

**Подпратов Г.І., Цвіговський Г.К., Таргоня В.С.,  
Лешшак О.В., Драгнєв С.В.**

# **СПОСОБИ ТА ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДОВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ**

Навчальний посібник

Рекомендовано вченою радою  
Національного університету біоресурсів  
і природокористування України  
як навчальний посібник для студентів  
вищих навчальних закладів  
(протокол №10 від 27.05.2015р.)

**Київ – 2015**

УДК 631.563:634.1 + 635  
ББК 41.486я73  
С73

Рекомендовано вченою радою Національного  
університету біоресурсів і  
природокористування України  
як навчальний посібник для студентів  
вищих навчальних закладів  
(протокол №10 від 27.05.2015р.)

**Рецензенти:** завідувач кафедри землеробства та гербології НУБіП України,  
доктор с.-г. наук, професор, член – кореспондент НААН України  
**Танчик С.П.**  
Заступник Академіка – секретаря відділення аграрної  
економіки і продовольства апарату Президії НААН України,  
доктор с.-г. наук, професор, член – кореспондент НААН України  
**Хареба В.В.**  
Завідувач відділу наукової координації та розробки методик  
Українського інституту експертизи сортів рослин, к. с.-г. наук  
**Лещук Н.В.**

**С73 СПОСОБИ ТА ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБЕРІГАННЯ  
ПЛОДООВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ :** навч. посіб. / Г.І. Подпрятюв, Г.К. Цвіговський,  
В.С. Таргоня, О.В. Лешишак, С.В. Драгнєв. – К.: ЦП «Компринт», 2015, – 199 с.  
ISBN 978-617-7202-85-0

У навчальному посібнику узагальнено матеріали різних авторів і власні дослідження в галузі зберігання плодовоовочевої та іншої рослинної продукції у свіжому вигляді та за допомогою різних технологічних прийомів, які забезпечують тривале збереження її якості та товарного вигляду, що відповідає тематичному напрямку Шостої рамкової програми Європейського союзу «Якість і безпека продуктів харчування».

Навчальний посібник призначений для студентів вищих навчальних закладів освіти 3-4 рівнів акредитації, які навчаються за освітньо-професійним напрямом підготовки «Агрономія» зі спеціальностей «Агрономія» 8.130102, «Плодоовочівництво і виноградарство», 8.130103, «Агрохімія і ґрунтознавство» 8.130101, «Селекція і генетика сільськогосподарських культур» 8.130108.

Навчальний посібник може бути корисним для студентів вищих навчальних закладів, що навчаються за фахом «Технологія зберігання й консервування плодів та овочів», «Холодильні машини й установки» та ін., а також для інженерно-технологічних працівників і фахівців, що працюють в галузі зберігання й транспортування плодовоовочевих вантажів.

УДК 631.563:634.1 + 635  
ББК 41.486я73

ISBN 978-617-7202-85-0

©Подпрятюв Г.І., Цвіговський Г.К., Таргоня В.С.,  
Лешишак О.В., Драгнєв С.В., 2015

	ЗМІСТ	Стор
	Перелік умовних позначень.....	7
	Реферат.....	10
	Вступ.....	11
<b>1</b>	<b>Умови, що визначають тривале зберігання плодоовочевої та іншої рослинної продукції.....</b>	<b>13</b>
1.1	Підготовка приміщень і приладів контролю перед завантаженням.....	13
1.2	Фактори, що впливають на якість продуктів при зберіганні.....	13
1.3	Лежкість та хвороби плодів та овочів при зберіганні.....	14
1.3.1	Основні показники лежкості рослинної продукції при зберіганні.....	14
1.3.2	Можливі хвороби плодів при зберіганні.....	21
1.4	Підготовка плодоовочевої продукції до зберігання й вплив тари на її збереження.....	24
1.4.1	Вплив тари на схоронність плодів, овочів і картоплі.....	24
1.5	Способи зберігання плодоовочевої продукції і їхні особливості.....	27
1.5.1	Зберігання картоплі за допомогою інгібіторів.....	27
1.5.2	Використання вермикуліту як пакувального матеріалу.....	28
1.5.3	Фумігація сховищ плодоягідної продукції.....	30
1.5.4	Вплив різних газових сумішей на гриби.....	31
1.5.5	Особливості зберігання цитрусових, бананів та інших тропічних плодів.....	31
<b>2</b>	<b>Зберігання без механічного охолодження.....</b>	<b>33</b>
2.1	Тимчасові сховища і їхні типи .....	33
2.1.1	Зберігання буряка, ріпи, брукви, редьки, хрону, пастернаку, селери й петрушки.....	37
2.1.2	Засіки й лабази сховищ для овочів картоплі й інших коренеплодів.....	38
2.2	Зберігання плодів та овочів за допомогою сушіння.....	41
2.2.1.	Особливості процесу виробництва сушених плодів й овочів.....	42
2.2.2	Способи сушіння плодів й овочів.....	43
2.2.3	Виробники устаткування для виробництва сухих продуктів.....	47
2.2.4	Зберігання сушених плодів та овочів.....	47
<b>3</b>	<b>Зберігання з механічним охолодженням.....</b>	<b>48</b>
3.1	Особливості зберігання плодів та овочів в охолоджувальних камерах.....	48
3.2	Способи охолодження.....	49
3.3	Попереднє охолодження.....	49
3.4	Гідроохолодження .....	52
3.5	Зберігання з охолодженням і вакуумуванням, гіпобаричні умови зберігання...	53
3.6	Особливості системи повітряного охолодження камер для зберігання фруктів та овочів.....	53
3.7	Способи вентиляції штабеля продуктів при їхньому зберіганні.....	54
<b>4</b>	<b>Холодильна камера з двоконтурною системою вентиляції та використанням зовнішнього холодного повітря.....</b>	<b>57</b>
4.1	Визначення можливості застосування природного холоду в різних кліматичних зонах України.....	57
4.2	Конструктивні особливості та переваги двоконтурного охолодження в умовах України.....	62
4.3	Особливість організації повітряних потоків у камері з двоконтурною вентиляцією.....	63
4.3.1	Процеси тепловологісної обробки повітря в камері.....	65
4.4	Методика проектування камер-модулів з двоконтурною вентиляцією.....	66
4.4.1	Конструкція камери модуля.....	66
4.4.2	Обґрунтування вантажного об'єму камери.....	68

4.4.3	Вибір і розрахунок системи вентиляції й повітророзподілення.....	69
4.4.4	Розрахунок площі динамічної ізоляції.....	70
4.4.5	Методи розрахунку продуктивності вентилятора зовнішнього повітря.....	71
4.5	Методика і розрахунки теплових навантажень на холодильну установку.....	72
4.5.1	Вихідні дані для розрахунків теплоприпливів в камеру .....	74
4.5.2	Теплоприпливи крізь огороження .....	74
4.5.3	Теплоприпливи від охолодження продуктів. ....	75
4.5.4	Теплоприпливи від охолодження тари .....	76
4.5.5	Теплоприпливи від дихання продуктів.....	76
4.5.6	Теплоприпливи із зовнішнім повітрям при вентиляції камери.....	77
4.5.7	Розрахунки експлуатаційних теплоприпливів .....	78
4.5.8	Сумарні теплоприпливи у камеру.....	79
4.5.9	Спрощені розрахунки теплових навантажень.....	81
4.5.10	Ефективність вентилявання камери зовнішнім повітрям при перехідних температурах .....	82
4.6	Використання двох джерел холоду для зниження вологості у камері .....	82
4.6.1	Зниження вологості повітря у камері за допомогою холодильної машини.....	82
4.6.2	Зниження вологості повітря у камері за допомогою зовнішнього повітря.....	83
4.7	Визначення продуктивності і типу холодильної машини .....	83
4.8	Вибір продуктивності і типу вентилятора зовнішнього повітря.....	84
4.9	Система автоматичного керування та підтримання заданих температурних та вологісних параметрів повітря у камері.....	85
4.9.1	Робота системи підтримання температурних і вологісних параметрів повітря у камері у теплу пору року. ....	85
4.9.2	Робота системи підтримання температурних і вологісних параметрів повітря у камері у холодний період року. ....	86
4.10	Переваги двоконтурного охолодження з використанням динамічної ізоляції....	87
<b>5</b>	<b>Зберігання заморожених плодів та овочів.....</b>	<b>88</b>
5.1	Особливості заморожування плодів та овочів.....	88
5.2	Переваги шокової заморозки.....	89
5.3	Устаткування для шокової заморозки.....	90
5.3.1	Заморожування продуктів у псевдоскрапленому шарі.....	90
5.3.2	Параметри критичного режиму у флюїдизаційних апаратах.....	91
5.3.3	Теоретичні й експериментальні дослідження псевдоскрапленого шару.....	91
5.3.4	Конструкція флюїдизаційних апаратів.....	95
5.3.5	Заморожування в рідкому азоті.....	96
<b>6</b>	<b>Особливості зберігання плодів та овочів у зміненому газовому середовищі.....</b>	<b>99</b>
6.1	Зберігання плодів та овочів у модифікованому газовому середовищі (МГС) і за допомогою газо-селективних термодифузійних пристроїв (ГСТУ).....	102
6.2	Xtend - технологія при зберіганні в МГС.....	105
6.3	Зберігання плодів та овочів у регульованому газовому середовищі (РГС).....	106
6.4	Техніка забезпечення РГС та її особливості.....	112
6.5	Особливості устаткування пересувних фруктосховищ.....	116
6.6	Способи зовнішньої регенерації газового середовища.....	117
6.7	Зберігання плодів та овочів по системі УНК.....	119
6.8	Генератори азоту на основі мембранних систем.....	120
6.9	Перевірка камери на герметичність.....	121
6.10	Техніка безпеки при роботі в камері з регульованим газовим середовищем.....	122
6.11	Економічна ефективність зберігання плодів та овочів у зміненому газовому середовищі.....	123
<b>7</b>	<b>Зберігання плодів та овочів із застосуванням різних факторів інгібування мікробіологічних і фізіологічних процесів.....</b>	<b>125</b>

7.1	Використання антисептиків.....	125
7.2	Технологія зберігання плодів та овочів із застосуванням хімічних речовин.....	125
7.3	Використання препаратів кальцію.....	125
7.4	Застосування метабісульфіту калію .....	126
7.5	Використання синтетичних антисептиків.....	127
7.6	Обробка продуктів різними захисними складами.....	127
7.7	Застосування препарату «Фітомаг» при зберіганні продуктів рослинництва....	128
7.8	Обробка плодів фунгіцидами.....	129
7.9	Крейдування коренеплодів з пониженням тиску.....	130
<b>8</b>	<b>Використання мікробіопрепаратів при зберіганні рослинної продукції...</b>	<b>133</b>
8.1	Основні збудники захворювань плодів та овочів, проти яких доцільно застосовувати мікробіопрепарати.....	133
8.2	Особливості зберігання плодів та овочів із застосуванням мікробіопрепаратів.	134
8.3	Препарати з вищих рослин, що використовують для зберігання продуктів.....	136
<b>9</b>	<b>Використання різних видів опромінення та генної модифікації при зберіганні плодів та овочів.....</b>	<b>138</b>
9.1	Використання різних видів опромінення при зберіганні плодів та овочів.....	138
9.1.1	Використання ультрафіолетового випромінювання й озонування.....	138
9.1.2	Використання іонізуючого випромінювання.....	140
9.1.3	Недоліки використання ультрафіолетового й радіаційного опромінення.....	141
9.2	Переваги й недоліки зберігання генетично модифікованих організмів.....	142
<b>10</b>	<b>Транспортування та зберігання тропічних плодів.....</b>	<b>144</b>
10.1	Популярність тропічних плодів в Україні.....	144
10.2	Біолого-технологічні особливості тропічних плодів і способи їхнього зберігання .....	145
10.3	Особливості зберігання цитрусових плодів, бананів і гранатів.....	147
10.3	Транспортування тропічних плодів морським транспортом.....	147
10.3.1	Перевезення плодів у трюмах без охолодження.....	150
10.3.2	Умови приймання й транспортування вантажу рефрижераторним транспортом.....	150
10.3.3	Перевезення в рефконтейнерах .....	152
10.4	Умови й особливості зберігання тропічних плодів в умовах берега.....	153
<b>11</b>	<b>Вимоги до безпечного використання холодильних машин.....</b>	<b>157</b>
11.1	Вимоги безпеки перед початком роботи.....	157
11.2	Вимоги безпеки під час роботи.....	157
11.3	Вимоги безпеки після закінчення роботи.....	158
11.4	Вимоги безпеки у аварійних ситуаціях.....	158
11.5	Перша медична допомога.....	158
<b>12</b>	<b>Методика техніко-економічних розрахунків камер зберігання плодовоовочевої та іншої соковитої продукції рослинництва.....</b>	<b>160</b>
12.1	Загальні положення.....	160
12.2	Розрахунки капітальних вкладень.....	161
12.3	Розрахунки експлуатаційних витрат і собівартості виробництва холоду.....	162
12.3.1	Розрахунок цехових експлуатаційних витрат.....	164
12.3.2	Розрахунок собівартості одиниці холоду.....	164
12.3.3	Експлуатаційні витрати по підприємству.....	164
12.4	Економічний ефект за розрахунковий період.....	166
12.5	Врахування факторів маркетингового середовища холодильних камер зберігання....	168
12.6	Розрахунок річного економічного ефекту.....	169
12.7	Розрахунок порівняльного економічного ефекту.....	170
12.8	Основні техніко-економічні показники проекту.....	171
	<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>172</b>

Список літератури.....	176
ДОДАТКИ.....	
Додаток А-1 і А-2. Номограми для визначення маси зовнішнього повітря і продуктивності вентилятора.....	
Додаток Б. Алгоритм розрахунків теплових навантажень на компресор.....	
Додаток В. Принципова схема керування двома системами охолодження камери-модуля.....	
Додатки Г-1 і Г-2 Характеристики каналних вентиляторів зовнішнього повітря	
СК.....	
Додаток Д-1 і Д-2 . Принципові схеми автоматичного керування охолоджувальними системами.....	

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- $V_{ван}$  – вантажний об'єм камери,  $м^3$ ;
- $V_{буд}$  – будівельний об'єм камери (внутрішній)  $м^3$ ;
- $F_{буд}$  – будівельна площа камери (внутрішня)  $м^2$ ;
- $F_{ван}$  – вантажна площа камери,  $м^2$ ;
- $h'_{вант}$  – вантажна висота штабелю,  $м$ ;
- $h''_{вант}$  – вантажна висота камери,  $м$ ;
- $G_{вант}$  – маса умовного вантажу,  $т$ ;
- $K_{ог}$  – коефіцієнт теплопередачі огорожень,  $Вт/(м^2 \cdot К)$ ;
- $\alpha''_{зов}$  – коефіцієнт тепловіддачі з боку зовнішньої поверхні,  $кДж/(м^2 \cdot К)$ ;
- $\delta_{изол}$  – товщина ізоляційного матеріалу,  $м$ ;
- $\lambda_{изол}$  – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності ізоляційного матеріалу,  $кДж/(м \cdot К)$ ;
- $\delta_{лиц}$  – товщина лицевального матеріалу,  $м$ ;
- $\alpha_{лиц}$  – коефіцієнт тепловіддачі лицевального матеріалу,  $кДж/(м^2 \cdot К)$ ;
- $t_{зовн}$  – температура зовнішнього повітря,  $^{\circ}С$ ;
- $\Sigma F_{зов}$  – сумарна площа зовнішніх огорожень камери,  $м^2$ ;
- $Q_0$  – загальні теплоприпливи до камери,  $Вт$ ;
- $Q_1$  – теплоприпливи крізь огороження (зовнішні),  $Вт$ ;
- $Q_2$  – теплоприпливи від охолодження продуктів,  $Вт$ ;
- $G_k$  – маса продукту при повному завантаженні,  $т$ ;
- $C$  – питома теплоємність продукту,  $кДж/(кг \cdot К)$ ;
- $Q_{2T}$  – теплоприпливи від охолодження тари,  $Вт$ ;
- $Q_{2T\text{ норм}}$  – нормативні теплоприпливи від охолодження тари,  $Вт$ ;
- $Q_3$  – теплоприпливи при вентиляції камери,  $Вт$ ;
- $C_T$  – питома теплоємність тари,  $кДж/(кг \cdot К)$ ;
- $t_1$  – початкова температура тари,  $^{\circ}С$ ;
- $t_k$  – температура камери,  $^{\circ}С$ ;
- $\varphi_{кам}$  – відносна вологість повітря камери, %;
- $N_{нагр}$  – потужність нагрівачів,  $Вт$ ;
- $\alpha_v$  – кратність вентиляції,  $1/добу$ ;
- $\alpha_{max}$  – максимальна кратність вентиляції,  $1/добу$ ;
- $\alpha_{сер}$  – середня кратність вентиляції,  $1/добу$ ;
- $\tau_v$  – час вентиляції,  $год.$ ;
- $\rho_n$  – щільність повітря за температурою камери,  $кг/м^3$ ;
- $h_n$  – ентальпія повітря за температурою зовні камери ( $t_{нов}$ ),  $кДж/(кг \cdot К)$ ;
- $h_r$  – ентальпія повітря за температурою камери ( $t_k$ ),  $кДж/(кг \cdot К)$ ;
- $Q'_4$  – теплоприпливи від освітлювання камери,  $Вт$ ;

$Q_4''$  – теплоприпливи від електродвигунів вентиляторів повітроохолоджувачів,  $Вт$ ;  
 $N_c$  – потужність електродвигуна вентилятора,  $Вт$ ;  
 $j_{одн.}$  – коефіцієнт одночасної роботи вентиляторів;  
 $Q_5$  – теплоприпливи від дихання продуктів,  $Вт$ ;  
 $Q_{5\ max}$  – максимальні теплоприпливи від дихання продуктів,  $Вт$ ;  
 $q'_5$  – питома теплота дихання продуктів при температурі камери ( $t_k$ ),  $Вт$ ;  
 $q_0$  – питома теплота дихання продуктів при температурі  $0^\circ C$ ,  $Вт/м$ ;  
 $b$  – температурний коефіцієнт інтенсивності дихання,  $1/^\circ C$ ;  
 $Q_{5н}$  – теплоприпливи від дихання продуктів при нормативному режимі,  $Вт$ ;  
 $Q_{5\ збер}$  – теплоприпливи від дихання продуктів в режимі зберігання,  $Вт$ ;  
 $q''_5$  – питома теплота дихання продуктів при заданій температурі  $0^\circ C$ ,  $Вт$  ;  
 $Z$  – кратність циркуляції основного потоку повітря,  $м^3/год.$ ;  
 $Z_1$  – кратність циркуляції при роботі одного повітроохолоджувача,  $м^3/год.$ ;  
 $Z_2$  – кратність циркуляції при роботі двох повітроохолоджувачів,  $м^3/год.$ ;  
 $Z_в$  – кратність вентиляції камери,  $м^3/год.$ ;  
 $V_в$  – об'ємна продуктивність повітря через повітроохолоджувач,  $м^3/год.$ ;  
 $V_{зов}$  – об'ємна продуктивність зовнішнього повітря,  $м^3/год.$ ;  
 $\delta_V$  – відносна витрата повітря, що вентилює, %;  
 $\delta_{V\ min}$  – мінімальна відносна витрата повітря, що вентилює, %;  
 $\rho_k$  – щільність повітря при температурі камери,  $кг/м^3$ ;  
 $G_{зов}$  – масова витрата повітря,  $кг/год.$ ;  
 $G_{зов\ min}$  – мінімальна масова витрата повітря,  $кг/год.$ ;  
 $G_{зов\ max}$  – максимальна масова повітря,  $кг/год.$ ;  
 $G_{нит}$  – питома кількість повітря, що виходить через динамічну ізоляцію,  $кг/(м^2 \cdot год.)$ ;  
 $F_{д. м.}$  – площа огороження з динамічною ізоляцією,  $м^2$ ;  
 $K$  – середньозважений (по поверхнях) коефіцієнт теплопередачі огорожень камери,  $кДж/(м^2 \cdot К)$ ;  
 $t_{зов}$  – середньозважена (по поверхнях) температура зовнішнього повітря (з урахуванням надлишкової різниці температур від сонячного випромінювання),  $^\circ C$ ;  
 $t_{зов\ max}$  – максимальне значення температури зовнішнього повітря,  $^\circ C$ ;  
 $t_{зов\ min}$  – мінімальне значення температури зовнішнього повітря,  $^\circ C$ ;  
 $\Sigma F$  – сумарна площа огорожень камери,  $м^2$ ;

Теплофізичні характеристики продукту та тари:

$c$  – питома теплоємність,  $кДж/(кг \cdot К)$ ;  
 $q_0$  – питома теплота дихання при  $0^\circ C$ ,  $Вт/м$ ;  
 $b$  – температурний коефіцієнт, що залежить від виду продуктів,  $1/^\circ C$ ;



$t_l$  – температура продукту, що надходить до камери,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$G_{\text{прод}}$  – добове надходження продукту до камери,  $t$ ;

$C_T$  – питома теплоємність тари,  $\text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ ;

$G_T$  – маса тари, що надійшла із продуктом у камеру на охолодження,  $t$ ;

$g_v$  – питома норма завантаження одиниці вантажного об'єму камери (з урахуванням тари),  $t/\text{м}^3$ .

## РЕФЕРАТ

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 максимально можливого гальмування втрати вологи й поживних речовин на дихання самими об'єктами зберігання.

У роботі представлені дослідження, проведені, в основному, на прикладі плодоовочевих та інших соковитих культур рослинного походження.

Показано, що вповільнення синтезу фарнезену<sup>1</sup> (група органічних речовин, що утримується в шкірці яблук і деяких інших фруктів, надаючи їм запах) і процесу його окислення можна успішно вирішити шляхом розробки й застосування різних режимів зберігання того чи іншого сорту продукту за допомогою охолодження з вентиляцією, у регульованому газовому середовищі (РГС), зі зниженим змістом O<sub>2</sub> і підвищеною кількістю CO<sub>2</sub> та іншими способами.

Отримані результати показали, що одним із способів, що значно зменшують втрати продуктів і подовжують термін зберігання при високих товарних якість, є сполучення інтенсивного охолодження продукту з попередньою обробкою різними препаратами, зокрема біопрепаратами. Наприклад, «Триходерміном» на основі штаму гриба *Trichoderma lignorum*, «Планризом», культивованим на основі спеціалізованого штаму *Pseudomonas* і новим препаратом "Фітомагом".

Розглянуті також хімічні й фізичні способи обробки рослинної продукції, що спрямовані на затримку розвитку збудників псування, а також на вповільнення післязбирального дозрівання, старіння (плодів і деяких овочів), на попередження проростання (коренеплодів, цибулі й бульби).

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 змістом кисню (система УНК) вимагають герметизації сховищ і додаткових, крім холодильних установок, технічних засобів для одержання азоту, вуглекислоти або інших засобів обробки продукції.

У книзі проаналізовано вплив різних способів опромінення на строки зберігання різної плодоовочевої продукції, а також ефективність зберігання геномодифікованих плодів та овочів.

З точки зору економічної ефективності, найбільш вигідним способом є зберігання в камерах-модулях із двоконтурною системою охолодження, що використовує в холодні періоди року зовнішнє повітря для підтримки в камері заданих параметрів по температурі й вологості.

---

<sup>1</sup> **Фарнезени** - група органічних речовин, що утримується в шкірці яблук і деяких інших фруктів, надаючи їм запах

## ВСТУП

Після збору врожаю плоди продовжують жити й розвиватися доти, поки не перестигнуть. При цьому енергію, що необхідна для підтримки життя, фрукти й овочі черпають із резервів, накопичених під час росту. Процес, що відбувається в клітинах плодів, при якому вуглеводи розпадаються на діоксид вуглецю й воду з виділенням теплоти, називається «диханням».

Біологічна роль дихання полягає в тому, щоб забезпечувати живі тканини плодів та овочів енергією, необхідною для їхньої життєдіяльності. При диханні, а також у результаті випаровування вологи, відбувається втрата маси плодів та хімічно зв'язаної енергії.

Під час зберігання плоди продовжують дихати, а виробництво вуглеводів зупиняється. Щоб загальмувати процес розпаду вуглеводів (цукру), плоди необхідно охолодити та утримувати при оптимальних для кожного сорту умовах. До таких умов відносяться: температурно-вологісний режим та концентрації кисню й діоксиду вуглецю в атмосфері камери.

Поряд з випаровуванням вологи, процес дихання неминуче супроводжується зтратою маси плодів й овочів. Швидкому випаровуванню вологи й зів'яненню рослинних продуктів сприяють:

- незначна товщина верхнього кутинізованого (утворюючого епідерміс) шару клітин;
- відсутність воскового нальоту;
- більші розміри клітин і міжклітинників;
- слабка вологоутримуюча здатність протоплазми;
- більша питома поверхня плода або овочу.

Чим вища випаровуваність, тим гірша схоронність продуктів і тем нижча їхня стійкість до захворювань. У зів'ялих плодах й овочах підсилюється розпад, тобто гідроліз і витрата органічних речовин у плодах, зростають втрати маси, знижується стійкість до несприятливих зовнішніх факторів.

Тому такі втрати називаються природними. Їх можна знизити шляхом регулювання інтенсивності дихання й випаровування вологи, що має важливе практичне значення.

Зберігання у звичайних умовах припускає звичайне повітряне середовище з нормальним змістом в атмосфері кисню, вуглекислого й іншого газів.

Сумарний зміст кисню й вуглекислого газу в повітрі в цьому випадку становить близько 21%.

У різні періоди зберігання інтенсивність випаровування вологи плодами різна. Найбільше енергійно випаровують вологу (головним чином, міжклітинну) продукти, щойно закладені на зберігання. Надалі здатність тканин випаровувати вологу знижується, а наприкінці зберігання знову підвищується. Перезрівання завжди супроводжується посиленою вологовіддачею.

Щоб скоротити до мінімуму втрату маси плодів під час зберігання, необхідно охолодити їх якомога швидше після збору врожаю й підтримувати високу, але не вище 98 %, ступінь вологості в камері.

Охолоджувальні установки повинні мати достатню потужність для швидкого охолодження плодів. Для відводу тепла від плодів до холодильної установки використовуються різні системи охолодження: батарейні й повітряні.

Для того, щоб зберегти цінні якості плодоовочевої продукції, необхідно створити й підтримувати певні вимоги в процесі збирання, післязбиральної обробки, транспортування, зберігання.

Для збереження якості сільськогосподарської продукції необхідно:

- усувати її втрати й забезпечувати певні умови на всіх стадіях виробництва, транспортування, зберігання й реалізації;

- поліпшувати організацію перевезень і зберігання продукції;
- прискорено впроваджувати новітню холодильну техніку;
- широко використовувати прогресивні способи зберігання плодів та овочів: зберігання в модифікованому (МГС) і в регульованому (РГС) газових середовищах, що дозволяють скоротити втрати продукції при зберіганні;
- перед закладкою на зберігання здійснювати обробку продуктів біопрепаратами й іншими екологічно чистими речовинами, такими як хлористий кальцій, сорбінова кислота, полівініловий спирт.

Витримування плодів у газовому середовищі з невеликою кількістю етилену стимулює процес дозрівання. У той же час, різні види продуктів реагують на етилен по різному. При досяганні плодів відбуваються й синтетичні процеси, до яких відноситься утворення ароматичних речовин і барвників. Так, у яблуках одночасно з руйнуванням хлорофілу збільшується вміст каротиноїдів. Істотно змінюється в процесі досягання плодів вміст і склад летючих речовин, з якими пов'язані їхній аромат і смак. Кількість ароматичних речовин у плодах зазвичай досягає максимуму одночасно з їх повною фізіологічною зрілістю.

Результати багаторічних випробувань по зберіганню з використанням захисних й інших засобів, застосовуваних у сполученні з низькими температурами, підтверджують необхідність ретельної розробки й подальшого пошуку більш ефективних препаратів із широким діапазоном впливу на збереження різних рослинних продуктів.

# 1 УМОВИ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ТРИВАЛЕ ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДООВОЧЕВОЇ Й ІНШОЇ РОСЛИННОЇ ПРОДУКЦІЇ

## 1.1 Підготовка приміщень і приладів контролю перед завантаженням

По закінченні сезону зберігання всі приміщення ретельно очищають від залишків продуктів і сміття, які видаляють зі сховища й негайно спалюють або заривають глибоко в землю, попередньо обробивши 4% розчином хлорного вапна. Всі двері, люки, вікна повинні бути відкриті для провітрювання приміщень.

Дезінфекцію сірчистим газом (SO<sub>2</sub>) проводять, спалюючи комову сірку в спеціальних жаровнях з розрахунку 25-30 г на 1 м<sup>3</sup> приміщення, або балонним сірчистим газом (100 г газу на 1 м<sup>3</sup> приміщення). По закінченні обробки дезінфіковані приміщення холодильника щільно закривають на 1-2 дні, а потім провітрюють і просушують до повного зникнення хімікатів.

Весь інвентар й устаткування сховища протирають 1% розчином формаліну або 5% розчином бури. Інвентарну тару, піддони, столи, настили дезінфікують у підсобних приміщеннях. Якість дезінфекції перевіряється мікробіологічним аналізом, змивом з поверхні стін, стель й устаткування.

У всіх камерах для спостереження за режимом зберігання повинні бути встановлені контрольні термометри, психрометри або термографи й гігрографи та, за можливості, системи дистанційного виміру температур і відносної вологості повітря. Додатково для камер схову зі змінним газовим середовищем повинні бути встановлені (виведені за межі камери) газохроматографи й датчики тиску.

Для контролю параметрів повітря в камерах необхідно забезпечити:

- розміщення вимірвальних приладів у певних місцях камери;
- вимір температури повітряних потоків на вході й виході з теплообмінних випарних батарей (різниця не повинна перевищувати 2<sup>0</sup>C);
- автоматична підтримка заданої температури й вологості в повному об'ємі камери;
- звукові системи попередження про неконтрольовану зміну температури й вологості в камерах схову;
- постійну реєстрацію й облік температури в камерах схову.

Для обліку показників температури, відносної вологості й газової суміші, повинні бути заведені спеціальні журнали за спеціальною формою.

## 1.2 Фактори, що впливають на якість продуктів при зберіганні

При вивченні впливу різних факторів на зберігання плодоовочевої продукції враховуються різноманітні фактори - від якості самої продукції (її зараженості мікрофлорою й механічними uszkodженнями), різноманітних способів доробки (сортування, мийка, упаковка), залежно від каналів реалізації, до способів зберігання: у холодильниках з вентиляцією, у регульованому газовому середовищі, з вакуумуванням тощо.

Застосування упаковки й належної тари для збереження якісних показників і смакових якостей товару при зберіганні й транспортуванні також є одним з визначальних факторів, що збільшують строки зберігання й прибутковість товаровиробників.

Для найбільш успішного зберігання зібраних продуктів варто впроваджувати так званий "холодильний ланцюг" - інфраструктуру холодильних об'єктів, що діє як єдине ціле від поля до споживача.

Його початкові ланки - це приміщення для попереднього охолодження поруч з виробництвом (полем, садом). Також необхідне створення малих і середніх холодильних сховищ у зручно розташованих місцях (зони виробництва, розподільні пункти, ринки). Звичайно, потрібно забезпечити спеціальні транспортні одиниці (рефрижераторні), особливо для експорту продуктів [108].

Важливим фактором, що збільшує строки зберігання є попереднє охолодження. При цьому усереднені строки попереднього охолодження повинні становити:

- від 1 до 3 годин після збору для продуктів, що швидко псуються, таких як виноград, суниця й інші ягоди;
- менш ніж через 24 години – для стійких до псування продуктів, таких як яблука й деякі види кісточкових фруктів;
- повільне охолодження або відсутність попереднього охолодження припускається для таких продуктів, як цитрусові, банани, а також картопля, цибуля, часник.

Тривалість зберігання залежить також від способу й умов зберігання.

При цьому важливим фактором є ефективна вентиляція штабеля, що забезпечує:

- відведення тепла з поверхні продуктів;
- рівномірність температурного поля в об'ємі охолоджуваного приміщення;
- усунення утворення застійних зон у камері;
- усунення накопичення етилену в камері схову.

Виконання всіх цих правил забезпечує строки зберігання плодоовочевої продукції, які впливають на її додану вартість.

У таблиці 1.1 наведені узагальнені дані про рекомендовану тривалість зберігання плодів та ягід при оптимальних умовах, але різних способах [9,81].

Таблиця 1.1

Найменування	Температура, °С	Вологість, %	Період зберігання
Яблука	-1 - +4	90 - 95	1-8 місяців
Баклажани	8 - 12	90 - 95	1-2 тижні
Броколі	0 - 1	95 - 100	1-2 тижні
Вишня	-1 - +2	90 - 95	3-7 днів
Суниця	0	90 - 95	5-7 днів
Капуста	0 - 1	95 - 100	3-7 місяців
Морква	0 - 1	95 - 100	4-8 місяців
Цвітна капуста	0 - 1	95 - 100	2-4 тижні
Селера	0 - 1	95 - 100	1-3 місяці
Слива	-1 - +2	90 - 95	1- 8 тижнів
Смородина	-0,5 - 0	90 - 95	7-28 днів
Огірки	8 - 11	90 - 95	1-2 тижні
Часник	0	70	6-8 місяців
Виноград	-1 - 0	90 - 95	4-6 місяців
Дині	4 - 15	85 - 90	1-3 тижні
Цибуля	-1 - 0	70 - 80	6-8 місяців
Груші	-1 - +3	90 - 95	1-6 місяців
Картопля (молода)	4 - 5	90 - 95	3-8 тижнів
Картопля	4 - 5	90 - 95	4-8 місяців
Малина	-0,5 - 0	90 - 95	2-3 дні
Перець	7 - 10	90 - 95	1-3 тижні
Персик	-1 - +2	90	2-6 тижнів
Черешня	-1 - +2	90 - 95	2-3 тижнів

### 1.3 Лежкість та хвороби плодів та овочів при зберіганні

#### 1.3.1 Основні показники лежкості рослинної продукції при зберіганні

Згідно даним Всесвітньої організації охорони здоров'я, для надійного захисту організму людини від передчасного старіння й розвитку багатьох захворювань необхідно, щоб у щоденному раціоні вміст фруктів й овочів становив не менше 700-800 г.

