер 6 необхідно 7,75 год.

**Задача 4.** Визначити тривалість активного вентилявання зерна жита масою 100 т, щоб охолодити від температури 27 °С до температури 3 °С. Якщо температура нічного повітря становить 2 °С, продуктивність вентилятора 20000 м<sup>3</sup>/год. (Ц9-55 номер 6 )

Питому подачу повітря вентилятором визначають поділивши його продуктивність на масу партії. Для визначення втрати температури за годину використовують таблицю 11, де враховують різницю температури зерна і нічного повітря та питому подачу повітря. Оскільки різниця температур зерна і

нічного повітря складає 25 °С (27°С-2°С), а продуктивності 200 м<sup>3</sup>/(т·год) не має, то складають пропорцію:

$$100 \text{ м}^3 / (\text{т} \cdot \text{год}) \rightarrow \text{втрачається} \rightarrow 1,00^\circ \text{С} / \text{год}$$

$$+200 \text{ м}^3 / (\text{т} \cdot \text{год}) \rightarrow \text{втрачається} \rightarrow X^\circ \text{С} / \text{год} .$$

$$X = 2,00^\circ \text{С} / \text{год}$$

Тривалість охолодження буде становити: (27°С-3°С):2°С/год=12 год Отже, для охолодження 100 т зерна жита від температури 27°С до температури 3°С вентилятором Ц9-55 номер 6 необхідно 12 год.

**Завдання для самостійної роботи:**

1. **Визначити тривалість очистки зерна жита відповідної маси.**
2. **Визначити тривалість активного вентилявання зерна жита відповідної маси.**
3. **Визначити тривалість активного вентилявання зерна жита відповідної маси для подальшого охолодження.**
4. **Який принцип роботи зерносушарок?**
5. **Принцип проведення сушіння культур за допомогою зерносушарок?**
6. **Через який час проводиться перевірка необхідності проведення вентилявання?**
7. **Яка тривалість охолодження вентиляванням зернової маси культур?**
8. **Чи подовжуються при охолодженні зерна строки його безпечного зберігання?**

**Практична робота №2 Обладнання для обробки коренебульбоплодів.**

**Мета роботи:** поглиблення знань по призначенню, принципам дії, будові та регулюванню обладнання для обробки

коренебульбоплодів, проведення експериментального дослідження процесу очищення картоплі.

### ***Теоретичні відомості.***

Існують декілька способів очищення овочів від шкірочки: ***лужний, паровий, комбінований, термічний і механічний.***

***Лужний спосіб.*** Картоплю попередньо нагрівають у воді до температури 48 °С, а потім обробляють міцним лужним розчином, нагрітим до 100 °С, який розм'якшує поверхневий шар бульб. У барабанній мийній машині бульби очищаються від зовнішнього шару і відмиваються від лугу. Тривалість обробки 3...8 хв.

***Паровий спосіб.*** Картоплю обробляють парою в автоклавах під тиском 0,6...0,7 Мпа протягом 1...2 хв., при цьому поверхневий шар бульби проварюється. Потім картопля надходить у роликову мийно-очисну машину, де в результаті інтенсивного тертя бульб об гумові ролики і один об одного їх проварений шар знімається.

***Комбінований спосіб.*** Картоплю спочатку обробляють 10% розчином каустичної соди при температурі 75...80 °С протягом 5...6 хвилин, а потім парою високого тиску протягом 1...2 хвилин. Після цього картопля надходить у мийні машини барабанного типу.

***Термічний або тепловий спосіб.*** Овочі обпалюють у циліндричній печі з обертовим керамічним ротором. Температура випалу 1100...1200°С, глибина провару не перевищує 1,5 мм. Після випалу городина поступає в овочемийну машину, де шкірка очищається лужними валками і змивається водою. Тривалість термічної обробки для цибулі 3...4 с, для моркви 5...7 с, для картоплі 10...12 с.

У якості палива печі можуть бути використані як газ, так і електрика або рідке паливо. У порівнянні з іншими способами термічне очищення картоплі і коренеплодів дає значно менший відсоток відходів.

***Механічний спосіб.*** Сутність його полягає у тому, що очищення овочів відбувається у картоплеочисних машинах за рахунок тертя їх об шорсткувату поверхню робочих органів

машини при одночасному інтенсивному перемішуванні і змиванні знятої шкірки водою. При цьому способі процес складається з наступних операцій: **сортування і калібрування, миття, очищення та доочищення.**

Сортують картоплю у механічних сортувальних машинах або вручну. При сортуванні видаляють загнилу, побиту картоплю, сторонні домішки (камінці, друзки, грудочки землі) і пророслі бульби, тому що у вічках такої картоплі втримується отруйна речовина – соланін.

Миття картоплі сприяє швидкому її очищенню, поліпшує санітарні умови подальшої обробки. При цьому з поверхні бульб видаляються забруднення, завдяки чому пісок не попадає на рухомі частини картоплечистки, зберігаючи шорсткувату поверхню терткових дисків і збільшуючи строки їх експлуатації. З очисток вимитої картоплі одержують крохмаль більш високої якості. Миють картоплю у мийних машинах, картоплечистках з диском без абразивного облицювання, мийно-очисних машинах або вручну у ваннах із гратчастим настилом.

Очищають картоплю у картоплечистках періодичної або безперервної дії. При використанні картоплечистки періодичної дії спочатку відкривають вентиль водопроводу, включають машину і через завантажувальну воронку завантажують картоплю. Тривалість очищення 2...2,5 хв., при більш тривалому очищенні зчищається шар, який містить велику кількість крохмалю.

**Механічний і тепловий способи** очищення картоплі застосовують на малих і середніх виробництвах, підприємствах громадського харчування. На великих підприємствах овочепереробної промисловості, застосовують термічні способи – паровий і вогневий.

При очищенні овочів повністю очищеною вважають бульбу, у якої шкірка зберігається у поглибленнях, а на іншій поверхні бульби є не більш трьох ділянок, діаметр яких становить 1...3 мм зі шкіркою.

Крім того, очищення не повинне приводити до ушкодження бульб, що буває при не правильно підібраних частоті обертання робочих органів і конструктивних параметрах.

Усе обладнання для очищення коренеплодів можна класифікувати за такими ознаками:

- ✓ структурі робочого циклу: періодичної і безперервної дії;
- ✓ формі робочого органу: дискові, дискові із закругленими краями, конусні, роликові, гвинтові шкребки;
- ✓ виду привода: з індивідуальним приводом або у якості змінних механізмів до універсального привода.

*Завдання для самостійної роботи:*

1. *Яка класифікація машин для очищення і сульфітаційної обробки коренебульбоплодів;*
2. *Призначення, принцип дії і будова обладнання основних видів і марок для очищення коренебульбоплодів; 3) склад і будову технологічних поточних ліній для обробки коренебульбоплодів.*
3. *Який механізм очищення коренебульбоплодів (картоплі)?*
4. *Яким чином проводиться налаштування натурних зразків обладнання?*

***Практична робота № 3 Розрахунки при закладанні зерна на зберігання. Частина перша. Будова зерносховищ.***

***Мета:*** Ознайомитись з вимогами до зерносховищ, що призначаються для зберігання зернової продукції та методикою проведення розрахунків втрат зерна сільськогосподарських культур при зберіганні .

***Теоретична частина***

Сучасні зерносховища бувають кількох видів: елеватори, склади, обладнані верхніми та нижніми транспортними галереями (комплексно або частково механізовані), механізовані склади та ін. Найбільш досконалі серед них елеватори та бункерні сховища. Основні технологічні процеси – приймання, сушіння, очищення, завантажування, вивантажування – повністю механізовані і автоматизовані. Потужна аспіраційна система елеваторів забезпечує необхідні санітарні умови для працюючих. На комплексних механізованих складах з використанням

стаціонарної механізації близько 30 % робіт з відвантаження зерна здійснюється за допомогою пересувних механізмів, а на складах, обладнаних лише верхньою галереєю,— 100%. На механізованих складах операції здійснюються засобами пересувної механізації та вручну.

У системі хлібоприймальних пунктів поширені зернові комплексні механізовані зерноскховища та елеватори (Додаток, таблиця. 3). При конструюванні зерноскховищ мають бути враховані питома маса, сорбційні властивості зернових мас, кут природного скочування зерна. Ці показники визначають міцність конструкцій, висоту скховища, набір певних механізмів та ін.

Сухе зерно продовольчого призначення можна зберігати в силосах, інших типах скховищ з необмеженою висотою. Зерно насінного призначення зберігають шарами різної висоти залежно від Шпаруватості зернової маси, наявності системи вентиляції. Якщо останньої немає, таке зерно зберігають, насипаючи шаром не вище 2–3 м, або у тарі заввишки 6–8 мішків. Свіжозібране зерно зберігають насипом не вище 2,5 м (рядове) і 1,5 м (насінне).

Підлога для скховищ повинна бути дерев'яною або асфальтовою, на фундаменті. Дерев'яну підлогу і під підлоговий простір важко дезинсектувати. Допускається застосування цементованих підлог на бетонній основі, вкладених не на фундамент, а безпосередньо на ґрунт. Проте така підлога через надмірну теплопровідність сприяє появі конденсованої вологи і не є надійним ізолятором.

Стіни зерноскховища повинні бути рівними, без щілин, щоб запобігти скупченню пилу та шкідників, сухими, зручними для проведення всіх операцій, зокрема дезинсекції. Перевага віддається стінам залізобетонним, бетонним, цегляним, оштукатуреним. Допускаються дерев'яні безпустотні стіни за умови ретельного з'єднання дошок у швах, щоб виключити затікання дощової води, та витікання зерна. Зерно, особливо насінного призначення, не повинно доторкатись до стін, тому засіки будують на відстані 50–80 см від стін.

Покрівля зерноскховища повинна бути водонепроникною, світлою, щоб не допустити нагрівання. Краще виготовляти покрівлю з руберойду, толю (2 шари), настиляючи на мастику по

суцільній і твердій основі. Покрівлі з етерніту, азбофанери та черепиці дуже продуваються, внаслідок чого в сніжні зими зерно вкривається сніговими наносами. Покрівлі дерев'яні, глиняно-солом'яні для зерносховищ не придатні.

***Завдання для самостійної роботи:***

- 1. Описати які бувають види і типи зерносховищ.***
- 2. Дати опис будь-якого за типом зерносховища.***
- 3. Які Ви знаєте вимоги до зерносховищ?***
- 4. Зерносховища якого типу поширені у системі хлібоприймальних пунктів?***
- 5. Як можна зберігати сухе зерно продовольчого призначення?***
- 6. Як зберігають свіжозібране зерно?***
- 7. Якими бувають підлога і стіни в зерносховищах?***

***Практична робота № 4 . Розрахунки при закладанні зерна на зберігання. Частина друга. Облік свіжозібраного зерна і спостереження за ним.***

***Теоретичні відомості.***

За показниками вологості та засміченості зерна, яке надходить від комбайнів, визначають технологію його подальшої обробки, розраховують суму списання втрат внаслідок зміни в масі зерна після його сушіння та очищення. Тому в міру надходження на тік від кожної партії зерна відбирають зразки, аналізують їх на місці, а зразки особливо цінного насінного зерна відправляють для аналізу до контрольно-насінної лабораторії.

Якісний облік зерна включає спостереження за його температурою, вологістю, зараженістю шкідниками, зміною органолептичних показників. Температуру свіжозібраного зерна (перші 3 міс. Після збирання) вимірюють щодня, якщо воно вологе чи сире; зерна середньої сухості – один раз на 3 дні; зерна сухого – не рідше одного разу за 15 днів; вологого та сирого, що зберігається при температурі, нижчій за 10 °С – двічі на декаду.

Температуру вимірюють за допомогою залізних чи дерев'яних термоштанг. Для вимірювання температури зерна на великій глибині зернового насипу застосовують додаткову штангу, що нагвинчується на штанговий термометр. Спостереження ведуть за кожним засіком. Якщо зерно насипано шаром по 1,5 м, можна виміряти температуру в одному шарі, а від 1,5 до 2 м – не менш ніж у двох шарах. Термометри встановлюють у захищених від прямих сонячних променів місцях. Тривалість вимірювання – 25–30 хв.

Для вимірювання температури зерна, що зберігається, використовують також електротермометри ЕТЗ-58. Температуру зерна вимірюють також напівпровідниковим термометром МТ-54.

Стан вологості сухого і середньої сухості зерна перевіряють не рідше одного разу на місяць, вологого, сирого, після обробки (очищення, сушіння, вентилявання) – один раз на 15 днів.

Зараженість шкідниками перевіряють щодаки при температурі зерна, вищій за 10 °С, раз на 15 днів – нижчій за 10 °С, та один раз на місяць – при температурі, нижчій від 0 °С. Зразок для визначення зараженості шкідниками зерна масою А кг відбирають у найменш вентиляваних частинах насипу. В силосах елеватора зараженість визначають тільки у верхніх шарах насипу. При тривалому зберіганні зерна в типових зерносховищах сільськогосподарських підприємств необхідна систематична органолептична оцінка його. Свіже зерно має нормальний запах, характерні колір, блиск. Зміна цих показників чи поява плямистих, потемнілих зерен, втрата блиску свідчать про розвиток небажаних процесів.

***Приклад розв'язання задач по визначенню необхідної площі та засіків підчас закладки зерна на зберігання і виправданих втрат зерна після зберігання.***

**Задача 1.** Визначити кількість засіків, які займе партія зерна озимої пшениці масою 100 т в зерносховищі. Корисна довжина сховища 50 м, ширина – 10 м. Висота насипу 2,5 м. Натурна маса зерна складає 755 г/л.

Визначаємо об'єм, який займе наша партія:



$$V_n = \frac{m_n}{N} = \frac{100\text{т}}{0,755\text{т} / \text{м}^3} = 132,5\text{м}^3,$$

де  $m_n$  – маса партії, т;  $N$  – натурна маса партії, т/м<sup>3</sup>.

Площа, яку займе наша партія визначають об'єм партії зерна поділивши на висоту його насипу:

$$P = \frac{V_n}{H_n} = \frac{132,5\text{м}^3}{2,5\text{м}} = 53\text{м}^2,$$

Ширина засіків в зерносховищі врахувавши, що при розміщенні засіків у сховищі від стін відступають 0,5 м, по середині сховища залишають на прохід 2 м, загальна ширина яку займуть засіки (10м-0,5м-0,5м-2м) 7м. звідси ширина засіка може становити 3 і 4 м. Ми для розрахунків беремо одну сторону з шириною засіка 3м.

Тому, довжина, яку займе наша партія буде становити:

$$l = \frac{P}{d} = \frac{53\text{м}^2}{3\text{м}} = 17,7\text{м} \approx 18\text{м},$$

Для визначення кількості засіків ми повинні пам'ятати, що довжина кожного засіка може бути 3, 6 і 9м. тому для даних розрахунків візьмемо 6 м. Звідси кількість засіків буде становити:

$$K_3 = \frac{18\text{м}}{6\text{м}} = 3 \text{ засіки.}$$

Отже, для розміщення 100т зерна озимої пшениці з висотою насипу 2,5 м необхідно 3 засіки шириною 3 м і довжиною 6 м.

*Завдання для самостійної роботи:*

- 1. Класифікувати зерносховища що призначаються для зберігання зернової продукції за вимогами.*
- 2. Визначити необхідну площу зерносховища, а також кількість засіків для зерна в ньому.*
- 3. Зерносховища якого типу використовуються найчастіше?*
- 4. Якими приладами вимірюють температуру в сховищах і в насипі зернових?*
- 5. Яких видів бувають зерносховища?*
- 6. Чим відрізняються між собою зерносховища сільськогосподарських підприємств і хлібоприймальних пунктів?*
- 7. В які терміни перевіряють зараженість зерна шкідниками?*

*Практична робота № 5 Розрахунки при закладці плодоовочевої продукції на зберігання та під час зберігання*

*Мета* :Ознайомитись з сховищами в яких відбувається зберігання плодоовочевої продукції, способами та режимами зберігання. Вивчити як проводяться розрахунки втрат продукції після зберігання.

*Теоретичні відомості.*

Картопля, овочі, фрукти містять понад 80 % води, тому для підтримання клітин у стані тургору ця продукція повинна зберігатись при великій відносній вологості повітря (80 % і більше). Разом з тим ця продукція може підмерзати, самозігріватись внаслідок чого втрачаються запаси поживних речовин, розвивається мікрофлора. Тому навіть при короткочасному зберіганні плодоовочевої продукції слід забезпечити раціональну організацію його.

Плодоовочеву продукцію зберігають у тарі (контейнерах, ящиках, піддонах (табл. 5.1, 5.2) та навалом як у стаціонарних, так і в тимчасових сховищах. Значна частина картоплі, коренеплодів, капусти зберігається навалом у засіках сховищ

різного типу (наземних, напівзаглиблених, заглиблених), буртах і траншеях.

**Тимчасові сховища** – бурт і траншеї обладнують в польових умовах відповідно до певних правил та вимог.

**Стаціонарні сховища** – спеціалізовані та універсальні – вміщують від 50 т до 20 тис. т продукції. Як і тимчасові сховища, вони бувають наземні (в теплій зоні), напівзаглиблені (в середній зоні) та заглиблені (в північній зоні).

Розрахунок місткості, необхідної для зберігання картоплі чи плодоовочевої продукції, здійснюють, виходячи з їх об'ємної маси, розмірів тари, способу зберігання, конструктивних особливостей сховища. Об'ємна маса, кг/м<sup>3</sup>: картоплі 650–700, моркви (насіпом) – 550–600, капусти – 360–450, столових буряків – 600, редьки зимової – 600, брукви – 550–600, цибулі-ріпки – 550–600, часнику – 400–430.

Для зберігання є сховище з засіками 4 м завширшки, завдовжки 6 м, з шириною проїзду 3 м. Висота насипу залежить від виду продукції, так для картоплі вона становить 3 м.

При зберіганні в буртах пам'ятають, що великої місткості бурти мають 8 м завширшки, 25 м завдовжки, висота в центральній частині – 2,5 м, з боків – 1,5 м, при цьому 5 % об'єму бурта виділяється для вентиляційного каналу, а звичайний бурт невеликої місткості має довжину 20 м, ширину 2 м, висоту по гребеню 0,8 м, заглиблення 0,2 м, об'єм вентиляційних труб – 3 % від загальної місткості.

Влаштовують бурти по два з проходами між ними 4 м завширшки, а між парами буртів та між рядами буртів – проїзди 6 м завширшки. При розміщенні продукції у траншеях пам'ятають, що довжина їх повинна складати 20 м, ширина – 1,5 м, глибина – 0,8 м. Якщо продукцію перешаровують землею або піском то для цього виділяють 20 % місткості.

Потребу матеріалів для укриття визначають з урахуванням умов зони, властивостей продукції та самого укриття (солома, торф, тирса тощо). Розмір укриття залежить від місцезнаходження буртмайданчика, його захищеності від дії панівних вітрів, розмірів буртів і траншей.

Таблиця 5.1

Характеристика контейнерів для збирання, перевезення та зберігання овочів (за З.І. Лавренком)

Показник	Контейнер					Напівконтейнер			
	КЛ-50	К-450	К450М з кришкою	КВ-500	КУС-1	КУС-1А	КС	КОП-250 пересувний	КОП-300
Довжина, мм	850	860	860	1200	877	877	877	800	900
Ширина, мм	850	860	860	1000	877	1220	877	600	700
Висота, мм	1115	1115	1115	1100	825	825	440	1200	1050
Об'єм, м <sup>2</sup>	0,61	0,64	0,63	0,95	0,41	0,60	0,22	0,56	0,63
Маса, кг	58	62	70	110	40	45	40	50	60

Таблиця 5.2

Характеристика нижкових піддонів для пакування, транспортування та зберігання овочів (за З.І. Лавренком)

Продукція	Тип	Довжина, см	Ширина, см	Висота, см	Місткість, м <sup>3</sup>	Маса, кг
Коренеплоди, капуста, кавуни	СП-5-0,70-1	124	83,5	115	0,85	120
	СП-5-0,70-2	124	83,5	112	0,85	100
	СП-5-0,60-1	124	83,5	92	0,69	80
	СП-5-0,60-2	124	83,5	92	0,72	75
Цибуля, морква, червоний перець, баклажани, кабачки, огірки	СП-5-0,45-1	124	83,5	75	0,52	95
	СП-5-0,45-2	124	83,5	75	0,52	75
Помідори, зелень	2ПОЧД	124	80,0	125	-	26
	4С	124	83,5	92	-	36

У зв'язку з тим що піщані та супіщані ґрунти менш теплоємні, більш теплопровідні, товщина їх покривного шару повинна бути більшою порівняно з ґрунтами чорноземними, глинистими, торф'янистими. Теплопровідність свіжої соломи у 2, а снігу сухого – в 5 разів нижча, ніж ґрунту, що теж обов'язково враховують при визначенні товщини шару укриття. Якщо їх заготовлено минулого року, то відповідно розрахунковий шар укриття подвоюється. Збільшується шар укриття також тоді, коли і ґрунт, і укриття мають підвищену вологість, а отже, більшу теплопровідність.

Соломо-земляне укриття може бути складене за один і за два рази залежно від погодних умов осені, стану продукції, ступеня стиглості, строку дозрівання певного сорту тощо (табл. 5.3).

**Таблиця 5.3**

**Товщина укриття буртів в умовах Полісся та Лісостепу  
(за Б.П. Федорцем), см**

Вид укриття	Бурти		Траншеї
	Гребінь	Основа	
При двошаровому укритті			
Солома	15	30-40	30-40
Земля	15-20	40-50	70-80
Додаткове	15-20	15-20	15-20
При чотиришаровому укритті			
Солома (1-й шар)	10	20	-
Земля (2-й шар)	10-15	10-15	-
Солома (3-й шар)	10	15	-
Земля (зовнішній шар)	10-15	20-30	-

На тривале зберігання з формуванням відповідного укриття продукцію закладають пізно восени, щоб не допустити її самозігрівання, чи підвищення температури, яке спричинює проростання, збільшення втрат при зберіганні. Величину

додаткового укриття в холодну зиму визначають, виходячи із стану вологості землі і температури зовнішнього повітря, а також наявності снігу. При встановленні режиму зберігання слід враховувати особливості конструкції сховища, тип покривного матеріалу (для буртів і траншей), а також властивості продукції. При проектуванні типових стаціонарних сховищ розраховують втрати тепла конструкціями і масою продукції, що розміщена в одній камері.

Останнім часом ширше застосовуються сховища навального типу, місткості яких використовуються краще. Висота зберігання – 3–3,5 м, обов'язкове активне вентилявання. Фрукти зберігаються переважно у сховищах-холодильниках. Особливості, технології закладання і зберігання продукції такі. Спочатку завантажують 15–20 % об'єму сховища; контейнери ставлять у 4–6 ярусів, ящики – у 3 піддони; відстань від батарей охолодження та стелі – не менше 0,6 м. Для підтримання постійної температурної і відносної вологості повітря рекомендується примусове вентилявання повітря (8–10 об'ємів/год, у тому числі 3–4 об'єми зовнішнього повітря) протягом 6 год на добу через рівні проміжки часу. Охоложене повітря краще подавати знизу, нагріте – зверху. Закладати на зберігання слід тільки стандартну продукцію відповідно до технології щодо певного виду продукції (наприклад яблука – у день збирання). Для кращого доступу повітря всередину штабелів контейнерів обладнують опуски (виготовлені з брезенту або поліетиленової плівки повітропроводи, що йдуть від вентиляційних труб і закінчуються на висоті 0,5 м від підлоги).

### ***Організація вентилявання сховищ***

Сховища обладнують активною або примусовою вентиляцією. При зберіганні продукції в тарі (ящиках, контейнерах) застосовують примусове вентилявання електровентиляторами для подання холодного повітря та виведення теплого повітря крізь витяжні труби. Проходячи крізь проміжки між стінами і контейнерами, між штабелями контейнерів, ящиків, повітря омиває їх із зовні, майже не потрапляючи всередину. Вентилятори при примусовому вентиляванні розміщують зверху і з боків від тари. Активне

вентилювання передбачає продування кожної одиниці зберігання за допомогою системи повітропроводів, розташованих знизу відносно продукції. На буртових майданчиках, не обладнаних активною вентиляцією, влаштовують витяжне (гребеневе), припливне або припливно-витяжне вентилявання. Траншеї гірше вентилюються, тому продукцію в них зберігають перешарованою або застосовують активне вентилявання.

Припливно-витяжне вентилявання бурта складається з припливного каналу перерізом 25–30х30х40 см посередині бурта, припливних труб такого самого перерізу, суцільної дошки та витяжних труб перерізом 20х30 см у нижній частині у вигляді решітки, які встановлюються через кожні 2–2,5 м. Витяжні труби зовні обладнуються похилою дошкою для стікання опадів. Витяжні і припливні труби, футляри для вимірювання температури в масі продукції встановлюють одночасно з закладанням продукції на зберігання. Загальний переріз витяжних труб повинен бути на 10 % більше порівняно з припливними. На кожну закладену на зберігання тонну продукції повинно припадати 4000–5000 см<sup>2</sup> поверхні вентилявання.

Тривалість вентилявання визначають за такими показниками: тепловідлення продукції, її теплоємність, можливі втрати теплоти через стіни сховища, температура зовнішнього повітря, продуктивність вентилятора, розрахункова питома подача повітря, маса продукції, що підлягає вентиляванню (Додаток, таблиця 5).

Норми природних втрат маси свіжих овочів і фруктів розраховані на закладання для зберігання здорової якісної продукції.

Для контролю втрат одночасно із закладанням основної продукції з типових екземплярів певної партії формують контрольні сітки плодів (попередньо оцінюють їх якість і зважують). Закладання контрольних сіток здійснюють при зберіганні навалом у різних місцях по висоті й ширині насипу, в тарі – в упаковки у нижніх, середніх та верхніх ярусах. Ці упаковки позначають з чотирьох боків яскравою міткою. Наприкінці зберігання одночасно з основною продукцією беруть і контрольні зразки, їх аналізують і визначають фактичні втрати

маси. Результати розрахунку порівнюють з нормами природних втрат, при значному відхиленні приймають рішення про розміри списання втрат.

Якщо у процесі зберігання продукція реалізовувалась за потребою, природні втрати визначають, виходячи із середніх залишків за кожний місяць зберігання. Середньомісячний залишок визначають за даними на 1-ше, 11-те та 21-ше числа поточного та 1-ше число наступного місяця. Причому на 1-ше число поточного та наступного місяця беруть половину залишку, додаючи до нього залишки на 11-те та 21-ше числа, і суму ділять на 3. Такі підрахунки проводять за кожний місяць.

**Приклад розв'язання задач по визначенню необхідної площі та засіків підчас закладки зерна на зберігання і виправданих втрат зерна після зберігання.**

**Задача 1.** Розрахувати площу, яку займе картопля масою 300 т при зберіганні її у стаціонарному сховищі в контейнерах типу К-450. Розташовують в 4 яруси.

Об'єм який займе продукція:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{300}{0,7} = 428,6 \text{ м}^3,$$

де  $m$  – маса продукції, т;  $\rho$  – об'ємна маса продукції, т/м<sup>3</sup>.  
Кількість тари, яка необхідна:

$$n_m = \frac{V}{V_T} = \frac{428,6}{0,64} = 670.$$

**Таблиця 5.4**

Площа, яку займе продукція:
Отже,

**Задача 2.** Розрахувати кількість бургів \_\_\_\_\_ шириною \_\_\_\_\_ м, довжиною \_\_\_\_\_ м, з висотою в центральній



частині \_\_\_\_\_ м, з боку – \_\_\_\_\_ м необхідних для закладки на зберігання \_\_\_\_\_ т \_\_\_\_\_.

*Таблиця 5.5*

Об'єм бурта:
Об'єм, який займе продукція:
Кількість буртів:
Отже,

**Задача 3.** Розрахувати кількість траншей шириною \_\_\_\_\_ м, довжиною \_\_\_\_\_ м, з висотою над землею \_\_\_\_\_ м, з глибиною – \_\_\_\_\_ м необхідних для закладки на зберігання \_\_\_\_\_ т \_\_\_\_\_.

*Таблиця 5.6*

Об'єм траншей:
Об'єм, який займе продукція:
Кількість траншей:
Отже,

**Задача 4.** Визначити тривалість охолодження картоплі масою 500 т з температури 10 °С, що зберігається в стаціонарному сховищі контейнерах К-450, яке обладнане активною вентиляцією. Продуктивність вентилятора 25000 м<sup>3</sup>/год. Температура нічного повітря 3 °С.