Свіжі плоди й овочі - це головне джерело вітамінів, мінеральних речовин, каротиноїдів, фенольних сполук, ферментів, багато з яких є антиоксидантами, й найбільш необхідні для нормальної життєдіяльності організму[4, 6, 64].

Враховуючі цілющі й лікувальні особливості свіжих рослинних продуктів, їх необхідно вживати протягом усього року.

На цей час відсутні критерії кількісної оцінки впливу різних умов, які важко враховуються: кліматичні, агротехнічні, екологічні фактори, і строки збирання на лежкоздатність соковитої рослинної продукції.

Скорочення втрат плодоовочевої продукції при її тривалому зберіганні представляє багатокомпонентне завдання, у рамках якого необхідні нові підходи до одержання об'єктивних факторів, які впливають на збереження якості й потенціал лежкості продукції на всіх етапах - від поля до споживача. Успішне рішення поставленого завдання не може бути досягнуте за допомогою якогось одного методу, а лише шляхом створення системи організаційних, технологічних і технічних заходів, спрямованих одночасно проти всіх видів втрат. До видів плодоовочевої продукції, яка найбільш часто закладаються на тривале зберігання, відносяться: картопля, цибуля, морква, капуста білокачанна, томати, буряк, яблука.

Соковита плодоовочева продукція різних видів і помологічних сортів, ступенів зрілості, що виростає в різних природних умовах із застосуванням різних агротехнічних методів, характеризується різним ступенем лежкоздатності й різною стійкістю проти паразитарних і технологічних ушкоджень, і мають фізіологічні особливості певного помологічного сорту й залежать від умов її вирощування.

Все це впливає не тільки на розвиток плодів й овочів при їхньому дозріванні на «материнській» рослині, але й на їхній стан після зберігання, а також на їхню лежкість.

Головним засобом для продовження післязбиральної життєздатності соковитої плодоовочевої продукції є зберігання при оптимальних умовах за температурою й вологістю, які підтримуються в сховищі.

Деякими авторами [3, 4, 5] визначені аналітичні вираження (залежності) для визначення тривалості зберігання плодів та овочів, але не всі вони, на нашу думку, правильно відображають фізіологічні й теплофізичні властивості продукту, а тому не можуть бути використані.

Огляд вітчизняної й закордонної літератури зі зберігання соковитої рослинної продукції показує, що точно визначити тривалість її зберігання досить важко. И. Г. Алямовський [3] пропонує при непрямому прогнозуванні цього показника для окремих видів і сортів рослинної продукції, використати питому теплоту дихання продуктів. В. З. Жадан [33] вважає, що повніше це завдання можна вирішити при комплексному обліку питомої теплоти дихання й коефіцієнта випарної здатності продукту.

У перший період після збору плодів та овочів для них характерне активне дихання. Потім, у процесі зберігання, інтенсивність дихання знижується, потім поступово зростає, доки не досягне максимуму, пов'язаного із закінченням дозрівання. Після цього дихання продуктів сповільнюється, і вони вступають у фазу старіння.

На практиці тривалість та якість зберігання прийнято характеризувати коефіцієнтом технічної лежкоздатності  $\varepsilon_{ml}$ , що являє собою відношення питомих витрат продукту при природних умовах зберігання до питомих втрат продукту при зберіганні в конкретних умовах охолодженого сховища.

В. З. Жадан [34] пропонує розраховувати коефіцієнт природної лежкоздатності ( $\varepsilon_n$ ) за формулою:

$$\varepsilon_n = \frac{C \left( \frac{1}{e^{tb}} - \frac{1}{e^{(t+1)b}} \right)}{0,139 q_0 b (0,15 + \varepsilon_u)}, \quad (1.1)$$

де  $C$  - теплоємність продукту, кДж/ (кг К);

$t$  – температура зовнішнього повітря,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$b$  – температурний коефіцієнт швидкості дихання при  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $\frac{1}{^{\circ}\text{C}}$ );

$q_o$  – питома теплота дихання при  $0^{\circ}\text{C}$ , Вт/т;

$\varepsilon_u$  – коефіцієнт випарної здатності продукту, частини одиниці.

Для визначення фізичних величин, які входять у формулу (1.1), на дослідницькій ділянці Селекційно-генетичного інституту (у м. Одесі) були проведені виробничі випробування дослідницьких партій сільськогосподарської продукції, у період масового збирання врожаю [34, 35].

Питому теплоту дихання ( $q_o$ ) визначали експериментально за кількістю вуглекислого газу, що виділився, при температурі  $0^{\circ}\text{C}$ , а температурний коефіцієнт швидкості дихання ( $b$ ) - на підставі питомої теплоти дихання при температурах  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $2^{\circ}\text{C}$ ,  $4^{\circ}\text{C}$ ,  $6^{\circ}\text{C}$  й  $8^{\circ}\text{C}$ . Значення теплоємності продуктів ( $C$ ) розраховували за вмістом розчинних сухих речовин за допомогою рефрактометра УРЛ – 1. Коефіцієнт випарної здатності ( $\varepsilon_u$ ) плодів, овочів і картоплі визначали експериментально, відповідно методиці [8]. Показники лежкоздатності ( $\varepsilon_n$ ) плодів, овочів і картоплі визначали у вересні в період масового збирання врожаю на півдні України.

Результати досліджень наведені в таблиці 1.2.

Проведені дослідження показали, що вологовиділення плодів при диханні залежить від ступеня дозрівання. Вологоутримуюча здатність таких плодів, як абрикоси, персики, яблука зимових сортів, айва збільшувалася по мірі дозрівання. Для слив та яблук літніх сортів, томатів - зменшувалася. Перезрівання продуктів у всіх випадках приводило до зменшення їх вологоутримуючої здатності.

Таблиця 1.2 - Теплофізичні й фізіологічні характеристики деяких видів плодоовочевої продукції

Назва продукту	Помологічний сорт	Теплоємність, $C$ , $\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$	Питоми значення коефіцієнта швидкості дихання, $b$ , $1/^{\circ}\text{C}$	Коефіцієнт випарної здатності, $\varepsilon_u$ , частини одиниць	Питомі значення теплоти дихання $q_o$ , Вт/т	Коефіцієнт природної лежкоздатності, $\varepsilon_n$ , частини одиниці
1	2	3	4	5	6	7
Картопля	Одеський 24	3,56	0,0617	0,022	10,0	4,70
Морква	Шантене	3,73	0,1321	0,420	9,8	0,28
Капуста білокачанна	Завадовська Амагер	4,10	0,0778	0,350	13,8	0,79
		3,98	0,0785	0,380	14,20	1,13
Томати: зелені червоні	Маяк	3,99	0,0884	0,012	8,5	2,35
		4,02	0,1258	0,028	12,1	1,05
Перець солодкий: зелений червоний	Ластівка	4,08	0,0753	0,140	40,3	0,50
		4,10	0,0931	0,170	49,8	0,38



Яблука	Ренет Сімеренко	3,77	0,0927	0,020	9,80	3,87
	Налив білий	3,91	0,1021	0,030	14,3	2,25
	Джонатан	3,80	0,0935	0,012	12,66	3,13
	Рихард Делишес	3,83	0,0871	0,009	11,80	3,81
Сливи	Ренклюд зелений	3,65	0,1152	0,020	18,60	1,39
Абрикоси	Червонощокій	3,70	0,1085	0,021	23,60	0,58
Персики	Перспективний	3,52	0,1142	0,250	23,80	0,45
Виноград	Шасла біла	3,85	0,1285	0,080	14,20	1,16

Механічне травмування коренеклубнеплодів у процесі механічного збирання значно збільшувало коефіцієнт випарної здатності ( $\varepsilon_u$ ), тому що для травмованих ділянок плоду  $\varepsilon_u = 1$ . Проростання й ураження продуктів мікроорганізмами збільшувало коефіцієнт випарної здатності  $\varepsilon_u$  в десятки разів.

При визначенні масообмінних характеристик продуктів послідовно ставилося кілька дослідів і за експериментальними даними визначалося середнє значення коефіцієнта випарної здатності. Встановлено, що вологоутримуюча здатність плодів та овочів різна для кожного помологічного сорту й виду продукту. Наприклад, для різних сортів картоплі й винограду, відібраних для досліджень із числа районуваних і перспективних для Одеської області, встановлено, що їхні значення  $\varepsilon_u$  можуть відрізнятися в 1,5-2 рази.

Однією із причин підвищених втрат овочів при зберіганні є недотримання на практиці вимог сортового відбору. Часто в те саме сховище й навіть в один штабель потрапляють продукти різних сортів і ступенів зрілості.

Вплив сортових особливостей картоплі й строків збирання на коефіцієнт випарної здатності наведена в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Залежність коефіцієнта випарної здатності від сорту продукту й часу закладки на зберігання

Сорт картоплі	Коефіцієнт випарної здатності, $\varepsilon_u$		
	1 доба після літнього збирання (липень - серпень)	1 доба після осіннього збирання (вересень - жовтень)	180 діб зберігання після осіннього збирання
Одеський 24	0,105	0,022	0,012
Кур'єр	0,206	0,064	0,013
Приеккульський ранній	0,117	0,035	0,016
Сіянець 73	0,109	0,030	0,026
Сіянець 526	0,132	0,051	0,025

На цей час існують стандартні величини природних втрат маси картоплі, які розроблені для теплих і холодних кліматичних зон України. Були продовжені вивчення цих втрат маси картоплі, що виростає в областях, які традиційно поставляють її в інші райони України, а також вплив якісного стану бульб при закладанні на зберігання, на величину природних втрат.

Результати досліджень, що отримані, представлені в табл. 1.4.

Інтенсивність випаровування вологи з поверхні плодів й овочів у період зберігання перебуває в складній залежності від комплексу внутрішніх факторів - особливостей будови плоду, фізіологічного стану, віку, хімічного складу тканин, характеру й швидкості проходження біохімічних процесів, а також від зовнішніх умов - температури, вологості й атмосферного тиску.

Чим рівніше проходить процес дихання плодоовочевої продукції в період зберігання, тим кращі їхні товарні якості, й вони придатні для тривалого зберігання. Тому процес дихання необхідно розглядати як важливий показник внутрішніх змін, що відбуваються в продуктах і обумовлюють їх лежкоздатність.

Таблиця 1.4 - Природні втрати картоплі при її зберіганні, залежно від зони вирощування

Області вирощування картоплі	Тривалість зберігання, діб	Втрати маси, %	
		після зберігання протягом 30 діб	за весь період зберігання
Житомирська	203	1,15	7,80
Кримська	203	0,93	6,20
Сумська	203	1,17	7,90
Черкаська	203	1,08	7,30
Чернігівська	203	1,24	8,40

Бульби, вирощені в більш теплих південних і центральних районах України, до моменту збирання краще визрівають, мають більш щільні покривні тканини й до початку збирання перебувають у стані глибокого фізіологічного спокою. Такі бульби ощадливіше витрачають вологу й пластичні речовини в період зберігання. Найменші природні втрати маси спостерігалися в картоплі, що була вирощена у Криму й Черкаській області.

Для з'ясування впливу умов вирощування на тривалість зберігання були проведені експериментальні дослідження зі зберіганням соковитої сільськогосподарської продукції, що вирощена в різних кліматичних зонах України.

У таблиці 1.5 наведені дані, які показують вплив кліматичних умов вирощування на інтенсивність дихання продуктів.

Таблиця 1.5

Продукти	Помологічний сорт	Інтенсивність дихання для різних міст України, Вт/т		
		Одеса	Вінниця	Суми
Картопля	Одеський 24	12,0	11,2	10,0
Буряк столовий	Єгипетський	21,4	20,7	19,5
Буряк цукровий	Український ЧС-70	9,1	8,5	7,2
Яблука	Ренет Сімеренко	12,1	10,5	9,7
	Старкримсон	13,6	12,1	11,4
	Джонатан	19,4	16,2	11,7

Найважливіша умова гарної лежкості овочів - своєчасне збирання їх у зрілому стані, до настання заморозків. Недостиглі овочі з недостатньо **опробковілою** (щільною) оболонкою не здатні довго зберігатися. Овочі, що перестояли й перестигли, втрачають поживні речовини, грубішають, нерідко розтріскуються, швидше занедужують, легко ушкоджуються при зберіганні та наступному транспортуванні і тому не витримують тривалого зберігання. Так, затримка зі збиранням томатів, як правило, призводить до розтріскування плодів і до зниження змісту сухих речовин. Вже через два дні після появи тріщин зміст сухих речовин у них зменшується на 10 - 15 %, а через кілька днів втрати сухих речовин досягають 30 %.

Відомо, що критерієм тривалості зберігання плодоовочевої продукції є результати аналізу кількості води в продукті, яка визначає інтенсивність і напрямок протікання біохімічних

процесів. Необхідна наявність води в клітинах тканини продукту обумовлює їхній тургор (твердість продукту), що безпосередньо пов'язане з товарною якістю. При зниженні тургору на 5-7% втрачається один з головних показників товарної якості - соковитість, що робить тривале зберігання економічно нерентабельним.

У табл. 1.6 наведені оптимальні температури зберігання яблук різних помологічних сортів, які вирощені у різних зонах України.

Таблиця 1.6

Помологічний сорт	Температура зберігання, °С			
	У середній зоні <sup>*)</sup>		У Криму <sup>**)</sup>	
	від	до	від	до
Банан зимовий	-1	+3	-1	--
Бойкен	-1	0	0	--
Вагнера призове	-1	+1	--	--
Вайснеп	-1	+1	-2	+4
Голден Делишес	-1	+2	--	--
Джонатан	0	+2	0	--
Делишес	-1	+2	-2	+2
Мантуанське	-1	+4	-2	--
Пепин лондонський	-1	0	-2	--
Ренет Орлеанський	-1	+2	-2	+4
Ренет Симиренка	+1	+2	-2	+4
Ренет шампанський	+1	+4	+4+	--
Розмарин білий	-1	0	-2	--
Сари синап	-1	0	-2	--
Старкинг	0	+2	0	--
<sup>*)</sup> Дані УкрНДІ зрошуваного садівництва; <sup>**)</sup> Дані Кримської досвідної станції.				

Відомо, що зневоднювання швидкопсувних продуктів - головна причина денатурації білків, розвитку мікробіологічних процесів і зниження споживних якостей. Процес зневоднювання плодів, овочів та картоплі, що тягне за собою втрату імунітету до мікробіологічних уражень, може бути ослаблений при захисті їх від зовнішніх теплоприпливів і підтримці в камерах зберігання мінімально припустимої температури.

Результати промислових досліджень зберігання цукрового буряка у Вінницькій області [83] показали, що зі ступенем зів'янення коренеплодів (від 7% до 23 %) пов'язане збільшення кількості коренів, уражених гнилизною від 37,2% до 96 %. Це ілюструє кореляційну залежність паразитарних процесів від природних втрат продуктів.

Втрата вологи спричиняє зміну фізико-хімічного складу протоплазми й порушення обміну речовин, що виражається в зміні спрямованості активності ферментів у бік гідролізу.

У зв'язку із зів'яненням коренеплодів і порушенням спрямованості в діяльності ферментів, різко знижується стійкість до захворювань, і збільшуються втрати плодів і овочів при зберіганні.

Іншим критерієм тривалого зберігання можуть бути якісні й кількісні зміни пектинових речовин, які в плодах і овочах зустрічаються в трьох видах: пектин, протопектин та пектинова кислота. З перетворенням пектинових речовин під впливом ферментів зв'язана м'якість плодів при перезріванні - нерозчинені форми клітковини (протопектин) перетворюються у водорозчинений пектин, який сприяє подальшому перетворенню в ході обміну речовин. Розпад високомолекулярних форм пектину на більш низько полімеризовані форми сприяє зміні їх особливостей. При цьому вони втрачають здатність утримувати воду, тканини продукту втрачають тургор і плоди в'януть.

На стійкість плодів і овочів до захворювань при зберіганні впливає структура тканин, стан шкірочки продуктів, наявність на ній воскового нальоту. Чим щільніша оболонка й тканина плодів і овочів, тим краще збережений восковий наліт, і тим складніше

мікроорганізмові проникнути в клітину. Проростанню спор мікроорганізмів сприяє також наявність на продукті крапель вологи при їх відпріванні внаслідок перепаду температур. У той же час у місцях ушкоджень плодів і картоплі, закоркований шар підвищує їхню стійкість до захворювань.

По теорії Б. А. Рубіна [69], імунітет рослин є активним фізіологічним процесом, певною нормою реагування рослин на інфекцію. Вирішальними факторами стійкості плодів і овочів до зберігання є ті зміни в обміні речовин, які відбуваються в тканинах продуктів під дією подразнення, викликаного мікроорганізмами. При цьому захисна роль дихання зводиться не тільки до підтримки його на колишньому рівні, але й до здатності рослин з високим імунітетом активізувати дихальний газообмін. Це відбувається, незважаючи на несприятливі умови, що створилися під дією інфекції. Інтенсивність дихання, при якій речовина перетворюється в енергію, побічно характеризує тривалість післязбирального "життя" продукту. При цьому біологічні втрати пов'язують із внутрішньою енергією, фізичні - із зовнішньою, втрати від хвороб розглядають як їх адитивну (адаптивну) функцію.

Таким чином, розроблений засіб кількісної оцінки лежкоздатності плодоовочевої продукції дозволяє враховувати не тільки особливості певного помологічного сорту, але і прогнозувати оптимальну тривалість зберігання.

Зберегти в промислових масштабах таку різноманітну продукцію як: картопля, капуста, коренеплоди, цибуля, огірки, томати, яблука, вишні й інші, а також типові для субтропіків цитрусові, хурму, виноград, гранат, дині, кавуни, фейхоа, інжир, горіхи тощо - нелегке завдання. Для його вирішення необхідно чітко уявляти собі весь комплекс факторів, що впливають на якість плодів та овочів у період зберігання. Їх поділяють на ендогенні (внутрішні) і екзогенні (зовнішні).

Перші засновані на біологічній природі рослинних об'єктів і визначаються генетично закріпленими особливостями видів і сортів, що забезпечують лежкість. Друга група факторів включає комплекс багатопланових зовнішніх впливів на рослинні об'єкти від періоду формування й до завершення зберігання, що дозволяє забезпечити збереження природної лежкості в конкретних умовах промислового виробництва.

Основний ендогенний фактор, що визначає здатність плодів й овочів до зберігання з найменшими втратами - лежкість. Вона зумовлена біологічними, спадково закріпленими властивостями. Дані властивості, характерні для певних видів і сортів плодів й овочів, забезпечують збереження товарних, харчових і смакових якостей при дотриманні оптимальних умов зберігання. Лежкість підрозділяють на низьку, середню й високу.

Ступінь лежкості плодів та овочів при дії певних специфічних екзогенних факторів (агротехніки, умов збору, перевезень, зберігання) позначають терміном «схоронність». Схоронність характеризується строком зберігання, рівнем зміни якості й втратами продукції за певний період. При відхиленні від оптимальних умов хоча б одного показника, природна лежкість повністю не реалізується..

Лежкість характеризується також втратою тургору рослинною клітиною, зневоднювання якої є важливою проблемою дорогого зберігання. Згідно з даними Э. Ф. Балана [4], максимально припустима втрата вологи (води), після якої продукт стає непридатним для продажу й зберігання, становить для:

- яблук, винограду, шпинату, салату, брокколі, моркви в пучках з листами від 3 до 4 %;
- груш, вишні, персиків, суниці, малини, смородини, буряка, гороху, огірків, квасолі (у бобах) від 5 до 6 %;
- моркви, капусти білокачанної, картоплі, перцю, томатів від 7 до 8 %;
- цибулі ріпчастої - 10 %.

Зів'янення від зневоднювання не обмежується тільки втратами маси й зміною зовнішнього вигляду об'єктів зберігання. Зневоднювання приводить до істотних порушень обміну речовин, до активізації процесів гідролізу, при яких губиться харчова цінність продукту.

Таким чином, одним з перших ознак ушкодження структури тканини тих чи інших культур при зберіганні є порушення колоїдно-хімічних й осмотичних властивостей клітин і підвищення проникності їхніх мембран. Це показано в роботі Н. Д. Немова [62]

Аналіз досліджень дозволив систематизувати особливі умови, що впливають на лежкість різних видів. Умови, що передують закладці продукції на тривале зберігання і їхній вплив на лежкоздатність наведені в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7

Види продукції Найменування умов	Яблука	Груші	Виноград	Сливи	Вишня, черешня	Персики.	Ягоди	Цитрусові	Банани	Картопля	Цибуля, часник	Коренеплоди	Капуста	Гарбузи	Дині	Огірки	Томати
Вирішальне значення строку збору		x		x		x			x							x	x
Короткий період після збору		x			x	x	x										
Швидке охолодження	x	x		x	x	x	x					x					
Лікувальний період										x							
Захист від механічних травм		x		x	x	x	x								x		
Попередня обробка			x	x							x	x		x			
Програмоване зберігання	x	x				x											
Вплив ступеня зрілості		x						x									x
Вплив циркуляції повітря	x									x		x	x	x	x		
Застосування РГС (МГС)	x	x	x				x		x			x	x			x	
Антимікробна обробка			x	x				x			x						
Дозрівання		x							x								x
Затримка проростання										x	x						

На відміну від втрати маси, що в значній мірі визначається властивостями продукту й умовами зберігання, втрати, викликані хворобами, прогнозувати важко: вони первісно протікають у прихованій формі, а потім можуть прийняти характер епідемій [6], що становить істотну комерційну небезпеку.

### 1.3.2. Можливі хвороби плодів при зберіганні

Однієї з головних причин втрат у процесі зберігання плодів й овочів є хвороби продуктів, що проявляються в післязбиральний період. У цей час яскраво виражений характер має тенденція до зростання втрат біомаси плодоовочевих продуктів, викликаних мікроорганізмами, які в окремі роки коливаються в середньому від 6,2 до 23,2 %.

На поверхні плодів, овочів і картоплі перебуває велика кількість мікроорганізмів, що потрапляють на рослинні об'єкти під час вирощування, збирання, транспортування й зберігання. Кількість цвілевих грибів на 1 г плодів, ягід та овочів становить до  $7 \cdot 10^6$  клітин, дріжджів до  $3 \cdot 10^7$ , бактерій до  $1 \cdot 10^8$ , кислотоутворюючих бактерій до  $5 \cdot 10^5$  клітин. Особливо багато мікроорганізмів на поверхні коренеплодів і картоплі. Кількість плісняви на моркві досягає  $10^4 - 10^6$  клітин на 1 г, дріжджів  $10^4 - 10^5$ , бактерій  $10^5 - 10^8$  клітин на 1г продукту. Високий рівень занасінненості мікроорганізмами також у ягід, плодівих і зелених овочів. У плодів, особливо зерняткових, він менший [3].

Хвороби при зберіганні плодів й овочів та заходи їхнього уникнення при зберіганні наведені в Таблиці 1.8.

Таблиця 1.8

Продукти	Хвороби	Причини виникнення хвороб при зберіганні
Абрикоси, персики, яблука	Сіра плодова гнилизна	Підвищена температура
Яблука, груші, айва, абрикоси, сливи, вишні	Плодова (моніліозна) гнилизна	Підвищена температура, відносна вологість повітря вище 75 %
Яблука	Гірка гнилизна (антракноз)	Після 3 – 4 місяців зберігання, пов'язане з ослабленням імунітету при настанні споживчої зрілості. Підвищена температура й вологість повітря.
Яблука	Серцевинна гірка (рожева) гнилизна	Підвищена температура
Яблука, груші, персики	Парша (комірна)	Розтріскування, зів'янення
Яблука	Альтернариозна (чорна) гнилизна	Підвищена температура, проявляється на 3-4 місяці зберігання
Яблука, груші	Засмага (побуріння шкірочки)	Порушення дихального газообміну, нагромадження ацетальдегіду й метилового спирту. Затримка в закладці на зберігання, недостатнє вентилявання при підвищеній температурі, різкі коливання температури й складу газового середовища
Яблука	Побуріння м'якоті	Знижена температура ( 0 <sup>0</sup> С и нижче), перезрівання
Яблука	Низькотемпературний (мокрый) опік	Різкі підвищення температури й відносної вологості, слабка вентиляція й утворення вологи на плодах
Яблука	Побуріння серцевини	Високий вміст вуглекислого газу, низькі температури.
Яблука	Гірка ямчатость, сочевична плямистість	Брак кальцію та надлишок калію й магнію
Яблука	Пухлість (розпад м'якоті від старіння)	Невідповідні умови вирощування, перезрівання плодів, високі температура й вологість повітря
Яблука	Склоподібність	Запізніле збирання, брак кальцію
Яблука	Джонатанова плямистість	Несвоєчасне охолодження, низький вміст кальцію
Яблука	Іржава сітка	Різке коливання температури й вологості, ураження борошнистою росою
Груші	Затвердіння м'якоті	Тривалий вплив знижених температур
Груші, яблука, виноград, суниця, смородина	Сіра гнилизна	Зберігання при підвищеній температурі
Груші, яблука	Блакитна або сиза цвіль	У місцях ушкодження шкірочки з підвищенням температури й вологості повітря в камері
Груші, яблука	Чорна цвіль	Надмірна вологість, утворення конденсату на поверхні плодів і недостатня циркуляція повітря

Всі плоди, овочі й картопля, зелень	Зів'янення	Висока температура, зниження відносної вологості нижче -80 %, посилена вентиляція
Плоди, овочі, картопля	Підмерзання	Температура зберігання нижче 0 <sup>0</sup> С
Виноград, яблука, груші, малина, суниця, перець, баклажани, томати, огірки, морква	Сіра гнилизна	Рясні опади в період дозрівання, розтріскування, порушення воскового нальоту
Виноград	Чорна гнилизна	Переохолодження, що затягло реалізацію
Виноград	Блакитнувато-зелена гнилизна	Колонії грибів зберігаються в щілинах підлоги і стін, на тарі, на устаткуванні в пунктах товарної обробки
Лимони, мандарини	Коричнева плямистість (крапчастість)	Порушення дихального газообміну при низьких температурах, для лимонів при температурі нижче 6 <sup>0</sup> С, для мандаринів – нижче 3 <sup>0</sup> С
Лимони, мандарини	Фітофтороз (коричнева гнилизна)	Проявляється в сховищі після закладки на зберігання, при низькій вологості, продукція набуває неприємного запаху
Лимони, мандарини, апельсини, грейпфрути	Блакитна цвіль, антракноз (ямчата плямистість, бура гнилизна)	Підвищена температура, краплинна волога
Лимони	Глибока ямчатість (ямчата плямистість)	При температурі повітря від 0 до 4,5 <sup>0</sup> С після 2-х місяців зберігання
Лимони	Водянисте руйнування	Тривале зберігання при температурі, близькій до 0 <sup>0</sup> С. Зелені лимони більш стійкі до захворювання, ніж стиглі
Лимони	Мембраноз	Зберігання при температурі 4,4 <sup>0</sup> С (попереднє витримування 1 -2 тижні при 0 <sup>0</sup> С знижує поразку при подальшому зберіганні)
Мандарини, апельсини	Чорна гнилизна (альтернариоз)	Проявляється з другого місяця зберігання, через несприятливу, дощову погоду при збиранні
Мандарини, апельсини	Сіра цвіль (сіра гнилизна)	Збирання в дощову погоду, механічні ушкодження, підвищена температура
Мандарини, апельсини, лимони, грейпфрути	Макрофомоз, фузаріоз	Виявляється після 1 – 2 місяців зберігання. Підвищена вологість, підвищена температура
Банани	Антракноз (чорна гнилизна)	Інтенсивніше розвивається при температурі 19 – 20 <sup>0</sup> С і підвищеної (до 95 %) відносної вологості повітря
Банани	Чорна плямистість, «тигрова» плямистість	При дозріванні При різких коливаннях температури під час дозрівання
Банани	Переохолодження	При впливі температури нижче 11 -14 <sup>0</sup> С
Гранати	Цвілева (внутрішня) , плодова гнилизна, парша	При травмуванні, визначається по розм'якшенню окремих ділянок плоду
Цибуля, часник	Шийкова гнилизна	Друзи грибка переносяться потоками повітря
Капуста	Сіра гнилизна	Підвищена температура й вологе повітря. Друзи переносяться повітрям
Капуста, морква,	Фімоз	Переносяться друзи повітрям

буряк, томати, селера		
Капуста	Слизовий бактеріоз, судинний бактеріоз	Заражаються качани бактеріями, які потрапляють з ґрунту
Капуста	Стусан	Тривалий вплив негативних температур
Морква, петрушка, горох, пастернак, бруква, квасоля, селера, огірки, батат, помідори, капуста,	Біла гнилизна або склеротинія	Проявляється восени, коли не можна знизити температуру до 0 <sup>0</sup> С, механічні ушкодження, «брудна» тара, продукт із землею
Картопля, томати	Фітофтороз	Збирання бульб у дощову погоду, при наявності крапельнорідинної вологи випускають зооспори з краплями
Картопля	Почорніння м'якоті бульб	Механічне ушкодження, брак кисню у внутрішніх шарах їхньої м'якоті. Зберігання при високих температурах, при низьких температурах (близько 0 <sup>0</sup> і мінус 0,5 <sup>0</sup> С) без вентиляції
Картопля	Фузаріум, кільцева гнилизна	Механічне ушкодження
Картопля	Анаеробіоз або ядуха	При збиранні в дощову погоду й у шарі бульб при зберіганні в буртах
Картопля	Потемніння серцевини	Зберігання з активним вентиляванням при температурі вище 5 -6 <sup>0</sup> С, механічні ушкодження
Томати	Бактеріоз	При збиранні в дощову погоду
Томати	Верхова гнилизна	Бактерії переносяться при високій вологості й відпріванні
Томати, огірки, гарбуз, капуста, картопля, буряк, морква, редька, салат, щавель	Чорна плямистість, чорна парша	Механічні ушкодження
Огірки, кабачки, дині	Мокра або біла гнилизна	Неочищені від землі
Гарбузові	Антракноз або рожева плямистість	Зараження через спори, перенесені вітром, водою й знаряддями обробки
Цибуля	Чорна цвіль	Зберігання при підвищеній температурі
Ріпа, бруква, турнепс, редис, редька, капуста	Судинний бактеріоз	При зберіганні

Фізіологічні захворювання проявляються при порушенні деяких метаболічних процесів під час дозрівання й старіння. Втрати фруктів й овочів у результаті фітопатологічних і фізіологічних уражень набагато вищі масштабів самих уражень, оскільки навіть порівняно невеликі по площі або обсягу ушкодження роблять непридатним для продаж й зберігання весь продукт.

До такого ж наслідку призводять і механічні ушкодження, особливо на заключному етапі зберігання, коли в результаті дозрівання відбувається розм'якшення м'якоті продуктів і знижується їхня міцність. Цей фактор впливає під час транспортування (особливо на далекі відстані).



Погіршення якісних показників, обумовлених як природними причинами (дозріванням, старінням, зрістовою активністю й т.д.), так і впливом зовнішніх факторів (навколишнього середовища, ушкоджень, хвороб), знижують поживні властивості рослинних продуктів і приводять до зменшення ціни при реалізації.

#### **1.4 Підготовка плодоовочевої продукції до зберігання й вплив тари на її збереженість**

##### **1.4.1 Вплив тари на схоронність плодів, овочів і картоплі**

При вивченні впливу різних факторів на схоронність плодоовочевої продукції враховуються різноманітні фактори - від якості самої продукції до різноманітних способів доробки (сортування, мийка, упаковка) залежно від каналів реалізації. Застосування пакування й належної тари для збереження якісних показників і смакових якостей товару при зберіганні й транспортуванні є одним з визначальних факторів прибутковості товаровиробників.

Дуже велику увагу необхідно приділяти підготовці (доробці) фруктів, овочів перед реалізацією. Без попереднього добору, калібрування й упакування продукцію взагалі незабаром буде неможливо цивілізовано продати. Вимоги супермаркетів, спеціалізованих плодоовочевих магазинів до зовнішнього вигляду фруктів й овочів, які надходять у продаж, постійно ростуть. Однаковий розмір, однорідне колірне фарбування плодів у партії - це звичайне явище. Останнім часом дуже важливою вимогою супермаркетів стає калібрування по вазі, що дозволяє продавати плоди навіть поштучно, наприклад, солодкий перець. У такий спосіб заощаджується і час, і витрати на персонал, який повинен підбирати відповідне упакування залежно від ваги плодів.

Грамотно відібрані, відкалібровані й упаковані плоди дозволяють торговельній крамниці виставляти різні ціни на ту саму продукцію, тим самим поширювати й поглиблювати асортимент, що значно збільшує гнучкість і мобільність при роботі з покупцями на ринку.

Яблука, груші, томати, паприку необхідно калібрувати по розміру, вазі, інтенсивності кольору й за формою. Картоплю й цибулю калібрують звичайно на три фракції по розмірам. На практиці доводиться зберігати партії овочів і плодів різної якості, цільового призначення, та терміну зберігання. Для цього використовують багато способів, які підбирають диференційовано.