Теплоємність продукції і тари  $T_1$  – кількість теплоти (кДж/добу), яка підлягає видаленню, визначимо за формулою Сабурова:

$$\begin{aligned} T_1 &= (M_n \times T_n + M_m \times T_m) \times (t_1 - t_2) = \\ &= (500 \times 0,85 \times 1000 + 2,5 \times 62 \times 1111) \times, \\ &\times (10 - 3) = 4185435 \text{ кДж} / \text{добу} \end{aligned}$$

де  $M_n$  – маса продукції, яка підлягає охолодженню, т;  $T_n$  – питома теплоємність продукції (картоплі – 0,85 кДж/(кг·°C));  $M_m$  – маса тари, т;  $T_m$  – питома теплоємність тари – 2,5 кДж/(кг·°C);  $t_1$  та  $t_2$  – температура продукції й тари відповідно до і після охолодження.

Тепловиділення продукцією, що зберігається, за добу визначають за допомогою формули:

$$T_2 = C_{\text{доб.}\sigma} \times m = 1464 \times 500 = 732000 \text{ кДж} / \text{добу},$$

де,  $C_{\text{доб.}\sigma}$  – кількість теплоти, що виділяє 1 т продукції за добу, кДж;  $m$  – маса продукції.

Можливі втрати теплоти через стіни, стелю та двері сховища визначають за формулою:

$$T_3 = P_o \times K (t_6 - t_3), \quad (5.1)$$

Де  $P_o$  – поверхня охолодження, м<sup>2</sup>;  $K$  – коефіцієнт передачі теплоти стінами, кДж/м<sup>2</sup>/год (для зони Полісся та Північного Лісостепу 2,5 – 3,5, у сховищах зі штучним охолодженням – 1,2- 1,6);  $t_6$  – температура повітря всередині сховища, °C;  $t_3$  – температура зовнішнього повітря, °C; 24 – тривалість вентилявання, год.

При зберіганні картоплі в контейнерах розраховують об'єм:

$$V_{Ik} = h_k \times l_k \times s_k = 0,86 \times 0,86 \times 1,115 = 0,825 \text{ м}^3,$$

де,  $h_k$  – висота контейнера, м;  $l_k$  – довжина контейнера, м;  $s_k$  – ширина контейнера, м.

Знаючи місткість контейнера ( $m_k = 0,64 \text{ м}^3 \cdot 0,700 \text{ м} / \text{м}^3 = 0,45 \text{ м}$ ) визначають загальну потребу в контейнерах ( $K_k$ ):

$$K_k = \frac{m}{m_k} = \frac{500}{0,45} = 1111 \text{ шт.},$$

Далі визначають який об'єм займуть контейнери ( $V_k$ ):

$$V_k = K_k \times V_{Ik} = 0,825 \times 1111 = 917 \text{ м}^3,$$

Контейнери розміщують зазвичай чотирма ярусами, при цьому визначають їх загальну висоту ( $h$ ):

$$h = h_k \times 4 = 1,115 \times 4 = 4,46 \text{ м},$$

Поверхня охолодження буде складати:

$$P_o = \frac{V_k}{h} = \frac{917}{4,46} = 205,6 \text{ м}^2,$$

Тому можливі втрати теплоти через стіни, стелю та двері сховища будуть складати:

$$T_3 = \Pi_o \times K(t_e - t_3) \times 24 = 205,6 \times 2,8 \times \\ \times (10 - 3) \times 24 = 96714 \text{кДж}$$

Сумарна кількість теплоти, яку слід видалити при охолодженні продукції буде складати:

$$T = T_1 + T_2 - T_3 = 4185435 + \\ + 732000 - 96714 = 4820721 \text{кДж} / \text{добу}$$

Кількість повітря, яке потрібно подати крізь масу картоплі з температурою  $t_1$  для її охолодження до температури  $t_2$ , розраховують за формулою:

$$\varepsilon_o T_o = \frac{T}{1,297 \times (t_1 - t_2)} = \frac{4820721}{1,297 \times (10 - 3)} = 530975 \text{м}^3,$$

де,  $T_n = 1,297$  – середня об'ємна теплоємність повітря, кДж/(м<sup>3</sup>·°C);  $t_1$  і  $t_2$  – температура повітря, яке відповідно видаляється і надходить.

Кількість годи, яка потрібна для того, щоб подати повітря одним вентилятором в сховище залежить від продуктивності вентилятора ( $PВ$ ) і може складати:

$$T_q = \frac{T_o}{PВ} = \frac{530975}{25000} = 21 \text{год}.$$

Отже, для охолодження картоплі необхідно 21 година вентилявання.

**Завдання для самостійної роботи:**

1. Розрахувати кількість буртів необхідних для закладки на зберігання сільськогосподарської продукції.
2. Розрахувати кількість траншей необхідних для закладки на зберігання сільськогосподарської продукції.

3. *Визначити тривалість охолодження картоплі.*
4. *Які бувають плодоовочесховища?*
5. *Як зберігають плодоовочеву продукцію?*
6. *За якими показниками визначають тривалість вентильовання?*
7. *Як організовується вентильовання сховищ?*
8. *Чим обумовлені природні втрати маси сільськогосподарської продукції?*

### ***Практична робота 6-7 Розрахунок вентиляції приміщення для зберігання коренеплодів***

***Мета роботи:*** вивчення основних видів умов зберігання коренеплодів і практичне оволодіння методикою розрахунку активної вентиляції сховища зберігання коренеплодів.

#### ***Теоретичні відомості***

Коренеплоди – дворічні рослини (за винятком редису). Для них характерна здатність перебувати при зниженій температурі у стані спокою. Стан цей неглибокий і при сприятливих умовах ріст плоду відновлюється. Цей період характеризують як вимушений спокій. Він потрібний рослинам для завершення найважливіших процесів генеративного розвитку. Наявність періоду спокою в житті рослин дозволяє довго зберігати коренеплоди.

Методи зберігання овочів і плодів підрозділяють на дві групи:

- ✚ ***польове зберігання (тимчасові споруди);***
- ✚ ***зберігання в капітальних сховищах (стаціонарні споруди).***

За способом підтримки режиму зберігання розрізняють наступні види сховищ продукції рослинного походження:

- ✚ ***з природньою вентиляцією, які охолоджують зовнішнім повітрям за рахунок теплової конвекції;***
- ✚ ***з примусовою циркуляцією, які охолоджують зовнішнім повітрям, яке подають за допомогою вентилятора, (у тому числі за методом активного вентильовання );***

- ✚ льодовики і крижані склади, що охолоджуються льодом;
- ✚ холодильники зі штучним охолодженням, які охолоджують за допомогою спеціальних холодильних установок;
- ✚ холодильники з регульованим газовим середовищем.

Спосіб зберігання того або іншого продукту вибирають за технологічними і економічними показниками.

До технологічних показників відносяться точність підтримки режиму в оптимальних межах і максимальний строк зберігання з найменшими втратами, а до економічних – капітальні витрати на спорудження і витрати при експлуатації.

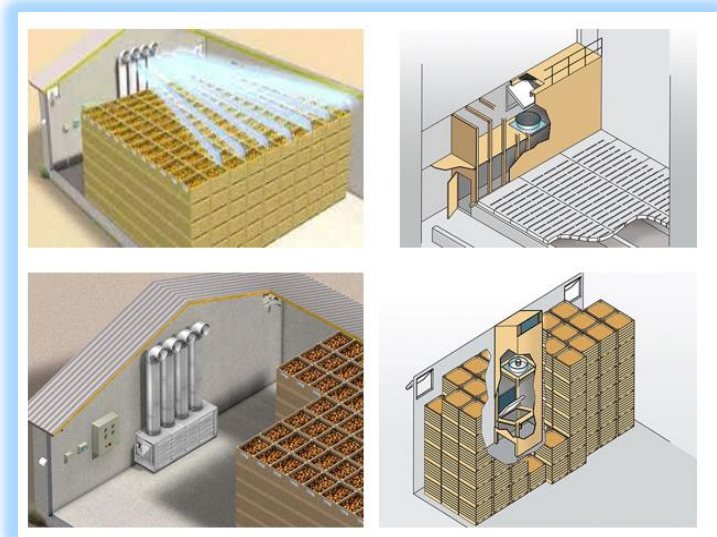
Стационарні сховища розрізняють за призначенням, місткістю, плануванням, будівельно-конструктивними особливостями, способами розміщення продукції, системами регулювання умов зберігання, механізацією завантаження і вивантаження, економічними показниками.

Сховища можуть бути багатосекційними, їх компонують із уніфікованих секцій місткістю – для картоплі 500, 1000, 1500 т, для буряка і качанної капусти 250, 500, 750 т.

Для районів з розрахунковою зимовою температурою зовнішнього повітря мінус 20 °С сховища частіше проектують наземного типу, а для районів з більш низькою температурою – напівзаглибленого та заглибленого типу.

Найбільш важливими для сховищ рослинної продукції в технологічному відношенні є системи вентиляції, штучного охолодження або підігріву (у сховищах цибулі).

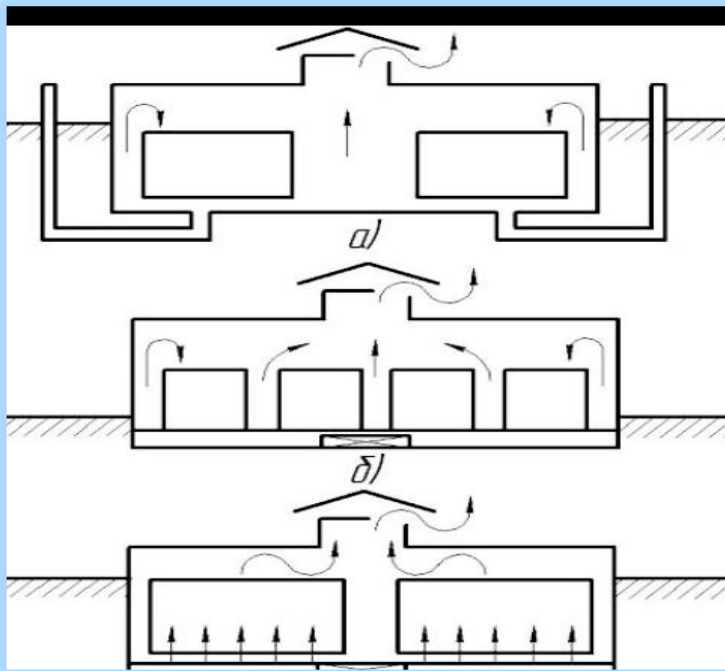
Системи вентиляції, які застосовують в овочесховищах, підрозділяють на природну і примусову, виділяючи різновид примусової – активне вентилявання (рисунки 6.1-6.3).



***Рис.6.1. Системи примусової вентиляції овочесховища***



***Рис.6.2. Система вентиляції картоплексховища***



**Рис.6.3. Типи вентиляції:  
а) природна, б) примусова.**

У сховищах з примусовим видом вентиляції продукт розміщують у тарі (ящиках, контейнерах), складених у штабелі так, щоб повітря обдувало кожен одиницю упакування.

### **Методика розрахунку**

Обґрунтовується технологія зберігання і визначення інтенсивності активного вентиляювання для сховища місткістю  $M$   $t$ , для зберігання коренебульбоплодів у контейнерах.

Сховище висотою  $h$   $m$ , має  $n$  відділень зберігання довжиною  $L$   $m$ , шириною  $B$   $m$ , кожне і перебуває в районі з розрахунковою зимовою температурою  $t_3$ ,



Розрахунок проводиться за трьома або чотирма фазами охолодження. Середня температура припливного повітря (за фазами охолодження) з урахуванням підігріву у вентиляторі  $t_{n1}$ ,  $t_{n2}$ ,  $t_{n3}$ , С, середня температура зовнішнього повітря за фазами охолодження  $t_{z1}$ ,  $t_{z2}$ ,  $t_{z3}$ , С, середньорічна температура зовнішнього повітря  $t_{cz}$ , С. Вентилятор працює в добу  $t_d$  годин.

Методика теплотехнічного розрахунку системи активного вентилявання базується на термодинамічній теорії тепловологісних процесів, які протікають всередині штабеля продукції, що зберігається.

За цією методикою інтенсивність вентиляції для періоду охолодження плодів і овочів розраховують за окремими фазами з урахуванням безперервного змінення температури повітря, яке поступає в сховище і яке видаляється з нього по мірі охолодження штабеля продукції.

Звичайно значення початкової  $t_{nc}$ , і кінцевої (зберігання)  $t_{kc}$  температури визначають за графіком змінення температури зовнішнього повітря в осінні місяці (вересень-листопад) і розраховують середню температуру повітря для кожної фази охолодження. В додатках (таблиця 6) наведені значення температур  $t_{nc}$ ,  $t_{kc}$  та тривалості повного періоду охолодження  $\tau_{nov}$  деяких продуктів при розрахунковій зимовій температурі району зберігання  $t_{pz} = -20$  °С,  $t_{pz} = -30$  °С,  $t_{pz} = -40$  °С.

Кількість і тривалість періодів охолодження  $\tau_{\phi}$  приймають за нормативним значенням: при охолодженні овочів і фруктів  $\tau_{\phi} = 5$  діб та при охолодженні картоплі  $\tau_{\phi} = 10$  діб.

Тривалість останнього періоду не повинна бути більше двох значень  $\tau_{\phi}$  (нормативних). Так, для картоплі, при  $t_{pz} = -20$ °С значення повного терміну  $\tau_{nov} = 42$  доби враховуючи, що  $\tau_{\phi} = 10$  діб, маємо три періоди по 10 діб і один період з  $\tau_{\phi} = 12$  діб.

При проведенні практичних розрахунків систем вентиляції середню температуру повітря для кожної фази охолодження рослинної продукції вибирають самостійно по аналогії.

При цьому середні початкові і кінцеві температури охолодження продукції фаз охолодження розраховують за наступними формулами (умовна розбивка): для 3-х фаз: 1-а фаза  $t_{11} = t_{nc}, t_{12} = 0,7t_{nc}$ , 2-а фаза  $t_{21} = t_{12}, t_{22} = 0,4t_{nc}$ , 3-я фаза  $t_{31} = t_{22}, t_{32} = t_{kc}$ , для 4-х фаз: 1-а фаза  $t_{11} = t_{nc}, t_{12} = 0,8t_{nc}$ , 2-а фаза  $t_{21} = t_{12}, t_{22} = 0,6t_{nc}$ , 3-а фаза  $t_{31} = t_{22}, t_{32} = 0,4t_{kc}$ , 4-а фаза  $t_{41} = t_{32}, t_{42} = t_{kc}$ .

Охолодження по фазах проводять з поступовим зниженням кінцевої температури охолоджуваної продукції до температури зберігання. Питому подачу вентиляційного повітря для заданої тривалості фази охолодження продукції визначають за формулою:

$$V = \left[ \frac{1000 \cdot c \cdot \varepsilon_{\phi} \cdot \varepsilon_{\delta}}{\left( \tau_{\phi} \cdot \varepsilon_p \cdot \rho_n \cdot c_n \cdot \chi \right)} \right]^{\times} \times \ln \left[ \frac{(t_1 - t_n)}{(t_2 - t_n)} \right] \quad (6.1)$$

де  $c$  - масова теплоємність продукту, кДж/кг;  $\varepsilon_{\phi}$  - коефіцієнт, що враховує фізіологічну теплоту, що виділяє продукція (теплота дихання);  $\varepsilon_{\delta}$  - коефіцієнт, що враховує додаткові джерела теплоти;  $\tau_{\phi}$  - тривалість фази охолодження, год;  $\varepsilon_p$  - коефіцієнт робочого часу вентиляторів;  $\rho_n$  - щільність повітря, кг/м<sup>3</sup>;  $c_n$  - питома ізобарна теплоємність повітря, кДж/К·кг;  $\chi$  - коефіцієнт, що враховує тепловий ефект охолодження випаром;  $t_1$ ,  $t_2$  - початкова і кінцева температура фази охолодження продукту, °С;

$t_n$  - температура припливного повітря на даній фазі охолодження, °С.

Порядок визначення складових формули наступний:

1. Коефіцієнт, що враховує теплоту дихання, визначається за виразом:

$$\varepsilon_{\phi} = 1 + \left[ \frac{q_{\phi}}{1000 \cdot c \cdot (t_1 - t_2)} \right], \quad (6.2)$$

де  $q_{\phi}$  - загальна фізіологічна теплота, яка виділяється продукцією за дану фазу охолодження, кДж/кг;  $t_1, t_2$  - початкова і кінцева для даної фази температура продукції, що охолоджується.

2. Загальна фізіологічна теплота, яка виділяється продукцією, визначається за формулою:

$$q_{\phi} = \frac{3,6 \left[ 0,93 - 0,13 \cdot v \cdot (t_1 - t_2) \right] \times \left( e^{bt_1} - e^{bt_2} \right) q_0 \cdot \tau_{\phi}}{\left[ v \cdot (t_1 - t_2) \right]}, \quad (6.3)$$

де  $v$  - температурний коефіцієнт швидкості дихання;  $q_0$  - питома теплота дихання продукції при 0 С Вт/т; значення  $\tau_{\phi}$  підставляється в секундах (1 доба = 86400 с).

3. коефіцієнт, що враховує додаткові джерела теплоти визначається за наступним виразом:

$$\varepsilon_d = 1 + \left( 3,6 \kappa_0 \cdot A_0 \cdot \varepsilon_0 \left( t_{з\phi} - 0,5(t_1 + t_2) \right) \right) \tau_{\phi} + m_m \cdot C_m (t_1 - t_2) / 1000 \cdot C (t_1 - t_2), \quad (6.4)$$

де  $k_0$  - середньозважений коефіцієнт теплопередачі через огородження, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $A_0$  - приведена питома площа поверхонь всіх огорожень сховища, м<sup>2</sup>/т;  $\varepsilon_0 = 0,65$  - коефіцієнт притоку тепла через огородження, що показує яка частина з них переходить до вентиляційного повітря (приймають для активного вентилявання повітря за дану фазу охолодження продукції), °С;  $t_{зф}$  - середня температура зовнішнього повітря за фазами охолодження °С;  $m_m$  - питома маса тари, кг/т, (можна прийняти для дерев'яної тари  $m_m = 150$  кг/т, для металевої –  $m_m = 300$  кг/т);  $c_m$  - масова теплоємність тари, кДж/(кг·К), для дерев'яної тари цей показник  $c_m = 2,6$  кДж/(кг·К), для металевої –  $0,46$  кДж/(кг·К).

4. коефіцієнт робочого часу вентиляторів, визначається як:

$$\varepsilon_p = \frac{\tau_c}{24}, \quad (6.5)$$

де  $\tau_c$  - середнє число роботи вентиляторів за добу, 5...6 год; щільність повітря при температурі припливного повітря в даній фазі охолодження визначається за формулою:

$$\rho_n = \frac{346}{(273 + t_n)}, \quad (6.6)$$

питома ізобарна теплоємність повітря при розрахунках приймається  $c_n = 1,0$  кДж/К·кг. Приведена питома площа поверхні всіх огорожень сховища, м<sup>2</sup>/т:

$$A_0 = \frac{\left[ 2(B + L) \cdot \left( \frac{h}{\varepsilon_u} \right) + B \cdot L \cdot \varepsilon_n \right]}{M}, \quad (6.7)$$

де  $B, L$  - ширина і довжина сховища;  $m^2$ ;  $h$  - максимальна висота штабеля, м;  $\epsilon_u$  - коефіцієнт використання висоти сховища;  $\epsilon_n$  - коефіцієнт, що враховує теплопередачу через підлогу;  $M$  - повна місткість сховища. При розрахунках приймається  $\epsilon_u = 0,75 \dots 0,8$  і  $\epsilon_n = 0,75$ .

Середньозважений коефіцієнт теплопередачі через огородження сховища визначається як:

$$k_0 = \frac{(k_{cm} \cdot A_{cm} + k_{нок} \cdot A_{нок} \cdot \epsilon_n)}{A_0}, \quad (6.8)$$

де  $k_{cm}, k_{нок}$  - коефіцієнти теплопередачі через огородження відповідно стіни і покриття,  $Вт/(m^2 \cdot K)$  (Додаток, таблиця 7);  $A_{cm}$ ,  $A_{нок}$  - питомі площі поверхні стін і покриття (площа стін або покриття, віднесена до одиниці маси продукції, що зберігається),  $m^2/t$ .

$$A_{cm} = 2(L + B) \cdot h / M, \quad (6.9)$$

$$A_{нок} = L \cdot B / M, \quad (6.10)$$

Коефіцієнт, що враховує тепловий ефект випарного охолодження продукції (для інтервалу температур від  $-2$  до  $+13$  °C) визначається за наступною формулою:

$$\chi = \frac{(41,6 - \tau_n)}{(24,4 - \tau_n)}, \quad (6.11)$$

За результатами визначення питомої подачі вентиляційного повітря проводиться подальший розрахунок

системи вентиляції з визначенням конструктивних параметрів повітропроводів та вибором вентиляторів.

Розрахункову потрібну подачу вентиляторів ( $\text{м}^3/\text{год}$ ) визначають за максимальним значенням питомої подачі вентиляційного повітря за наступною формулою:

$$L_n = V \cdot M, \quad (6.12)$$

В залежності від значення розрахункової потрібної подачі вентиляторів і розмірів сховища приймається попередня кількість вентиляторів певного типорозміру. При місткості  $M \geq 800$  т приймають не менш двох вентиляторів.

Площі поперечних перерізів магістральних і розподільчих вентиляційних каналів визначають виходячи з витрат повітря і максимально допустимої швидкості його руху за формулою:

$$S = \frac{L_{nk}}{3600v}, \quad (6.13)$$

де  $L_{nk}$  - подача повітря через канал, що розраховується,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;  $v$  - швидкість руху повітря в даному каналі,  $\text{м}/\text{с}$ . В магістральних каналах значення швидкості не повинне перевищувати 8...10  $\text{м}/\text{с}$ , в розподільних каналах – 4...5  $\text{м}/\text{с}$ .

Розрахункове значення (Па), яке повинен розвивати вентилятор, розраховують за формулою:

$$P_{\epsilon} = 1,1 \left[ \sum (Rl + Z) + P_{np} \right], \quad (6.14)$$

де 1,1 - запас тиску на непередбачені опори.

$$P_{np} = P'_{np} \cdot h_n. \quad (6.15)$$

де:  $P'_{np}$  - питомий опір одного метра насипу продукту;  $h_n$  - висота насипу продукту або висота штабелю контейнерів, м.

Значення питомого опору одного метра насипу продукту залежить від виду самого продукту і питомої подачі вентиляційного повітря. Цей показник визначається за відповідними нормативами.

Після розрахунку опорів конкретної мережі магістральних і розподільчих каналів остаточно приймається кількість і характеристики вентиляторів та уточнюються їх типорозміри і марки.

#### **Приклад розрахунку:**

Об'єкт зберігання – морква; сховище місткістю 1000 т; спосіб зберігання – у контейнерах. Сховище висотою  $h = 3,6$  м має 3 відділення зберігання довжиною  $L = 24$  м, шириною  $B = 12$  м кожне і перебуває в районі з розрахунковою зимовою температурою  $t_3 = -20^\circ \text{C}$ . Розрахунок проводиться за трьома фазами охолодження.

Середня температура припливного повітря (за фазами охолодження) з урахуванням підігріву у вентиляторі  $t_{n1} = 6,2 \text{ C}$ ,  $t_{n2} = 3,4 \text{ C}$ ,  $t_{n3} = -2,2 \text{ C}$ , середня температура зовнішнього повітря за фазами охолодження  $t_{31} = -3,8 \text{ C}$ ,  $t_{32} = 3,0 \text{ C}$ ,  $t_{33} = 2,7 \text{ C}$ , середньорічна температура зовнішнього повітря  $t_{cz} = 3,8 \text{ C}$ . Вентилятор працює в добу  $\tau_0 = 6$  годин.

**Визначити** питому подачу вентилязованого повітря по кожній фазі охолодження, максимальне значення питомої подачі повітря та попередньо вибрати вентилятори.

#### **Розрахунок**

1. По значенню розрахункової зимової температури  $t_3 = -20^\circ \text{C}$  знаходимо значення початкової і кінцевої температури продукції за повний період охолодження  $t_{нч1} = 15^\circ \text{C}$ ,  $t_2 = 0^\circ \text{C}$ .

Тривалість повного періоду  $\tau_{нов} = 16$  годин. Тривалість кожної фази  $\tau_{ф1} = 5$  діб,  $\tau_{ф2} = 5$  діб і  $\tau_{ф6} = 6$  діб.

2. Температура початку і кінця кожної фази складає:  
1 фаза  $t_{11} = t_{нч} = 15^\circ \text{C}$ ;  $t_{12} = 0,7 t_{нч} = 0,7 \cdot 15 = 10,5^\circ \text{C}$ ;

2 фаза  $t_{21} = t_{12} = 10,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;  $t_{22} = 0,4 t_{нч} = 0,4 \cdot 15 = 6,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;

3 фаза  $t_{31} = t_{22} = 6,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;  $t_{32} = t_{кц} = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

9. Загальна фізіологічна теплота, яка виділяється продукцією, розраховується за формулою  $v = 0,1319 \text{ л/}^\circ\text{C}$  і теплота дихання при  $0^\circ\text{C}$   $q_0 = 13,5 \text{ Вт/м}$ :

$$q_{\phi} = \frac{3,6 [0,93 - 0,13 \times v \times (t_1 - t_2)] (e^{gt_1} - e^{gt_2}) q_0 \times \tau_{\phi}}{[v \times (t_1 - t_2)]},$$

1-а фаза

$$q_{\phi 1} = 3,6 [0,93 - 0,13 \times 0,1319 \times (15 - 10,5)] (e^{1,97} - e^{1,38}) \times 13,5 \times 10^{-3} \times 86400 / [0,1319 \times (15 - 10,5)] = 97825 \text{ кДж/кг},$$

2-а фаза

$$q_{\phi 2} = 3,6 [0,93 - 0,13 \times 0,1319 \times (15 - 6,0)] (e^{1,97} - e^{1,38}) \times 13,5 \times 10^{-3} \times 86400 / [0,1319 \times (15 - 6,0)] = 54018 \text{ кДж/кг},$$

3-я фаза

$$q_{\phi 2} = 3,6 [0,93 - 0,13 \times 0,1319 \times (6,0 - 0)] (e^{1,97} - e^{1,38}) \times 13,5 \times 10^{-3} \times 86400 / [0,1319 \times (6,0 - 0)] = 26498 \text{ кДж/кг}.$$

10. Коефіцієнт, який враховує фізіологічну теплоту, що виділяє продукція (теплота дихання) за формулою при  $s = 3,73 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$ :

$$\varepsilon_{\phi} = 1 + [q_{\phi} / 1000 \times c \times (t_1 - t_2)], \quad (6.16)$$

1-а фаза

$$\varepsilon_{\phi 1} = 1 + [97825 / 1000 \times 3,73 \times (15 - 10,5)] = 6,83,$$



2-га фаза

$$\varepsilon_{\phi 1} = 1 + \left[ 54018 / 1000 \times 3,73 \square (10,5 - 6,0) \right] = 4,22,$$

3-я фаза

$$\varepsilon_{\phi 1} = 1 + \left[ 26498 / 1000 \times 3,73 \square (6,0 - 0) \right] = 2,18.$$

11. Приведена питома площа поверхні всіх огорожень сховища, м<sup>2</sup>/т розраховується за формулою при значеннях коефіцієнтів  $\varepsilon_u = 0,8$  і  $\varepsilon_n = 0,75$  і урахуванням того, що сховище складається з 3-х секцій  $B = 12$  м,  $L = 24$  м:

$$A_o = \left[ 2(B + L) \cdot \left( \frac{h}{\varepsilon_u} \right) + B \cdot L \cdot \varepsilon_n \right] / M, \quad (6.17)$$

$$A_o = \left[ 2(3 \cdot 12 + 24) \cdot \left( \frac{3,6}{0,8} \right) + 3 \cdot 12 \cdot 24 \cdot 0,75 \right] / 1000 = 1,19$$