Зберігати плодоовочеву продукцію найкраще в спеціалізованих сховищах модульного типу, де забезпечені всі умови для підтримки належного режиму саме цього продукту. Плоди зерняткових, кісточкових та ягоди краще зберігати у холодильний сховищах з газовим режимом.

На практиці доводиться зберігати партії овочів і плодів різної якості, цільового призначення та різних строків зберігання. Для цього використовують багато різних способів, які підбирають диференційовано.

Продукцію, як правило, розміщують у тарі (дерев'яних ящиках на піддонах різної ємності та у контейнерах). В об'ємних контейнерах і ящиках на піддонах транспортують і зберігають картоплю, коренеплоди, гарбузові, плоди зерняткових. У маломістких ящиках транспортують і короткочасно зберігають плоди яблуні, груші, помідори, баклажани, перець та інші. У контейнер уміщається 300-600 кг продукції, у піддон з ящиками й напівконтейнер - 200-300 кг.

Всі ці види тари є багатооборотними, тобто після використання їх можна складати й зберігати в міжсезоння. Ящики й лотки використовують для транспортування й зберігання продукції, що легко травмується, - плоди зерняткових й кісточкових, а також кавуни й дині. У них продукція зберігається до реалізації. Містка тара використовується до сортування продукції.

Тару виготовляють також із плівки, сітки, пластмаси, картону й використовують для транспортування й доставки продукції в місця призначення. Для затарювання й транспортування продукції, що швидко псується, використовують кошики місткістю 1-3 кг.

Крім дерев'яних, випускають контейнери із щільного полістиролу, стійкого до несприятливих умов й ударів (з поліетилену низького тиску). Ящики виготовляють із пресованої соломи, а коробки - з гофрованого картону. Як тару використовують також крафт-паперові мішки. Значну частину тари виготовляють також з термопласту.

Для різного виду продукції підходить різне пакування. Розглянемо основні види плодоовочевої продукції й найбільш відповідні для них види пакування.

Для пакування оптових партій картоплі, буряка, моркви, цибулі використовують мішки й сітки по 15 кг (для цибулі) і 30 кг (для картоплі), а також дерев'яні, пластикові або картонні ящики до 20-23 кг. Роздрібні партії пакуються в сітки від 1 кг до 10 кг.

Капусту (білокачанну, червонокачанну, кольорову, брокколі, кольрабі) - у випадку оптових партій пакують у гофрокартонні, дерев'яні або пластикові ящики вагою до 10 кг. Кольорову капусту й брокколі укладають в один шар для запобігання ушкоджень. При роздрібних партіях кожна голівка запакована в стретч-плівку з наступним складанням в гофрокартонні ящики.

Помідори та перець при оптових і роздрібних партіях укладають у гофрокартонні, дерев'яні або пластикові ящики до 10 кг. Роздрібні партії - у гофрокартонні коробки від 3 кг до 6 кг, розмір яких можна регулювати в залежності від виду продукції. Піддони обтягують стретч-плівкою.

Салат: оптові партії зберігають у гофрокартонних коробках до 5 кг. Роздрібні партії - кожен голівку запаковують у стретч-плівку й викладають у гофрокартонні ящики.

Огірки: оптові й роздрібні партії - у гофрокартонні, дерев'яні або пластикові ящики до 20 кг. Роздрібні партії - у гофрокартонні ящики від 3 кг до 10 кг, розмір яких можна регулювати залежно від виду продукції. Піддони обтягнуті стретч-плівкою.

Яблука: оптові й роздрібні партії - укладають у гофрокартонні, дерев'яні, пластикові коробки до 10 кг, розмір яких можна регулювати залежно від виду продукції. Роздрібні партії - у сітках від 1 кг до 3 кг.

Персики: оптові й роздрібні партії - у коробки типу "телескоп" (картонні коробки з відділеними під кожен плід комірками).

Ягоди (полуниця, малина, вишня, смородина й ін.): оптові партії укладають у гофрокартонні коробки й підноси спеціальних розмірів вагою від 1 кг до 5 кг (із плівкою по внутрішніх боках коробки). Роздрібні партії - у блістери (прозорі пластикові коробочки різних форм) вагою від 0,2 кг до 2 кг.

Виноград: оптові й роздрібні партії - у картонні ящики вагою від 3 кг до 5 кг із пластиковими або поролоновими переділами для кожного грона.

Кавуни, дині: оптові й роздрібні партії - у картонні короби (контейнери) вагою до 300 кг. Роздрібні партії - у картонні ящики з переділами по 4-6 штук у кожному ящику.

Для делікатної овочевої продукції, такої як помідори, салати й перець, використовують прийняті на міжнародному ринку 3-х й 5-ти кілограмові гофрокартонні коробки, розмір яких можна регулювати залежно від виду продукції.

Більш тверду овочеву продукцію (огірки, яблука) можна пакувати в тару до 20 кг. А для пакування найбільш делікатних овочів і спаржі розроблені гофрокартонні підноси відповідних розмірів та якості.

Цвітну капусту впаковують в один шар, щоб зменшити можливість ушкодження. Для транспортування в межах країни, а також для експорту найбільших і найважчих фруктів, таких як кавуни й дині, пропонується безпечне рішення - спеціальні коробки для баштанних, що вміщують 4-6 одиниць.

Для фруктів із твердою шкіркою рекомендуються 6-кілограмові ящики. Існують, звичайно, і певні застереження щодо використання гофрокартонного пакування. Так, наприклад, висока вологість може серйозно послабити конструкцію коробки. Тому помитий товар необхідно спочатку висушити, перш ніж пакувати його. Через низький рівень твердості гофрокартонні коробки не можна штабелювати так високо, як дерев'яні або пластикові ящики.

Картонні коробки можна легко зашкодити необережним поводженням і мотузками. Крім того, дуже велика маса зверху на коробці може зашкодити крихкий товар усередині. Вентиляційні отвори, як правило, маленькі, тому що великі серйозно зменшили б міцність коробки. Рекомендується робити отвори загальною площею не менш ніж 5 % від площі поверхні коробки. Зменшення розміру отворів внаслідок нещільного закриття складених коробок, або неправильного їхнього складання, зменшить теплообмін, що приведе до підвищення температури товару, і буде сприяти його псуванню. При обережному й правильному ставленні з гофрокартонної тарою її переваги для впакування саме свіжої плодоовочевої продукції очевидні й беззастережні.

Українські й закордонні оптові компанії все частіше використовують міжнародну маркетингову практику, а саме замовляють пакування свіжої плодоовочевої продукції в якісну гофрокартонну упаковку. Варто мати на увазі, що майже 80 % всієї свіжої плодоовочевої продукції, що поставляється на експорт, транспортується й продається оптом - запакована в гофрокартонну тару. Ціна упаковки, звичайно, різна. Для порівняння можна привести досвід США, де вартість упаковки на продовольчі товари становить у середньому 22 % від вартості самого товару. В Україні ж, за розрахунками виробників овочевої продукції, маркетингові витрати включно з упаковкою в середньому становлять 4 % від вартості товару.

Якщо мова йде про експорт, то маркетингові витрати можуть становити близько 80 % від загальної вартості, до 20 % з яких досягають витрати на упаковку продукції. Це підтверджує широко відомий досвід херсонського кооперативу виробників "Південний Союз", якому вдалося налагодити контакти зі шведською оптовою компанією й поставити в мережу шведських супермаркетів херсонські кавуни, упаковані в гофрокартонні ящики місцевого виробництва. Досвід кооперативу переймають інші компанії (об'єднання) виробників, розширюючи власні можливості збуту якісної продукції. Практика свідчить: саме упаковка стає одним з вирішальних факторів успішного просування товару на ринку в умовах зростаючої конкуренції. І хто зможе вчасно реагувати на зміну ринку й задовольняти зростаючі потреби українського споживача, лише він зможе досягти успіху.

### **1.5 Способи зберігання рослинної продукції та їхні особливості**

Всі сховища, що використані для зберігання плодів, овочів і картоплі, можна розділити на дві групи: без охолодження й з охолодженням (заморожуванням).

До способів зберігання без охолодження відносяться: найпростіші бурти, траншеї, ями, лабази, підпілля стаціонарні, або спеціалізовані. Останні, у свою чергу, діляться за призначенням на: картоплесховища, овочесховища, плодосховища і за пристроями - наземні, поглиблені або напівпоглиблені й підземні.

До особливої категорії серед способів тривалого зберігання без охолодження відносяться зберігання сушених плодів й овочів

До способів зберігання з охолодженням можна віднести також зберігання заморожених продуктів

#### **1.5.1 Зберігання картоплі за допомогою інгібіторів**

Цікавий спосіб підготовки картоплі до зберігання в 1999 році запропонувала фірма "Бейкер і Макензі" [73] За цією технологією для інгібування проростання картоплі й наступного її зберігання обробляють розчином пероксиду водню. Для цього готують розчин, що має значення рН, який не перевищує 6, що містить іони срібла, міді й цинку в кількості від 10 ч/млрд. до 20000 ч/млн. Цей розчин містить групу кислот, у яку входять **надоцтова**, азотна, сірчана й фосфорна кислоти. Зазначений розчин (як обкурюючий засіб) наносять на картоплю у вигляді сухого туману, або диму, що складається з мікрокрапель, що мають діаметр від 0,001 до 100 мікронів. Під час зберігання, обкурена картоплю утримують в умовах високої відносної вологості, тим самим запобігаючи втраті нею вологи.

<sup>2</sup> **Інгібування** (лат. inhibitor — затримувати) – уповільнення або запобігання протікання якої-небудь хімічної реакції, у цьому випадку - окислювання харчових жирів й ін.

**Ферментативний інгібітор** — речовина, що сповільнює протікання ферментативної реакції. Розрізняють оборотні й необоротні інгібітори.

Пероксид водню є добре відомим безпечним для навколишнього середовища окислювачем. Вичерпна стаття, що підсумовує використання таких та інших особливостей, представлена в [103].

Така технологія є екологічно безпечною, вона запобігає втратам при ушкодженнях і гнитті, викликаних патогенними мікроорганізмами; дозволяє зберігати картоплю в умовах високих позитивних температур протягом усього строку зберігання, з показниками високої відносної вологості (70-99%), що запобігає втратам маси внаслідок зневоднювання.

Крім того, її можна застосовувати також при вирощуванні картоплі, для запобігання якісних і кількісних втрат на всіх стадіях його обробки, включаючи посів, збирання, транспортування й продаж, а також для стимулювання росту картоплі.

У випадку тривалого зберігання картоплі доцільно проводити його обробку розчином, через кожні кілька тижнів. Крім того, у проміжках між такими обробками картоплю можна підтримувати в стерильному навколишньому середовищі й надлишковій вологості шляхом обробок сховища розчином з більш низькою концентрацією інгібітору.

Така технологія придатна для зберігання інших овочевих культур, наприклад, таких як батат, морква, цибуля, редька, часник і тому подібних, з одержанням гарних результатів. Її можна використати для підвищення якості й схоронності при тривалому зберіганні насіння посівної картоплі, матеріалу, що використовують для розмноження батата, а також цибулин, включаючи квіткові цибулини й бульби. Позитивний ефект цієї технології підтверджено іншими авторами [107].

Як інші інгібітори, які дотепер використовують для зберігання картоплі, можуть служити ізопропілфенілкарбонат (ІРС) [103] хлорізопропілфенілкарбонат (СІРС), гідразид малеїнової кислоти [110], а також 1,2-дигідро-3,6-передазиндіон й 2,3,5,6-тетрахлор-нітробензол (ТСНВ).

Використання СІРС в цей час є найбільш широко розповсюдженим у практиці способом для захисту бульб картоплі при зберіганні від проростання. Використання його й деяких інших хімічних інгібіторів дозволяє зберігати картоплю при більш високих температурах - у діапазоні 7-8°C.

Однак використання СІРС створює безліч проблем. До цих проблем відносяться вповільнення загоєння травмованої поверхні й утворення перидерма в бульбах, що в результаті вимагає спеціальної додаткової обробки після періоду лікування.

Крім того, СІРС залишає токсичні залишки на бульбах, на яких його наносять, проникає в тканини бульб і плодів, але при цьому не виключає можливість потемніння серцевини. Все це накладає на його використання нижченаведені обмеження:

- необхідно виконувати інструкцію, яка забороняє використання СІРС для обробки деяких видів продовольства;
- картоплю й аналогічні харчові продукти, які оброблені препаратами на основі СІРС, необхідно витримати, щонайменше, 1 або 2 місяці для розкладання СІРС перш, ніж вони надійдуть на ринок;
- не допускається використання складських приміщень або бункерів, яких проводили обробку препаратом СІРС, для зберігання насінного матеріалу або продовольчих продуктів;
- використання СІРС вимагає спеціального устаткування, дорогого в експлуатації, а також дотримання високого й певного температурного режиму для переходу рідини в газ, постійного спостереження кваліфікованого фахівця протягом усього часу роботи;
- СІРС викликає корозійну дію на пластмасу, залишає чорний, труднознищений прошарок і залишки активних речовин на стінах протягом декількох років;

При використанні СІРС для вповільнення проростання бульб картоплі під час зберігання, температура в сховищі, повинна підтримуватися в інтервалі 2-4°C. Підтримка такого низького температурного режиму вимагає додаткових енерговитрат і збільшує собівартість зберігання. Крім того, при температурах нижче 9°C існує тенденція перетворення крохмалю в цукор, що приводить до погіршення смакових характеристик картоплі, особливо

промислової картоплі, тому така картопля користується меншим попитом у споживача, і в той же час повністю не придатна для деяких областей промислового застосування. Крім того, СІРС переходить у летучий стан при відносно високих температурах (170-180°C) перед введенням його в камеру схову, приводячи тим самим до небажаного навантаження на холодильну установку й додаткові енерговитрати [73, 101, 103, 107].

### 1.5.2 Використання вермикуліту як пакувального матеріалу

Співробітники ЛІСТА (Росія) разом з Полярно-альпійським ботанічним садом-інституту Кольської філії АН Росії запропонували як консервант для тривалого зберігання картоплі й овочів вермикуліт замість сипучих пакувальних матеріалів, паперових обгортки, картонних прокладок.

Вермикуліт – це мінерал із групи гідрослюд, має здатність багаторазово збільшуватися в обсязі (спучуватися) при випалі в інтервалі температур від 400°C до 1100°C. При цьому він окислюється й не гниє, має здатність до високого вологовбирання (більше 350 %), має лужну реакцію (рН водної витяжки 9,9).

Застосування вермикуліту як пакувального матеріалу значно поліпшує зберігання картоплі, моркви й інших овочів. Це досягається, насамперед, його вологовбирними властивостями, завдяки яким на поверхні об'єктів зберігання ніколи не буває краплино-рідкої вологи. На сухій пористій поверхні не відбувається розвиток грибних гнилизн і бактеріозів. Розмноженню грибів перешкоджає також лужна реакція консервантів. Вермикуліт, маючи адсорбційні властивості, сприяє видаленню з навколишньої щодо овочів, атмосфери ацетальдегіду, етилового спирту й інших продуктів анаеробного дихання. Цим попереджаються функціональні розлади (фізіологічні хвороби) картоплі й овочів. Сипкість і легкість проникнення вермикуліту між окремими екземплярами овочів обмежує контакт між хворими й здоровими бульбами або коренеплодами, отже, виключається гніздове загнивання продукції. Цей сипучий мінерал може відігравати роль носія фунгіцидів і бактерицидів, а також підтримувати потрібну концентрацію вологи в атмосфері.

Тривале зберігання картоплі й овочів у вермикуліті марки 150 дозволило збільшити вихід стандартної продукції на 3,9 -14,6 % при одночасному зниженні природного збитку маси на 2,5 – 12,8 % [16, 44].

Застосування вермикуліту ефективно при зберіганні овочів у засіках, ящиках і контейнерах, попередньо застелених папером. В останньому випадку використовують вермикуліт марок 150 та 200. Перед засипанням вермикулітом картоплю й овочі необхідно перебрати. Застосування цього консерванту доцільно не тільки при осінній закладці овочів на зберігання, але й перед виходом їх зі стану спокою в лютому - березні.

Консервант засипають у насип в засіках або у тару з картоплею або овочами зверху. Завдяки **плинності** він рівномірно розподіляється між екземплярами продукції. При зберіганні овочів у засіках із природною вентиляцією витрата вермикуліту марки 200 становить 2,5 -3,0 % від маси картоплі або овочів. Якщо ж їх зберігають у тарі, потреба в мінералі зростає до 5 -10 % до маси продукції, що зберігається.

Для зменшення ураження грибковими хворобами яблук сортів Джонатан, Старкінг і Мантуанське при їхньому зберіганні, так само використали вермикуліт. Яблука, пересипані вермикулітом з розрахунку 10-15 кг на 1 тону плодів, зберігали в стандартних контейнерах марки КС-500. Контейнери з продукцією, що досліджується, й контрольною продукцією зберігали в холодильній камері, де температура для сортів Джонатан та Старкінг, підтримувалася на рівні 2-3°C, а Мантуанське на рівні 3-4°C. При цьому відносна вологість повітря була 90-94 % (Джонатан, Старкінг) і 85-90 % (Мантуанське). Тривалість зберігання становила 7 місяців.

Зіставлення результатів зберігання показало, що застосування вермикуліту позитивно впливало на збереження товарної якості плодів всіх сортів. Так, після 7 місяців зберігання вихід стандартних яблук сорту Старкінг при використанні вермикуліту був вище на 19,4 % і склав 91,9 %.

Втрата маси плодів, що зберігалися в дослідному варіанті, був майже в 2 рази менший, ніж у контролі. Загальні втрати від грибкових захворювань у сорту Джонатан після зберігання з вермикулітом склали 2,6 %, у контролі - 6,4 %, а по сорту Мантуанське відповідно 2 й 4,1 %. У дослідному варіанті яблука всіх сортів були менше уражені грибковими хворобами. Причиною цього, мабуть, можна вважати менший контакт плодів один з одним, тобто вермикуліт певною мірою перешкоджає поширенню грибних хвороб у масі плодів.

Можливість використання високої адсорбційної здатності для підсилення фунгіцидної та антимікробної дії вермикуліту шляхом додавання до нього антимікробних речовин у безпечних для людини концентраціях розширює перспективи цього засобу.

У результаті проведених досліджень можна вважати позитивним вплив вермикуліту на підвищення збереження продуктів. У той же час необхідно більш повне й всебічне вивчення впливу вермикуліту на метаболізм рослинних продуктів, повинна бути допрацьована технологія застосування вермикуліту, а також модифікація його властивостей при повторному використанні.

### 1.5.3 Фумігація сховищ плодоягідної продукції

Фумігація (від лат. *fumigation* - окурювати, диміти) - найефективніший метод боротьби з будь-якими живими шкідниками в герметично закритих приміщеннях, знищення збудників хвороб рослин шляхом отруєння їх отрутними парами або газами (фумігантами) [29]. Для фумігації використовують прилади, які зветься фумігаторами.

Фуміганти –це хімічні речовини (пестициди). **Діюча основа фуміганта звичайно синтетичні піретроїди із тривалою залишковою дією), будучи нетоксичними для теплокровних (людей і домашніх тварин), є сильними інсектицидами.** Для фумігації застосовуються фосфін, бромистий митив, хлорпикрин, дихлоретан і різні суміші (CS<sub>2</sub> й CCl<sub>4</sub>, SO<sub>2</sub> і формалін) та інші. Зараз на території України дозволені для використання фосфін (зерно й зернопереробні підприємства, склади завантажені й порожні, тара) і бромистий метил (у карантинних цілях).

Фумігатор - прилад для дезінсекції приміщень і різних об'єктів агропромислового комплексу у закритому просторі методом фумігації, тобто, використанням пари інсектицидів (фумігантів). Фумігатори бувають електричними (що використовують пластини або пляшки з рідиною), а також димовими спіралями. Існують фумігатори, що працюють у відкритому та замкнутому циклі. Фумігатори відкритого типу забезпечують фумігацію з викидом фуміганта в зовнішнє середовище. Фумігатори, що працюють по замкнутому циклу, працюють більш ефективно без втрати фумігантів і забезпечують екологічно чисту фумігацію.

Фумігацію використовують для знезаражування: харчових продуктів і сировини (зерна, крупи, борошна, тютюну, фруктів, овочів й т.д.), порожніх сховищ (складів, цехів, силосних веж, сховищ, елеваторів, автофургонів, ж/д вагонів, морських контейнерів, трюмів суден і т.д.), а також нехарчових матеріалів.

Фумігацію виконують у спеціальних костюмах високого хімічного захисту й протигазах спеціального призначення; контролюють процес від моменту герметизації приміщення або продукту до моменту завершення газациї й детоксикації місць або приміщень, де проводилася обробка.

Якщо є необхідність термінової реалізації продукції, для знезаражування використовують метод фумігації бромистим метилом. Фумігацію проводять у спеціальних, досить герметизованих фумігаційних камерах. Ящики із плодами встановлюють на піддонах штабелями на відстані не менш 20 см від стін і 40-60 см від підлоги. На всю довжину камери залишають проїзд шириною 1,5 м. У камері поступово доводять температуру до 8 -10<sup>0</sup>С (усередині плода). Фумігувати плоди можна як в оригінальній упаковці, так і після перебирання.

Оскільки бромистий метил є отрутою, що діє на нервову систему, всі роботи повинні проводитися при строгому дотриманні правил безпеки й кваліфікованими фахівцями.

Крім citrusових, фумігації бромистим метилом, відповідно до вказівки Державної інспекції по карантину й захисту рослин, підлягають також яблука, груші, що надходять із різних країн, при випуску продукції зі складу у весняний і літній періоди.

Особливістю зберігання винограду, як у звичайних умовах, так і в умовах регульованого газового середовища, є періодична фумігація сірчистим ангідридом (сульфурації) для придушення фітопатогенної мікрофлори. У середовищі з підвищеною вологістю сірчистий ангідрид утворить агресивне середовище, що виводить із ладу устаткування. Тому камери сучасних холодильників, призначені для зберігання винограду, виготовляються з нержавіючої сталі. Також необхідно додаткове устаткування для видалення сірчистого ангідриду з камери після 20-30-хвилинної обробки.

Тару (ящики), що звільнені з-під плодів, підданих фумігації, можна використати без карантинного обмеження. Пакувальний матеріал (рисову лузгу, папір й ін.), у міру звільнення, спалюють або при необхідності, використовують на господарські потреби за узгодженням з карантинною інспекцією.

Плоди, що піддавалися фумігації, в подальшому зберіганню не підлягають і повинні бути відразу реалізовані, тому що фумігація може при наступному зберіганні викликати потемніння шкірочки плодів.

Втрати, пов'язані з фумігацією й рефрижерацією, передбачені нормативами й ураховуються при вирахуванні загальних втрат.

Фумігацію охолоджуваних сховищ роблять також для запобігання розвитку грибкових захворювань плодово-ягідної продукції. Фумігація є дуже діючим заходом у комбінації зі швидким охолодженням.

Правила виконання фумігації:

- первинна фумігація проводиться протягом 12 годин після збору врожаю;
- концентрація газу - 100 часток на мільйон часток об'єму/год.;
- фумігація під час охолодження повітряним потоком сприяє прямому контакту із гронами винограду;
- повторювати фумігацію в камері кожні 7-10 днів.

Під час транспортування й реалізації можна використати подушки з перфорованого поліетилену, що генерує сірчистий ангідрид (SO<sub>2</sub>).

#### **1.5.4. Вплив різних газових сумішей на гриби**

Виявлено прямий вплив різних газових сумішей на гриби. Встановлено, що як підвищені концентрації CO<sub>2</sub>, так і знижений вміст O<sub>2</sub> пригнічують ріст міцелію грибів *Penicillium expansum* Lihk та *Botrytis cinerea* Pers. Особливо сильна гнітюча дія на ріст грибів виявляє газова суміш із максимальним вмістом CO<sub>2</sub> (10 %) і мінімальною концентрацією O<sub>2</sub> (3 %). Цей газовий режим найбільшою мірою пригнічує і споруляцію грибів [23, 47].

Газові суміші зі вмістом CO<sub>2</sub> – 10 %, O<sub>2</sub> - 11 %; CO<sub>2</sub> – 0 %, O<sub>2</sub> – 3 % і CO<sub>2</sub> -5 %, O<sub>2</sub> – 16 % пригнічують ріст і спорування грибів, але в меншій міри, ніж суміш із концентрацією CO<sub>2</sub> – 10 %, O<sub>2</sub> -3 %. На процес проростання спор жодна з наведених газових сумішей не чинила гнітючої дії.

З погляду дії озону на мікроорганізми, останнім часом пропонують використовувати його для обробки плодів, щоб продовжити строки їхнього зберігання. Найбільш чутливими до впливу озону виявилися гриби із сімейства *Mucedinaceae*, особливо *Botrytis cinerea*. При дії озону в дозі 3,97 мг/л придушується ріст, спорування й склероцитоутворення, а при дозі озону 47,7 мг/л гинуть практично всі спори цього гриба. Гриби з роду *Penicillium* також досить чутливі до озону.

#### **1.5.5 Особливості зберігання citrusових плодів, бананів і гранат**

При збиранні врожаю велике значення має акуратне поводження з плодами та їхня товарна обробка з метою зменшення ушкоджень покривних тканин. Хвороби мандаринів, у першу чергу, розвиваються на плодах, знятих зеленими, пухкими; по-друге, дуже дрібних або дуже великих. Якщо в прийнятій на зберігання партії мандаринів зустрічаються плоди, в яких

шкірочка відстає від м'якоті, не слід зберігати партію довго, треба реалізувати її в першу чергу. Відкалібровані плоди цитрусових, загорнуті в тонкий папір, зберігаються краще: менше ушкоджуються тканини, знижується випаровування вологи, плоди менше забруднюються.

Позитивні результати в боротьбі зі зниженням втрат цитрусових від хвороб отримані при зануренні ящиків із плодами (незабаром після збирання) на 4-5 секунд в 5 - 8 % розчин бури з температурою 38 – 48<sup>0</sup>С із наступним зниженням температури: для мандаринів до 2 - 3<sup>0</sup>С, для апельсинів від 4 до 5<sup>0</sup>С, для лимонів від 6 до 7<sup>0</sup>С. При температурах, нижче зазначених, плоди цитрусових, особливо лимони, сильно вражаються фізіологічними хворобами. Внаслідок витрати органічних кислот на дихання значно погіршується їхній смак. При більш високих температурах збільшується псування плодів від гнилизни.

Відносна вологість повітря сховищ при температурі зберігання 2 - 3<sup>0</sup>С може бути 90 %, при 5 -6<sup>0</sup>С вона становить 80 -85 %.

При зберіганні цитрусових необхідно регулярно контролювати стан плодів. При виявленні гнилизни хворі плоди треба видаляти.

При зберіганні бананів необхідно створення відповідного температурно-вологісного режиму й інтенсивної вентиляції повітря в камерах, де можливо трохи затримати або прискорити дозрівання плодів окремих партій. Так, при температурі 16-17<sup>0</sup>С, помірній вентиляції й відносній вологості повітря 85-90 % банани дозрівають за 7 -8 доби. Поступовим підвищенням температури до 20<sup>0</sup>С (на добу), а потім зниженням її до 19-18<sup>0</sup>С при слабкій вентиляції й відносній вологості 90-95 % скорочують строки дозрівання.

Попередження розвитку гнилизн і плісень на бананах, що зберігаються, значною мірою може бути забезпечено акуратним ставленням до плодів під час приймання й розміщення їх у камерах схову. Необхідно пам'ятати, що через найменші ушкодження у шкірочку плодів можуть проникнути патогенні мікроорганізми. При перевірці стану бананів, що зберігаються, варто обережно зрізати з кистей всі уражені плоди й виносити їх з камер.

Своєчасне проведення всіх агротехнічних і захисних заходів під час вегетації гранатів має величезне значення в боротьбі із хворобами їх при зберіганні.

Дотримання фітосанітарних правил при збиранні гранатів і товарній обробці продукції, закладка на зберігання плодів високої якості багато в чому забезпечують їхнє зберігання.

На зберігання закладають плоди сортів більш пізніх строків дозрівання. Зберігати гранати треба в холодильних камерах при температурі від 1 до 2<sup>0</sup>С и відносній вологості повітря 85 -90 %.



## 2 ЗБЕРІГАННЯ БЕЗ МАШИННОГО ОХОЛОДЖЕННЯ

### 2.1 Тимчасові сховища і їхні типи

Бурти й траншеї - найпоширеніші типи найпростіших сховищ. Для їхнього облаштування потрібно мало будівельних матеріалів, до того ж дешевих та, в основному, місцевих. Ділянку для буртів і траншей підбирають на підвищеному місці, на легких або середніх ґрунтах. Це місце повинно мати ухил для стоку дощових і поталих вод. Сховища треба розташовувати в напрямку з півночі на південь [63].

Рівень ґрунтових вод установлюють навесні по контрольних колодязях глибиною до 2-2,5 м. Ґрунтова вода не повинна бути ближче 1,0 м від дна траншеї на легких ґрунтах і не ближче 1,5 м на важких глинистих, суглинних і тому подібних ґрунтах. Бажано, щоб ділянки були захищені від холодних північних або північно-східних вітрів, мали природний скат, а також водовідвідні канали.

При побудові буртів ширше 3 м необхідна вентиляція, яку встановлюють за допомогою труб. Замість горизонтальної труби можна викопати канавки глибиною 20 см і шириною 25-30 см всередині бурту або траншеї. Цю канавку закривають ґратами, збитими з дощечок або жердин.

Картоплю, буряк, брукву, ріпу, цикорій у бурти й траншеї зазвичай завантажують не з прошарком піску, а насипом. Моркву, петрушку, пастернак і селеру, як правило, зберігають у траншеях з укладанням коренеплодів рядами й прошарком кожного ряду піском або землею. У сильні морози зверху буртів навантажують додатковий шар снігу.

Бурти бувають різних конструкцій: наземні, напівзаглиблені й заглиблені. Вибір того чи іншого типу бурту залежить від глибини залягання ґрунтових вод і наявного будівельного матеріалу. Наземні бурти закладають на поверхні ґрунту, для напівзаглиблених викопують котловани глибиною 0,22-0,3 м, а для заглиблених - 0,5-1,0 м. До заглиблених буртів відносяться ті, у яких приблизно половина продукції перебуває в котловані, а інша - вище поверхні землі. Найкраще картопля й овочі зберігаються в напівзаглиблених і заглиблених буртах, тому що тут вони менше піддаються різким коливанням температури. У буртах продукція розташовується у вигляді витягнутого по довжині штабеля. Форма бурту може бути також кругла. Такі бурти називаються копцями. Бурти для картоплі й столового буряка закладають шириною до 2 м, для столової моркви, петрушки й ріпи - 1 м, для білокачанної капусти й брукви - 1,5-1,8 м. Довжина буртів при зберіганні картоплі не більше 10-15 м, при зберіганні моркви - до 5 м.

Для контролю за режимом температури в бурт або траншею ставлять у похилому положенні по одному, а краще по два буртових термометри або тільки їхні футляри - дерев'яні трубки розміром 4x4 см. Один термометр ставлять всередину бурту у будь-якій точці по його довжині, але з відступом на 2-3 м від торців. Ця точка буде визначати середню температуру бурту. Другий термометр ставлять у найбільш холодне місце бурту - у шар картоплі або овочів біля підшови з північної сторони бурту. Буртові термометри або футляри ставлять під кутом в 15°С, щоб при вимірах температури не залазити на укриття.

Найбільш висока температура спостерігається в глухих буртах без вентиляції, а найбільш низька - у буртах із приточно-витяжною вентиляцією.

Необхідно відзначити, що різке підвищення температури в бурті, зазвичай, спостерігається після остаточного його укриття. Ця особливість - підвищення температури в бурті або траншеї після додаткового укриття - явище закономірне, і воно завжди спостерігається в таких випадках. У буртах шириною 2 м температура буває нижчою, ніж у буртах шириною 3-4 м.

Найкращі результати виходять при укритті буртів і траншей із прокладкою ізоляційного матеріалу - соломи, тирси, торфу, шлаків, сухого листя, хвойного лапника, очерету тощо.

Нормальною температурою в бурті й траншеї слід вважати від 1°С до 3°С. Допустиме зниження до 0°С і підвищення до 4-5°С. Температура у верхній частині бурту - вища, ніж у нижній його частині. У траншеї ж, навпаки - взимку більш висока температура спостерігається в нижніх її шарах й у середині, а більш низька - у верхніх.

Віконні прорізи в картоплексховище роблять у вигляді люків, які служать для висвітлення й провітрювання приміщень у літню пору. Ці люки використовують восени для завантаження картоплі.

У коренеплодосховищах необхідно мати крім камер для зберігання, приміщення для тари й ваг, а також 1-2 тамбури. Сховище для капусти повинне додатково мати площу для зберігання «затареної» продукції.

Сховища для цибулі повинні передбачати крім основних приміщень для зберігання також сортувальне відділення і печі-сушарки.

Поглиблені або напівпоглиблені сховища з достатнім підсипанням землею забезпечують взимку температуру, необхідну для зберігання плодів та овочів (від 0 до 2<sup>0</sup>С).

За допомогою вентиляції здійснюється охолодження картоплі, плодів та овочів до оптимальної температури, а також видалення надлишку тепла, вологи й вуглекислоти, що виділяється продуктами при зберіганні.