12. Питомі площі поверхні стін і покриття (площа стін або покриття, віднесена до одиниці маси продукції, що зберігається), м<sup>2</sup>/т визначається за формулами:

$$A_{cm} = \frac{2(L + 3B) \cdot h}{M}, \quad (6.18)$$

$$A_{cm} = \frac{2(24 + 3 \cdot 12) \cdot 3,6}{1000} = 0,432.$$

$$A_{нок} = \frac{L \cdot 3B}{M}, \quad (6.19)$$

$$A_{нок} = \frac{24 \cdot 3 \cdot 12}{1000} = 0,864.$$

7. Середньозважений коефіцієнт теплопередачі через огородження сховища визначається за формулою при коефіцієнтах теплопередачі через огородження  $k_{cm} = 0,4$  Вт/(м<sup>2</sup>·К) та  $k_{нок} = 0,35$  Вт/(м<sup>2</sup>·К):

$$k_0 = \frac{(k_{cm} \cdot A_{cm} + k_{нок} \cdot A_{нок} \cdot \varepsilon_n)}{A_0}, \quad (6.20)$$

$$k_0 = \frac{(0,4 \cdot 0,432 + 0,35 \cdot 0,864 \cdot 0,75)}{1,19} = 0,335.$$

8. Коефіцієнт, що враховує додаткові джерела теплоти  $\tau_\phi$  визначається за формулою, підставляється в години:

$$\varepsilon_{\partial} = 1 + \left( 3,6k_0 \cdot A_0 \cdot \varepsilon_0 (t_{з\phi} - 0,5(t_1 + t_2)) \tau_\phi + m_m \times \right. \\ \left. \times c_m (t_1 + t_2) / 1000 \right) / c(t_1 - t_2), \quad (6.21)$$

1-а фаза

$$\varepsilon_{\partial I} = 1 + \left( 3,6 \cdot 0,335 \cdot 1,19 \cdot 0,65 (-3,8 - 0,5(15 + 10,5)) \right) \times \\ \times 5 \cdot 24 + 150 \cdot 2,6(15 - 10,5) / 1000 \cdot 3,73(15 - 10,5) = 0,99,$$

2-а фаза

$$\varepsilon_{\partial I} = 1 + \left( 3,6 \cdot 0,335 \cdot 1,19 \cdot 0,65 (3,0 - 0,5(10,5 + 6,0)) \right) \times \\ \times 5 \cdot 24 + 150 \cdot 2,6(10,5 - 6,0) / 1000 \cdot 3,73(10,5 - 6,0) = 1,07,$$

3-я фаза

$$\varepsilon_{\partial I} = 1 + \left( 3,6 \square 0,335 \square 1,19 \square 0,65 \left( 2,7 - 0,5 (6,0 + 0) \right) \right) \times \\ \times 6 \square 24 + 150 \square 2,6 (6,0 - 0) / 1000 \square 3,73 (6,0 - 0) = 1,1.$$

13. Коэффициент рабочего часу вентиляторів за формулою:

$$\varepsilon_p = \tau_c / 24, \quad (6.22)$$

$$\varepsilon_p = 6 / 24 = 0,25.$$

10. Щільність повітря при температурі припливного повітря  $t_n$  в кожній фазі охолодження визначається за формулою:

$$\rho_n = \frac{346}{(273 + t_n)}, \quad (6.23)$$

1-а фаза

$$\rho_{n1} = \frac{346}{(273 + 6,2)} = 1,24 \text{ кг/см}^3,$$

2-га фаза

$$\rho_{n2} = \frac{346}{(273 + 3,4)} = 1,25 \text{ кг/см}^3,$$

3-я фаза

$$\rho_{n2} = \frac{346}{(273 + (-2,2))} = 1,27 \text{ кг/см}^3.$$

11. Коефіцієнт, що враховує тепловий ефект випарного охолодження продукції визначається за формулою:

$$\chi = \frac{(41,6 - \tau_n)}{(24,4 - \tau_n)}, \quad (6.24)$$

1-а фаза

$$\chi_1 = \frac{(41,6 - 6,2)}{(24,4 - 6,2)} = 1,95,$$

2-га фаза

$$\chi_2 = \frac{(41,6 - 3,4)}{(24,4 - 3,4)} = 1,81,$$

3-я фаза

$$\chi_3 = \frac{(41,6 - (-2,2))}{(24,4 - (-2,2))} = 1,65.$$

12. Питома подача вентиляційного повітря для заданої тривалості фази охолодження продукції за розраховується за формулою, питому ізобарну теплоємність повітря приймаємо  $c_n = 1,0$  кДж/К·кг:

1-а фаза:

$$V = \left[ \frac{1000 \cdot c \cdot \varepsilon_\phi \cdot \varepsilon_\delta}{\tau_\phi \cdot \varepsilon_p \cdot \rho_n \cdot c_n \cdot \chi} \right] \ln \left[ \frac{(t_1 - t_n)}{(t_2 - t_n)} \right], \quad (6.25)$$

$$V_1 = \left[ \frac{1000 \cdot 3,73 \cdot 6,83 \cdot 0,99}{5 \cdot 24 \cdot 0,25 \cdot 1,24 \cdot 1 \cdot 1,95} \right] \ln \left[ \frac{(15 - 6,2)}{(10,5 - 6,2)} \right] =$$

$$= 249 \text{ м}^3 / \text{м} \cdot \text{год.},$$

$$V_1 = \left[ \frac{1000 \cdot 3,73 \cdot 4,22 \cdot 1,07}{5 \cdot 24 \cdot 0,25 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1,181} \right] \ln \left[ \frac{(10,5 - 3,4)}{(6,0 - 3,4)} \right] =$$

$$= 246 \text{ м}^3 / \text{м} \cdot \text{год.},$$

3-я фаза

$$V_3 = \left[ \frac{1000 \cdot 3,73 \cdot 2,18 \cdot 1,1}{6 \cdot 24 \cdot 0,25 \cdot 1,27 \cdot 1 \cdot 1,65} \right] \ln \left[ \frac{(6,0 - (-2,2))}{(0 - (-2,2))} \right] =$$

$$= 156 \text{ м}^3 / \text{м} \cdot \text{год.}.$$

13. Розрахункова потрібна подача вентиляторів визначена значенням питомої подачі вентиляційного повітря в першій фазі за формулою складе:

$$L_n = 249 \cdot 1000 = 249000 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

У зв'язку з тим, що у завданні на розрахунок не наведені відомості про конструкцію і параметри мережі повітропроводів сховища у даному прикладі обмежимося тільки попереднім вибором вентиляторів. Прийнявши тиск вентилятора  $p = 150$  Па можна вибрати 9 вентиляторів марки АФМ-800.8.34 (**Додаток, таблиця 8**), (по три на кожную секцію сховища) з продуктивністю  $28060 \text{ м}^3/\text{год}$  ( $28060 \times 9 = 252540$ ) потужність двигуна  $3,0$  кВт; маса  $62$  кг.

**Завдання для самостійної роботи:**

1. **Визначити питому подачу вентилязованого повітря по кожній фазі охолодження**
2. **Визначити загальну фізіологічну теплоту, яка виділяється продукцією.**
3. **Основні види умов зберігання коренеплодів?**
4. **Які існують методи зберігання овочів і плодів?**
5. **На чому базується методика теплотехнічного розрахунку системи активного вентилявання?**
6. **На які види (типи) поділяються стаціонарні сховища?**

**Практична робота № 8 Технології зберігання рослинницької продукції. Сховища – холодильники**

**Мета роботи:** Ознайомитись з холодильними камерами різних видів та типів.

#### **Теоретичні відомості**

Холодильники з системами охолодження. Холодильники включають камери зберігання, відділення товарної обробки продукції, машинне відділення і допоміжні приміщення для обслуговуючого персоналу. Залежно від загальної місткості холодильника і його призначення об'єм камер зберігання становить 100...500 т.



**Рис.8.1 Холодильні камери**

Для швидкого охолодження плодів в холодильниках устатковують камери попереднього охолодження з потужними повітроохолоджувачами. їх об'єм розрахований на денний збір плодів.

Для штучного охолодження використовують переважно компресорні холодильні установки. Охолодження відбувається внаслідок зміни агрегатного стану агента холоду: він кипить за низьких тиску і температури, переходить в газоподібний стан, відбираючи від навколишнього середовища потрібну для цього теплоту пароутворення. Наступна конденсація агента холоду відбувається за підвищеного тиску його парів. Агентами холоду служать аміак, фреон-12 і фреон-22, температура кипіння яких при звичайному тиску відповідно дорівнює мінус 33,4, мінус 29,8 і мінус 40,8°C.

Застосовують дві основні системи охолодження камер зберігання: безпосередня (охолодження холодильним агентом) і розсільна (охолодження водним розчином солі). Під час батарейного безпосереднього охолодження рідкий холодильний агент кипить, поглинаючи тепло від повітря, яке оточує батареї.



***Рис.8.2 Овочесховище***

У батарейній розсільній системі охолодження зниження температури повітря в камерах досягається завдяки теплообміну між повітрям і охолодженим розсолем, який циркулює в батареях. Розсіл охолоджується у випарнику під час кипіння холодильного агента.

**Холодильники з РГС.** Установки штучного охолодження дозволяють підтримувати низьку температуру в камерах холодильника протягом всього періоду зберігання незалежно від умов погоди. Це сприяє подовженню строків зберігання, зменшенню втрат. Залежить це, крім температурного фактору, від складу газового середовища, в якому знаходяться плоди і овочі.



**Рис. 8.3 Холодильник з режимом газового середовища (РГС)**

Режим зберігання у холодильниках з газовим середовищем характеризується трьома основними параметрами: температурою, відносною вологістю і кратністю циркуляції повітря в замкнутому об'ємі. Температура впливає на швидкість протікання процесів життєдіяльності продукції, рівень відносної вологості визначає інтенсивність випаровування води з її поверхні, а кратність циркулювання повітря 40 обумовлює швидкість його руху в об'ємі камери. Підтримка оптимального режиму у холодильних камерах з РГС дозволяє зберігати природну стійкість плодів та овочів до мікробіологічних і фізіологічних захворювань та зберігати споживчі якості.

**Завдання для самостійної роботи:**

- 1. Які приміщення входять до складу холодильників для зберігання плодів і овочів ?**
- 2. Які холодильні агенти використовують в компресорних холодильних установках?**



**3. Які є системи повітряного охолодження ?**

**4. Яким показниками характеризується режим зберігання в холодильниках з газовим середовищем?**

### ***Практична робота № 9. Зберігання головок капусти, цибулі та часнику, плодкових і зеленних овочів***

**Мета роботи:** Ознайомитись з методами та технологією зберігання плодкових та зеленних овочів

#### ***Теоретичні відомості***

Головки капусти з високими товарними якістьми і доброю лежкістю можна виростити на чорноземних ґрунтах з ледь кислою або нейтральною реакцією, добре забезпечених вологою, за внесення оптимальної кількості макро- і мікроелементів, особливо молібдену і бору.

Капусту збирають вручну або механізовано, використовуючи комбайн МСК-1, конвеєри ТП-12. Для зберігання відбирають непошкоджені сухі, щільні головки. Головки капусти добре готують до зберігання: відбирають середні за розмірами та щільні, вибраковують пошкоджені.

Режим зберігання головок капусти такий: відсутність освітлення, низька без коливань температура (0 – 1 0С), відносна вологість повітря близько 95 %, добра вентиляція, певний газовий склад (не менше 6 – 7 % кисню й не більше 2 – 3 % вуглекислого газу).

**Сховища:** поверхневі чи заглиблені бурти, охолоджені траншеї з вентиляцією та утеплювальними щитами, капустосховища з активним вентиляванням (висота насипу до 3 м) та холодильники.

Капусту кольрабі зберігають так само, як коренеплоди, в буртах чи траншеях (краще перешарованими). Цвітну капусту літніх (ліпневих) строків садіння закладають на зберігання, розміщуючи у парниках рядами в неглибокій борозенці у вологому піску (щільно одна до одної), присипаючи корені.

Насінники капусти зберігають за температури 1 – 2° С у сховищах з активним вентиляванням, у буртах і траншеях. Під час зберігання головки капусти уражуються хворобами: сіра гниль, ризоктоніоз, слизистий бактеріоз фомоз (суха гниль), краплинний некроз.

### ***Збирання і післязбиральна доробка цибулевих овочів***

У суху погоду викопану комбайном ЛКГ-1,4 чи вирвану вручну цибулю залишають на 1 – 2 тижні у полі (у валках) для просушування. Валки цибулі підбирають комбайном ЛКГ-1,4 чи ЛУК-3, сортують на сортувальному пункті ПМЛ-6, видаляючи домішки та рештки рослин.



*а)*



*б)*



*в)*



*г)*

***Рис.9.1 Хвороби капусти: а) - біла гниль, б - сіра гниль, в - судинний бактеріоз, г - точковий некроз***

### ***Особливості зберігання цибулі й часнику різного цільового призначення***

Найкращими є режими зберігання продовольчої цибулі та сійки за температури мінус 1 – 2°C, а насінної – за 2 – 3°C. Для сійки можна також застосовувати тепло-холодний режим за низьких (0 – 1°C) або високих (18°C) температур, за яких диференціація бруньки та стрілкування цибулі-сійки не відбуваються. Відносна вологість повітря для цибулі будь-якого цільового призначення повинна становити до 70 %.

У стаціонарних сховищах з активним вентиляванням висота насипу цибулі становить 2 – 2,5 м. В холодильниках цибулю, затарену в ящики, штабелюють на висоту до 3 м, затарену в контейнери місткістю 200 – 300 кг ставлять у 4 яруси, затарену в пакети з товстого поліетилену по 35–40 кг складають на піддони в 4 – 5 ярусів.

Найбільшої шкоди завдають цибулі й часнику під час зберігання сіра шийкова гниль цибулі, біла гниль денця цибулі і часнику та зелена гниль часнику.

#### ***Зберігання плодкових овочів.***

В умовах регульованого газового середовища та охолодження помідори можна зберігати протягом 3 міс. Сорти помідорів, які не витримують температури нижчої 8-10°C, зберігають у регульованому газовому середовищі, в якому вуглекислого газу-2 %, кисню-до 8, азоту-до 90 %. Деякі сорти зберігають у середовищі з концентрацією вуглекислого газу 5 %, кисню 2-4 % за температури 4-5°C протягом 2 місяців, а перед реалізацією-10 днів за температури 18°C. Баклажани за температури 2-4°C та відносної вологості повітря 90 % можна зберігати 2-3 тижні.

Солодкий перець за температури 10-11°C, відносної вологості повітря 87-93 % та вільного доступу кисню зберігається протягом 1-1,5 міс. Кабачки, огірки, зеленці патисонів можна зберігати за температури 4-5°C та відносної вологості повітря 90-95 % 2-3 дні. Дині після збирання спочатку пров'яляють 10-12 днів, перевернувши до світла боком, на якому вони лежали у період вегетації.



a)



б)



в)

**Рис. 9.2** Хвороби цибулі: а- шийкова гниль; б-біла гниль; в- сажка цибулі

До місць консервування зерно бобових перевозять в цистернах з холодною водою. Насіння в бобах у холодильнику за температури 0-1°C може зберігатися 3-4 доби. Салат (головки або листки) вкладають у ящики, накривають поліетиленовою плівкою і зберігають у холодильниках за температури, близької до 0°C, та відносної вологості повітря 95 %. Листкові овочі зберігають за температури 0-2°C та відносної вологості повітря 97-98 % протягом кількох годин, а заморожені-зв'язаними в

пучки по 5-10 кг-1 міс. Якщо зниження температури досягають вентиляванню, то пучки кладуть у відкриті поліетиленові пакети.

Листки щавлю зберігають у поліетиленових пакетах по 5-10 кг або в ящиках, зволожуючи водою, в холодильниках-до 20 діб, в ящиках-до 7, у сховищах з активним вентиляванню-до 3 діб. Листя петрушки, селери й кропу, зв'язане в пучки та упаковане в пакети, можна зберігати за температури 0-1°C, або у середовищі вуглекислого газу та кисню, вміст яких-по 10 %. Пакети з продукцією надувають газовою сумішшю та заклеюють, тоді листки добре зберігають свою форму. Зелені цибулю і часник укладають в ящики або в невеликі пакети. За температури 5-7 °C вони зберігаються до 8 діб, а за 0-1°C до 1 міс, втрачаючи масу до 1 %.

Овочевий горох і качани цукрової кукурудзи в пакетах зберігають у холодильниках до двох тижнів; ревінь у ящиках масою 15-20 кг за температури 0-1°C-20 діб. Поміті пагони спаржі, зв'язані в пучки чи вкладені розсипом у ящики, обгортають вологою мішковиною і за температури 0-1°C зберігають до 1 міс. Відносна вологість повітря становить 90-95 %.

#### ***Завдання для самостійної роботи:***

- 1. Методи та технології зберігання капусти.***
- 2. Методи та технології зберігання цибулі.***
- 3. Як відбувається збирання і післязбиральна доробка цибулевих овочів?***
- 4. Особливості зберігання цибулі й часнику різного цільового призначення.***
- 5. Особливості зберігання часнику.***

#### ***Практична робота № 10 Обладнання для підготовки фруктів до подальшої переробки***

***Мета роботи:*** отримання, розширення і поглиблення знань по технології, призначенню, принципам дії, будові, роботі

обладнання для підготовки фруктової та овочевої сировини для подальшої переробки.

### ***Теоретичні відомості***

До технологічних операцій з підготовки плодів фруктів та овочів до подальшої переробки можна віднести операції по очищенню від забруднень, калібруванню і сортуванню, нарізанню, видаленню плодоніжок, кісточок та ін. Розглянемо основні види обладнання для виконання цих операцій.

### ***Обладнання для миття фруктової та овочевої сировини***

Плоди фруктів та овочів, як правило, не несуть багато забруднень і тому для їх миття застосовують м'який режим – відмочують і обполіскують чистою проточною водою. Для реалізації цього режиму застосовують лінійні конвеєрні мийні машини елеваторного типу.

До такого обладнання відносяться машини марки ***Vega MM***, які мають однакову компоновку, високий показник уніфікації і можуть легко переналагоджуватись під потрібний вид сировини.



***Рис.10.1 Автоматична мийочна машина Vega MM 3000 S***

Усі ці машини складаються з ванни, транспортерного полотна, душового пристрою і приводу. На каркасі ванни змонтовані всі вузли. Машини серії укомплектовані роликівим і

пластинчастим транспортерними полотнами для роботи з дрібними продуктами.

У процесі роботи поповнення водою здійснюється через душовий пристрій. Брудна вода зливається через бічні прорізи в стінці ванни. Мийні машини типу *Vega MM (рис. 1)* призначені для мийки томатів і іншої м'якої по консистенції сировини. На цей час у промисловості використовуються три типи машин цієї марки, які різняться тільки по ширині і швидкості руху роликового конвеєра.

Машина автоматична *Vega MM 3000 S* миття овочів (коренеплодів), призначена для автоматичного миття та очищення овочів (коренеплодів). Має вали з м'якою щіткою для найкращого миття та очищення овочів (коренеплодів). Призначена для миття та очищення наступних овочів: картопля, буряк, морква, імбир тощо.

У середині машини є шнековий вал, який безперервно проводить продукцію по всій довжині машини і автоматично подає на вивантаження на наступний етап. Робота машини повністю автономна.

Овочі, фрукти або інші продукти подаються в очисну машину з бункера за допомогою транспортера (або мийної машини – рекомендується для збільшення терміну служби абразивних валів, якості очищення та більшої продуктивності). У машині встановлено спіраль та варіатор (частотний перетворювач). Оператор регулює та фіксує необхідну швидкість обертання спіралі. Таким чином визначається потрібна (достатня для найкращого результату) час знаходження продуктів у машині. Після миття продукти передаються на інспекційний стіл.



**Рис 10.2** Напівавтоматична машина *Vega DSC 300*

Напівавтоматична машина *Vega DSC 300* призначена для очищення коренеплодів. Ідеально підходить для очищення картоплі. У бункер засипається насипом продукт, внизу знаходиться диск з абразивним (корундовим) покриттям. Відбувається обертання диска в нижній площині, очищаючи таким чином продукт від шкірки. Під час очищення зверху йде подача води, омиваючи продукт від лушпиння. Після очищення продукт випадає через спеціальний отвір унизу барабана.

Ідеальне рішення для малого та середнього виробництва. Компанія надає повне сервісне та гарантійне обслуговування.

Мийно-струшувальна машина *UNIMATIK* (рис. 10.3) призначена для миття овочів, ягід, плодів бобових культур.

Складається машина з рами 1 (сталевий прокат), на якій змонтоване сито 4 з шарнірними підвісками 8, ексцентрикові механізми 9, штанги 6, що з'єднують ексцентрики з ситом, приводний електродвигун 2.





***Рис. 10.3 Мийно-струшувальна машина UNIMATIK***

Знизу змонтоване корито 11 для збирання і відведення забрудненої води, шприцевий колектор 7, завантажувальний бункер 5 з регулювальною засувкою.

Сировина надходить у бункер 5, а з нього – на сито 4, що здійснює зворотно-поступальний рух. Кількість надходження її на сито за одиницю часу регулюється засувкою бункера.

***Машини для інспекції і сортування плодів.***

***Інспекція – видалення з партії ушкоджених і загнилих плодів і овочів, а також сторонніх домішок і предметів.***

***Сортування – розділення продукту на групи приблизно однакової якості і ступеню зрілості.***

Зазвичай на підприємствах з переробкою невеликих партій сировини операції по інспектуванню і сортуванню суміщають і, як правило, виконують вручну. Продукт для інспектування, розміщений в один шар, повільно подається рухомою стрічкою і робітники, які його оглядають, стоять з обох сторін конвеєра. Некондиційну сировину знімають і скидають у відповідні контейнери або ящики.

Недоліком стрічкових конвеєрів є недоступність для огляду нижньої частини продукту, що міститься на стрічці. З урахуванням цього розроблено інспектувальні конвеєри з роликівим конвеєрним полотном. Під час його руху ролики, що лежать на гумових опорах поличках, обертаються і повертають

плоди, розміщені на них в один шар. Завдяки обертанню можна оглянути всю поверхню плодів округлої або циліндричної форми.

Конвеєр інспектувальний роликівий **A9-KT2-0** (рис. 10.4) призначений для інспектування і споліскування овочів і фруктів.



**Рис. 10.4** Інспектувальний роликівий конвеєр **A9-KT2-0**

На каркасі укріплені підшипники ведучого і натяжного валів із зірочками. Останні несуть на собі тяговий ланцюг з конвеєрним полотном, яке виготовлене з дюралюмінієвих роликів.

На полотно конвеєра продукт потрапляє через завантажувальний бункер, який має заслінку, котрою регулюється товщина шару продукту.

Для видалення відходів уздовж конвеєра з обох його сторін розміщені спеціальні збірники. Продукт, що пройшов інспектування, обполіскується водою з душового пристрою, встановленого над похилою частиною конвеєра, і вивантажується через регульований за висотою лоток.

Для візуального інспектування і ополіскування водою плодів овочів і фруктів у технологічних лініях передбачені конвеєри інспекційні стрічкові **T1-KI2T**, роликівий **XTO** і **КТВ**, сортувально-інспекційні **ТСІ** та інші.

У консервному виробництві проводять сортування вручну на конвеєрах і гідравлічне, яке ґрунтується на різниці у щільності плодів. Конвеєр сортувальний **A9-K1** для ручного сортування (рис. 6) призначений для сортування плодів і ягід на два види у три ємності, а також для їх інспекції. Під час роботи конвеєра працівники розміщуються з обох його сторін.



*Рисунок 10.5 Сортувально-інспекційний конвеєр*

Сировина подається на завантажувальний лоток, звідки потрапляє на стрічку, яка перегородками розділена на три частини. Сировина надходить у бічні відсіки стрічки. Працівники розділяють сировину на два сорти, вибираючи більші (або дрібніші) плоди із загального потоку і укладають їх на середню частину стрічки. У кінці конвеєра передбачені три лотки 10 для відведення сировини за призначенням.

Бортами воно розділене на три частини: в центральну спрямовується відсортований продукт. Між місцями обслуговування є збірники, у яких відсортований для переробки продукт може нагромаджуватися або відразу перевантажуватися у контейнер. Випускають кілька модифікацій таких конвеєрів залежно від їх продуктивності і габаритів.

На рис. 10.6 наведено фото сортувально-інспекційного конвеєра, подібного за конструкцією до **A9-K1**.



*Рис. 10.6 Сортувально-інспекційний конвеєр*

Сучасні автоматизовані потокові лінії оснащуються сортувальними оптичними пристроями, що дозволяють розділяти продукт за формою, розмірами, кольором, тощо.

***Машини для калібрування плодів***

***Калібрування – розділення продукту на групи з приблизно однаковими розмірами за формою і масою.***

Калібрування здійснюють прямими і непрямыми способами. За прямим способом плоди переміщуються уздовж щілини, ширина якої змінюється. У місці, де розмір щілини більший за розмір плода, плід провалюється у бункер або на стрічку конвеєра і спрямовується за призначенням.



**Рис. 10.7 Фото оптичних сортувальних установок**

При використанні непрямого способу калібрування враховують залежність між масою і геометричними розмірами окремих плодів. Сортування плодів і овочів на машинах ґрунтується на відмінностях у їх фізичних властивостях (щільність, колір, форма та ін.). На рис. 10.8 наведений електронний сортувальник **UNICAL-200 CHERRY MONO**.

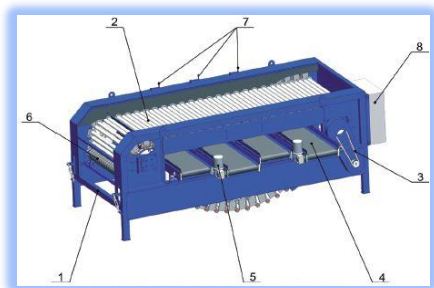


**Рис. 10.8 Електронний сортувальник UNICAL-200 CHERRY MONO**

Електронний сортувальник призначений для сортування та вибірки фруктів з невеликими розмірами (12\40 мм), такі як черешні, помідори чері, і т.д.

**UNICAL-200 cherry mono** використовується як вибірка, передбачає дані в реальному часі на зразках, оброблених для кожної партії (тобто: відсотки розміру, кольори, відходи) для оцінки якості та характеристик продукту. Через оперативне програмне забезпечення взаємозалежність, зразки рапортів можуть бути роздруковані та налаштовані для кожного виробника. **UNICAL-200 cherry mono** суттєво знижує робочі витрати, воно виконує велику кількість зразків, забезпечуючи чесність виробника у вибірці продукту.

Розглянемо роботу таких пристроїв на прикладі *універсальної калібрувальної машини (рис. 10.9)*.



***Рис. 10.9 Універсальна калібрувальна машина F-DF 524***

Машина калібрувальна **V-DF524.4** являє собою стаціонарну машину із живленням від електромережі напругою 380 В і складається з таких основних складових частин: рами, роликового транспортера, чотирьох відвідних транспортерів, обертової щітки, мотор-редукторів та електричної системи.

Технологічний процес здійснюється таким чином: перед початком роботи встановлюють чотири необхідні розміри фракцій продукту на виході з машини. Ця операція здійснюється ручками регулювальних механізмів роликового транспортера, за допомогою яких встановлюється необхідна відстань між роликами.

***Обладнання для відділення плодоніжок і видалення кісточок фруктів***

Машини для видалення плодоніжок з вишні, сливи, черешні і інших фруктів з довгою плодоніжкою працюють за

принципом затискання ніжки між обертовими прогумованими вальцями. Валки повинні мати такий діаметр, щоб вони не могли затягнути між собою і зруйнувати плід. На кожний валик діють сили, обумовлені як масою плоду, так і силою, що виникає у момент відриву плодоніжки. Ця умова виконується тоді, коли діаметр валиків приблизно дорівнює діаметру плоду.

Основними вузлами машини для відривання плодоніжки (рис. 10.10) є візок 1, рама 2, струшувач і привод 3 робочих валиків 4.



**Рис. 10.10** Машина для відривання плодоніжки V-EA.1500

Машина **V-EA.1500** призначена для відривання (видалення, відділення) живців (стебел) вишні та черешні. Процес відділення відбувається шляхом затягування держака між двома валиками, що обертаються на зустріч один одному. Сировина завантажується у бункер, завдяки нахилу рами плоди зміщуються уздовж валиків діаметром 17 мм, які обертаються з частотою 850 об/хв. Механізована обробка яблук передбачає їх очищення, розрізання на частинки і виймання серцевини плода.

Розглянемо будову машини (рис. 10.11) **Машина Vega Applicor 400 А** для видалення серцевини яблука може використовуватись самостійно або у складі виробничих ліній. Таке обладнання значно прискорює виробничий процес та економить людську працю на виробництвах, де необхідно переробляти яблука у великих кількостях.