Щоб знизити температуру однієї тонни картоплі на 1<sup>0</sup>С, треба пропустити приблизно 775 м<sup>3</sup> повітря на добу за різниці в температурах зовнішнього й відпрацьованого повітря в сховищі в 5<sup>0</sup>С. При цьому всі труби, зокрема й приточні, а також люки, працюють як витяжні труби. Приплив холодного повітря здійснюється через двері, а у випадку закриття їх - через щілини й люки.

У найпростіших сховищах установлюють тільки витяжні труби, що виходять у гребінь даху (на 50 см вище за нього) на відстані 5-6 м одна від іншої. Ці труби виконують з перетином 25 x 25 см, або 35 x 35 см, з дощок товщиною 2,5-3 см. Стінки їх роблять подвійними, а простір між ними засипають теплоізоляційним матеріалом, щоб не було конденсації вологи. Нижні кінці витяжних труб повинні закінчуватися на рівні стелі або внутрішнього обшивання даху, щоб не було завихрень повітря біля них. На верхніх кінцях труб ставлять ковпаки. Нижні кінці труб повинні мати кришки, що захлопуються, закріплені на петлях із пружиною.

Приточні труби також виконують із подвійними стінками й засипанням вільного простору між ними ізоляційним матеріалом. Прокладають їх у шарі ґрунту на відстані 18-20 см від зовнішньої стіни. Верхні кінці труб повинні бути вище рівня ґрунту на 60-70 см і закінчуватися шиберами й ковпаками.

Для витяжної вентиляції через кожні 3-4 м встановлюють вертикальні труби, нижні частини яких роблять пластинчастими. Притічні труби використовують у сховищах цибулі, капусти, а іноді в картоплексховищах місткістю 200 т і більше. Швидкість руху повітря в приточних трубах при тязі всередину буває більша, коли витяжні труби відкриті.

До весни, з підвищенням температури зовнішнього повітря, і витяжні труби працюють як приточні. Тому в цей час їх треба відкривати тільки вночі, при температурі більш низькій, ніж у сховищі.

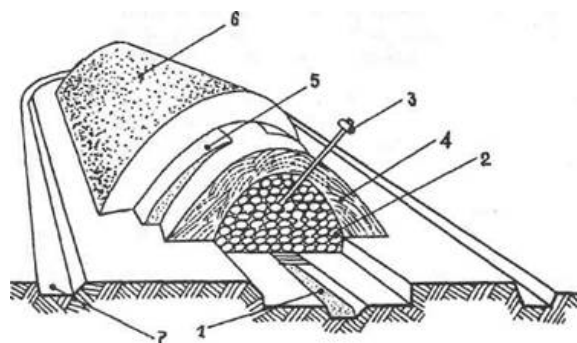


Рис. 2.1. Схематичне зображення наземного бурту:

- 1 - нижній вентиляційний канал;
- 2 - картопля або коренеплоди;
- 3 - дерев'яна контрольна трубка для буртового термометра;
- 4 - солома;
- 5 - первісний шар землі;
- 6 - повне, земляне укриття;
- 7 - водовідвідна канава.

Найбільш надійним способом, що дає можливість зменшити втрату тургору, знизити втрати й зберегти харчову цінність, є зберігання плодів й овочів у сховищах зі штучним охолодженням.

Стационарні сховища зручніші за бурти і транші тим, що дозволяють візуально контролювати стан продукції. За типом сховища поділяють на: поглиблені, напівпоглиблені й наземні.

Картопля й овочі добре зберігаються в буртах із природною вентиляцією. Влаштовують бурти в такий спосіб. На всю довжину бурту викопують одну або дві канавки, залежно від виду продукції яку закладають на зберігання. Так, для картоплі й коренеплодів досить однієї канавки, для білокачанної капусти їх викопують дві. Кінці цих канавок повинні виходити за торці буртів на 1 м. Поперечний розріз найпростішого бурту з нижніми вентиляційними каналами схематично зображений на рис. 2.1 й 2.2.

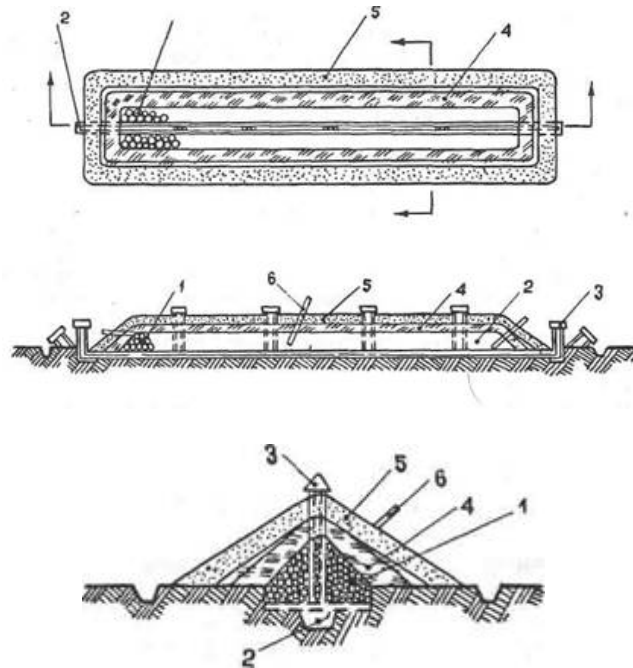


Рис. 2.2. План і поздовжній розріз заглибленого бурту:

1 - картопля або коренеплоди; 2 - приточна канава; 3 - вертикальний колодязь приточної канави; 4 - солома; 5 - земля; 6 - дерев'яна контрольна трубка.

При зберіганні капусти приточну вентиляцію доцільно влаштовувати в такий спосіб. У підвалині бурту, по його середній лінії, викопують приточний канал (30x30 см), який виводять за межі бурту на 1 м від торців. Через кожні 3-4 м копають поперечні приточні канали, що з'єднуються з поздовжнім. Канали перекривають ялиновими гілками, хмизом, обрізками дощок. При створенні наземних буртів для капусти на окультурених торф'яних ґрунтах качани вкладають на настил з жердин, **обаполів**, дощок. Така споруда піднімається на висоту 20-25 см від землі. Поверх жердин настиляють ялинові лапки, на які вкладають качани. Краї настилу виводять за торцеві сторони бурту з таким розрахунком, щоб перші (осінні) шари укриття розміщувалися на настилі.

Для витяжної вентиляції замість труб, по краях яких у суворі зими спостерігається підморожування продукції, краще укладати на гребені бурту збитий з дощок жолоб (30x30 см), кінці якого виводять назовні на рівні шару соломи. З метою посилення повітряного потоку доцільно добудувати до жолоба по торцях і через кожні 3-4 м витягнуті труби висотою 50 см і розтином не менш 25x25 см. Для того, щоб зручно було встановлювати проміжні витяжні труби, жолоб краще складати з окремих секцій довжиною 2-4 м.

Після укладання продукції в штабель її вкривають соломною й землею. Гребені буртів з картоплею землею не присипають до настання невеликих мінусових температур (0,1-2°) і встановлення оптимального температурного режиму в масі продукції. Через цю віддушину відбувається охолодження продукції й випаровування зайвої вологи.

В якості теплоізолюючого матеріалу для укриття буртів, крім соломи, можна використати також дерев'яну тирсу, суху торф'яну крихту, сухі сфагнові мохи, сухе листя дерев,

ялинові лапки, відходи льонотіпального виробництва. Товщина солом'яного укриття повинна бути в основі не менша 60-70 см, а по гребені - 30-40 см. Шар землі при першій присипці має бути 10-15 см, при другій, коли встановлюються мінусові температури, слід доводити до 25-35 см.

При встановленні стійких заморозків нижче  $-2^{\circ}\text{C}$  канали приточної вентиляції закривають на ніч. При подальшому зниженні температури зовнішнього повітря (нижче  $-3^{\circ}$ ) приточні канали закривають солом'яною, сухою торф'яною крихтою, дерев'яною тирсою, потім обов'язково землею. Труби витяжної вентиляції остаточно закривають, коли температура зовнішнього повітря падає нижче  $-4^{\circ}\text{C}$ , а всередині буртів устанавлюється стійка температура  $+2^{\circ}\text{C}$ .

Для виміру температури в буртах устанавлюють контрольні трубки для термометрів,

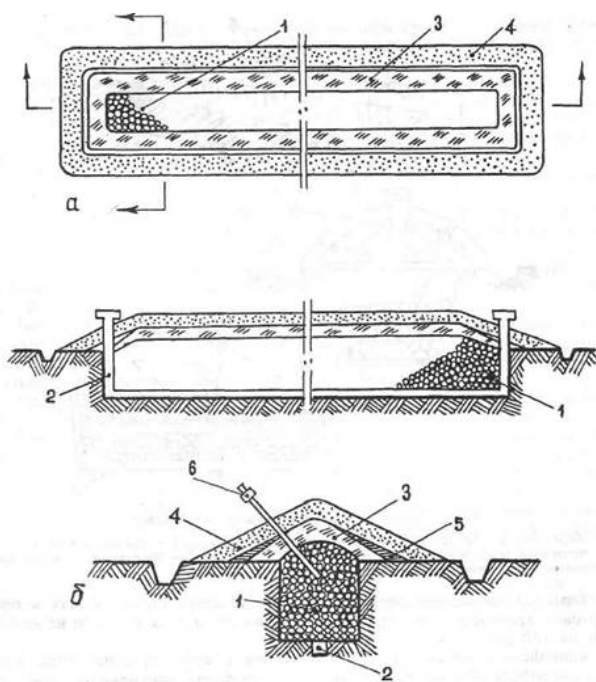


Рис. 2.3. Траншея із приточної

вентиляцією:

а - поздовжній розріз; б - поперечний розріз.

1 - продукція, що зберігається; 2 - приточна вентиляція; 3 - солома; 4 - остаточне вкриття землею;

5 - первісне вкриття землею; 6 - термометр.

занурюючи їх при цьому до середини маси картоплі або овочів. Трубки виготовляють із тонких сухих дощок шириною 5-6 см.

Траншеї - викопані в землі котловани різної глибини й ширини із прямими або похилими стінками. За конструкцією траншеї бувають декількох видів.

Поширені в основному два види траншеї: глухі й вентилязовані.

Глухі траншеї мають такі розміри: ширина по верху - 1 м, по дну - 0,7-0,8 м, глибина, залежно від сипкості ґрунту - до 1 м (у південних районах - 0,8 м). Довжина не більше 15 м. При викопуванні траншеї доцільно через кожні 5-6 м залишати земляні перемички. У цьому випадку при виникненні гнилизни в будь-якій із секцій, вона не поширюється по всій масі продукції. Крім того, така конструкція

траншеї дозволяє реалізувати овочі й картоплю в міру споживання частинами. Завантаження траншеї можна робити майже до рівня ґрунту або з невеликим двоххилим підйомом на 30-35 см вище поверхні ґрунту. Такий порядок завантаження траншеї дозволяє добре утеплювати картоплю й овочі й більш ощадливо використати її обсяг.

Товщина солом'яно-земляного укриття робиться такою ж, як і при буртовому зберіганні, з обов'язковим виводом її за край траншеї не менше, ніж на 120 см.

Картопля й овочі краще зберігаються у вентилязованих траншеях. Для картоплі зазвичай будують траншеї із приточною вентиляцією (рис. 2.3), для овочів - з охолоджуваним дном і вільною циркуляцією повітря у верхній частині траншеї (рис. 2.4).

У першому випадку по дну траншеї влаштовують приточну вентиляцію у вигляді канавки або шляхом укладання ґратчастої труби розтином 25x25 см. Канавку зверху закривають ґратами або застеляють жердинами і з'єднують із зовнішнім повітрям через колодязі, викопані в торцях траншеї. Вершину траншеї не засипають до настання стійкого похолодання. Для зберігання овочів траншеї з охолоджуваним дном зазвичай копають довжиною 10 м, глибиною 1-1,3 м і шириною 1-1,2 м. У торцях викопують вертикальні вентиляційні канали (40 x 60 см), що доходять до дна траншеї. На дно траншеї вкладають поздовжні дерев'яні лаги (товщиною 18-20 см), які перекривають обрізками жердин, дощок, **обаполлом**, утворюючи в такий спосіб дуге ґратчасте дно.

Вертикальні канали відокремлюють від внутрішнього об'єму траншеї дерев'яними утепленими щитами, що представляють собою дощаті коробки, заповнені теплоізоляційним матеріалом (сухі деревні тирса, шлаковата й т.д.). Дно й стінки траншеї (при зберіганні капусти) рекомендується вистилати ялиновими лапками. Бічні щити також відокремлюють від капусти хвоєю.

Траншею перекривають ґратчастим дахом: поперек траншеї через кожні 75-80 дів укладають поперечини із брусків, **обаполів**, жердин і по них роблять решетування з обрізків **неділової** деревини. Через кожні 3 м до цього каркасу прикріплюють (нижнім торцем) дерев'яні витяжні труби висотою 1,5 м і розтином 26x25 дів. Укриття проводять в 2-3 рядка (за загальними правилами). Зимовим укриттям охоплюють також ґрунт навколо траншеї на 100 см.

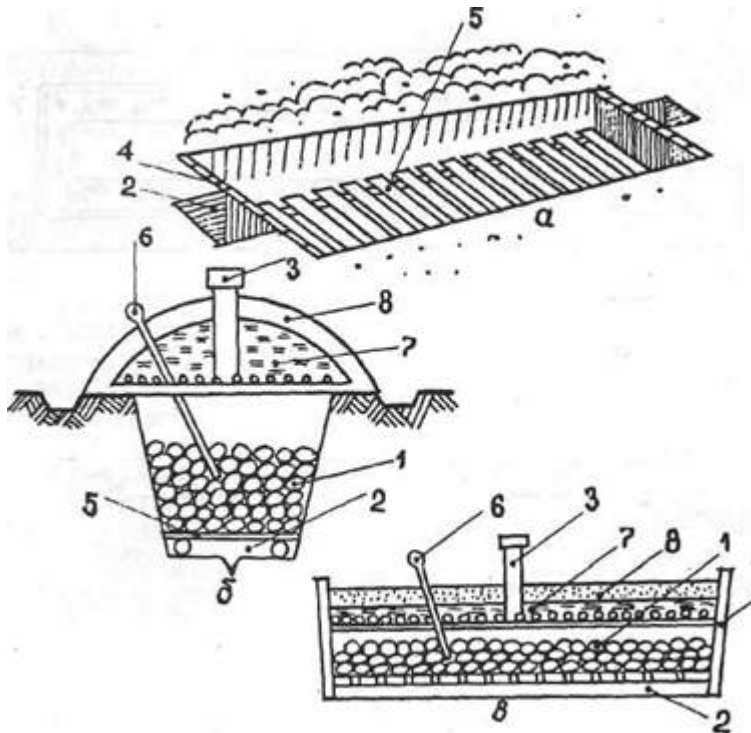


Рис. 2.4- Траншея із приточно-витяжною вентиляцією:

а - загальний вид; б - поперечний розріз; в - поздовжній розріз. 1 - продукція, що зберігається; 2 - приточна вентиляція; 3 - витяжна труба; 4 - щит; 5 - ґрати; 6 - трубка для термометра; 7 - солома; 8 - земля.

У траншею такого типу можна вкладати овочі в такий спосіб. Після того, як траншею заповнюють овочами, продовжують укладання вище рівня землі на 0,5-0,6 м, як і при укладанні в бургт. У цьому випадку каркасний дах не встановлюють, а поверх овочів укладають витяжний дерев'яний жолоб із прибудованими до нього трубами й укривають так саме, як бургт.

Вертикальні канали вкривають соломою та, в останню чергу, землею, коли в траншеї встановиться температура 1-1,5<sup>0</sup>С і при настанні стійкого похолодання. У випадку споживання (особливо навесні) вертикальні канали відкривають.

Завдяки такій системі циркуляції холодного повітря в траншеї створюється рівномірний температурний режим у всій товщі овочів.

Якщо потрібно зберегти овочі в буртах і траншеях до червня-липня, останні наприкінці зими вкривають шаром снігу поверх земляного укриття. Сніг утрамбовують і покривають зверху соломою, тирсою або торф'яною крихтою. Товщина сніжного покриву повинна бути 60 см, шару соломи - 50-60 см, тирси і торфу - 25-30 см. Вентильовані траншеї можна будувати дещо більших габаритів: шириною до 2 м, глибиною 1,5 м, довжиною 15-20 м.

### **2.1.1 Зберігання буряка, ріпи, брукви, редьки, хрону, пастернаку, селери й петрушки.**

Більшість сортів буряка має порівняно хорошу лежкість. Буряк, як і редька, менш вимогливий до умов зберігання. Їх можна зберігати в ларах, засіках, траншеях, ящиках. Температура й вологість ті ж самі, що й при зберіганні моркви.

Основною хворобою, що приносить найбільшу шкоду буряку, є серцевинна гнилизна, що особливо сильно розвивається у коренеплодів, вирощених у суху та спекотну погоду. Однак перебирати буряк під час зберігання з метою видалення хворих коренеплодів не треба.

Буряк, редьку, брукву й пастернак можна зберігати в одному місці з картоплею, відвівши їм більш прохолодне місце. Але моркву, петрушку й селеру краще зберігати окремо від цих культур.

У постійних сховищах, підвалах і лабах буряк, брукву, редьку, ріпу, хрін, пастернак рекомендується зберігати в засіках шириною до 2 м. Висота шару буряка й брукви повинна бути 1,5 м, ріпи, пастернаку й хрону - 1 м.

Добре зберігаються коренеплоди ріпи, редьки, хрону, петрушки, селери в штабелях або пірамідах при пересипанні кожного ряду ледь зволеним піском. Штабелі влаштовують на підлозі й стелажах. Ширина піраміди у підвалині не більше 1,5 м, угорі - 1 м, довжина - довільна (залежно від ширини сховища). Висота піраміди або штабеля - не більше 1 м. Між штабелями залишають вільний простір до 0,5 м. Укладання коренеплодів у штабель або піраміду таке ж, як і моркви.

Для попередження розвитку мікроорганізмів на коренеплодах при зберіганні насипом, варто обпилити їх порошком крейди. Витрата крейди - 20 кг на 1 т коренеплодів.

Перспективним є зберігання коренеплодів у ящиках місткістю 25-30 кг або в ящиках для томатів (8-10 кг). Ящики встановлюють у штабель у шаховому порядку, залишаючи між ними просвіти шириною 5 см. Під штабель підкладають рейки товщиною 10-12 см.

Хрін, редьку, ріпу, селеру й пастернак можна добре зберегти в поліетиленових мішечках так само, як і моркву. За відсутності овочесховища, підвалу або лабу ці коренеплоди можна зберігати в буртах і траншеях. Для буряка й брукви наземні бурти влаштовують таких розмірів: ширина 2 м, висота 1,2 - 1,3 м; траншеї - глибиною й шириною до 1 м. У буртах і траншеях ріпу, редьку й хрін перешаровують піском. Розміри буртів, траншей і товщина укриття такі ж, як при зберіганні моркви.

Кращою температурою зберігання коренеплодів буряка, брукви, ріпи, редьки, хрону є від 0°C до - 2°C. Відносна вологість повітря повинна бути не нижчою 95 %. Чим швидше буде знижена температура в масі овочів до 0°, тим менші будуть втрати й відходи при зберіганні. Не можна допускати різких коливань температури й відносної вологості повітря в сховищах, тому що це викликає підвищення інтенсивності дихання й випаровування вологи, а, отже, швидке зів'язнення й псування коренеплодів.

Догляд за ними під час зберігання такий самий, як і при зберіганні моркви. З метою подовження строків зберігання буряка й інших коренеплодів, так само, як і при зберіганні моркви, застосовують снігування.

### **2.1.2 Засіки й лабази сховищ для овочів, картоплі й інших коренеплодів**

Для домашнього зберігання картоплі й овочів застосовують два типи сховищ: постійні й тимчасові. До першого відносяться підвали, льохи, лабази й інші найпростіші сховища. До іншого типу відносяться тимчасові сховища, які використовуються протягом одного року: бурти й траншеї різних типів.

Постійні сховища будують із дерева, цегли або каменю, різних розмірів, залежно від кількості продукції, що закладають на зберігання.

У містах підвали житлових будинків бувають дуже великими, мешканці часто використовують їх для зберігання картоплі й овочів. Місця для зберігання продукції потрібно підбирати осторонь від труб опалювальної системи, водопроводу й каналізації. Варто також

уникати сирих місць і тих ділянок, де продукція може бути підморожена. У підвалах житлових будинків, особливо якщо там прокладені труби теплофікації, накопичується сперте й тепле повітря. У цьому випадку підвали можна використати для зберігання картоплі й овочів тільки за умови обладнання їх посиленою вентиляцією й надійною ізоляцією труб. Краще влаштовувати сховища під холодними, нежилими приміщеннями.

При близькому стоянні ґрунтових вод будують поверхневі сховища. На торцевій стороні влаштовується невеликий тамбур. По гребню даху розташовують витяжні труби розміром 20x20 см. У такому лабазі картопля й коренеплоди зберігаються тривалий час і не проростають. Для контролю температури й вологості повітря в лабазі розташовують термометр і психрометр (рис. 2.5)

Картоплесховища будують трьох типів: наземні, напівназемні й поглиблені, залежно від глибини залягання ґрунтових вод. Будувати капітальне картофелевоощесховище в присадибному господарстві недоцільно, та й нерентабельно, але садово-городньому кооперативу це під силу. Для підтримки оптимального режиму зберігання необхідно будувати найпростіші поглиблені сховища (рис. 2.5). У них температура й відносна вологість повітря меншою мірою піддаються коливанням, ніж у наземних сховищах.

Для спорудження сховища викопують котлован довільної довжини, шириною 4-5 м і глибиною 2-2,5 м. Стіни облицьовують різними будівельними матеріалами. Потім роблять дерев'яне покриття, яке утеплюють соломною, мохами, тирсою, кострою від льону й іншими матеріалами, а зверху покривають тонким шаром глини й землі.

При будівництві сховища для більш тривалого використання потрібно робити гідроізоляцію тих його частин, які стикаються із ґрунтом. Для гідроізоляції застосовують смолу, гудрон, полімерні плівки, толь та ін.

В одній з торцевих сторін (краще південній або західній) влаштовують тамбур. Посередині залишають невеликий прохід шириною 1 м, а по обох сторонах влаштовують засіку, стелажі.

Засіки для картоплі повинні бути висотою 1,5-1,7 м, для коренеплодів - до 1 м. Підлогу у засіці піднімають на 10-15 см. Стелажі розташовують на відстані від підлоги до 1,0-1,2 м, а один від іншого -

не менше 60 см. У сховищі встановлюють приточно-витяжну вентиляцію (рис. 2.6), що складається із приточних (4) і витяжних труб (5).

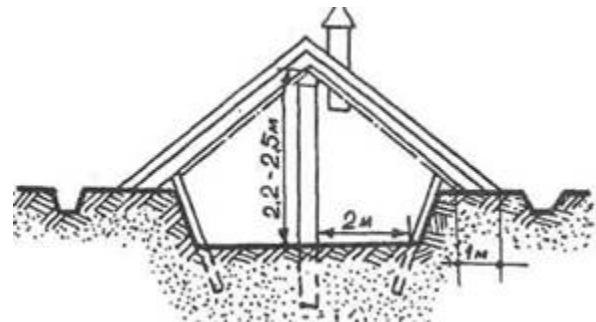


Рис. 2.5. Лабаз для картоплі й коренеплодів.

Вхід приточної труби розташовують нижче місця виходу витяжної труби. У цьому випадку необхідно мати на увазі, що чим більше відстань по висоті між витяжною й приточною трубами, тим краще вентилюється сховище. Приточні труби з'єднуються з підзакромним простором. У таких сховищах можна підтримувати необхідний режим зберігання картоплі, коренеплодів і навіть білокачанної капусти. Картоплю зберігають при температурі 2-4<sup>0</sup>С і відносній вологості повітря 90-95%, коренеплоди при 0-2<sup>0</sup>С і відносній вологості повітря 90-95%. Режим зберігання білокачанної капусти: температура близько 0<sup>0</sup>С, відносна вологість - 90-95%.

Для ремонту і дезінфекції сховищ після звільнення сховища від картоплі й овочів його очищують від сміття й залишків продукції. Всі дерев'яні знімні частини устаткування - стелажі, тару, а також підлогу очищають шкребками й ретельно промивають дезінфікуючим розчином за допомогою щіток, віників або мачули (розчин для дезінфекції готується з 1 частини 40% формаліну й 40 частин води). Земляну підлогу також зачищають. При зберіганні моркви й інших коренеплодів з перешаруванням піском зчищають заражений пісок і виносять його зі сховища. Всі розбірні частини устаткування сховищ, а також тару просушують на сонці.

Сміття, залишки овочів і картоплі вивозять у віддалені місця, де їх поливають 4% розчином хлорного вапна й закопують у глибокій ямі.

Сховища й підвали провітрюють і просушують, після чого робиться їхній ремонт. Під час ремонту проводять заходи щодо боротьби із гризунами: щілини в підлозі, стелі, стінах зашпаровують цементом, жерстю або цеглою, вентиляційні канали закривають металевими сітками.

Незадовго до закладки продукції на зберігання дезінфікують сховища разом з інвентарем і тарою шляхом окурювання сірчистим газом або обприскування розчином формаліну. Перед окурюванням або обприскуванням люки, вікна, двері сховищ і підвалів щільно закривають, а щілини замазують глиною.

При дезінфекції сховищ для цибулі й капусти застосовують 50-100 г сірки на 1 м<sup>3</sup> приміщення; при зберіганні цибулі, ураженої кліщем, норму витрати сірки збільшують до 120 г. Обробка сірчистим газом сховищ для картоплі, моркви й інших коренеплодів виробляється з розрахунку 50 г сірки на 1 м<sup>3</sup>.

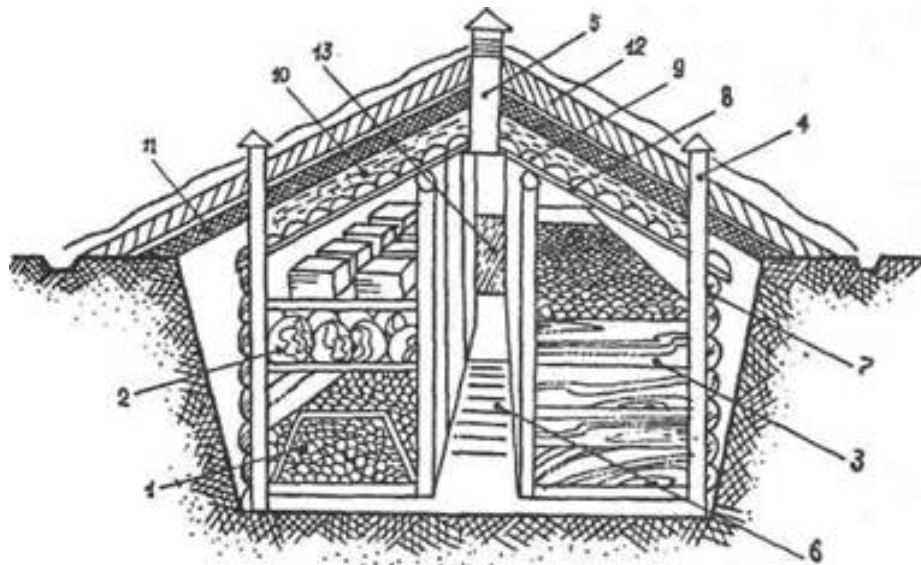


Рис. 2.6. Поперечний розріз картофелеовощехранилища:

1- штабель коренеплодів, покладений на підлозі сховища; 2 - полки стелажа для ярусного зберігання коренеплодів, капусти; 3 - засіка для зберігання коренеплодів і картоплі; 4 - приточна труба для подачі холодного повітря; 5 - витяжна труба для видалення теплого й вологого повітря; 6 - робочий прохід; 7 - стіна з **обаполів**; 8 - **крокви** перекриття; 9 - настил з **обаполів**; 10 - два шари глини або інший гідроізолюючий матеріал; 11 - матеріал, що утеплює; 12 - дернина; 13 - вхідні двері.

Сірку для одержання газу спалюють на залізних листах-протівнях. Під листи насипають шар піску товщиною 18-20 см. По краях засипаної піском площі роблять валик, щоб уникнути розтікання розплавленої сірки. Сірку на листи накладають невеликими грудочками діаметром 1-2 г. Потім сірку обливають денатурованим спиртом з розрахунку 40-50 см на 6-8 кг сірки й запалюють. У більших сховищах спалювання сірки роблять у спеціальних апаратах Гузикова або Заусайлова.

Температура в приміщенні при дезінфекції сірчистим газом повинна бути не нижче 15-16<sup>0</sup>С, тому що окурювання при більш низькій температурі не дає належних результатів. Переконавшись у тому, що сірка горить добре, виходять із приміщення, ретельно закривають за собою двері й замазують щілини в ній глиною.

Необхідно пам'ятати, що сірчистий газ отрутний для людей і тварин, навіть при невеликій концентрації викликає сильне подразнення очей і дихальних шляхів (кашель, задишку й т.д.). Тому дезінфекцію газом забороняється робити в підвалах житлових будинків і сховищах, розташованих поруч із приміщеннями для худоби або птахів.



Проведення робіт варто доручити фахівцеві-газатору з дезінфекційної служби або техніку із загону по боротьбі із сільськогосподарськими шкідниками.

Дезінфекцію сховищ можна проводити також шляхом обприскування розчином формаліну (доза 40% формаліну - 30 мл на 1 м<sup>3</sup> приміщення; витрата розчину - 0,25 л на 1 м<sup>2</sup> площі) або 4% освітленням розчином хлорного вапна. Останні способи кращі, тому що їх можна застосовувати в підвалах житлових будинків і льохах. Через 2-3 доби після обприскування сховище ретельно провітрюють.

Проводячи дезінфекцію, треба дотримуватись всіх заходів з техніки безпеки: працювати в захисному одязі, взутті, окулярах, рукавичках, за необхідності надягти протигаз, не приймати їжу й не курити. Після закінчення роботи необхідно відразу ж зняти захисний одяг, ретельно з милом вимити обличчя й руки.

За 2-3 тижні до закладки картоплі й овочів роблять побілку приміщення сховища, стелажів і засіків розчином свіжозагашеного вапна (2,5 кг вапна на відро води, до розчину додають 50-100 г мідного купоросу). Потім сховища провітрюють і просушують.

Після ремонту в сховищах і підвалах захищені земляні підлоги засипають свіжим піском шаром у 8-10 см, проходи рясно посипають вапняною пушонкою або заливають розчином свіжозагашеного вапна.

## 2.2 Зберігання плодів та овочів за допомогою сушіння

Одним з варіантів тривалого зберігання плодів та овочів без охолодження є сушіння. Овочі сушать до залишкової вологості 10-12%, плоди до 18-25%. Сушіння до більш низької вологості, наприклад картоплі й овочів до 6%, забезпечує ще краще зберігання продукції, але вимагає пакування її в герметичну тару.

У порівнянні зі свіжими, сушені овочі й плоди вимагають для зберігання значно менших площ, а для перевезення – менше транспортних засобів.

За хімічним склад сушені овочі й плоди - це концентровані й висококалорійні продукти харчування, багаті вуглеводами (табл. 2.1), але бідні вітамінами, які активно руйнуються при сушінні.

Таблиця 2.1

Назва сушеного продукту	Зміст, %		
	сухих речовин	білків	вуглеводів
Картопля	89,0	5,2	71,7
Морква	86,0	7,4	52,9
Капуста	88,0	2,6	39,6
Цибуля ріпчаста	86,0	11,8	52,9
Абрикоси	87,5	3,2	58,5
Виноград (ізюм)	77,0	2,4	61,0
Сливу (чорнослив)	77,0	3,4	62,1
Яблука	80,0	2,3	63,3

Під час зберігання в природних умовах у сушених овочів й плодів поступово погіршуються поживні якості: вони змінюють колір, частково або повністю втрачають властиві їм запах і смак, знижується їхня здатність набухати та розварюватись при варінні. Зміна кольору є наслідком так званих неферментативних реакцій. Такі реакції можуть бути значною мірою усунені при зберіганні їх в охолоджуваних сховищах при температурі нижче 20°C; при температурі, близькій до 0°C, швидкість цих реакцій сповільнюється, але не припиняється.

Не менше значення має витримка на складах з низькою відносною вологістю повітря (не більше 70%), тому що сушені плоди й овочі гігроскопічні.

Найчастіше сушені овочі й плоди зберігають на неопалювальних складах. Тару із сушеними овочами або плодами, що надходить на склад, укладають на підтоварники

штабелями із проходами між ними. Відстань штабелів від стін повинна бути не менше 70 см. Складські приміщення повинні бути гладко обштукатуреними, побіленими вапном, сухими, чистими й добре вентиляльованими; підлога - асфальтованою, цементованою або покритою метлахською плиткою. На складах повинна підтримуватися чистота й проводитися боротьба з комірними шкідниками й гризунами.

У харчовій промисловості сушені овочі використовують при виробництві продуктів швидкого готування: супів, каш, кетчупів, майонезів, кондитерських виробів й ін. Найбільший інтерес представляють сушені: цибуля, петрушка, морква, паприка, баклажани, томати, гарбуз, кабачки, ожина, чорна смородина - і це далеко не повний перелік.

### **2.2.1 Особливості процесу виробництва сушених плодів й овочів**

Сушіння плодів й овочів - це складний процес, що включає не тільки фізичне випарювання вологи за рахунок тепла, що підводять до сировини, але також і різні фізико-хімічні зміни, що відбуваються в тканинах і внутрішньоклітинних структурах. У значній мірі процеси при сушінні пов'язані з видаленням води й порушенням структури протоплазми у зв'язку з її зневоднюванням.

При сушінні плодів та овочів відбуваються такі процеси: випарювання води з поверхні продукту (зовнішня дифузія), пересування води із внутрішніх шарів продукту до зовнішнього (внутрішня дифузія), теплообмін між продуктом і теплоносієм, а також процеси, пов'язані зі зміною окрасу овочів і плодів, та інших їхніх властивостей.

Випарювання води з поверхні, що висушує (цілі або різані) овочі і плоди, є ендотермічним процесом, який супроводжується поглинанням великої кількості тепла (на випарювання молекули води при 1000С треба витратити 9,7 ккал, або 36,6 кДж). Це тепло витрачається на надання молекулам води достатньої кінетичної енергії, що перевищує енергію сил когезії між молекулами води, а також сил адгезії між молекулами води й іншими речовинами (білковими частками, вуглеводами й ін.), що перебувають у тканинах плодів й овочів.

По мірі випарювання води з поверхні продукту порушується рівновага осмотичних тисків у периферійних і внутрішніх його шарах, вода переміщується від внутрішніх шарів до зовнішніх, і випаровується. Швидкість переміщення вологи із внутрішніх шарів матеріалу, що зневоднюється, до поверхні (тобто тривалість сушіння) залежить від природи матеріалу, що висушується, структури його тканин і хімічного складу, форми й ступеню подрібнення сировини, навантаження (товщини шару) на 1 м<sup>2</sup> сушильної поверхні, температури, вологості й швидкості руху теплоносія (повітря).

У відповідності з формами зв'язку вологи з речовинами продукту весь процес сушіння можна розділити на два періоди: перший називають періодом постійної швидкості сушіння, другий - періодом зворотної швидкості сушіння. Швидкість сушіння вимірюється кількістю вологи, що випаровується в одиницю часу. У перший період вільна волога після прогріву продукту випаровується з його поверхні рівномірно, з постійною швидкістю, рівною або близькою до швидкості випарювання води з вільної поверхні. У другий період частина тепла витрачається на подолання сил зв'язку води з речовинами продукту, потім її випарювання відбувається, так само як з вільної поверхні, шляхом руху від центру до периферії й наступного випаровування, але швидкість сушіння поступово зменшується.

У період постійної швидкості сушіння, коли виділяється вільна волога, у сушарках підтримують більш високі температури теплоносія, тому що в цей період (при врівноваженому стані між подаваним теплом і вологою, що випаровується) продукт не перегрівається. Плоди та овочі втрачають у цей період приблизно 50-60% води. Коли ж починається випарювання зв'язаної води, температура теплоносія повинна бути трохи зниженою, щоб не викликати перегріву овочів і плодів.

Високі температури в період спаду швидкості сушіння служать причиною негативних змін: значної усадки, низької спроможності набухання, набування коричневого окрасу, втрати аромату й смаку, руйнуванню вітаміну С и каротину. Тому режими сушіння повинні бути такими, щоб видалити максимум вологи й, у той же час, звести до мінімуму втрати поживних речовин вихідного продукту. Зміни характеристик процесу сушіння показані на рис. 2.7.

Підготовка плодів й овочів до сушіння повинна бути ретельною, вона включає такі операції: мийку, калібрування за розміром (яблук, абрикосів, картоплі, моркви, зеленого горошку), сортування, очищення від шкірочки (картоплі, моркви, буряка, білих корінь, яблук) і інших неїстівних частин (капусту - від покривних листів і качериги, цибулю й часник - від оболонки, луски, шийки й донця, вишню - від плодоніжок тощо), а також доочищення, що зазвичай проводять вручну.

Деякі овочі й плоди сушать у цілому виді (сливу, вишню, зелений горошок), інші подрібнюють (ріжуть). Яблука ріжуть кружечками, груші - часточками, персики - половинками, картоплю й коренеплоди - пластинами або кубиками, капусту - смужками тощо. Подрібнення овочів полегшує бланшування, сушіння, брикетування, а також скорочує час розварювання готової продукції.

Бланширують овочі й плоди гарячою водою або паром в бланширувальнях різного типу від 1,5 до 20 хв. і більше, залежно від сировини. Не бланширують цибулю, часник, білі коріння, малину, суницю, пряну зелень, щоб зберегти їхні ароматичні властивості. Картоплю, моркву, буряк і капусту для прискорення їх сушіння бланширують майже до готовності, при цьому відбувається гідроліз геміцелюлози й зміна колоїдно-хімічного стану крохмалю й білків. Така бланшировка є найважливішим процесом при одержанні картоплі й овочів так званого «швидкого приготування».

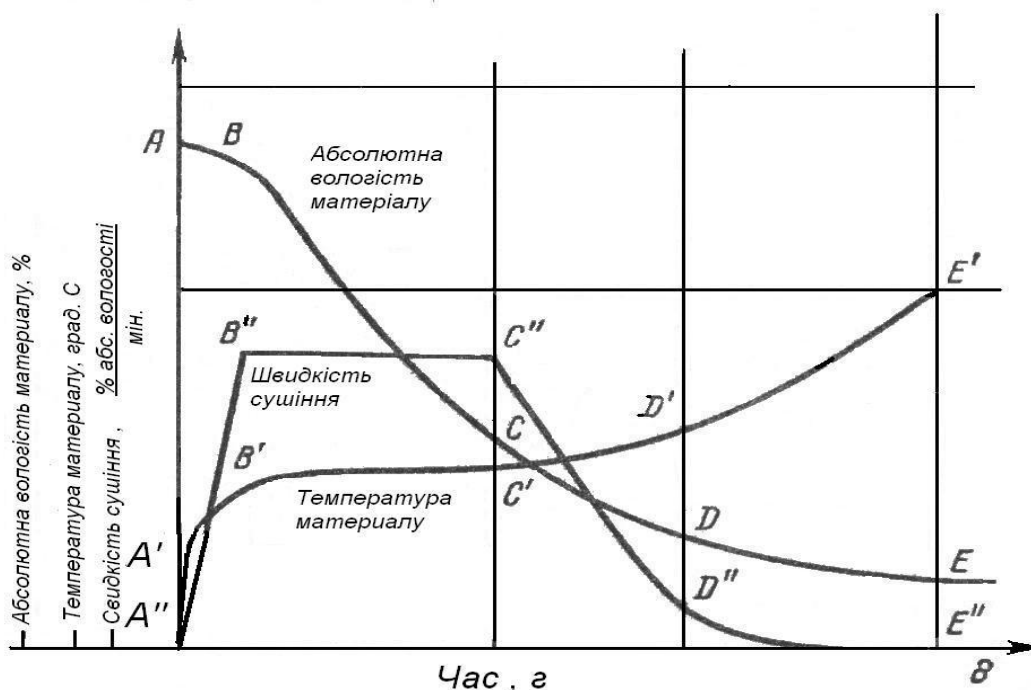


Рис. 2.7 Типові криві сушіння

З метою інгібування ферментів, що каталізують окислювально-відновні реакції, які викликають потемніння тканин, деякі плоди та овочі обробляють сірчистим газом або розчином сірчистої кислоти, тобто сульфітують (яблука, груші, виноград, абрикоси, персики та ін.).

Підготовлена сировина повинна бути без затримки відправлена для зневоднювання на висушування.

### 2.2.2 Способи сушіння плодів й овочів

На сьогоднішній день існує кілька промислових технологій сушіння: конвективне, кондуктивне, сублімаційне, високочастотне й сучасне, екологічно чисте - інфрачервоне сушіння (ІЧ-технологія).

Вакуумне сублімаційне сушіння інакше називають ліофілізацією<sup>3</sup> або сублімацією. Це процес переходу речовини із твердого стану в газоподібний без рідкої фази. Даний спосіб дозволяє зберегти до 95% живильних речовин, вітамінів, ферментів, біологічно активних речовин.

Якщо сублімовані продукти залити водою, то вони відновлюються протягом 2-3 хвилин. Вага їх у кілька разів менша, ніж свіжих, вони не вимагають спеціальних умов зберігання й при температурі не вище +39°C можуть зберігатися 2-5 років. Недоліками ліофілізації є необхідність ретельної підготовки препарату до сушіння, створення ліофілізації високого вакууму для повноти висихання, тривалість сушіння й досить високі енерговитрати. Собівартість сублімованого продукту може в 4 рази перевищувати аналогічну продукцію, висушену конвективним способом.

**Інфрачервона технологія (ІЧ).** Особливої уваги заслуговує інфрачервона технологія, тому що ця технологія зневоднювання дозволяє зберегти вітаміни й інші біологічно активні речовини на 85-90% від вихідного продукту [14]. При подальшому нетривалому замочуванні сушений продукт відновлює всі свої натуральні властивості: колір, природний аромат, форму, смак, при цьому не містить консервантів, тому що висока щільність інфрачервоного випромінювання знищує шкідливу мікрофлору в продукті, завдяки чому він може зберігатися близько року без спеціальної тари, в умовах, які виключають утворення конденсату. У герметичній тарі даний сухопродукт може зберігатися до 2 років без істотної втрати своїх властивостей.

ІЧ-технологія заслуговує на особливу увагу. Французькі вчені ще в 50-і роки звернули увагу на те, що сушіння за допомогою ІЧ-випромінювання вигідно відрізняється тим, що: по-перше, дозволяє зневоднювати продукт з його товщі й при температурі настільки низькій, що зберігаються всі якості, властиві продукту, що обробляється; по-друге, видалення води здійснюється так, що не відбувається розриву клітинних оболонок. Ці два фактори мають дуже велике значення в збереженні головних речовин (каротину, вітамінів та ін.) і зовнішнього вигляду (хлорофілу, пігментів та ін.). А при деформації клітин (тріщинах, розколах, шелушінні й інших дефектах), що відбуваються при конвективному сушінні, найчастіше руйнуються й активні складові продуктів. ІЧ-технологія зневоднювання дозволяє зберегти вітаміни й інші біологічно активні речовини на 85-90% від вихідного продукту.

Залежно від вихідної сировини, обсяг сушеного продукту зменшується в 3-4 рази, а маса в 5-9 разів, що є позитивним чинником при необхідності складування й транспортування. Всі ці фактори дозволяють зробити висновок про те, що застосування ІЧ-технології дозволяє робити сушені продукти такої якості, якої не можна досягти іншими відомими методами сушіння. При інфрачервоному сушінні, наприклад, моркви, збереження змісту каротину досягає 96 % при дотриманні технологічного режиму, а питома витрата електроенергії коливається від 0,75 кВт ч/кг до 1,0 кВт ч/кг залежно від форми розтину продукту, що висушують.

Інший приклад ефективності ІЧ-сушіння стосується вітаміну С, якому притаманна здатність до швидкого руйнування. **У досвіді зі шпинатом, 100 г якого у свіжому виді містили 15,8 мг аскорбінової кислоти (вітаміну С), після висушування ІЧ-променями його залишилося 10,5 мг.** Крім того, отримані за інфрачервоною технологією сушені продукти мають низку інших переваг: повністю зберігаються колір, запах, за наявності води вони швидко (за 7-10 хв.) відновлюють свої об'ємні розміри, здатні добре зберігатися протягом року.

Для сушіння овочів і плодів у вигляді пюреподібної маси й соків використовують сушарки вальцові й розпилювальні, а для сипучих продуктів (у вигляді невеликих шматочків) - сушарки безперервної дії «у псевдокиплячому шарі». Для деяких рідких продуктів та продуктів у вигляді пюре застосовують так звану піносушку, тобто в сік або пюре додають емульгатор (яєчний білок, моногліцериди), емульгують і сушать у спіненому стані. У ряді випадків застосовують сублімаційне сушіння (див. рис. 2.8).

---

<sup>3</sup> **Ліофілізація** - спосіб м'якого сушіння речовин, при якому препарат, який сушиться, заморожується, а потім поміщується до вакуумної камери, де й відбувається сублімація розчинника.

Суть цього способу полягає в тому, що зневоднювання продукту відбувається в замороженому стані (при температурі нижче  $-5^{\circ}\text{C}$ ) в умовах **високого вакууму**, створюваного в сублиматорі. При цьому атмосферний тиск знижують до 1 - 1,5 мм рт. ст. **Тиск у закритому сублиматорі, що являє собою сушильну камеру з полими полицями, на яких розміщують підготовлені овочі або плоди.** Повітря з камери відкачують з парами води за допомогою високопродуктивних вакуум-насосів.

Внаслідок зниження тиску, в камері відбувається безперервне випаровування вільної води із продукту за рахунок теплової енергії, яка в ньому закладена. При цьому, **по мірі втрат теплоти, температура знижується** до  $-5^{\circ}\text{C}$  і нижче (звичайно до  $-10$  або  $-18^{\circ}\text{C}$ ). Вода рівномірно вимерзає у вигляді дрібних кристаликів по всій масі продукту. Пари вологи, що відсмоктують із сублиматора, надходять у конденсатор морозильника, де перетворюються в лід. Таким чином, вода із продукту, де вона перебуває у твердій фазі (лід), переходить в газоподібну (пара), минаючи рідку фазу. Такий процес, як відомо, називають сублимацією (суха сублимація льоду).

Протягом усього процесу сублимаційного сушіння тиск у камері повинен бути не більше 1,5 – 3 мм рт. ст., а температура продукту не вище  $-5^{\circ}\text{C}$ , у іншому випадку відбувається його розморожування. У період сублимації продукт втрачає 70 – 80% вологи, а для залишкового його досушування (під вакуумом) до вологості 4–6% необхідна додаткова енергія. Із цією метою в зону полок сублиматора подають теплу воду ( $40\text{--}70^{\circ}\text{C}$ ), але з таким розрахунком, щоб продукт залишався в замороженому стані, а сублимація тривала. Замість теплої води можливе використання інфрачервоного опромінення продукту. Для регулювання температури, тиску, підведення теплоти й видалення вологи, сублимаційну сушарку обладнують спеціальною контрольно-вимірною апаратурою.

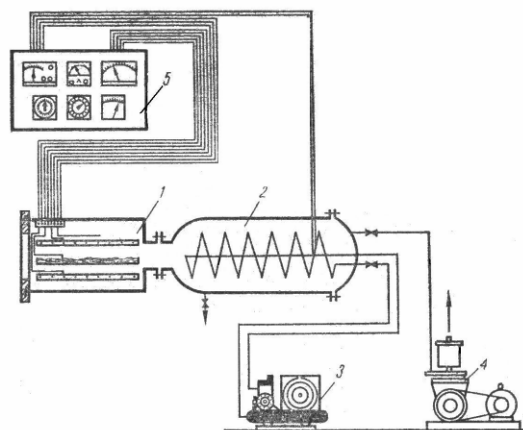


Рис. 2.8 Схема сублимаційної установки:

1 - сублиматор; 2 - конденсатор; 3 - холодильний агрегат ФАК 1,5;  
4 - вакуум-насос ВН-1МГ; 5 - прилади контролю й регулювання процесу сушіння.

Овочі й плоди можна сушити методом сублимації в подрібненому стані, а деякі - у цілому (суницю, малину, кісточкові та ін.). **Сушать також плодіві соки й пюре.** Сушені в такий спосіб плоди й овочі зберігають первісну форму й розміри, тому що при сублимації не відбувається деформації тканин, а, навпаки, продукт набуває високої пористості, тому у воді швидко набухає й майже повністю відновлює колишній колір, смак, аромат, консистенцію.

Вуглеводи, азотисті речовини, кислоти, каротин не зазнають помітних змін, добре зберігається аскорбінова кислота (80 - 90% первісної кількості). Відбуваються деякі втрати ароматичних речовин. Продукти сублимаційного сушіння прекрасно зберігаються в герметично закупореній тарі протягом тривалого часу при звичайній температурі. У порівнянні зі звичайним, сублимаційне сушіння на даний час ще обходиться дорого.

Дані аналізів зразків моркви, буряка й топінамбура, отримані ІЧ-сушкою, свідчать також про гарну схоронність макро- і мікроелементів, каротину й амінокислот та інших елементів, що

не замінюються. У таблиці 2.2 наведений порівняльний вміст мікроелементів, вітамінів й амінокислот у свіжих продуктах, і висушених ІЧ-променями.

Результати мікробіологічного аналізу на загальну мікробну зараженість продуктів з рослинної сировини, отримані ІЧ-сушкою, вказують на значне (в 500-1000 разів) її зменшення.

Високі, в порівнянні, наприклад, з конвекційним або природним сушінням, показники одержуваних продуктів досягнуті внаслідок встановлення оптимальних взаємозв'язків низки факторів, головні з яких – терморадіаційні характеристики ІЧ-випромінювача й рослинної сировини, режими обробки ІЧ-випромінювачем.

Від зазначених способів штучного сушіння відрізняється природне сушіння. Його застосовують при сушінні винограду, яблук, груш, абрикосів, персиків, вишні. Для цього влаштовують спеціальні сушильні майданчики, обладнані навісами, стелажми й необхідним інвентарем. Підготовані для сушіння плоди зазвичай розкладають на дерев'яні підноси й сушать до вмісту вологи 16-18% протягом 5-12 діб, залежно від сировини й способів сушіння. Спочатку плоди сушать на сонці, потім - у тіні; виноград виходить кращої якості при тіньовому сушінні.

Таблиця 2.2

Вміст у продукті*	Морква		Буряк		Топінамбур	
	сировина	сушений продукт	сировина	сушений продукт	сировина	сушений продукт
Мікроелементи, % (у сухій речовині)						
Кальцій	0,12	0,10	0,10	0,13	0,14	0,13
фосфор	0,26	0,19	0,30	0,19	0,24	0,19
калій	2,28	0,28	3,00	2,28	2,28	1,86
натрій	0,10	0,10	0,05	0,50	0,03	0,02
магній	0,03	0,03	0,05	0,04	0,02	0,02
Мікроелементи, $\frac{мг}{кг}$ (у сухій речовині)						
залізо	42,0	54,0	25,0	24,0	66,0	60,0
марганець	10,0	9,0	20,0	24,0	7,0	6,0
мідь	6,3	4,5	13,0	6,5	7,0	4,0
цинк	11,2	8,7	20	27,5	16,2	5,0
Вітаміни, мг/кг (природна вологість)						
каротин	136	133	129	119	143	91
Амінокислоти, г/кг						
аспарагін	0,62	0,52	1,09	0,58	0,66	0,34
треонин	0,22	0,21	0,49	0,24	0,25	0,15
серин	0,21	0,18	0,44	0,22	0,23	0,14
глутамін	0,54	0,50	1,12	0,59	0,60	0,41
гліцин	0,07	0,10	0,42	0,16	0,08	0,07
аланін	0,36	0,29	0,71	0,35	0,40	0,25
валин	0,34	0,29	0,65	0,34	0,37	0,22
ізолейцин	0,25	0,22	0,47	0,24	0,27	0,15
лейцин	0,49	0,40	0,85	0,44	0,54	0,24
тирозин	0,23	0,22	0,40	0,24	0,24	0,21
фенілаланін	0,43	0,39	0,58	0,40	0,44	0,32
гістидин	0,45	0,34	0,72	0,38	0,49	0,23
лізин	0,27	0,26	0,71	0,32	0,33	0,20
аргінін	0,40	0,28	0,68	0,31	0,45	0,08'

Сушені плоди й овочі упаковують розсипом або, після брикетування, у фанерні ящики й барабани по 15-30 кг, які вистелені зсередини пергаментом або парафінованим папером, а також у крафт-мішки, пакети й мішки із синтетичних плівок або в комбінації їх з папером або целофаном. Пакети із сушеною продукцією краще укласти в тверду тару, а плоди й овочі сублімаційного сушіння у тверду герметичну тару, яку рекомендують заповнювати азотом або вуглекислим газом.

Отримані в такий спосіб продукти мають всі зазначені вище властивості, що необхідні для повноцінного, зокрема лікувально-профілактичного харчування, що дуже важливо в умовах районів, де споживання свіжих овочів і фруктів істотно нижче норми, а їхнє консервування традиційними способами не відповідає вимогам повноцінного харчування.

### **2.2.3 Виробники устаткування для виробництва сухих продуктів**

У цьому плані заслуговує на увагу устаткування для інфрачервоного сушіння, що випускає НПО "Феруза" (м. Санкт-Петербург), представництва якого є в Москві, Кишиневі, Дніпропетровську ("Клио-Трейд"), Києві (ТОВ "Сайленс"). Це підприємство випускає 3 модифікації побутових сушарок, які можуть використовуватися в невеликих фермерських господарствах: "Пичуга", "Схід" й "Схід-LUX", а також промислові сушильні установки "Надія", промислова сушильна шафа "Універсал", "Універсал-2", сушильна установка "Феруза-300".

У січні 2005 р. **частці по грантовій програмі** підтримки фермерських об'єднань Проекти аграрного маркетингу в Україні, львівському кооперативу "Агродвир" передано 4 установки для інфрачервоного сушіння "Феруза".

Зараз в Україні налічується не більше півсотні виробників сушених харчових продуктів. Це такі підприємства: Малинський консервний завод (Житомирська обл.), Рівненський овочесушильний консервний завод (м. Рівне), Сумський плодоовочевий консервно-сушильний завод, ВАТ "Недригайловський консервний завод", "Хмельницькплодоовочпром", заготівельно-перероблює підприємство м. Рокитне Київської обл., асортименти продукції, якого: овочі, сухофрукти, сушені гриби, отримані, в основному, конвективним способом сушіння. На цей час в Україні виробників високоякісної сушеної продукції, отриманої із застосуванням ІЧ-технології, практично нема, тому тим підприємствам, які впровадять це виробництво, буде забезпечений успіх. А поки цю вільну нішу заповнюють такі постачальники, як миколаївська фірма "ЛК Трейдер Україна", яка імпортує сушені цибулю та моркву з Узбекистану.

### **2.2.4 Зберігання сушених плодів та овочів**

Під час зберігання в природних умовах сушені овочі та плоди поступово погіршують свої поживні якості: змінюють колір, частково або повністю втрачають властиві їм запах і смак, знижуються їх здатність до набухання та розварювання. Зміна кольору є наслідком так званих неферментативних реакцій. Такі реакції можуть бути значно мінімізовані при зберіганні їх в охолоджуваних сховищах при температурі нижче 20°C; при температурі, близькій до 0°C, швидкість цих реакцій сповільнюється, але не припиняється.

Не менш важливе значення має підтримка на складах низької відносної вологості повітря (не більше 70%), тому що сушені плоди та овочі гігроскопічні.

Найчастіше сушені овочі й плоди зберігають у неопалювальних складах. Тару із сушеними овочами або плодами, що надходить на склад, укладають на підтоварники штабелями із проходами між ними. Відстань штабелів від стін повинна бути не менш 70 см. Складські приміщення повинні бути гладко оштукатуреними, побіленими вапном, сухими, чистими й добре вентильованими; підлога - асфальтованою, цементованою або покритою метласкою плиткою. На складах повинна підтримуватися чистота й проводитися боротьба з комірними шкідниками й гризунами.

### 3 ЗБЕРІГАННЯ З МЕХАНІЧНИМ ОХОЛОДЖЕННЯМ

#### 3.1 Особливості зберігання плодів та овочів в охолоджуваних камерах

Найпоширенішим способом зберігання плодів й овочів є зберігання в холодильниках. Тривалість зберігання визначається цілою низкою факторів, починаючи від впливу ґрунтово-кліматичних умов вирощування культур, сортових особливостей, раціонального використання добрив, агротехніки, зрошення, системи захисту від шкідників, хвороб і бур'янів, строків і способів збирання, товарної обробки та, звичайно ж, способів та умов зберігання. Плоди й овочі, призначені для тривалого зберігання, повинні бути здоровими й не мати механічних ушкоджень. Холодильник - це не госпіталь, і не можна сподіватися на те, що хворі ушкоджені плоди будуть довго зберігатися.

Всі біохімічні процеси у фруктах та овочах залежать від температури [7, 33, 62]. При високій температурі відбувається прискорений обмін речовин, втрата вологи, вітамінів, органічних речовин. Залежність обміну речовин від температури позначається числом Wan Hoff. Наприклад, для моркви й капусти це число знаходиться між 2 й 3, тобто при підвищенні температури на 10<sup>0</sup>С інтенсивність дихання подвоюється або потроюється.

Простіше кажучи, овочі починають швидше "старіти" і робитися непридатним для використання. Тому надважливо якнайшвидше охолодити продукцію, призначену для закладки на тривале зберігання.

Таблиця 3.1

Найменування продукту	Умови зберігання продукції		
	Температура зберігання, °С	Відносна вологість, %	Припустимий строк зберігання
Абрикос, слива	0...+0,5	90	1 міс.
Апельсини	+2	85-90	2-4 міс.
Апельсини жовті	+3...+4	85-90	до 5 міс.
Апельсини недостиглі	+5-6	85-90	до 5 міс.
Кавун	+2...+4	80-85	3 міс.
Банан, ананас (зтиглий)	+8...+11	85-95	1 тижд.
Виноград	0...+1	85-90	1-6 міс.
Вишня, черешня	-1...0	90	10 днів
Гриби солоні	0...+5	75	-
Груші	-1...+4	85-95	1-6 міс.
Диня	0...+2	90	3 міс.
Капуста	0...-1	90-95	7-8 міс.
Капуста квашена	0...-2	90-95	-
Картопля	+2...-4	90-95	6-9 міс.
Коренеплоди	0...-1	90-95	6-8 міс.
Лимон	+2...3	85-90	4-6 міс.
Цибуля й часник	-1...-3	75-80	6-8 міс.
Мандарин, апельсин	+1 +2	85-90	2-5 міс.
Огірки, помідори солоні	-1...+1	90-95	-
Томати	0	90-95	4 міс.
Гарбуз	<b>+1...+15</b>	70-75	4 міс.
Яблука зимові	-1 0	90-95	3-9 міс.
Яблука літні/осінні	0...-0,5	90-95	1,5-3 міс.



Після збирання плодів і переміщення їх у холодильник найважливішими процесами, що забезпечують тривале зберігання, є процеси зниження дихання й транспірації. Тому для оптимального зберігання плодів та овочів необхідно створення й підтримання оптимального температурно-вологісного режиму, створення середовища з оптимальною концентрацією кисню й вуглекислого газу, видалення етилену. Оптимальні параметри температури й вологості при сучасних умовах зберігання основних видів плодоовочевої продукції в звичайних холодильниках наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.2

Період зберігання фруктів й овочів залежно від температури й вологості			
Найменування	Температура, °С	Вологість, %	Період зберігання
Яблука	-1+4	90-95	1-8 місяців
Баклажани	8-12	90-95	1-2 тижні
Броколі	0-1	95-100	1-2 тижні
Вишня	-1+2	90-95	3-7 днів
Суниця	0	90-95	5-7 днів
Капуста	0-1	95-100	3-7 місяців
Морква	0-1	95-100	4-8 місяців
Цвітна капуста	0-1	95-100	2-4 тижні
Селера	0-1	95-100	1-3 місяці
Слива	-1+2	90-95	1-8 тижнів
Смородина	-0,5 -0	90-95	7-28 днів
Огірки	8-11	90-95	1-2 тижні
Часник	0	70	6-8 місяців
Виноград	-1-0	90-95	4-6 місяців
Дині	4-15	85-90	1-3 тижні
Цибуля	-1-0	70-80	6-8 місяців
Груші	-1+3	90-95	1-6 місяців
Картопля (молода)	4-5	90-95	3-8 тижнів
Картопля	4-5	90-95	4-8 місяців
Малина	-0,5 -0	90-95	2-3 дні
Перець	7-10	90-95	1-3 тижні
Персик	-1+2	90	2-6 тижнів
Черешня	-1+2	90-95	2-3 тижні

Щоб істотно зменшити природні збитки маси плодоовочевої продукції й максимально продовжити термін зберігання, необхідно якнайшвидше охолодити продукцію після збору врожаю й підтримувати оптимальні параметри зберігання.

### 3.2 Способи охолодження

Розрізняють такі способи охолодження:

- попереднє охолодження;
- охолодження в потоці повітря й гідроохолодження;
- охолодження в практично нерухомому повітрі;
- гідроохолодження (у воді, із застосуванням біопрепаратів);
- вакуумно-випарне охолодження.

### 3.3 Попереднє охолодження

Швидке охолодження щойно зібраної продукції (відразу після збирання врожаю) забезпечує оптимальні умови транспортування й подальшого зберігання, забезпечуючи при цьому від 5 до 20 % ,зниження втрат від псування й втрати маси. Швидке попереднє охолодження збільшує тривалість холодильного зберігання зерняткових плодів і винограду на 1

- 1,5 місяців, кісточкових плодів на 15 -20 діб, ягід на 7-14 діб, а овочів (залежно від виду й сорту) - від декількох тижнів до декількох місяців.

Швидке охолодження можливе при використанні тимчасових холодильних установок безпосередньо в місцях збирання врожаю, але це пов'язано з додатковими капітальними витратами на тимчасовий (збірно-розбірний) охолоджувальний склад або холодильний модуль [36, 37, 85, 96].

Спосіб попереднього охолодження визначають у відповідності зі специфічними особливостями продукції, вимогами до швидкості охолодження, цільовим призначенням (транспортування, зберігання, реалізація) і планованим терміном збереження якості. Тривалість попереднього охолодження залежить від способу охолодження, а також виду й початкової температури продукту. Не менш важливим є правильний вибір тари й засобів транспортування попередньо охолодженої продукції.

Для попереднього охолодження рослинних продуктів використовують різні методи:

- повітряне охолодження в камерах або тунелях;
- гідроохолодження;
- охолодження з вакуумуванням та ін.

Найчастіше в камерах використовують повітряне охолодження. З цією метою камери обладнують охолоджувачами зі збільшеною приблизно у два рази (порівняно з камерами схову) поверхнею охолодження, та вентиляторами, що забезпечують підвищену циркуляцію повітря (від 40 до 100 обсягів камери на годину). Цей спосіб, доступний для будь-якого охолоджуваного фруктосховища, дозволяє направляти на охолодження необхідні партії продукції для відвантаження або закладки на тривале зберігання. Для швидкого охолодження контейнери або ящики варто встановлювати в камері так, щоб потік повітря легко проходив через всю продукцію. Плоди, вільно омивані потоком повітря з температурою 0<sup>0</sup> С, охолоджуються від 20<sup>0</sup> до 2<sup>0</sup> С за дві години. При щільному впакуванні швидкість може бути значно знижена, але при цьому збільшується час охолодження. Для охолодження плодів у камерах варто використати температуру не нижче 1<sup>0</sup>С.

Попереднє охолодження буває в камерах, у потоці повітря. Але найчастіше цей спосіб здійснюється в камерах тунельного типу. Ящики або контейнери із продуктом завантажують на спеціальні візки, які безупинно або періодично переміщують у тунелі, уздовж якого холодне повітря рухається зі швидкістю до 5 м/сек. Через певні проміжки часу напрямок руху повітря змінюється, що забезпечує більш рівномірне охолодження плодів та овочів. Застосовують також поперечну циркуляцію повітря, що проганяється вентиляторами через охолоджувальні батарейні прилади, які розташовані з боків тунелів. Поперечна циркуляція дозволяє швидше й рівномірніше знизити температуру всієї продукції.

У камерах з нерухомим повітрям охолодження здійснюють шляхом часткового завантаження продукту в попередньо охоложене сховище. На початку, коли камера напівпорожня, більша питома тепловіддача від рослинної сировини викликає швидке її зів'янення, особливо при повільному завантаженні. Наприкінці завантаження спостерігається зворотне явище - довантаження "теплої" продукції спричиняє відпрівання продукції, охолодженої раніше.

Однотимчасне охолодження всієї завантаженої маси плодів й овочів найбільш повно відповідає технологічним вимогам та, як правило, відповідає умовам зберігання при активному вентиляванні, однак застосування його несумісне зі швидким охолодженням. Охолодження всієї маси рослинних продуктів можливе й доцільне при хорошій організації виробництва (швидкому завантаженні сховища), порівняно невеликій ємності камер (до 250 т), а також від сировини, повільне охолодження якої дозволяє адаптуватися до холоду (наприклад, картопля). Продукти завантажують у камери не більше ніж на 15 % їхньої ємності, підтримуючи температуру в них на рівні близько 1<sup>0</sup> С. Тривалість охолодження 16 – 24 години.

З метою скорочення високих польових втрат продуктів використовуються різні методи вповільнення процесів метаболізму. У першу чергу - це попереднє охолодження, якого особливо потребують швидкопсувні продукти з високими внутрішніми тепловиділеннями (ягоди, кісточкові плоди, зелені овочі). Так, інтенсивне псування суниці відбувається, якщо інтервал між її збором і термообробкою перевищує одну годину, черешні – 4 г. Якість

охолодженої продукції (суниці та яблук) при зберіганні, зазвичай, в 2–4 рази вища, ніж без охолодження [36].

Застосування попереднього охолодження перед транспортуванням скорочує втрати персиків і винограду в 3-5 разів. Тривалість охолодження й пов'язані з цим втрати залежать від виду охолоджуванних продуктів, їхніх розмірів, діапазону температур і параметрів охолоджуваного середовища. Втрати маси при повітряному охолодженні див. у табл. 3.3.

Таблиця 3.3.