Принцип роботи: оператор ставить яблуко у склянку, далі яблуко потрапляє під штовхач. Машину можна використовувати з

підключенням до повітряного компресора або електричного мотора. Машина *Vega Apl cor 400 A* видалення серцевини яблука підходить для малого та середнього виробництва.

Машини для видалення кісточок з плодів кісточкових можна поділити на дві групи: машини для вирізання (персиків, деяких сортів слив, та ін.) і машини для вибивання кісточок з плодів (вишня, черешня, деякі сливи та ін.).



*Рис. 10.11 Машина Vega Apl cor 800 A для нарізання яблук та видалення серцевини*

На рис. 10.12 показана кісточко-вибивна машина *AR-103*. Вона призначена для відділення кісточок вишень, слив та абрикос на заводах з переробки фруктів і овочів (перш за все, в холодильних установках і консервної промисловості). Ця машина відповідає найвищим стандартам за якістю продуктів, де особливо важливі стан і зовнішній вигляд фруктів, з яких видалені кісточки.

Кісточко-вибивна машина *AR-103*, в першу чергу, призначена для відділення кісточок свіжих фруктів, хоча відмінні результати досягаються і при видаленні кісточок із заморожених фруктів.





*Рис. 10.12 Кісточко-вибивна машина AR-103*

В цьому випадку, заморожені фрукти, повинні бути частково розморожені перед видаленням кісточок. Для досягнення найкращих результатів виробництва рекомендується провести деякі підготовчі роботи по переробці фруктів, а саме:

- ✚ усунення живців, листя, розчавлених та пошкоджених плодів;
- ✚ калібрування продукту для відбору дуже дрібних і дуже великих плодів.

На кісточко-вибивній машині **AR-103** забезпечена якісна і ефективна мийка та промивка під час роботи машини, за допомогою внутрішньої системи водопостачання та сопел. Таким чином проводиться миття як ножів і кісточковибивної системи, так і кісточковибивних панелей. Регулювання потоку води незалежна.

*Завдання для самостійної роботи:*

1. *Надати характеристику обладнанню для миття фруктової продукції.*
2. *Надати характеристику обладнанню для миття овочевої продукції.*
3. *Що називають інспекцією плодової та овочевої продукції?*
4. *Що називають сортуванням плодової та овочевої продукції?*

5. Яким чином відбувається сортування овочевої продукції?  
6. За допомогою яких машин відбувається сортування плодової продукції?

### **Практична робота № 11 Технологія зберігання плодів**

**Мета роботи:** ознайомитись з методами та технологією зберігання плодів.

#### **Теоретичні відомості**

Лежкість яблук, груш, айви пов'язана з їх здатністю післязбирального досягання. В більш ранніх за строками дозрівання сортів вона невисока, пізні можуть зберігатись до 8 міс. В нашій країні вирощуються яблука різних сортів, що ускладнює розробку єдиного комплексу збирання, технології зберігання, раціональне використання транспорту на зберігання і реалізацію.

Цей режим базується на зберіганні продукції за відносно низької температури (0...4°C) в газовому середовищі, збідненому киснем і збагаченому вуглекислим газом зі збільшеним або звичайним вмістом азоту. Принципова відмінність зберігання в цьому режимі полягає в тому, що, крім температури і відносної вологості повітря, тут контролюється третій фактор - склад атмосфери.

Окремі види і сорти плодів дуже відрізняються своєю реакцією на зміну газового складу атмосфери. Тому для кожного виду продукції газовий режим повинен бути вибраний з урахуванням сорту, його фізіологічного стану, передбаченої тривалості і умов зберігання (температури і вологості повітря). Залежно від співвідношення активних компонентів (вуглекислого газу і кисню) і азоту усі режими зміненого газового середовища поділяються на три типи: 1 - нормальна атмосфера; 2 - субнормальна атмосфера; 3 - субнормальна атмосфера з вмістом N<sub>2</sub> до 97 %, з малим вмістом O<sub>2</sub> (2...3 %), майже без CO<sub>2</sub> (до 0,5 %).

Процес зберігання в РГС можна поділити на п'ять періодів: підготовчий, охолодження, формування і стабілізацію складу середовища, зберігання і перед реалізаційний.

Технологія зберігання груш наближена до технології зберігання яблук, але має деякі особливості. При збиранні необхідна обережність, щоб не пошкодити тонку шкірочку груш, для цього збирання проводять в рукавичках. При укладанні в ящики кожний плід завертають в тонкий пергаментний папір. Плоди деяких сортів (Улюбленця Клапа, Вільямс, Лісова красуня, Бере Боск) добре зберігаються при температурі мінус 1° С. Перед реалізацією їх дозарюють 10-15 днів при температурі 15-20°С. Термін реалізації після дозарювання 3-4 доби. Температура зберігання груш – від мінус 1 до плюс 2° С, тривалість – 4-8 місяців. Груші добре зберігаються в РГС (%): CO<sub>2</sub> – 2-3, O<sub>2</sub> - 2-3, N<sub>2</sub> - 94-96. Відносна вологість повітря 90-95 %.

Вимоги до умов зберігання Найважливішими факторами, що обумовлюють успіх тривалого зберігання, є:

- ✓ **температурний режим;**
- ✓ **відносна вологість повітря;**
- ✓ **вентиляція;**
- ✓ **циркуляція повітря.**

Відносну вологість повітря під час зберігання плодів підтримують у межах 90 – 95 %. У сховищі повинні постійно відбуватися зміна та циркуляція повітря.

**Зберігання кісточкових плодів і ягід** Збереженість кісточкових залежить від ступеня їх стиглості. Виділяють три ступеня стиглості: збиральний; технічний; споживчий.

Збиральний ступінь стиглості – плоди набули характерного для сорту кольору, смаку і аромату. Технічна стиглість у кісточкових порід в основному збігається із збиральною. У стадії споживчої стиглості плоди набувають найбільш приємного смаку, аромату, консистенції м'якоти та кольору.

Для зберігання і транспортування на значні відстані плоди знімають з дерева з плодоніжками, без нанесення механічних травм, поміщують у плоскі кошики по 6-8 кг і в них транспортують до місця сортування та пакування.

Великі за розміром сливи, абрикоси, персики калібрують на: великі; середні; дрібні. Персики у звичайних холодильних камерах можуть зберігатись 3-4 тижні, а в РГС – 1,5 міс. Абрикоси за температури 1–2°C і відносній вологості повітря 85–90 % можна зберігати 10-20 днів, сливи за температури – 1°C в поліетиленових пакетах високого тиску з товщиною плівки 0,04-0,06 мм зберігаються протягом 2 міс. Перед закладанням слив проводять попереднє охолодження до температури 4–6°C протягом 12-20 год, а перед реалізацією підвищують температуру до 4–6°C і підтримують її протягом 2-3 днів.

**Зберігання плодів ягідних рослин.** В умовах неоохолоджуваних складів, магазинів ягоди можуть зберігатись 1-2 доби. Збереженість залежить від ступеня стиглості ягід.

**Для зберігання збирають:**

- ✚ **агрus** – у стадії споживчої стиглості;
- ✚ **чорну смородину і порічки** – у стадії збиральної стиглості, тобто коли ягоди стиглі, але міцно тримаються на гронах;
- ✚ **суниця** – за день до повної стиглості разом з чашечкою та частиною плодоніжки.

У стандартних ящиках місткістю 3-4 кг ягоди відправляють до холодильника в камеру попереднього охолодження, де вони проходять товарну доробку і попереднє охолодження за температури 4 - 6°C. За температури -1°C можна зберігати: чорну смородину – 30 діб; порічки – 40-45 діб; агрус – 20 діб; малину і суницю – 3-5 діб.

**Зберігання винограду.** Успіх зберігання та перевезення винограду значною мірою залежить від вибраного сорту. Найбільш транспортабельними є такі сорти столового винограду: Шабаш, Ташлі, Астма чорний, Католап зимовий, Німранг; Тайфі рожевий, Карабурну, Молдавський чорний, Агадаї.

Перед вивантаженням і відправленням у роздрібну мережу виноград повинен бути утеплений до температури 10–12°C для запобігання запотіванню, яке може призвести до розвитку мікроорганізмів.

**Зберігання плодів субтропічних і тропічних рослин.** Оптимальна температура та відносна вологість повітря при

зберіганні цитрусових з урахуванням їх виду та ступеня стиглості.

У камерах сховищ для бананів підтримують стабільну температуру 12–14 °С і відносну вологість повітря 85–90 %. При зберіганні в РГС вміст O<sub>2</sub> становить 1 %, CO<sub>2</sub> – 7 %, N – 92 %. Штучне дозарювання проводять за температури не менше 18 °С, відносній вологості повітря 95 % з концентрацією етилену 1:1000. Ананаси зберігають за температури 8 °С і відносній вологості повітря 85–90 %. Чим вища температура, тим швидше проходять процеси дозрівання.

Плоди манго зберігають протягом місяця за температури 5 °С і відносній вологості повітря 85–90 %. Газовий склад повинен бути такими 2 % O<sub>2</sub>, 98 % N або 5–8 % O<sub>2</sub>, 4–5 % CO<sub>2</sub>, решта – азот.

Плоди авокадо перевозять і зберігають три тижні за температури 5–7 °С і відносній вологості повітря 85–95 %. У РГС при вмісті O<sub>2</sub> 6 %, CO<sub>2</sub> 10 % за температури 7 °С плоди можуть зберігатися 1,5 міс. Плоди папаї зберігають за температури 10 °С 2–3 тижні, мангустана – за температури 11–13 °С до 2 міс., рамбутана – за температури 0,5–2 °С протягом 5–6 тижнів.

***Завдання для самостійної роботи:***

- 1. Які особливості зберігання яблук і груш, як об'єктів зберігання?***
- 2. Який режим зберігання яблук?***
- 3. Що ускладнює технологію зберігання яблук в нашій країні?***
- 4. Яку товарну обробку рекомендується проводити перед закладанням на зберігання яблук?***
- 5. Чим характерне зберігання в холодильниках з РГС***
- 6. Якими методами можна визначати строки збирання плодів? Назвіть їх переваги і недоліки***
- 7. Дайте характеристику способів тривалого зберігання зерняткових і кісточкових плодів та винограду.***
- 8. Назвіть оптимальні температурно-вологісні та газові режими зберігання плодів, винограду та ягід.***

## ***Практична робота № 12 Зберігання плодів та овочів у модифікованому газовому середовищі (МГС) і за допомогою газо-селективних термо-дифузійних пристроїв (ГСТУ).***

**Мета роботи:** ознайомитись з методами та технологіями зберігання плодів та овочів в умовах модифікованого газового середовища та ГСТУ.

### ***Теоретичні відомості***

Зберігання в умовах модифікованих і регульованих газових середовищ можна розглядати як варіанти зберігання зі штучним охолодженням, що дозволяє в ще більшій мірі загальмувати в плодах й овочах життєві процеси.

Цей спосіб оснований на зберіганні плодоовочевої продукції при відносно низькій температурі (0-4° С) у газовому середовищі з підвищеним вмістом діоксиду вуглецю й зниженим вмістом кисню, що створюється біологічним шляхом за рахунок процесів дихання продуктів, які поміщають у полімерні упаковки.

При зберіганні плодоовочевої продукції в МГС реалізується принцип локального кондиціонування повітря. Іншими словами, всередині упаковки із селективного плівкового матеріалу створюється мікроклімат, обумовлений біофізичними властивостями продукту (теплотою дихання і його випарною здатністю), що не залежить від вологості повітря в холодильній камері.

Для цього продукцію поміщають у контейнер, упаковують у поліетиленову плівку високого тиску й низької щільності марки «С» (харчова). Ця плівка не чинить шкідливого впливу на якість продукту при контакті з нею. Достатня прозорість дозволяє контролювати якість плодів та овочів без розкриття упаковки. Плівка добре дезінфікується й може бути багаторазово використана. Відмінна риса поліетилену в тому, що він має вибірну газопроникність.

Склад МГС у поліетиленових упаковках залежить також від виду й помологічного сорту продукту, його якості й фізіологічного стану, від температури навколишнього

середовища. Чим вище температура, тим інтенсивніше дихання плодів та овочів, отже, швидше відбувається формування газового складу в упаковці.

У період зберігання важливо не допускати більших перепадів температури, щоб уникнути конденсації вологи, що випаровується як на поверхні продукту, так і на внутрішніх стінках, оскільки присутність в упаковці краплинної вологи сприяє розвитку фітопатогенних захворювань рослинних продуктів.

Зберігання плодів та овочів у МГС характеризується значними перевагами. Наприклад, для зниження втрат сировини немає необхідності спорудження спеціальних герметизованих камер, не потрібно й дороге устаткування для створення газового середовища. Спосіб мало енергоємний і простий у застосуванні.

*До недоліків зберігання в МГС відносять:*

- ✓ *неможливість незалежного регулювання концентрації  $O_2$  і  $CO_2$ ;*
- ✓ *більш тривалий, ніж при РГС, вихід на заданий газовий склад в упаковці;*
- ✓ *низька продуктивність праці при закладці продукції на зберігання.*

Для підтримки газового складу в упаковці його виготовляють із поліетилену товщиною 120-200 мкм, практично непроникного для газів, і обладнують мембранами з полімерних селективно-проникних матеріалів. Селективно-проникний матеріал являє собою тонку плівку із сілоксанової гуми, нанесену на основу для більшої міцності.

Зберігання плодів та овочів у пливчастих контейнерах з газообмінним вікном місткістю 500 кг полягає в наступному. Плоди, упаковані в стандартні ящики або дерев'яні контейнери, установлюють у розкладений на стандартному піддоні великий м'який контейнер з міцної поліетиленової плівки товщиною 120-200 мкм. У бічну поверхню м'якого контейнера герметично вмонтований газообмінний пристрій, що має вікно з мембраною. Після герметизації м'якого контейнера (його верх щільно зав'язують) обмін із зовнішнім середовищем у продуктів іде

тільки через силіконове вікно, тому що поліетилен зазначеної товщини практично непроникний для газів.



*Рис. 12. 1 Ящики у м'яких поліетиленових пакетах.*

Характерно, що в умовах МГС груші досягають набагато повільніше, ніж яблука. Для того, щоб вони набули споживчої стиглості, необхідно розгерметизувати упаковку й витримати плоди у звичайній атмосфері при кімнатній температурі не менше 5-7 днів.