Продукт	Розмір, мм	Температура, °С			Час охол., г.	Втрати маси, %
		поч.	кін.	охол.		
Абрикоси	41 - 46	22	0,5	-0,5	3,3	0,93
Морква	25...28	21	0,5	0	2,3	2,06
Кавуни	200... 250	25	0,5	-0,5	18,3	2,42
Виноград	26...35	22	0	-0,5	6,3	0,14
Баклажани	28...44	22	3	0	2,5	0,20
Помідори	60...65	24	1	-0,5	6,4	1,11
Перець	70...75	22	8	-0,5	1,2	0,10
Персики	60...65	21	1	-0,5	6,0	0,54

Як показав досвід з томатами й з виноградом, скорочення періоду часу від збору до охолодження відіграє не менш важливу роль у зниженні втрат, ніж скорочення тривалості самого охолодження. Необхідно також швидше охолоджувати ушкоджені продукти. Однак, високий темп зниження температури сприятливий не для всіх продуктів. Швидкість зниження температури для картоплі за добу не повинна перевищувати 1°С, оптимальний темп охолодження становить 0,25°С/добу., при більш швидкому охолодженні (зниженні температури від 15°С до 4°С менш, ніж за 20 діб) можуть з'явитися функціональні розлади. Таке ж обмеження швидкості охолодження існує для багатьох фруктів та овочів із клімактерієм<sup>4</sup>, або окремих сортів, що піддаються низькотемпературному стресу [36].

Сировину, призначену для перевезення на більші відстані, проохолоджують безпосередньо в залізничних ізотермічних вагонах, при забезпеченні в них безперервної циркуляції повітря. Вагони, завантажені плодами, подають на станції попереднього охолодження, які оснащені потужними холодильними установками й повітроохолоджувачами. Початкова температура повітря, що подається у вагони, близько 0 °С. По мірі охолодження продукту, її поступово знижують на 1 -2 °С протягом години, й доводять до мінус 10 °С. Напрямок руху повітря змінюють через кожні 20-30 хвилин. Тривалість охолодження плодів та овочів від температури 25–30 °С до 5-4 °С становить 6–8 годин.

Для скорочення строків між збором урожаю й закладкою плодів на зберігання доцільно використовувати швидкостворювані надувні станції, які можуть розташовуватися безпосередньо на місці збору врожаю. Також викликає інтерес використання пересувних станцій попереднього охолодження (ПСПО). Такі станції були розроблені Одеським технологічним інститутом холодильної промисловості. ПСПО складається зі збірної пневмопанельної сховища «Вимпел» і холодильної установки ПХУ-40. Така станція показана на рис 3.1.

<sup>4</sup> **Клімактерії** (від грец. κλιμακτήρ - шабель сходів) - тимчасовий різкий підйом дихання в плодів наприкінці їхнього дозрівання. Спостерігається в більшості плодів, за винятком цитрусових, після їхнього збору.

Клімактерії є активним енергетичним процесом, необхідним для повного й остаточного дозрівання плодів. При цьому відбувається найбільше виділення етилену - гормону дозрівання.

Збірне пневмосховище складається з окремих пневмоблоків, що дозволяє змінювати його місткість у необхідних межах. Оптимальні габаритні розміри: довжина – 14,2 м, ширина – 5 м, висота – 4 м. Площа – 100 м<sup>2</sup> (14,2\*5=71, а не 100!!!), місткість (для яблук) -50 т. Монтаж пересувної станції виконують п'ять-шість чоловік протягом 3-4 годин.

При вихідній температурі плодів 27 °С і температурі повітря в камері – 3 °С (відносної вологості 85 %) яблука прохолоджують поступово, протягом 12–24 годин до температури від 1 до 4 °С. Плоди в такому сховищі зберігають півтори доби, після чого доставляють автомобільним транспортом до вагонів - рефрижераторів.

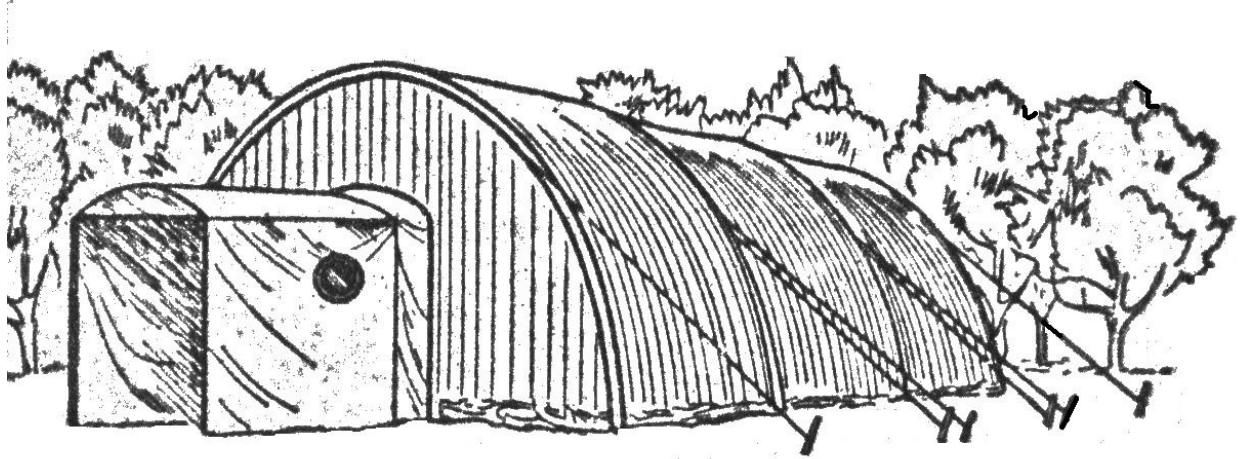


Рис. 3.1 Пересувна станція попереднього охолодження

Для захисту плодів від підморожування у таких сховищах, між верхом штабеля й стелею, або повітроводами й приладами охолодження, підвішеними до стелі, відстань повинна бути не менша 60 см. Між штабелями й пристінними батареями, створюють екран з поліетиленової плівки, і зміцнюють вгорі на рівні батареї, на відстані 25 - 30 см. Нижній край екрану повинен перебувати на 10-15 см нижче труб батареї.

### 3.4 Гідроохолодження

Гідроохолодження здійснюється в крижаній воді з температурою близько 1°С, шляхом занурення в неї ящиків, контейнерів із продуктами, або зрошенням їх у спеціальних апаратах тунельного типу, обладнаних конвеєрами.

При гідроохолодженні зазвичай не виникають втрати маси, однак можуть бути механічні ушкодження (у м'яких продуктів) і псування гнильними бактеріями, які одержують можливість легко розмножуватися у вологому середовищі. Практичне використання даного способу зумовлено застосуванням бактерицидних препаратів, зниженої температури й видалення вологи після обробки [98]. Порівняння водяного й повітряного охолодження персиків (з наступним зберіганням протягом 7–8 діб.) показало більш високі втрати при обробці холодною водою. Аналіз способів охолодження показав, що повітряне охолодження ефективне для 100% досліджених фруктів й овочів, водяне - для 62%, вакуумне - для 43%.

Гідроохолодження відрізняється від охолодження в повітрі більшою швидкістю, однак у цьому випадку при великій продуктивності потрібні потужні холодильні установки. Для «ніжних» продуктів (наприклад, ягід) можливе порушення природного покривного шару, що містить восковий наліт. При гідроохолодженні необхідно попереднє видалення механічно травмованих елементів продуктів, щоб уникнути видужування сухих речовин і розвитку мікробіологічних процесів у період зберігання.

Для зменшення втрат плодоовочевої продукції при тривалому зберіганні можливе сполучення гідроохолодження з додаванням хлористого кальцію, а також мікробіопрепаратів й інших інгібуючих<sup>5</sup> засобів.

<sup>5</sup> **Інгібітор** (лат. *inhibere* — затримувати) — речовина, що сповільнює або запобігає окисленню якої-небудь хімічної реакції, наприклад: окислювання харчових продуктів, пального й мастил й ін.

Практика промислового зберігання яблук показує, що здорові яблука не бояться води й дуже чутливі до її недостатчості в атмосфері. На цій основі широко практикується занурення контейнерів із плодами перед зберіганням у розчин препаратів, що охороняють плоди від деяких фізіологічних захворювань (наприклад, засмаги) і від зайвої втрати вологи.

Попереднє охолодження кісточкових плодів та ягід проводять нетривалий час. Найбільш ефективне швидке охолодження в короткий термін після збору врожаю. Перед транспортуванням кісточкові плоди і ягоди охолоджують до температури: вишні, черешні, абрикоси до 3 °С; персики до 4 °С; суницю від 4 до 5 °С; сливи до 7 °С. У холодильниках перед зберіганням температуру вишні, черешні, малини, агрусу, чорної, червоної й білої смородини за 1-2 доби доводять від температури мінус 1 до 0 °С. Для зерняткових і деяких інших плодів, у яких у порівнянні з кісточковими плодами і ягодами, інтенсивність дихання нижча, а стійкість до мікроорганізмів більша, темпи попереднього охолодження сповільнюються. Перед транспортуванням або закладкою на зберігання яблука зазвичай охолоджують до температури від 0 до 6 °С, однак швидкість охолодження при цьому буває різною. До оптимальної температури зберігання (2-4 °С) яблука холодостійких сортів охолоджують за 4-5 діб, а холодочутливі – за 5 діб. Для яблук більш ефективно швидке охолодження до температури 5-7 °С з наступним доохолодженням до температури зберігання, залежно від сортових особливостей.

### **3.5 Зберігання з охолодженням і вакуумуванням, гіпобаричні умови зберігання**

Спосіб вакуум-випарного охолодження є недостатньо вивченим. Відомо, що у звичайних умовах над поверхнею плодів та овочів перебуває вологе повітря, що складається із сухого повітря й водяної пари. По мірі видалення повітря шляхом зниження загального тиску (вакуумування), парціальний тиск його буде падати, а парціальний тиск водяної пари - залишатися постійною величиною, обумовленою температурою насичення. Після повного видалення газів, що не конденсуються, подальше зниження тиску призведе до того, що він стане нижчим тиску насичення, а рідина виявиться перегрітою, і завдяки самовипару від неї тепло буде переходити до настання рівноважного стану при новому, більш низькому, значенні температури. У цьому полягає фізична суть вакуум-випарного охолодження плодів та овочів [31, 40, 47]

Триступеневі **ежектори** протягом 15-20 хвилин знижують тиск у камері до 666 Па, що відповідає температурі близько 2 °С. Найкращі результати дає вакуумвипарувальне охолодження листових овочів, що стимулюється великою питомою поверхнею цього виду сировини. Дослідження показали, що шпинат, салат при абсолютному тиску близько 630 Па охолоджуються за 10-20 хвилин, від початкової температури 20 °С до середньої температури 0,5 °С. Кінцева температура охолодження цвітної капусти, білокачанної капусти, цибулі-порей за тих самих умов становить 4-6 °С. Було встановлено, що для зниження температури салату з 23 до 1 °С необхідно випарити від 2,0 до 3,2 % води, що перевищує втрати при звичайному повітряному охолодженні.

Втрати вологи на випаровування - основний недолік вакуумного охолодження. Цей спосіб охолодження доцільно суміщати з попередньою мийкою сировини або гідроохолодженням.

Слід зазначити дві особливості вакуумвипарувального охолодження:

- по-перше, йому властива вибіркова здатність відносно об'єктів охолодження;
- по друге, у механізмі процесу закладена можливість виключити повітря, як проміжний холодоносіє.

Завдяки першій особливості, охолодження й перевезення таких овочів і плодів, завантажених у вагони, здійснюється практично без холодильних установок. Друга особливість дозволяє зменшити металоємність устаткування.

Для плодів та овочів, що втримують на своїй поверхні 3-4 % вологи, застосування вакуумного охолодження дає можливість понизити температуру до 1-3 °С без природної втрати продукту.

### **3.6 Особливості систем повітряного охолодження камер зберігання фруктів та овочів**

Організація відводу тепла від фруктів та овочів при повітряній системі охолодження залежить від їхнього впакування, способу штабелювання вантажу або висоти насипу. Ступінь вентиляювання залежить також від виду рослинної сировини, ступеня зрілості та інших факторів.

При щільному укладанні впакованих вантажів для проходження повітря створюються більші гідравлічні опори. Тому особливістю штабелюваного зберігання є необхідність забезпечити проходження повітря між ящиками штабеля.

За даними експериментів, швидкість повітря в щілинах між ящиками повинна становити від 0,3 до 0,5 м/сек. У ящиках повітря рухається за рахунок природної конвекції. У насипі вантажу (при зберіганні картоплі, моркви, буряка) швидкість повітря повинна становити від 0,2 до 0,05 м/сек., а його температура змінюватися залежно від висоти насипу на 0,2 – 0,5 °С.

Тому в процесі зберігання фруктів у штабелі створюються різні температурно-вологісні ситуації, які у значній мірі впливають на якісні показники сировини та строки у разі її зберігання. Залежно від ситуації, можуть виникати зони відпрівання (у верхній частині штабелю), викликані радіаційним охолодженням вантажу з боку покриття або охолоджуючих приладів.

Відпрівання виникає й при переривчастій роботі вентиляторів, коли обдув повітрям штабеля здійснюється зверху вниз. Це одна з розповсюджених причин псування сировини в холодильних камерах із загальнообмінною системою вентиляції.

При надходженні теплого зовнішнього повітря або при довантаженні камер теплою сировиною виникає явище "перекинута" циркуляції, у цьому випадку тепле повітря обмиває охолоджувані вантаж і на ньому випадає роса. Тому за рахунок того, що для створення умов випадання вологи на холодній поверхні (при  $\phi = 0,95 - 0,96 \%$ ) необхідна різниця температур усього 0,3 - 0,5 °С, для запобігання випадіння роси необхідно використовувати системи з подачею охолодженого повітря знизу вгору.

Тому у найпоширеніших й ефективніших системах охолодження фрукто-овочесховищ використовують повітроохолоджувачі, розташовані в камерах таким чином, щоб охолоджуване повітря надходило у вантажний об'єм та, обмиваючи штабель із рослинною сировиною, на зворотному шляху до повітроохолоджувача сприймало теплоту, що надходить через огороження та від працюючих електродвигунів.

Потрібно враховувати, що фрукти, особливо чутливі до зміни температури (наприклад, банани), повинні укладатися в штабель із досить великими проміжками. Це необхідно тому, що при щільному укладанні штабеля вентиляція охолоджуючим повітрям відбувається не тільки в результаті напору, створюваного вентилятором, а також за рахунок різниці щільності холодного й теплого повітря усередині штабеля.

Оскільки у всіх охолоджувальних системах промислових сховищ відвід тепла від елементів продукції здійснюється повітрям, в основу класифікації їх повинен бути покладений саме спосіб повітророзподілення.

Найбільшого поширення в охолоджуваних сховищах одержала система загальнообмінної вентиляції. По способах подачі у вантажний простір повітря, що вентилює, розрізняють різновиди такої вентиляції:

- безканална;
- одноканальна;
- двоканальна;
- ежектируюча.

### **3.7 Способи вентиляювання штабелю продуктів при їхньому зберіганні**

Принципові схеми повітророзподілення охолоджуючих систем, застосовуваних при використанні штучного холоду, повинні забезпечувати:

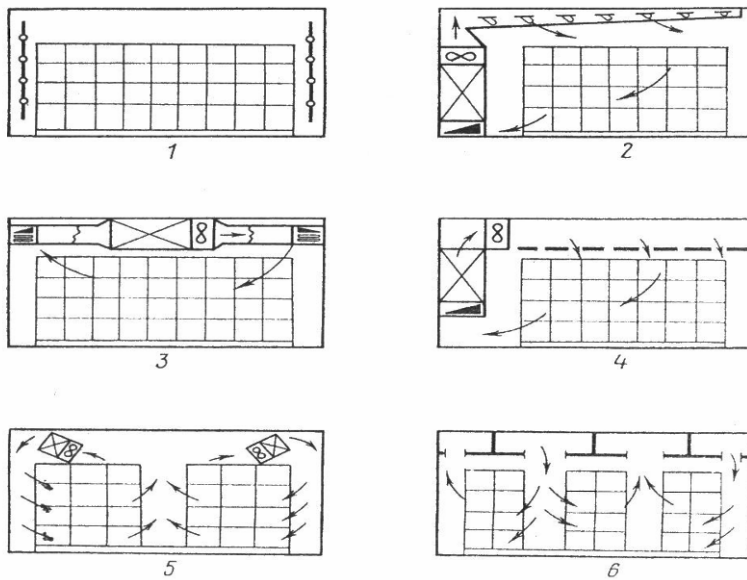
- рівномірне охолодження всіх елементів продуктів від початкової температури до температури зберігання (перша фаза);
- максимальне наближення до ізотермічного режиму у фазі власне зберігання;
- максимальне скорочення повітряних комунікацій на ділянці від охолоджуючих приладів до штабелів;

- запобігання надлишкового вентиляювання продукту наприкінці першої фази й протягом другої фази;
- розміщення вентиляторів перед охолоджуючими приладами;
- перетинання напрямків примусового (від вентиляторів) й вільного (конвекційного) повітря в штабелі в періоди роботи вентиляторів і після їхньої зупинки;
- повне або часткове використання конструкцій, що огорожують сховище, для відводу фізіологічного тепла, при температурах зовнішнього повітря нижче температури зберігання,

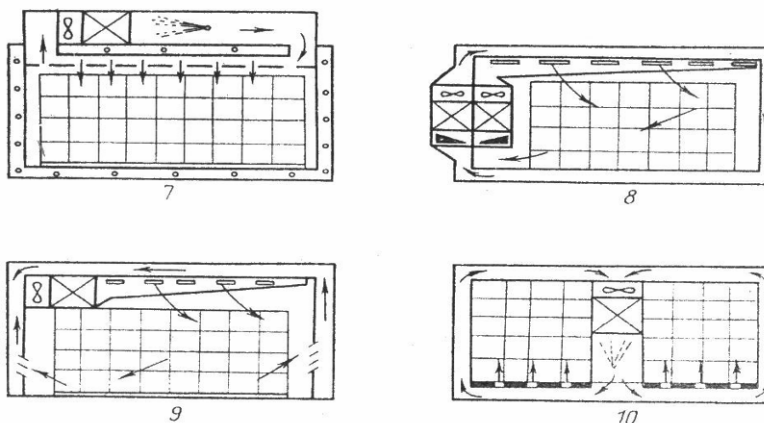
Рівномірне охолодження кожного продукту значною мірою визначає відносну стабільність температурного режиму зберігання. Нерівномірність температури до кінця охолодження зумовлена нерівномірністю повітророзподілення, яка підсилюється впродовж всього періоду зберігання. [84, 86]. Аналіз впливу способу повітророзподілення проведено у роботах [87, 102].

Різні способи розподілу повітряних потоків в охолоджуваному об'ємі сховища представлені на рис. 3.2

#### А) Схеми розповсюджених систем охолодження



#### Б) Схеми поліпшених систем охолодження



1 - батарейна система охолодження (з нерухомим повітрям); 2 - одноканальна система з ежектуючим повітророзподіленням; 3 - двоканальна система; 4 - система з верхнім канално-щілинним повітророзподіленням; 5 - система з підвісними повітроохолоджувачами; 6- багатоканальна (зі стельовими нагнітально-всмоктувальними каналами); 7- система з адіабатичною оболонкою й перфорованою стелею; 8- одноканальна з теплозахисною «сорочкою»; 9 - одноканальна з подачею відпрацьованого повітря в засорочковий простір; 10- система з активним вентиляюванням штабелів.

Рис. 3.2 Розповсюджені схеми вентиляювання плодовоочесховищ

Особливо невдалий спосіб показано на схемі 4. У ньому теплоприпливи через огороження камери й тепло від роботи вентилятора підсумовуються й надходять у повітря, що вентилює сховище. Це суперечить принципам, що впливають із вимог до повітряної системи охолодження. Уникнути шкідливого впливу зазначених джерел теплоти можна було б, змінивши напрямок руху повітря на прямо протилежний.

У схемах 2- 4 (рис. 3.2) місце установки вентиляторів за повітроохолоджувачем (по напрямку руху повітря) також вибрано неправильно. Це відбивається на температурному режимі. оскільки повітря після повітроохолоджувача має температуру на 1,0–1,5 °С нижчу, ніж після вентилятора, що викликає додаткові втрати вологи, обумовлені теплом, еквівалентним затрачуваній роботі.

Краще зроблені схеми розподілу повітря представлені на рисунках 3.2 Б. **Якщо при зберіганні «не дихаючих» (заморожених продуктів) охолоджувані об'єкти виступають як охолоджені камери або штабелі без внутрішніх теплоприпливів, то при зберіганні рослинних продуктів кожен елемент (плід або овоч) є об'єктом охолодження, і від нього необхідно забезпечити надійний відвід тепла самого продукту и тепла "дихання" (інакше відбудеться самозігрівання сировини).**

Якщо плоди й овочі розміщують насипом, то шпарованість досягає 40 %, тому незалежно від конструкції охолоджуючих приладів, єдиним холодоносієм усередині штабеля є повітря, отже, необхідно забезпечити циркуляцію його в штабелі.

Найбільш просто й ефективно це завдання вирішується при гравітаційно-активному вентиляванні плодоовочевої продукції, що забезпечує майже повне наближення до ізотермічного режиму у фазі зберігання.

Аналіз існуючих охолоджуючих систем, результати якого надані в таблиці 3.3, показують, що вони не задовольняють більшу частину вимог.

Виключення становить система активного вентилявання (схема 10, рис. 3.2 Б), але вона дотепер не знайшла широкого застосування при холодильному зберіганні продуктів. Крім того, важливу роль у такій системі повітророзподілення грає правильно спроектований перфорований підлоговий настил, що виконує функцію повітророзподільного каналу [88, 89].

Таблиця 3.3

Критерії оцінки (вимоги)	№ схеми систем вентилявання по рис. 2									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Рівномірне охолодження всього обсягу продуктів	*	*	*	*	*	*	*	*	*	+
Ізотермічний режим зберігання	±	±	±	±	±	±	±	±	±	+
Короткі комунікаційні лінії на шляху повітря до штабеля	x	-	-	-	-	-	+	+	±	+
Запобігання надлишкового вентилявання продукту	+	±	±	±	±	±	±	±	±	+
Розміщення вентиляторів перед охолоджуючими приладами	x	*	*	*	*	±	±	*	+	+
Спрямована конденсація водяної пари (поза вантажним обсягом) узимку	*	*	*	*	*	*	±	±	+	±
Збіг напрямків змушеного й вільного руху повітря	x	*	*	*	*	*	*	*	*	+
Примітка: x - вимога не відносяться до даної охолодної системи; * - вимога не дотримується; + - вимога дотримується; ± - вимога дотримується частково										

Як видно з таблиці 3.3, рівномірне охолодження кожного з елементів продуктів і пов'язана із цим рівномірність температурного й вологісного полів у штабелях може бути забезпечена тільки при активному вентиляванні (рис. 3.2 Б, схема 10).



Підтримка ізотермічного режиму зберігання й відсутність надлишкового вентилявання сільськогосподарських продуктів - суперечливі вимоги для звичайно застосовуваних повітряних охолодних систем. Перша вимога може бути виконана при безперервній роботі вентиляторів, що призводить до надлишкового вентилявання.

Тому особливої уваги заслуговують вимоги до мінімальної довжини комунікаційних ліній на стороні оброблюваного в охолоджувальних приладах повітря, що вентилює. Найкраще цій вимозі задовольняє двоконтурна система вентиляції, наведена на рис. 3.5.

У цій системі охолодження здійснюється від двох джерел холоду: холодильної установки за допомогою повітроохолоджувача й холодного повітря (у зимовий період) за допомогою локальної системи підготовки повітря [60, 72, 75].

#### 4. ХОЛОДИЛЬНА КАМЕРА З ДВОКОНТУРНОЮ СИСТЕМОЮ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯМ ЗОВНІШНЬОГО ХОЛОДНОГО ПОВІТРЯ

##### 4.1 Визначення можливості застосування природного холоду в різних кліматичних зонах України

Оскільки для основних районів масового вирощування продуктів період зберігання збігається з періодом досить стійкого похолодання, можлива більш раціональна організація зберігання в охолоджувальних камерах, що ґрунтується на ефективному використанні не тільки штучного, але й природного холоду.

Під природним охолодженням треба розуміти охолодження, які не пов'язані з витратами енергії на процес одержання холоду. Використання природного охолодження найбільш ефективно при континентальному кліматі, якому відповідає більша частина території України.

Територія України розташована у двох кліматичних зонах з розрахунковими зимовими температурами **мінус 20<sup>0</sup>С і мінус 30<sup>0</sup>С**. У табл. 4.1 показані основні температурні характеристики населених пунктів, які відносяться до того чи іншого кліматичного району.

Вибір зони, найбільш придатної для повного й часткового використання природного холоду при зберіганні продукту, неможливий без вивчення її основних кліматичних характеристик. Аналіз останніх проводили для районів масового вирощування плодів й овочів.

Таблиця 4.1 - Основні кліматичні характеристики міст України

Населений пункт	Температура зовнішнього повітря, °С			
	середньомісячна		середній мінімум	
	у жовтні	у листопаді	у жовтні	у листопаді
Суми	-0,2	-5,4	-2,7	-8,0
Черкаси	7,2	1,4	-1,3	-5,8
Рівне	7,4	1,8	3,9	-0,8
Вінниця	7,5	1,3	3,5	-1,2
Київ	7,5	1,2	4,1	-1,2
Донецьк	7,9	0,9	-1,8	-6,6
Дніпропетровськ	8,8	2,0	-0,6	-5,5
Запоріжжя	9,3	2,8	4,7	-0,3
Маріуполь	9,2	2,4	4,8	-0,3
Мелітополь	10,1	3,4	0,3	-4,1
Одеса	10,4	4,5	1,4	-3,4
Ялта	14,2	9,3	10,9	6,0

Дослідження показали, що у перехідні періоди року (восени та навесні) тепло і вологу, що випромінюють продукти, які зберігаються, можна відводити за допомогою зовнішнього холодного повітря без затрат енергії на холодильну установку.

Зберігання продукту починається з жовтня й закінчується в березні-квітні. Найбільше теплонапруженим періодом зберігання є початковий період, пов'язаний з охолодженням продукту, при закладці його на зберігання.

Відомо, що будівництво фрукто-овочесховищ у таких районах найбільш економічно і доцільно [33, 36, 47]: втрати продукту зменшуються на 15-20 %, скорочуються витрати на транспортування й неминучі при цьому вантажно-розвантажувальні роботи, які знижують лежкосдатність продукту [18].

Осінь швидке зниження температури починається у вересні. Воно досягає 4-7 °С за місяць [60]. Особливо різко падає температура в листопаді – на 6-8 °С. Табличні значення температур брали середніми за п'ять років [24]. Звертають на себе увагу відносно низькі середньо інтегральні мінімальні температури зовнішнього повітря. Сприятливими при

застосуванні природного холоду виявляються різкі добові коливання температури зовнішнього повітря.

Аналіз температурних характеристик для району з розрахунковою зимовою температурою мінус 30 °С показав, що середньомісячні температури відносно невеликі й коливаються в межах від 1,8 °С до 9,3 °С. Середній мінімум температури повітря в жовтні становить від 3 °С до 4 °С, а тривалість його стояння достатня, щоб знизити температуру продукту на 6 °С при питомій витраті повітря 120 м<sup>3</sup>/(т. ч). Середній абсолютний мінімум температури повітря - негативний, що підтверджує існування придатних для охолодження продукту температур зовнішнього повітря. У цій кліматичній зоні можливе використання природного холоду (якщо продукт був теплий) з коефіцієнтом робочого часу вентиляторів від 0,35 до 0,48 у жовтні й від 0,59 до 0,63 у листопаді (див. табл. 4.2)

Для населених пунктів з розрахунковою зимовою температурою мінус 20 °С середній мінімум температури зовнішнього повітря в жовтні для більшості міст цієї зони вище 11 °С (м. Ялта). У цій кліматичній зоні можливе використання природного холоду з коефіцієнтом робочого часу вентилятора всього від 0,07 до 0,3 у жовтні, і від 0,21 до 0,54 у листопаді. Кількість часів зі стабільною температурою зовнішнього повітря в різних районах (табл. 4.2).

При вивченні можливостей місцевих кліматичних умов можливе використання формули Франчука [84].

$$t_z = t_{cp} - \frac{A}{n-15} \cos(n-15), \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4.1)$$

де  $t_z$  – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С;

$t_{cp}$  – середньорічна температура, °С;

$A$  – амплітуда річних коливань температури зовнішнього повітря, °С;

$n$  - порядковий номер доби, що припадає на середину періоду охолодження (рахунок від 1 січня).

Таблиця 4.2

Температура, °С	Кількість часів протягом місяця								
	Ялта	Одеса	Мелі тополь	Марі упол ь	Запорі жжя	Київ	Вінниця	Рівне	Суми
<b>Ж о в т е н ь</b>									
від 4 до –3,1	-	-	3	7	3	6	12	6	18
від 3 до –2,1	-	-	4	12	6	11	11	4	23
від 2 до –1,1	-	-	9	13	8	13	26	18	27
від 1 до 0,1	2	20	13	22	29	26	32	21	21
від 0 до 0,9	9	18	25	22	24	37	41	41	29
від 1 до 1,9	2	22	25	24	28	31	33	33	29
від 2 до 2,9	4	22	27	39	28	41	44	29	27
від 3 до 3,9	26	28	32	36	33	47	41	46	26
від 4 до 4,9	11	30	32	43	39	63	57	55	34
від 5 до 5,9	16	50	40	55	59	60	60	77	45
<b>Л и с т о п а д</b>									
від –4 до –3,1	-	-	12	28	20	40	35	25	40
від 3 до –2,1	2	6	22	29	23	30	38	27	38
від 2 до –1,1	2	8	30	36	32	62	56	34	40
від 1 до 0,1	10	15	38	40	60	70	76	60	90
від 0 до 0,9	11	18	44	49	54	68	78	78	91
від 1 до 1,9	21	24	44	44	53	61	57	64	91
від 2 до 2,9	24	33	52	55	54	61	56	64	70
від 3 до 3,9	50	40	54	47	53	44	49	49	40
від 4 до 4,9	30	30	60	59	56	46	40	53	12

Амплітуда річних коливань температури зовнішнього повітря визначається як різниця між середніми температурами між найтеплішим та найхолоднішим місяцями.

Однак, наведені характеристики не можуть дати повних даних про придатність місцевих кліматичних умов для застосування природного холоду. За конкретний критерій нами була обрана тривалість охолодження продукту, яка повинна відповідати технологічно приданій величині.

Найбільш доцільною системою повітророзподілу при використанні природного холоду, на наш погляд, є активне вентиляювання продукту [75, 87, 89].

Тривалість охолодження продукту при активному вентиляюванні з використанням природного холоду розраховують відповідно технологічним фазам. Температуру приточного повітря усереднюють не для всього періоду охолодження, а тільки в межах фази. Кількість фаз обирають залежно від кліматичних особливостей місцевості, темпу самозігрівання продукту.

Середню температуру приточного повітря ( $t_n$ ) для фази  $n$  визначають [84], як:

$$t_n = t_z'' + 8 \cdot 10^{-4} \frac{\Delta H}{\eta}, \quad (4.2)$$

де,  $t_z''$  – середня для фази температура зовнішнього повітря, коли працюють вентилятори,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\Delta H$  – напір, що розвивають вентилятори,  $\text{н/м}^2$ ;

$\eta$  – к. к. д. вентиляторів.

Тоді умови охолодження ( $P$ ):

$$P = \varepsilon_p \rho C_p \varepsilon_n, \quad (4.3)$$

де,  $\varepsilon_p$  – коефіцієнт робочого часу вентиляторів;

$\rho$  – щільність зовнішнього повітря,  $\text{кг/м}^3$ ;

$C_p$  – теплоємність повітря,  $\text{Дж/(кг}^{\circ}\text{град)}$ ;

$\varepsilon_n$  – коефіцієнт підігріву повітря, що враховує нерівність температур продукту й вентиляюваного повітря, що залишає шар продукту

$$\varepsilon_p = \frac{\tau_p}{\tau}, \quad (4.4)$$

де,  $\tau_p$  – тривалість роботи вентиляторів,  $\text{с}$ ;

$\tau$  – загальна тривалість фази,  $\text{с}$ .

Коефіцієнт підігріву повітря  $\varepsilon_n$  визначають за формулою:

$$\varepsilon_n = \frac{t - t_n}{t_{cp} - t_n}, \quad (4.5)$$

де,  $t$  – температура повітря, що покидає шар продукту, у даний час,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{cp}$  – середня температура продукту в той же час,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_n$  – середня температура приточного повітря для кожної фази,  $^{\circ}\text{C}$ .

Вентилювання продукту закінчується, коли температура повітря ( $t_2'$ ) досягла свого значення

$$t_2' = t_n + 0,7 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4.6)$$

У табл. 4.3 наведені рекомендовані питомі витрати повітря залежно від кліматичної зони й виду продукту.

Таблиця 4.3

Продукт	Мінімальні витрати повітря в районах з розрахунковою зимовою температурою, $\text{м}^3/(\text{т. ч})$	
	мінус $20 \text{ } ^\circ\text{C}$	мінус $30 \text{ } ^\circ\text{C}$
Буряк, морква, картопля	70	50
Капуста, цибуля	150	100

Відомо [94], що плоди й овочі зберігають в одноповерхових сховищах, місткість яких коливається в широких межах від 150 т до 2000 т. Такому інтервалу зміни місткості відповідають питомі поверхні зовнішніх огорожень сховищ від  $2,2 \text{ м}^2/\text{т}$  до  $4,2 \text{ м}^2/\text{т}$ .

При проектуванні овочесховищ, які використовують природний холод, важливо знати максимально допустиме значення питомої поверхні зовнішніх огорожень [93, 95].

Розмір цього показника має вплив на теплоприпливи і тепловтрати теплоти в холодні пори року (табл. 4.4). Залежність питомих теплоприпливів і тепловтрат у сховищах від їх місткості надані у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

Місткість сховища, т	Загальна площа, питома поверхня, $\text{м}^2/\text{т}$	Питом а площа поверхні зовнішніх огорожень, $\text{м}^2/\text{т}$	Теплоприпливи	Тепловтрати
			Вт/т, $\Delta t = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ , $K = 0,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$	
270	5,62	3,84	40,7	30,7
530	4,96	3,25	35,5	26,0
770	4,71	3,00	34,3	24,0

Для визначення максимально припустимої поверхні огорожень ( $F_o$ ) можна користуватися [95] такою формулою

$$F_o = \frac{0,0023(t_3 - t_{кр}) + q}{K_o'(t_3 - t)}, \text{ м} \quad (4.7)$$

де  $t_3$  – температура зберігання продукту,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{кр}$  – криоскопічна температура продукту,  $^\circ\text{C}$ ;

$q$  – інтенсивність подиху продукту,  $\text{Вт}/\text{м}$ ;

$K_o'$  – коефіцієнт теплопередачі,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ;

$t$  – температура найхолоднішої п'ятиденки,  $^\circ\text{C}$ .

Інтенсивність дихання плодоовочевої продукції ( $q$ ) визнають як

$$q = q_o \cdot e^{b\Delta t}, \quad (4.8)$$

де  $q_o$  – питома теплота дихання продукту при температурі  $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ ,  $\text{Вт}/\text{м}$ ;

$e$  – натуральний логарифм;

$b$  – температурний коефіцієнт швидкості дихання;

$\Delta t$  – температура продукту,  $^\circ\text{C}$ , визначається як

$$\Delta t = \frac{t_z + t_{кр}}{2} \quad ^\circ C \quad (4.8)$$

У табл. 4.5 наведені значення максимально припустимої питомої поверхні огорожень для міст України.

При визначенні придатності кліматичних умов для застосування природного холоду орієнтувалися на основні нормативні строки завантаження сховищ, достатню тривалість охолодження та розрахункову початкову температуру продукту.

Розрахунок відповідно до фаз робили до моменту досягнення продуктом технологічно заданої температури, після чого порівнювали розрахункову тривалість охолодження з нормованою. Якщо при максимально заданому обсязі ( $V$ ) розбіжність не перевищувала 20 %, то вважали, що кліматичні умови цього району сприятливі для будівництва сховищ, розрахованих на повне використання природного холоду.

Таблиця 4.5

Продукт	Розрахункова зимова температура, $^\circ C$			
	мінус 20		мінус 30	
	$t_1', ^\circ C$	$\tau_1, ч$	$t_1', ^\circ C$	$\tau_1, ч$
Картопля	20	1000	15	768
Коренеплоди	15	380	10	500
Капуста	15	380	10	500
Цибуля, часник	23	360	18	500

Результати розрахунків, які наведені в таблиці 4.6 й 4.7 показали, що для зон з розрахунковою зимовою температурою мінус  $30^\circ C$  при зберіганні картоплі з використанням тільки природного холоду потрібно приймати  $V =$  від  $50 \text{ м}^3/(\text{т. ч})$  до  $70 \text{ м}^3/(\text{т. ч})$ , коренеплодів – від  $100 \text{ м}^3/(\text{т. ч})$  до  $150 \text{ м}^3/(\text{т. ч})$ , капусти – від  $100 \text{ м}^3/(\text{т. ч})$  до  $120 \text{ м}^3/(\text{т. ч})$ . У кліматичній зоні з розрахунковою зимовою температурою мінус  $20^\circ C$  зберігання картоплі з використанням природного холоду виявляється можливим тільки при  $V =$  від  $120 \text{ м}^3/(\text{т. ч})$  до  $150 \text{ м}^3/(\text{т. ч})$ . Зберігання інших видів продуктів у розглянутих кліматичних зонах вимагає комбінованого використання штучного і природного холоду, або лише штучного холоду.

Максимально припустимі значення питомої поверхні зовнішніх огорожень сховищ наведені у табл.4.6

Таблиця 4.6

Населений пункт	Температура найхолоднішої п'ятиденки, $^\circ C$	Максимально припустиме значення питомої поверхні зовнішніх огорожень для сховищ, $\text{м}^2/\text{т}$			
		яблука	картопля	капуста	морква
Сімферополь	-16	5,51	6,05	4,18	5,03
Одеса	-17	5,20	5,76	3,95	4,75
Миколаїв, Херсон, Ужгород	-18	4,93	5,48	3,74	4,50
Запоріжжя, Львів	-19	4,68	5,23	3,56	4,28
Волинськ, Чернівці, Івано-Франківськ	-20	4,46	5,01	3,39	4,06
Житомир, Вінниця, Київ, Кіровоград, Рівне					3,89
					-

Тернопіль, Черкаси, Хмельницький	-21	-4,26	-4,80	3,23	-
Полтава, Чернігів	-22	4,07	4,61	3,09	3,72
Суми, Харків	-23	3,90	4,43	2,96	3,57
Дніпропетровськ	-24	3,75	4,26	2,85	3,42
Донецьк, Луганськ	-25	3,60	4,11	2,73	3,29

Інтенсивність активного вентиляювання при використанні природного холоду для зберігання продуктів наведена в таблиці 4.7

Таблиця 4.7

Населений пункт	Розрахункова температура, °С	Питомі витрати повітря, м <sup>3</sup> /(т. ч)			Тривалість охолодження, що потрібно, год.			Температура наприкінці періоду охолодження, °С		
		карт опля	капус та	мор ква	карто пля	капус та	морква	карт опля	капус та	морква
Київ	-30	70	120	140	30-40	10-15	10-15	2,0	0,9	1,1
Полтава	-30	70	120	120	30-40	10-15	10-15	2,0	0,4	0,9
Хмельницький	-30	65	110	120	30-40	10-15	10-15	2,0	0,2	0,8
Вінниця	-30	50	100	120	30-40	10-15	10-15	2,0	0,0	0,7
Сімферополь	-20	150	200	200	30-40	10-15	10-15	3,0	4,9	5,9
Херсон	-20	130	200	200	30-40	10-15	10-15	2,5	2,9	3,1

Аналіз основних температурних характеристик і проведені розрахунки показали, що навіть в умовах півдня України можливе зберігання яблук зимових сортів, картоплі, буряка, моркви, капусти, цибулі, часнику при частковому використанні природного холоду.

#### 4.2 Конструктивні особливості та переваги двоконтурного охолодження

В Інженерно-технологічному інституті "Біотехніка" (ІТІ "Біотехніка") НААНУ, отримано Патент України на "Спосіб і систему вентиляювання камер схову охолоджених продуктів, переважно рослинного походження"[72, 88], на основі якого створена та досліджена холодильна камера-модуль. Особливістю цієї камери є двоконтурне вентиляювання. На основі досліджень дослідного зразка розроблені "РЕКОМЕНДАЦІЇ із проектування типового ряду холодильних камер - модулів від 50 до 500т з двоконтурною системою охолодження" для зберігання плодоовочевої й іншої біологічної продукції землеробства.

У теплі періоди року відвід теплоти «подиху» і надлишкової вологи, що надходить від продуктів, здійснюється за допомогою вентиляторів повітроохолоджувачів при працюючій холодильній установці.

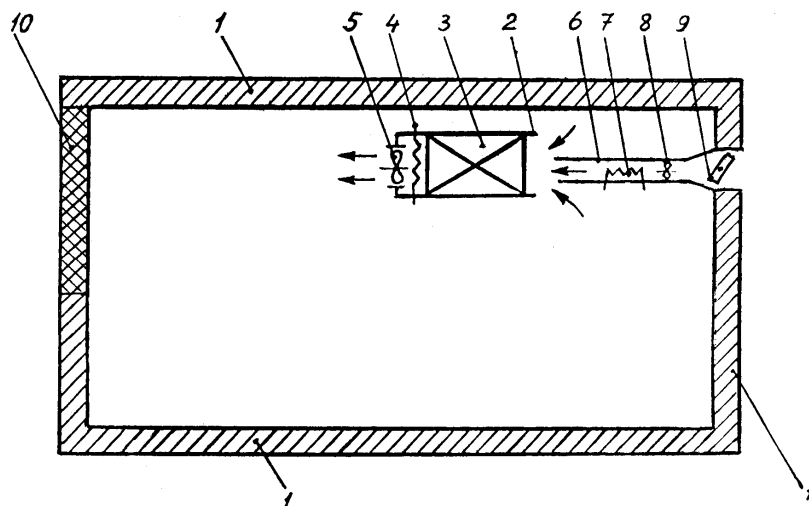


Рис. 4.1 Принципова схема двоконтурного охолодження камери.

1 – теплогороджуючі поверхні; 2 – повітрооброблювальний апарат холодильної машини; 3 – секція повітроохолоджувача ; 4 - секція нагрівача; 5 - вентилятор; 6 - вентиляційний канал зовнішнього повітря; 7 - електронагрівник зовнішнього повітря; 8 - вентилятор зовнішнього повітря; 9 – заслонка каналу зовнішнього повітря; 10 - динамічна ізоляція.

У холодні періоди року, коли температура в камері вища за температуру навколишнього середовища, теплота дихання й надлишкова волога від продуктів відводяться охолодженим і більш сухим зовнішнім повітрям, що дозовано подається у камеру через спеціальний канал з боку всмоктування вентиляторів повітроохолоджувачів при вимкненому компресорі. Це повітря подається за допомогою вентилятора зовнішнього повітря, а видаляється разом з вологою й газами, які виділяють плоди й овочі при зберіганні, через елемент динамічної ізоляції, розташований на протилежній, відносно вентиляторів повітроохолоджувачів, стороні камери. Принципова схема двоконтурної системи вентиляції наведена на рис. 4.1.

#### 4.3 Особливість організації повітряних потоків у камері з двоконтурною вентиляцією

Особливістю системи вентиляції камер зберігання будь-якої плодоовочевої продукції з двома джерелами холоду ( див. рис. 4.2) є те, що в ній використано холодильну установку у теплі періоди року та холодне зовнішнє повітря у холодні періоди.

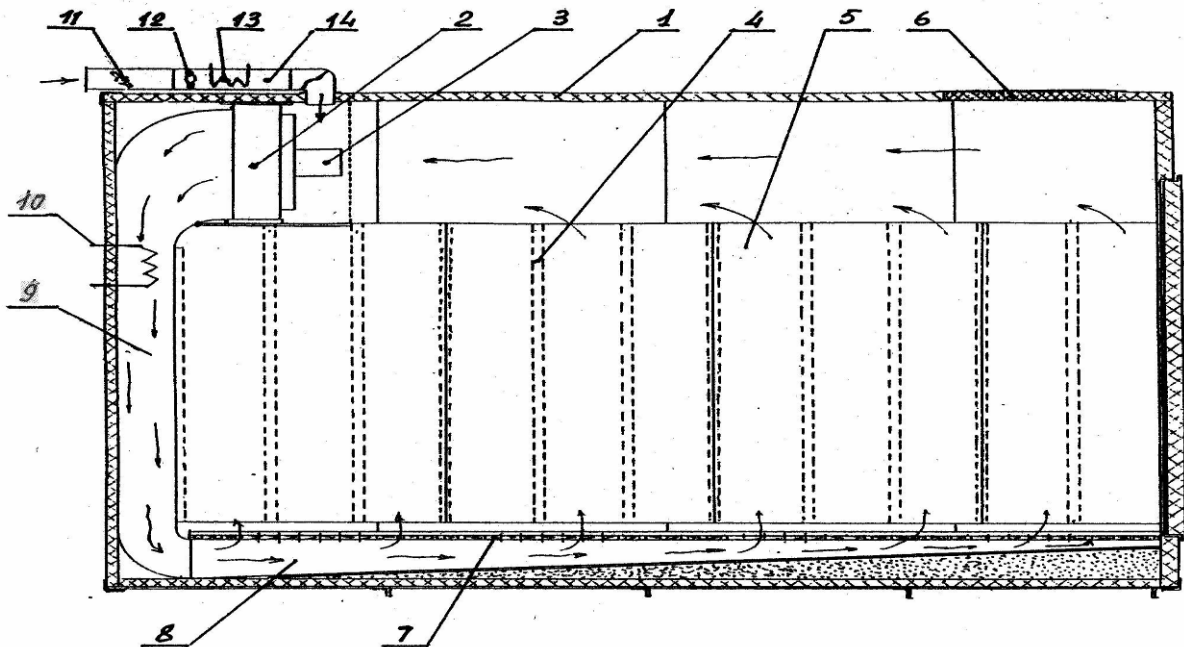


Рис. 4.2 – Конструкція камери-модуля з системою двоканального охолодження

1 – огорожуючі поверхні, 2 – охолоджувач повітря, 3 – вентилятор охолоджувача повітря, 4 – рейка повітряної сорочки, 5 – огороження повітряної сорочки, 6 – динамічна ізоляція, 7 – повітророзподільна підлога, 8 – канал рівного статичного тиску повітря, 9 - повітряний клапан, 10 – підігрівач повітря, 11 – заслонка каналу зовнішнього повітря, 12 – вентилятор каналу зовнішнього повітря, 13 – підігрівач каналу зовнішнього повітря, 14 – фільтр зовнішнього повітря.

У теплі періоди року задані температурні та вологісні параметри повітря забезпечуються звичайною холодильною установкою з повітроохолоджувачем (2). У холодні періоди року, коли температура у камері вища ніж температура зовнішнього повітря, відвід з камери внутрішніх теплоприпливів та надлишкової вологості, здійснюється зовнішнім повітрям за допомогою вентилятора зовнішнього повітря (12). Трубопровід зовнішнього повітря обладнано повітряним фільтром (14) і нагрівачем (13). На вході канал має заслонку (11), яка закривається, коли зовнішнє повітря не використовується.



Стеля камери має вставку з динамічною ізоляцією (6), яка має коефіцієнт теплопередачі вдвічі менший за матеріал, з якого вона зроблена. Через динамічну ізоляцію виходить надлишкове повітря, яке подається вентилятором зовнішнього повітря у камеру, і яке відводить з вантажного об'єму диоксид вуглецю ( $\text{CO}_2$ ) та етилен ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ), а також надлишкову вологу, які виділяють продукти, що "дихають".

Камера обладнана системою рівномірного повітророзподілення, яка забезпечує рівномірне температурне поле повітря у будь якій точці вантажного об'єму. Рівномірне повітророзподілення здійснюється за допомогою підлоги з перфорацією (7), під яку повітря подається через вертикальний канал (9), а далі по клинчастому каналу змінного перетину та постійного статичного тиску (8).

Будівельна конструкція каркасно-панельного типу змонтована з сандвіч-панелей (1) європейського стандарту, що знижує вартість будівельних робіт та поліпшує теплотехнічні характеристики будівлі.

Бокові огорожуючі поверхні камери обладнані екранами (5), що захищають вантаж від радіаційних теплоприпливів, а повітря, що проходить по каналах, які створені екраном та внутрішньою стороною огорожуючої поверхні за допомогою рейок (4), перехоплює зовнішні теплоприпливи.

У холодні періоди року втрати теплоти через поверхні, що огорожують компенсуються додатковими нагрівниками (10), встановленими в повітряному каналі (9) після повітроохолоджувачів. Відносна вологість повітря в камері, що задана, забезпечується або шляхом намерозування надлишкової вологи на поверхні повітроохолоджувача (в теплі періоди року), або (у холодні періоди) шляхом змішування повітря, яке циркулює в камері, з зовнішнім повітрям, що має низьку відносну вологість.

Кратність циркуляції повітря в камері, в залежності від режиму охолодження та сезону, може складати від 4-х до 10-ти обмінів на добу, в залежності від виду продукту, що зберігається, та режиму охолодження. Така кратність циркуляції забезпечується вентиляторами повітроохолоджувачів (3), продуктивність яких регулюється за допомогою автоматичної системи, яка дає можливість встановлювати їх продуктивність у потрібних межах.

Відносна вологість повітря камери ( $\varphi_k$ ) контролюється та підтримується за допомогою реле вологості, яке впливає на режим роботи повітроохолоджувача. Осушення відбувається за рахунок зміни температури випару холодильного агента.

При підвищенні відносної вологості повітря камери до  $(\varphi_{\text{кам}} + 3) \%$  у теплі періоди року, датчик, що керує компресором, знижує тиск випару до  $p_{02}$  при відповідній температурі кипіння  $t_{02}$ , і волога відводиться на поверхні повітроохолоджувача.

При зниженні відносної вологості повітря камери до  $(\varphi_{\text{кам}} - 3) \%$  датчик, що керує компресором, відключає його, або знижує тиск випару до  $p_{01}$  при відповідній температурі  $t_{01}$ . Якщо температура у камері підвищується більш, ніж на  $0,5^\circ\text{C}$  вище заданої, реле тиску вмикає компресор.

У зимовому режимі робота системи охолодження характеризується тим, що холодильна машина відключена, працюють лише вентилятори повітроохолоджувачів. Для компенсації втрат теплоти через зовнішні огороження камери в нагнітальному каналі повітроохолоджувачів (9), вмикаються електронагрівачі (10), за допомогою яких температура повітря камери підтримується на постійному заданому рівні, при цьому терморегулятори, в залежності від температури зовнішнього повітря, включають окремі секції нагрівачів (кожна з секцій має свою потужність). При зупинці вентиляторів повітроохолоджувачів нагрівачі відключаються.

Продуктивність вентилятора подачі зовнішнього повітря регулюється зміною числа обертів вентилятора.

Зовнішнє повітря, що подається, перед надходженням у холодильну камеру, при необхідності, підігрівається у повітропроводі від температури зовнішнього повітря ( $t_{\text{зов}}$ ) до температури камери ( $t_{\text{кам}}$ ) за допомогою окремого електронагрівача (13) з електричною потужністю ( $Q_{\text{нз}}$ ).

У літньому режимі робота система охолодження характеризується тим, що температура повітря у камері підтримується на постійному рівні холодильною машиною, але при зниженні

температури повітря камери до  $(t_{\text{кам}} - 0,5)^{\circ}\text{C}$  компресор вимикається. При підвищенні температури повітря в камері до  $(t_{\text{кам}} + 0,5)^{\circ}\text{C}$  компресор вмикається.

Вентилятори повітроохолоджувачів працюють постійно з заданою продуктивністю. Продуктивність їх встановлюється в залежності від необхідного режиму у холодильній камері. Підтримка відносної вологості повітря в камері в заданих межах забезпечується за допомогою реле вологості, що відповідає параметрам повітря в камері ( $t_{\text{кам}}$  і  $\phi_{\text{кам}}$ ). Результати досліджень дослідного зразка камери-модуля, дає змогу завдяки розробленій системі автоматичного регулювання (див. рис 4.2 і рис. 4.3 розд. 4.7.2) забезпечувати цілорічну підтримку заданих температурних і вологісних параметрів повітря. Залежно від необхідності, температура повітря в камері може підтримуватися в діапазоні від мінус  $1,5^{\circ}\text{C}$  до  $7^{\circ}\text{C}$ , а відносна вологість від 75% до 95%.

Розрахунки показують, що використання двох джерел холоду: холодильної установки в теплі періоди року та холодного зовнішнього повітря у холодні періоди дозволяють знизити річні експлуатаційні витрати на 25-30%, порівняно з холодильними камерами, обладнаними іншими системами охолодження, що перебувають в експлуатації [72].

#### 4.3.1 Процеси тепловологісної обробки повітря в камері

Розглянемо термодинамічні процеси, що відбуваються з повітрям, яке циркулює у камері під час зберігання соковитої плодоовочевої продукції.

Залежно від температури і вологості зовнішнього повітря, що відповідають різним періодам року, система вентиляції камери працює по різному.

Процеси, що відбуваються в камері схову в холодні періоди року, зображені на d-h діаграмі вологого повітря (див. мал. 4.4). Точка 1 відповідає необхідним тепловим та вологісним параметрам повітря камери. Лінія 1-2 відповідає зниженню температури й збільшенню вологовмісту повітря в камері схову охолоджених продуктів у холодний період. Точка 3 відповідає параметрам зовнішнього повітря. Лінія 3-4 відповідає попередньому підігріву подаваного зовнішнього повітря у вентиляційному каналі.

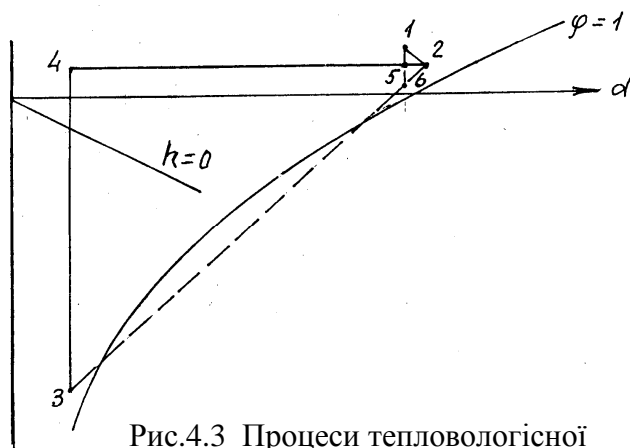


Рис.4.3 Процеси тепловологісної обробки повітря в камері.

Лінія 4-5-2 відповідає підмішуванню підігрітого подаваного повітря до повітря, що циркулює через повітрооброблювальний апарат, а точка 5 відповідає параметрам отриманої повітряної суміші.

Лінія 5-1 відповідає підігріву отриманої повітряної суміші в нагрівальній секції апарату, що обробляє повітря, до необхідних параметрів повітря камери.

Якщо виключити попередній підігрів зовнішнього повітря перед його змішуванням із циркулюючим, і безпосередньо підмішувати зовнішнє повітря до повітря, що циркулює через апарат, (лінія 3-6-2) до одержання точки суміші 6 з вологовмістом, рівним вологовмісту в точці 1, а потім підігрівати повітряну суміш до стану у точці 1 (лінія 6-1), то утвориться повітря перенасичене вологою. Це призведе до інтенсивного осадження інею на холодній секції повітрооброблювального апарату і погіршення його теплотехнічних можливостей.

**Висновки.** Таким чином, розроблений спосіб зберігання охолодженої продукції передбачає використання природного холоду і не вимагає вмикання холодильної машини в холодну пору року.

У теплу пору року, відповідно до розробленого способу, зменшуються зовнішні теплоприпливи в камеру, що поліпшує технологічні умови зберігання й зменшує природні втрати збереженої продукції. Крім того, зменшуються енерговитрати на вироблення холоду.

Подвійна система охолодження з використанням холодильної установки та холодного зовнішнього повітря, а також розроблена система автоматичного управління значно скорочують річні енергетичні витрати, а використання динамічної ізоляції і рівномірне

повітророзподілення, що використано у системі вентилявання, зменшує теплоприпливи через огорожуючі поверхні та виключає появи у вантажному об'ємі камери мертвих зон, що не вентилюються.

Розроблений спосіб може бути використаний при проектуванні як стаціонарних холодильних камер, так і для швидкостворених тимчасових сховищ, що споруджують безпосередньо в місцях збору врожаю.

#### 4.4 Методика проектування камер-модулів з двоконтурною вентиляцією

##### 4.4.1 Конструкція камери модуля

Створення окремих холодильних камер-модулів в комплексі є доцільним за умов завдання на проект, в залежності від продукту, що зберігається, у камері цілорічно або короткочасно. Незалежно від зовнішніх параметрів повітря, у камері-модулі можуть підтримуватися такі параметри повітря:

- по температурі – від 0 °С до 7 °С;
- по відносній вологості – від 80% до 95 %;
- по кількості CO<sub>2</sub> у повітрі камери – від 3% до 5%.

Найбільш доцільна будівельна конструкція – каркасно-панельного типу з теплоізоляційними сендвіч-панелями європейського стандарту марки HEFI PVC/XPS WEISS, яка наведена на рис. 4.4-А, що знижує вартість будівельних робіт та поліпшує теплотехнічні характеристики будівлі. Товщина сендвіч-панелей визначається за допомогою оптимізаційних розрахунків і у більшості випадків дорівнює 200 мм. Двері герметичні, виконані з ПВХ. Стики панелей герметизуються силіконовим герметиком.

В холодильних камерах застосовують особливий тип пінополіуретанових (ППУ) сендвіч-панелей - із замковим з'єднанням і з'єднанням "шип-паз". ППУ сендвіч-панелі із замковим з'єднанням дозволяють швидко монтувати холодильні камери з можливістю демонтажу.

Елементи конструкції доцільно вибирати такі, що показані на рис. 4.4 А, 4.4 Б, 4.5, 4.6, 4.7.

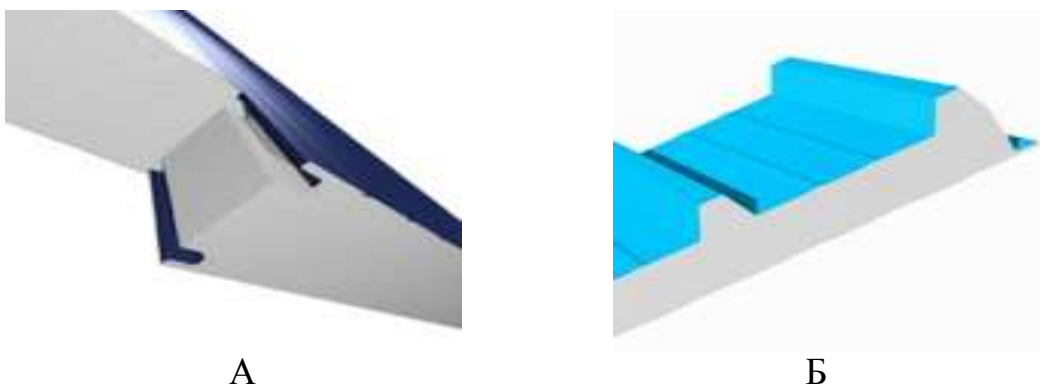


Рис. 4.4 Стінові (А) і покрівельні (Б) пінополістирольні сендвіч-панелі

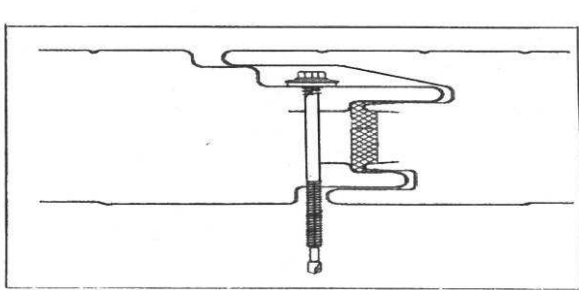


Рис. 4.5 «Прихований» замок фасадної стінової сендвіч-панелі

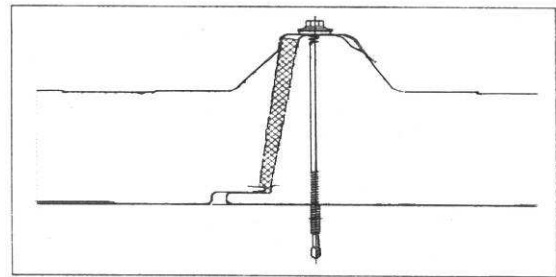


Рис. 4.6 З'єднання покрівельних панелей

Таблиця 4.8

Товщина сендвіч-панелей (мм)	Ширина (мм)	Вага (кг/м <sup>2</sup> )	Межа вогнестійкості (хв.)	Коефіцієнт теплопередачі (Вт/м <sup>2</sup> К)	Ціна 1м <sup>2</sup> з НДС, Євро
50	<b>1000</b>	14,5	-	0,055	2,20
80		16,6	-	0,050	2,30
100		18,3	60	0,040	2,55
120		20	60	0,033	2,78
150		22,6	90	0,027	3,00
<b>200</b>		<b>26,8</b>	<b>180</b>	<b>0,020</b>	<b>3,38</b>
250		30,2	180	0,016	3,55

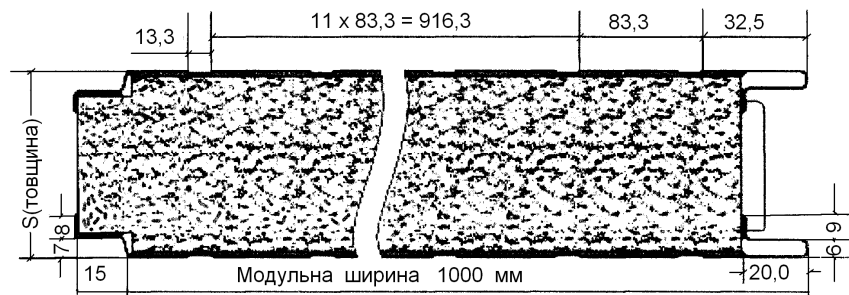
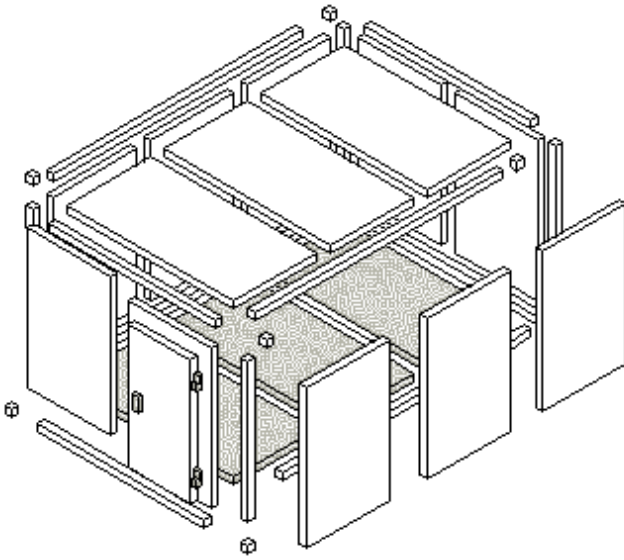


Рис. 4.7 Основні розміри стінових панелей

Варіанти компонування багаторежимних охолоджуваних камер для зберігання різних видів плодовоовочевої та іншої рослинної продукції можуть бути виконані у варіантах наведених на рис. 4.8.



А



Б

Рис.4.8 Варіанти формування складів для зберігання

А – схема складання елементів теплоізоляційних конструкцій модулів будь-якого вантажного об'єму; Б – комплекс камер-модулів для продукції різного виду, що обслуговується мультикомпресорною установкою

#### 4.4.2 Обґрунтування вантажного об'єму камери

Для усвідомлення порядку розрахунків усіх стадій проектування холодильної камери-модуля, візьмемо за приклад створення камери-модуля вантажною ємністю порядку 50 т. умовної плодоовочевої продукції з майданчиком попереднього завантаження  $13,44 \text{ м}^2$  і тамбуром  $5,6 \times 2,4 \times 3,2 \text{ м}$  (див рис. 4.9).

Тоді, виходячи із стандартних розмірів панелей, плодоовочесховище модульного типу доцільно споруджувати з габаритами  $12000 \times 6000$  і висотою  $4000 \text{ мм}$ .

Оптимізаційні розрахунки товщини огорожуючих поверхонь камери зроблені за такими основними параметрами:

- теплопередача панелей –  $k = 0,042 \text{ Вт/м}^2\text{К}$
- термін зберігання продукції –  $\tau$  - цілорічне;
- розрахункова температура у камері –  $t = 0 \text{ }^0\text{С}$ ;
- коефіцієнт, що враховує відчинення дверей та теплові містки –  $\nu = 1,1$ ;

- холодильний коефіцієнт фреонової холодильної установки –  $\varepsilon = 2,5$ ;
- електроенергія за ціною  $1\text{кВт} \cdot \text{г}$ , грн. –  $c = 0,60$  грн.
- термін експлуатації плодоовочесховища –  $n = 10$  років

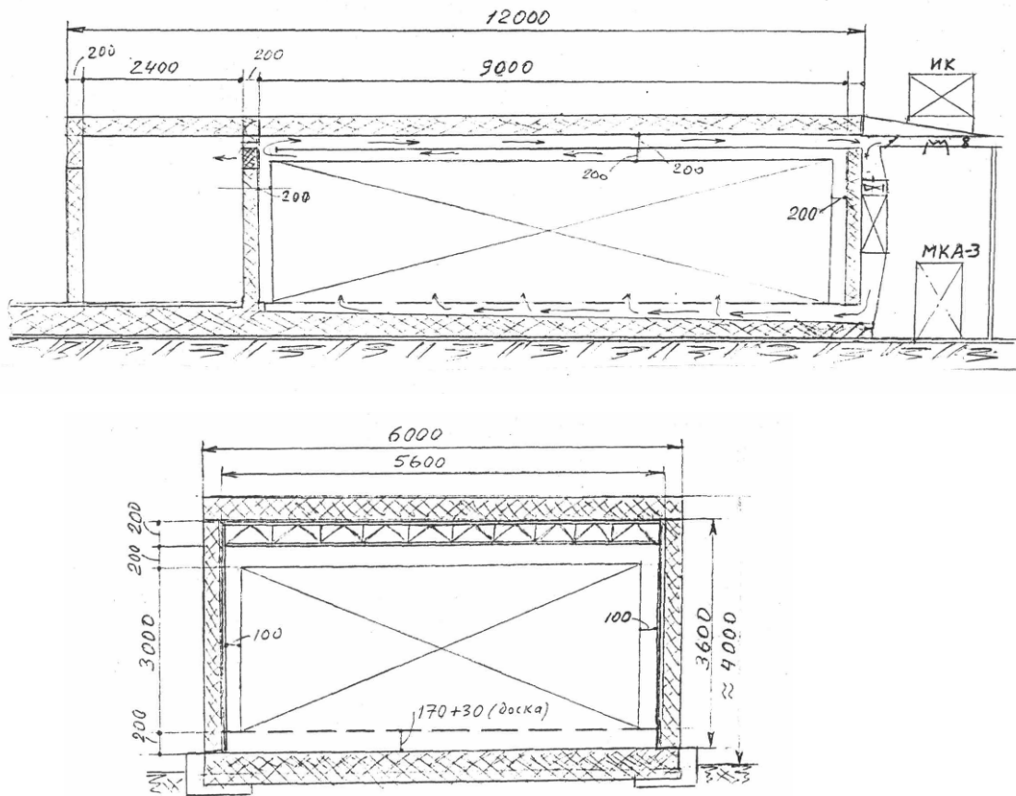


Рис. 4.9 Розрахункова схема конструкція холодильного модуля

МКА- 3 – машино-конденсаторний агрегат; ИК – випарний конденсатор

Будівельна площа такої камери складає:  $14,0 \times 6,0 = 84,0 \text{ м}^2$

Висота будівельна – 4,0 м;

Вантажна площа для зберігання плодоовочевої та іншої біологічної продукції  
 $8,6 \times 5,6 = 46,44 \text{ м}^2$

Висота штабелю продукції – 3,0 м.