Незважаючи на цілу низку переваг, зберігання соковитих рослинних продуктів у пливчастих контейнерах з газоселективними мембранами не знайшло широкого поширення, насамперед, у зв'язку із:

- ✚ *складною технологією виготовлення;*
- ✚ *складністю упаковки контейнерів із продуктом (тому що продукт повинен бути попередньо охолоджений);*
- ✚ *тривалий період (не менше 14 днів) виходу на заданий газовий режим;*
- ✚ *щоб уникнути механічних ушкоджень, м'які контейнери-мішки (не більше 3 контейнери у висоту) встановлюють у камері на деякій відстані один від іншого, при цьому не ефективно використовується об'єм сховища;*
- ✚ *дифузійне вікно із силіконово-каучукового матеріалу може механічно ушкоджуватися;*
- ✚ *при повторному використанні контейнерів важко створювати всередині них оптимальний режим*



*атмосфери, всупереч даним технічної документації, згідно яким вони можуть служити не менш трьох років.*

Недоліком цього варіанту є необхідність повторної переупаковки продукції в місцях закладки на зберігання.

*Завдання для самостійної роботи.*

- 1. Охарактеризувати процеси зберігання плодів ягідних рослин.*
- 2. Надати роз'яснення принципу локального кондиціонування повітря*
- 3. Як можна розглядати зберігання в умовах модифікованих і регульованих газових середовищ?*
- 4. Який склад МГС у поліетиленових пакетах з овочами?*
- 5. Який склад МГС у поліетиленових пакетах з плодовими культурами?*
- 6. Особливості зберігання плодових культур у сховищах з МГС.*
- 7. Особливості зберігання плодових культур та фруктів у сховищах з МГС.*

*Список використаних джерел*

1. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв : навч. посіб. / за ред. О. В. Дацишина. Вінниця : Нова Книга, 2008. 488 с.
2. Сенчук М. М., Демещук В. А. Насіннеочисні машини : навчально-методичний посібник для самостійної роботи та лабораторно-практичних занять за кредитно-модульною системою навчання студентів агробіотехнологічного факультету. Біла Церква, 2015. 195 с.
3. Обладнання складів для зберігання плодоовочевої та м'ясомолочної продукції : навч. посіб. / К.О. Самойчук та ін. Мелітополь : Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2019. 185 с.
4. Пузік Л. М., Пузік В. К., Рожков А. О. Технологія переробки продукції рослинництва : навч. посіб. Харк. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. Харків, 2015. 496 с.

5. Пузік Л. М., Пузік В. К. Технологія зберігання і переробки зерна. Х. : Точка, 2013. 311 с.
6. АгроВектор URL: <https://agrovektor.com/ua> (дата звернення: 10.01.2023).
7. АгроВектор URL: <https://agrovektor.com/ua/category/> (дата звернення: 15.01.2023).
8. Мийно-струсувальна машина UNIMATIK URL: <https://agrobiz.net/www-orhey-net-1667400.html> (дата звернення: 20.01.2023).
9. Український проект бізнес-розвитку плодоовочівництва URL: <https://techno.uhbdp.org/ua/catalog/> (дата звернення: 23.01.2023).
10. Компанія «VegaSystems» URL: <https://vegasystems.com.ua/product/> (дата звернення: 23.01.2023).
11. Машини для видалення кісточок URL: <https://www.ar-tech.com.ua/> (дата звернення: 27.01.2023).

## Додатки

**Таблиця 1.**  
**Розмір мінімальної подачі повітря та максимальної висоти насипу при вентилюванні зерна різної вологості**

Насіння та зерно культури	Вологість зерна, %	Питома подача повітря, м <sup>3</sup> /(т·год)	Висота насипу, м
Пшениці, жита, ячменю, вівса, кукурудзи	16	30	3,5
	18	40	2,5
	20	60	2,0
	22	80	2,0
Соняшнику	16	30	3,7
	18	40	2,5
	20	60	2,0
	22	80	2,0

Продовження таблиці 1				
Проса	16	30		2,0
	18	40		2,0
	20	60		1,8
	22	80		1,6
Кукурудзи (в качанах)	18	30		3,5
	20	40		3,0
	25	45		2,5
	30	50		2,2
	35	55		1,8
	40	60		1,5

Продовження таблиці 1			
Сої	15	160	
	16	190	
	17	220	
	18	300	
	19	360	
	20	345	
	До 18	600	2,0
	20	700	1,7
	22	800	1,5
Рису	24	1000	1,5

Таблиця 2.

## Основні технічні характеристики відцентрованих вентиляторів

Вентилятор	Максимальна продуктивність, м <sup>3</sup> /год	Загальний тиск, Н/м <sup>2</sup>	Потужність електродвигуна, кВт
Серія, номер			
ЭВР №4	8750	1100	4,5
ВР № 6	19000	1200	10,0
Ц6-46 № 5	8500	1160	4,5
Ц6-46 № 7	15500	1000	7,0
Ц9-55 № 4	8800	1050	4,5
Ц9-55 № 6	20000	1050	10,0
Ц9-55 №8	36000	1050	20,0
Ц13-50 № 4	12000	1200	7,0
Ц13-50 № 5	15000	900	7,0

Продовження таблиці 2				
Ц6-45 № 5	7250	1100	4,5	
Ц6-45 № 8	20000	1220	14,0	
Ц9-57 № 4	8750	1050	4,5	
Ц9-57 № 6	19750	1030	10,0	
Ц9-57 № 8	35000	1050	20,0	
Ц4-70 № 5	9000	900	2,8	
Ц4-70 № 8	23000	1020	7,0	
Ц4-70 № 12	60000	1800	20,0	

Таблиця 3.

## Техніко-економічна характеристика зерно- і насіннесховищ

Тип	Місткість, т	Площа забудови, м <sup>2</sup>	Характеристика
Насіннесховище	1300	1238	Одноповерхове, із збірною залізобетону, зберігання в засіках чи тарі, є відділення для програвування та зберігання програвленого насіння
Насіннесховище	2300	1888	Оснащене верхньою та нижньою галереями, активне вентильовання засіків. Продуктивність приймання 20 т/год
Насіннесховище	1000	760	Конструктивно подібне до попереднього, не має відділення для програвування
Насіннесховище	2000	1408	Те саме



Продовження таблиці 3				
Насіннесховище	500	583	Має роботу башту для приймання, зважування, протравлювання, загарювання, верхній та нижній конвеєри, активне вентилування, приймає 20 т/год., програвлює 10 т/год, фундаменти бутобетоні, підлога асфальтована, стіни та балки дерев'яні, для заскочового зберігання Фундаменти 1 приміщення із збірного залізобетону, перегородки цегляні, підлога асфальтобетонна	
Насіннесховище	1000	918		
Насіннесховище	1500	1313		
Насіннесховище	2000	1583		
Насіннесховище	500	577		
Насіннесховище	1000	906		
Насіннесховище	1500	1233		
Насіннесховище	2000	1563		
Насіннесховище	500	490	Те саме	
Насіннесховище	1000	819	Те саме	
Насіннесховище	1500	1148	Те саме	
Насіннесховище	2000	1477	Те саме	

Продовження таблиці 3			
Механізований зерносклад	5000	794	Одноповерховий склад для продовольчого та кормового зерна з 4 секцій по 1250 т, має вентиляцію, колони, балки, перекриття залізобетонні, стіни й перегородки цегляні. Продуктивність приймання 50 т/год
Насіннесховище	1500	794	Має металеві бункери (44 шт.), відділення для протравлювання, затарювання, зберігання в штабелях 150 т насіння. Повністю механізоване. Приймає 10 т/год. Фундаменти, колони та балки із залізобетону, стіни й перегородки цегляні, підлоги бетонні, покриття із шиферу
Зерносклад типу бункерного	3600	473	Фундаменти, каркас підсилюючого поверху, покриття із збирного залізобетону, підлога асфальтобетонна. У вигляді бункерів 12 м.

Таблиця 4.

Обмежувально-контрольні норми природних втрат при зберіганні зерна, %

Зерно (насінне) і продукти його переробки	Строк зберігання	На складах		В елеваторах	На пристосованих для зберігання майданчиках
		наспом	у тару		
Пшениці, жита, ячменю, полби	До 3 міс	0,07	0,04	0,05	0,12
	До 6 міс.	0,09	0,06	0,07	0,16
	До 1 року	0,12	0,09	0,10	–
Вівса	До 3 міс.	0,09	0,05	0,06	0,15
	До 6 міс.	0,13	0,07	0,08	0,20
	До 1 року	0,17	0,09	0,12	–
Гречки, рису (необрушеного)	До 3 міс.	0,08	0,05	0,06	–
	До 6 міс.	0,11	0,07	0,08	–
	До 1 року	0,15	0,10	0,12	–
Проса, чумизи, сорго	До 3 міс.	0,11	0,06	0,07	0,14
	До 6 міс.	0,15	0,08	0,09	0,19
	До 1 року	0,19	0,10	0,14	–

Продовження таблиці 4							
Кукурудзи	До 3 міс.	0,13	0,07	0,08	0,18		
	До 6 міс.	0,17	0,10	0,12	0,22		
	До 1 року	0,21	0,13	0,16	–		
Кукурудзи в качанах	До 3 міс.	0,25	–	–	0,45		
	До 6 міс.	0,30	–	–	0,55		
	До 1 року	0,45	–	–	0,70		
Гороху, сочевниці, бобів, квасолі, вики, сої	До 3 міс.	0,07	0,04	0,05	–		
	До 6 міс.	0,06	0,06	0,07	–		
	До 1 року	0,12	0,08	0,10	–		
Соняшнику	До 3 міс.	0,20	0,12	0,14	0,24		
	До 6 міс.	0,25	0,15	0,18	0,30		
	До 1 року	0,30	0,20	0,23	–		
Інших олійних культур	До 3 міс.	0,10	0,08	–	–		
	До 6 міс.	0,13	0,11	–	–		
	До 1 року	0,17	0,14	–	–		

Продовження таблиці 4					
Крупа, в т. ч. рисова	До 3 міс.		0,04	-	-
	До 6 міс.	-	0,06	-	-
Борошно	До 1, року	-	0,09	-	-
	До 3 міс.	-	0,05	-	-
	До 6 міс.	-	0,07	-	-
Висівки і мучка	До 1, року	-	0,10	-	-
	До 3 міс.	0,20	0,12	-	-
	До 6 міс.	0,25	0,16	-	-
	До 1 року	0,35	0,20	-	-

Таблиця 5

## Основні показники плодочовчої продукції, як об'єкта зберігання (за С.П. Широковим)

Продукція	Температура, °С	Вологість, %	Тепловиділення за добу, кДж/т	Теплоємність, кДж/т	Питома теплоємність, кДж/(кг·°С)	Середнє вологовмілення, г/(г·добу)	Маса 1 м <sup>3</sup> , кг	Приблизна кількість насінників, шт./м <sup>3</sup>
Картопля	Від +2 до +5	85-95	1381-1464	3556	0,85	250-300	650-700	-
Капуста	Від -1 до 0 (продовольча), від +1 до +2 (насінна)	90-97	2092-2510	4197	2	400-600	400-500	120-200
Морква	Від 0 до +2	90-95	1674-1883	3891	1,25	350-400	550-600 насипом 400-420 перешарована піском	7000-10000
Буряки	Від 0 до +2	90-95	1464-1674	3807	1,25	300-500	580-600	2000-2500
Цвбуля-ріпка	Від 0 до -3	70-80	837-1255	3765	0,95	200-250	550-600	16000

Продовження таблиці 5									
Цябуля- матка	Від +2 до +10	70-80	1046-1255	3640	0,4	-	-	-	-
Яблука	Від -1 до +1	85-95	1255-1464	3598	1,2	-	-	-	-
Груші	Від 0 до +2	85-90	1255-1464	3598	1,2	-	-	-	-
Виноград	Від 0 до +1	85-90	837-1255	3556	1,75	-	-	-	-

Таблиця 6

*Температурно-часові характеристики зберігання плодів і овочів*

Продукція	Розрахункова зимова температура району зберігання								
	$t_{p2} = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$			$t_{p3} = -30\text{ }^{\circ}\text{C}$			$t_{p1} = -40\text{ }^{\circ}\text{C}$		
	$t_{лч},\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t_{кц},\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t_{пов},\text{ діб}$	$t_{лч},\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t_{кц},\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t_{пов},\text{ діб}$	$t_{лч},\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t_{кц},\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t_{пов},\text{ діб}$
Картопля	20	4	42	15	4	32	15	4	31
Коренеплоди	15	0	16	10	0	16	10	0	16
Капуста	15	0	16	10	0	16	10	0	17
Яблука:									
- літні	25	0	15	20	0	20	20	0	15
- осінні	22	0	15	18	0	18	18	0	15
- зимові	20	0	15	15	0	15	15	0	15

Таблиця 7

*Основні теплофізичні характеристики продуктів*

Продукт	Щільність, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Питома теплоємність, $c$ , кДж/(кг·К)	Теплота дихання, $q_0$ , Вт/г	Температурний коефіцієнт дихання, $v$ , 1/°C
Картопля	1080	3,56	10,0	0,0617
Капуста	730	4,1	14,5	0,0778
Буряк	1050	3,83	19,6	0,0717
Морква	1040	3,73	13,5	0,1319
Яблука	860	3,77	12,1	0,0932



Таблиця 8

*Характеристика осьових вентиляторів для овочесховищ*

Марка	Продуктивність, м³/год при тиску			Потужність, кВт	Маса, кг
	100Па	150 Па	200 Па		
ASP-800-2,2	27000	24800	22320	2,2	62
ASP-800-3,0	30240	28080	25920	3,0	62
ASP-800-4,0	34300	32040	29520	4,0	71
ASP-900-2,2	29340	26630	24120	2,2	71
ASP-900-3,0	33840	31320	28800	3,0	71
ASP-900-4,0	39240	36720	34200	4,0	71
ASP-900-5,5	44280	42300	39600	5,5	62
AFM-800.8.30	27000	24800	22320	2,2	62
AFM-800.8.34	30240	28060	25920	3,0	62
AFM-800.10.37	34200	32040	29520	4,0	71
AFM-900.8.27	33840	31320	28800	2,2	71
AFM-900.8.31	39240	36720	34200	3,0	71