Вантажний об'єм камери –  $46,44 \times 3,0 = 139,32$ , приймаємо -  $140 \text{ м}^3$

Якщо прийняти вміст за умовним вантажем,  $g_{\text{ум}} = 0,35 \text{ т/м}^3$ , вантажомісткість становитиме  $140 \times 0,35 = 49 \text{ т}$

Для іншої плодоовочевої продукції, яка може зберігатися у камері-модулі, вантажна місткість наведена у таблиці 4.9.

Таблиця 4.9

Продукт	Спосіб зберігання	$g_v, \text{ т/м}^3$	Вантажна місткість G, т
Яблука	у контейнерах, ящиках	0,34	47,6
Груші	у контейнерах, ящиках	0,34	47,6
Виноград	у лотках	0,30	42,0
Сливи	у лотках	0,34	47,6
Персики	у лотках	0,34	47,6
Картопля	у контейнерах	0,50	70,0
Цибуля	у контейнерах	0,38	53,2
Морква	у контейнерах	0,36	50,4

Капуста білокачанна	у контейнерах	0,30	42,0
------------------------	---------------	------	------

#### 4.4.3 Вибір і розрахунок системи вентиляції й повітророзподілення

На основі широкого аналізу існуючих вітчизняних і закордонних даних по організації потоків повітря у вантажному об'ємі стаціонарних і транспортних (морських і наземних) холодильників, зроблено висновок, що найбільш енергозберігаючою системою вентилявання, особливо при зберіганні соковитої плодоовочевої продукції, є система повітророзподілення з вертикальним висхідним потоком повітря. При цьому в кожній точці вантажного об'єму забезпечуються й постійно підтримуються задані температурні й вологісні параметри повітря. У такій системі повітря розподіляється рівномірно за рахунок перфорованої підлоги, під якою повітря подається по каналу рівного статичного тиску, що має поздовжній клинчастий перетин.

Для розрахунку системи повітророзподілення приймемо такі умовні позначення:

$V$  – вантажний об'єм камери,  $m^3$ ;

$L$  – довжина вантажного об'єму камери,  $m$ ;

$B$  – ширина вантажного об'єму камери,  $m$ ;

$H$  – висота вантажного об'єму камери,  $m$ ;

$b$  – ширина повітряного каналу під підлогою,  $m$ ;

$l$  – довжина повітряного каналу під підлогою,  $m$ ;

$h_1$  – висота повітряного каналу на початку,  $m$ ;

$h_2$  – висота каналу наприкінці,  $m$ ;

$V_{вент}$  – продуктивність вентилятора повітроохолоджувача  $m^3/г$ ;

$K_c$  – кратність циркуляції,  $1/г$ ;

$v$  – швидкість руху повітря в камері,  $m/с$ ;

$v_1$  – швидкість руху повітря в каналі під підлогою,  $m/с$ ;

$F_1, F_2$  – площа поперечного перерізу повітряного каналу в його початку і наприкінці,  $m^2$ ;

$\sum f$  – сумарна площа отворів у підлозі,  $m^2$ ;

$f$  – площа одного отвору,  $m^2$ ;

$n$  – кількість отворів у підлоговому настилі.

При оптимізації теплообмінних процесів у камері продуктивність вентиляторів повітроохолоджувачів вибирають відповідно до оптимальної кратності циркуляції  $K_c$ , отриманої в результаті аналізу оптимальних режимів теплообміну: з однієї сторони, між повітрям і продуктом, а з іншої – повітрям і поверхнею повітроохолоджувачів.

Експериментальним шляхом визначено, що оптимальні значення кратності циркуляції в теплі періоди року становлять  $K_T = 7 1/год$ , а в холодні  $K_X = 4 1/год$ .

При корисному об'ємі камери

$$V_k = L \times B \times H$$

При завантаженості камери на 60%, вільного від вантажу об'єму залишається

$$V_{віль} = 0,4 \cdot V_k$$

Для забезпечення цих умов доцільно мати вентилятори повітроохолоджувачів двошвидкісні.

Для забезпечення в об'ємі камери рівномірної температури, у камері створюються умови рівномірного повітророзподілення.

Для цього підлоговий настил камери необхідно зробити перфорованим, а підведення повітря до перфорованого настилу зробити по каналу рівного статичного тиску. Такий канал має клинчасту форму. При цьому сумарна площа отворів у підлоговому настилі повинна бути рівній сумі площі отворів перфорації.

$$F_1 = \sum f$$

Оскільки ширина каналу визначається шириною камери, висота перетину на вході визначається з умов швидкостей, які рекомендуються, на вході повітря під перфорований підлоговий настил (тобто  $v_1 \leq 0,2 \text{ м/с}$ ).

Якщо прийняти діаметр отворів, наприклад, 25 мм ( $f = 0,0005 \text{ м}^2$ ), то кількість отворів у підлозі камери повинна становити

$$n = \frac{F_1}{f}$$

#### 4.4.4 Розрахунок площі динамічної ізоляції

Площа динамічної ізоляції визначається по рекомендованій швидкості виходу повітря з камери при роботі вентилятора зовнішнього повітря. Такою рекомендованою швидкістю є  $0,2 \text{ м}^3/\text{с}$ . Тоді площу динамічної ізоляції можна визначити за формулою:

$$F_{\text{дин из}} = \frac{v_1}{c_{\text{прод}} 3600} \quad (4.9)$$

Тут

$v_1$  – продуктивність вентилятора зовнішнього повітря,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

$F_{\text{дин из}}$  – площа динамічної ізоляції,  $\text{м}^2$ ;

$c_{\text{прод}}$  – швидкість виходу повітря через динамічну ізоляцію,  $\text{м/с}$ .

#### 4.4.5 Методи розрахунку продуктивності вентилятора зовнішнього повітря

Зовнішнє повітря використовується не тільки для відводу надлишкової теплоти з вантажного об'єму камери у холодну пору року, але і для зниження відносної вологості у камері до 80–95%, оскільки, як правило, абсолютна вологість повітря ззовні камери на порядок нижча за повітря у камері. Крім того, притік зовнішнього повітря знижує концентрацію  $\text{CO}_2$ , яка накопичується у камері в процесі зберігання дихаючої плодоовочевої продукції до 3-5 %

Продуктивність вентилятора зовнішнього повітря, головним чином, визначається з умов відводу надлишкової вологи з камери в зимовий період року, а також відводу надлишкової концентрації  $\text{CO}_2$ , що виділяє плодоовочева продукція в процесі всього терміну її зберігання.

Визначення продуктивності вентилятора зовнішнього повітря, яка забезпечувала б необхідні параметри повітря, можна здійснити двома методами: по-перше, аналітичним шляхом, по-друге, за допомогою номограм, які наведені у **Додатках А-1 і А-2**:

1) Для аналітичного визначення середньої продуктивності вентилятора, що забезпечує охолоджувані об'єм і час його роботи, за який відносна вологість у камері знизиться до заданого рівня, можна вивести рівняння, що визначає час роботи вентилятора зовнішнього повітря при будь-якому охолоджуваному об'ємі камери, та будь-якій попередній вологості зовнішнього повітря.

Візьмемо камеру з об'ємом  $V_0$  ( $\text{м}^3$ ), у якій перебуває повітря з об'ємною вологістю  $\varpi$  ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ) у момент  $\tau$  (с) (див. рис.4.10).

Вентилятор зовнішнього повітря подає в камеру повітря у кількості  $v_1$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) з об'ємною вологістю  $\varpi_3$  ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ). Воно змішується з повітрям камери й виходить через динамічну ізоляцію у кількості  $v_2$  з вологістю  $\varpi_k$  ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ).

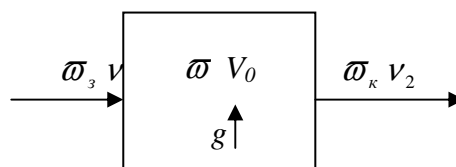


Рис. 4.10 Схема процесу відводу надлишкової вологи з камери при роботі вентилятора зовнішнього повітря



У момент часу  $\tau + d\tau$  до об'єму камери із зовнішнім повітрям надходить волога в кількості  $\bar{\omega}_n v_1 d\tau$  й виходить із вологою в кількості  $\bar{\omega}_k v_1 d\tau$ .

Якщо позначити  $G$  – кількість вологи, що перебуває в камері в момент  $\tau$ , а  $V_0$  – об'єм повітря, то

$$G = \bar{\omega} V_0 \quad (4.11)$$

а в момент  $\tau + d\tau$

$$G + dG = \bar{\omega} V_0 + v_1 \bar{\omega}_n d\tau - v_1 \bar{\omega}_k d\tau \quad (4.12)$$

У випадку повного змішування, об'ємна вологість на виході з камери буде

$$\bar{\omega}_k = \bar{\omega} + \frac{v_1 \bar{\omega}_n d\tau}{V_0} \quad (4.13)$$

Підставивши рівняння (4.13) в (4.12), одержимо

$$G + \bar{\omega} dG = \bar{\omega} V_0 + v_1 \bar{\omega}_n d\tau - v_1 \left( \bar{\omega} + \frac{v_1 \bar{\omega}_n d\tau}{V_0} \right) d\tau \quad (4.14)$$

Приріст кількості вологи дорівнює різниці (4.14) і (4.12). Якщо скоротити  $V_0$ , одержимо

$$dG = v_1 \bar{\omega}_n d\tau - v_1 \bar{\omega} d\tau - \frac{v_1^2 \bar{\omega}_n d^2 \tau}{V_0}$$

Якщо знехтувати членом  $\frac{v_1^2}{V_0} \bar{\omega}_n d^2 \tau$  у зв'язку з малою величиною ( $d^2 \tau$ ) щодо інших членів залежності, то приріст об'ємної вологості в об'ємі камери складе

$$d\bar{\omega} = \frac{dG}{V_0} = \frac{v_1 (\bar{\omega}_n - \bar{\omega})}{V_0} d\tau;$$

Розділимо змінні  $\frac{V_0}{v_1 (\bar{\omega}_n - \bar{\omega})} d\bar{\omega} = d\tau$  та проінтегруємо,

одержимо 
$$\int_0^\tau d\tau = \int_{\omega_1}^{\omega_2} \frac{1}{\bar{\omega}_n - \bar{\omega}} d\bar{\omega},$$

звідки 
$$\tau = \frac{V_0}{v_1} [-\ln(\bar{\omega}_n - \omega_2) + \ln(\bar{\omega}_n - \omega_1)]$$

$$\tau = \frac{V_0}{v_1} \left( \frac{\omega_1 - \bar{\omega}_n}{\omega_2 - \bar{\omega}_n} \right) \quad (4.15)$$

тут  $\omega_1$  – об'ємна вологість на початку процесу осушення повітря;

$\omega_2$  – об'ємна вологість наприкінці процесу

Оскільки  $d = \frac{\rho_n}{\rho_c}$ , а об'ємна вологість  $\bar{\omega} = \rho_n$ , вираз (4.15) буде мати вигляд

$$\tau = \frac{V_0}{v_1} \ln \left( \frac{d_1 \rho_{c1} - d_n \rho_{c2}}{d_2 \rho_{c1} - d_n \rho_{c2}} \right) \quad (4.16)$$

де  $d$  – вологість на початку й у кінці продувки;

$\rho_{c1}$  – щільність сухого повітря при температурі в камері;

$\rho_{c2}$  – щільність сухого повітря при температурі зовнішнього повітря

За визначенням 
$$\varphi = \frac{\rho_n}{\rho_n''}, \quad \rho_n = \frac{p_n}{R_n T} \quad \text{і} \quad d = \frac{\varphi \rho_n''}{\rho_c}$$

тут  $\varphi$  – відносна вологість повітря при температурі камери;

$\rho_n$  – щільність пари при температурі камери;

$\rho_n''$  - щільність насиченої пари при температурі в камері;  
 $p_n$  - тиск насиченої пари при температурі в камері;  
 $R_n$  - газова стала водяної пари при температурі в камері;  
 $\rho_c$  - щільність сухого повітря при температурі камери.

Отже, рівняння (4.16) буде мати вигляд

$$\tau = \frac{V_0}{w_1} \ln \left( \frac{\varphi_1 \rho_{nk}'' - \varphi_n \rho_{nz}''}{\varphi_2 \rho_{nk}'' - \varphi_n \rho_{nz}''} \right) = \frac{V_0}{W_1} \ln \left[ \frac{\frac{\varphi_1 p_{nk}''}{T_k} - \frac{\varphi_n p_{nz}''}{T_n}}{\frac{\varphi_2 p_{nk}''}{T_k} - \frac{\varphi_n p_{nz}''}{T_n}} \right] \quad (4.17)$$

тут  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$  - відносна вологість у камері на початку та у кінці процесу осушення, а також зовнішнього повітря;

$p_n''$  - тиск насиченої пари при температурі в камері і зовнішнього повітря;

$T_k, T_3$  - температури повітря в камері й зовнішньому повітрі.

Щоб зменшити вологість повітря до необхідного рівня, припустимо за півгодини, треба збільшити продуктивність вентилятора на 50%.

Рівняння (4.17) не враховує потоків води, що надходять від вантажу у процесі вентилявання. Але якщо позначити цей потік величиною  $g$  [кг/с], та вставити його у рівняння (4.14), то після розв'язку рівняння одержимо

$$\tau = \frac{V_0}{v_1} \ln \left[ \frac{v_1 (\omega_1 - \omega_k) + g}{v_1 (\omega_2 - \omega_k)} \right] \quad (4.18)$$

де:  $v_1$  - продуктивність вентилятора зовнішнього повітря,  $m^3/h$ ;

$V_0$  - корисний об'єм камери,  $m^3$ ;

$\omega_1$  - об'ємна вологість на початку процесу осушення повітря,  $g/m^3$ ;

$\omega_2$  - об'ємна вологість наприкінці процесу осушення  $g/m^3$ ;

Тут продуктивність вентилятора визначена залежно від корисного об'єму камери, об'ємної вологості у камері на початку й у кінці процесу осушення повітря, які у свою чергу залежать від вологості зовнішнього повітря, а також заданих параметрів повітря в камері.

2) Розрахунок продуктивності вентилятора зовнішнього повітря за допомогою номограми.

З метою спрощення підбору вентилятора зовнішнього повітря при розрахунках системи вентиляції для сховища будь-якої вантажомісткості розрахована й складена номограма.

На рис. 4.11 показана схема руху зовнішнього повітря в режимі відводу надлишкової вологи в холодні періоди року.

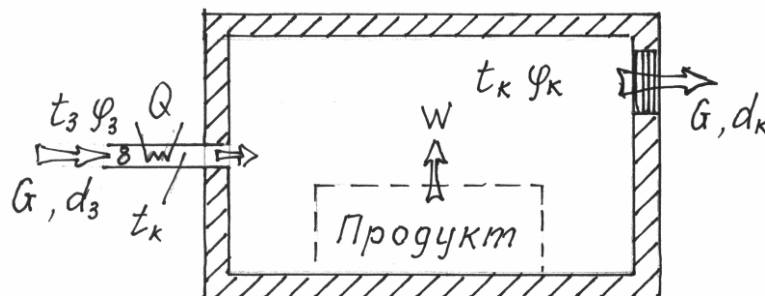


Рис. - 4.11 Схема руху зовнішнього повітря

Позначемо:

$G$  - масова витрата повітря, що подається вентилятором зовнішнього повітря, [кг/с]

$d_3$  - вологість зовнішнього повітря при  $t_3$  і  $\varphi_3$ , [кг/кг];

$d_k$  - вологість повітря камери при  $t_k$  і  $\varphi_{до}$ , [кг/кг];

$\rho$  – щільність вологого повітря при  $t_3$  і  $\varphi_3$ ,  $[M^3/\kappa z]$ ;

$V$  – об'ємна витрата повітря при  $t_3$  і  $\varphi_3$ ,  $[M^3/c]$ ;

$W$  – вологовиділення продукту при диханні (кількість водяної пари, що виділяється продуктом у камері за одиницю часу  $[\kappa z/c]$ );

Прийmemo вихідні умови для побудови монограми:

$$d_3 < d_k; \quad t_3 < t_k; \quad \varphi_k = \text{const} \quad (\varphi_k \approx 0,9),$$

тоді рівняння балансу вологи при квазістаціонарному режимі зберігання

$$d_3 G + W = d_k G; \quad \text{або } W = G (d_k - d_3) \quad \text{тоді}$$

$$G = \frac{W}{d_k - d_3} \quad (4.19)$$

$$V = \frac{G}{\rho} \quad (4.20)$$

#### 4.5 Методика і розрахунки теплових навантажень на холодильну установку

Для прикладу, виконаємо розрахунки теплових навантажень на компресор для камери, що зображена на рис. 4.9.

Для визначення максимального та мінімального навантаження визначаємо мінімальні та максимальні (сумарні) теплоприпливи у літній та зимовий періоди. До складу сумарних теплоприпливів входять:

- теплоприпливи в камеру крізь огороження камери;
- теплоприпливи від охолодження продуктів;
- теплоприпливи від охолодження тари;
- теплоприпливи від дихання продуктів;
- теплоприпливи із зовнішнім повітрям при вентиляції камери;
- експлуатаційні теплоприпливи;

##### 4.5.1 Вихідні данні щодо розрахунків теплоприпливів в камеру

Холодильна камера безперервного цілорічного використання має працювати у трьох основних діапазонах зовнішніх температур – у зимовий період з різницею температур від  $0^\circ\text{C}$  до мінус  $25^\circ\text{C}$ , у літній період - від  $20^\circ\text{C}$  до  $32^\circ\text{C}$ , і весняно-осінній період - від  $0^\circ\text{C}$  до  $20^\circ\text{C}$ . Залежно від виду вантажу, що зберігається у камері, у ній необхідно підтримувати оптимальні для даного виду продукції температури, тобто, від мінус  $1,5^\circ\text{C}$  до плюс  $4^\circ\text{C}$ , а відносну вологість від 80% до 95%.

Теплоізоляційна конструкція холодильної камери-модуля призначена для зменшення кількості тепла, що проникає з навколишнього середовища в охолоджувальну камеру через огороження.

Надходження теплоти в камеру призводить: по-перше, до більш інтенсивного дихання плодоовочевої продукції з одночасною втратою вологи. При цьому термін зберігання продукції скорочується до мінімуму.

По-друге: неякісна теплоізоляційна конструкція призводить до підвищеного навантаження на холодильне устаткування, внаслідок чого збільшуються витрати на виробіток холоду й знижується ресурс холодильної машини.

На величину теплоприпливів у камеру будуть впливати як теплофізичні (коефіцієнт теплопровідності будівельно-ізоляційних конструкцій, умови теплопередачі зовні й усередині камери, а також температурно-вологісні режими повітря у камері й умови навколишнього середовища), так і геометричні параметри (площа стін, товщина ізоляції, розташування відносно сторін світу). Практично, кількість тепла, що надійшло у камеру, зменшується по мірі збільшення товщини ізоляційного матеріалу. Але нарощування ізоляції має й негативні наслідки:

- збільшуються капітальні витрати на будівництво холодильника;

• виникають проблеми ремонту ізоляційної конструкції у разі погіршення її теплофізичних характеристик.

Для визначення оптимальної товщини ізоляції проводять техніко-економічні розрахунки, які враховують як капітальні, так і експлуатаційні витрати при різній товщині ізоляції. За результатами цих розрахунків визначається товщина ізоляції, що використовується в проекті. Для південних районів рекомендується зменшити значення  $K_{ік}$  на 20%.

В якості теплоізоляційної конструкції доцільно використовувати сандвіч-панелі з коефіцієнтом теплопровідності  $\lambda_{із} = 0,042 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$ .

Для більшої ілюстративності проведемо розрахунки теплових навантажень на компресор на прикладі холодильної камери з товарною місткістю 50 т, яка зображена на рис. 4.9.

#### 4.5.2 Теплоприпливи крізь огородження

Розрахунки теплоприпливів крізь огородження ( $Q_I$ ) проведемо для трьох температурних режимів камери, що визначені раніше ( $t_{кам} = \text{мінус } 1,5; 0; 4 \text{ } ^\circ\text{C}$ ) для широкого інтервалу температур зовнішнього повітря, що відповідає режимам зберігання в різні пори року.

$$t_{зов} = (\text{від мінус } 25 \text{ до } 32) \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Сумарну площу огорожень камери ( $\Sigma F$ ) визначаємо (відповідно до правил обмірювання огорожень охолоджуваних приміщень) як

$$\Sigma F = F_n + F_{ст} + 2F_{бс} + 2F_{тс}, \quad (4.12)$$

де $F_n$ – площа підлоги камери, $\text{м}^2$	55,2
$F_{ст}$ – площа стелі камери, $\text{м}^2$	55,2
$F_{бс}$ – площа бічної стіни камери, $\text{м}^2$	36,8
$F_{тс}$ – площа торцевої стіни камери, $\text{м}^2$	24,0

$$\Sigma F = 55,2 + 55,2 + 2 \cdot 36,8 + 2 \cdot 24,0 = 232 \text{ м}^2.$$

Теплоприпливи крізь огородження  $Q_I$  розраховуємо як

$$Q_I = K_{ік}(t_{зов} - t_{кам}) \cdot \Sigma F_{зов}. \quad (4.13)$$

Визначаємо  $Q_I$  при різних температурах у камері зберігання.

Результати розрахунків  $Q_I$  зведені в таблицю 4.10.

Таблиця 4.10 Розрахунки зовнішніх теплоприпливів, в залежності від температури зберігання продуктів

Період зберігання	$t_{зов}, \text{ } ^\circ\text{C}$	$Q_I, \text{ Вт}$		
		$t_{кам} = -1,5 \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_{кам} = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_{кам} = +4 \text{ } ^\circ\text{C}$
Зимовий	-25	-7930,5	-8436,4	-9784,4 <sup>*</sup> )
	-20	-6242,9	-6749,3	8098,8
	-15	-4557,8	-5061,7	6411,7
	-10	-2868,2	-3374,7	-4724,6
	-5	-1181,2	-1687,0	-3037,0
	0	-505,9	0	-1350,0
Осінньо - весняний (осінній)	5	2193,5	1687,1	337,6
	10	3880,6	3374,7	2024,7
	15	5568,2	5061,7	3712,3
	20	7255,3	6749,3	5399,4

Літній	25	–	8436,4	–
	30	–	10123,5	–
	32	–	10798,7 <sup>**</sup>	–
<p>* максимальні зимові втрати теплоти з камери;  ** максимальні літні теплоприпливи у камеру.  Примітка: - викреслені клітки не реалізуються, тому що картопля й цибуля у літній період не зберігаються.</p>				

#### 4.5.3 Теплоприпливи від охолодження продуктів

Теплоприпливи від охолодження продуктів  $Q_2$  визначаємо за формулою

$$Q_2 = \frac{GC(t_1 - t_k)}{0.0864}, \quad \text{Вт} \quad (2.11)$$

де  $G$  - маса охолоджуваного продукту, т;

$G = G_{max} = G_{кам}$  – при повному завантаженні камери на добу, т;

$G = G_{норм} = 0,1 G_{кам}$  – при нормативному завантаженні (0,1  $G_{кам}$ /добу).

$C$  – питома теплоємність продукту, кДж/(кг·К).

Значення  $C$  прийнято, згідно з довідковою літературою [92].

Розрахунки  $Q_2$  для всіх фруктів і овочів зведені в таблицю теплоприпливів від продуктів, що охолоджуються 4.11.

Таблиця 4.11

Продукт	$t_{кам}, ^\circ\text{C}$	$C, \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$	$G_{max}, \text{т}$	$Q_{2 max}, \text{Вт}$
Літній період ( $t = 25^\circ\text{C}$ )				
Персики	0	3,809	47,6	51408,0
Сливи	0	3,684	47,6	49713,0
Осіній період ( $t = 15^\circ\text{C}$ )				
Яблука	0	3,768	47,6	31137,8
Груші	0	3,684	47,6	30449,5
Виноград	0	3,893	42,0	28386,8
Картопля	4	3,559	70,0	31710,0
Цибуля	-1,5	3,642	53,2	37000,5
Морква	0	3,726	50,4	32602,7
Капуста білокачанна	0	3,894	42,0	28386,8

#### 4.5.4 Теплоприпливи від охолодження тари

Визначаємо теплоприпливи від охолодження тари, ( $Q_{2T}$ )

Приймаємо тару у вигляді дерев'яних ящиків. Маса тари прийнята рівною 20% від маси охолоджуваного продукту.

$$Q_{2T} = \frac{G_T \cdot C_T (t_1 - t_{кам})}{0.0864}, \quad \text{Вт.} \quad (4.14)$$

де  $t_1$  – температура тари початкова,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{кам}$  – температура камери,  $^\circ\text{C}$ .

$G_T$  – вага тари, кг;

$C_T$  – теплоємність тари, кДж/(кг·К).

Розрахунки теплоприпливів від охолодження тари  $Q_{2T}$  зведені в таблицю 4.12.

Таблиця 4.12

Продукт	$t_{кам}, ^\circ\text{C}$	$C_T, \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$	$G_{T max}, \text{т}$	$Q_{2T max}, \text{Вт}$
Літній період ( $t = 25^\circ\text{C}$ )				

Персики	0	2,5	9,52	7048,0
Сливи	0	2,5	9,52	7048,0
Осінній період ( $t = 15^{\circ}\text{C}$ )				
Яблука	0	2,5	9,52	4110,4
Груші	0	2,5	9,52	4110,4
Виноград	0	2,5	8,4	3638,4
Картопля	4	2,5	14,0	4440,0
Цибуля	-1,5	2,5	10,64	5057,6
Морква	0	2,5	10,08	4361,6
Капуста білокачанна	0	2,5	8,4	3638,4

#### 4.5.5 Теплоприпливи від дихання продуктів

Теплоприпливи від дихання продуктів  $Q_5$  поділяються на декілька періодів:

а) Режим охолодження вантажу в повному обсязі камери:

$$Q_{5max} = G_{кам} \cdot q'_5 \quad (4.17)$$

де  $q'_5$  – питома теплота дихання продуктів при температурі надходження в камеру ( $t_1$ ), (Вт/т). Ця теплота визначається з формули Гора, як  $q'_5 = q_0 \cdot e^{bt_1}$ ;

$q_0$  – питома теплота дихання продуктів при  $0^{\circ}\text{C}$ , Вт/т;

$b$  – температурний коефіцієнт швидкості дихання, що залежить від виду продуктів,  $1^{\circ}\text{C}$ ;

б) При нормативному режимі (охолоджується  $0,1G_{кам}$ ):

$$Q_{5н} = G_{кам}(0,1q'_5 + 0,9q''_5) \quad (4.18)$$

в) При режимі зберігання:

$$Q_{5збер} = G_{кам} \cdot q''_5 \quad (4.19)$$

$q''_5$  – питома теплота дихання продуктів при заданій температурі, Вт/т;

$q'_5$  – розраховується за попередньою формулою, куди замість  $t_1$  підставляють  $t_{кам}$ .

Розрахунки дихання різних продуктів  $Q_5$  (при  $k = 7,98$ ) зведені в таблицю 4.14

Таблиця 4.14

Продукт	Вантаж на місткість камери $G_{кам}, т$	Питома тепл. дих при $t=0^{\circ}\text{C}$ $q_0,$ Вт/т	Температ. коеф. швидкості дихання $b,$ $1^{\circ}\text{C}$	Питома тепл. дих при $t=20^{\circ}\text{C}$ $C$ $q'_5,$ Вт/т	Питома тепл. дих. при збер. $q''_5,$ Вт/т	Теплот. дих при охолодженні, $Q_{5max},$ Вт	Теплот. дих в норм. режимі, $Q_{5н},$ Вт	Теплот. дих в реж. зберіг. $Q_{5збер},$ Вт
Літній період ( $t_1 = 25^{\circ}\text{C}$ )								
Персики	47,6	23,6	0,1139	407,0	23,6	9613,5*	1462,7*	557,8
Сливи	47,6	18,8	0,1149	332,4	18,8	7851,5	1184,2**	443,7**
Осінній період ( $t_1 = 15^{\circ}\text{C}$ )								
Яблука	47,6	12,1	0,0932	49,0	12,1	1157,1	372,7	285,7
Груші	47,6	15,7	0,0597	38,4	15,7	907,3	423,7	371,1
Виноград	42,0	13,8	0,1277	93,7	13,8	1959,1	456,5	288,9
Картопля	70,0	10,0	0,0617	25,2	12,8	877,0	487,6	445,3*
Цибуля	53,2	11,1	0,0668	30,2	10,0	798	316,8	264,1**
Морква	50,4	13,5	0,1319	97,6	13,5	2445,9*	549,8*	338,4
Капуста білокачанна	42,0	14,5	0,0778	46,6	14,5	974,4	371,1**	303,2
* - максимальне значення $Q_5$ .								
** - мінімальне значення $Q_5$ .								

Загальні (сумарні) теплоприпливи у камеру ( $Q_0$ ) визначаємо

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_{2T} + Q_3 + Q''_4 + Q_5 \quad (4.20)$$

Розрахунки  $Q_0$ , які розроблені за алгоритмом теплових навантажень (додаток А), зведені в таблиці 4.15 4.16 4.17

#### 4.5.6 Теплоприпливи із зовнішнім повітрям при вентиляції камери $Q_3$ .

$$Q_3 = \frac{V_{\text{вуд}} \cdot a \cdot \rho_k (h_{\text{зов}} - h_{\text{кам}})}{3,6 \tau}, \text{ Вт}, \quad (4.15)$$

де  $a$  – кратність вентиляції,  $\frac{1}{\text{добу}}$ ;  $a_{\text{max}} = 10 \frac{1}{\text{добу}}$ ;  $a_{\text{cp}} = 4 \frac{1}{\text{добу}}$ ;

$h_{\text{зов}}$  – ентальпія зовнішнього повітря при температурі  $t_{\text{зов}}$ ,  $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ ;

$h_{\text{кам}}$  – ентальпія повітря у камері при температурі  $t_k$ ,  $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ ;

$\rho_k$  – щільність повітря у камері при температурі  $t_k$ ,  $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

$\tau$  – час вентиляції, год.

Вентилювання проводимо цілодобово, тобто 24 години;

при  $t_{\text{кам}} = \text{мінус } 1,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ ,  $\rho_n = 1,280 \text{ кг}/\text{м}^3$ ,

$t_{\text{кам}} = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$ ,  $\rho_n = 1,273 \text{ кг}/\text{м}^3$ ,

$t_{\text{кам}} = 4 \text{ } ^\circ\text{C}$ ,  $\rho_n = 1,254 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;

$$V_{\text{вуд}} = 140 \text{ м}^3;$$

Результати розрахунків зовнішніх теплоприпливів з повітрям, що вентиляє ( $Q_3$ ), зведені в таблицю 4.13

Таблиця 4.13

$t_{\text{зов}},$ $^\circ\text{C}$	$h_{\text{зов}},$ $\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$	$t_{\text{кам}} = -1,5 \text{ } ^\circ\text{C}$		$t_{\text{кам}} = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$		$t_{\text{кам}} = +4 \text{ } ^\circ\text{C}$	
		$h_{\text{кам}} = 6,42 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}},$ $\rho_{\text{нов}} = 1,28 \text{ кг}/\text{м}^3$		$h_{\text{кам}} = 9,56 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}},$ $\rho_{\text{нов}} = 1,273 \text{ кг}/\text{м}^3$		$h_{\text{кам}} = 16,81 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}},$ $\rho_{\text{нов}} = 1,254 \text{ кг}/\text{м}^3$	
		$Q_3, \text{ Вт}$		$Q_3, \text{ Вт}$		$Q_3, \text{ Вт}$	
		$a = 4$	$a = 10$	$a = 4$	$a = 10$	$a = 4$	$a = 10$
-25	-24,19	-253,8	-635,2	-278,6	-695,7	-333,6	-834,7
-20	-18,54	-207,5	-517,9	-231,6	-579,5	-288,1	-719,0
-15	-12,55	-157,2	-393,4	-182,3	-456,1	-238,6	-597,7
-10	-6,04	-103,7	-258,5	-129,0	-329,0	-185,9	-465,2
-5	1,21	-43,1	-107,7	-69,3	-172,4	-126,9	-317,6
0	9,56	26,3	65,4	0	0	-59,1	-147,6
5	18,76	102,1	256,2	75,6	189,9	16,0	39,9
10	29,53	191,5	475,6	164,8	412,6	103,7	258,6
15	42,36	294,5	745,3	270,6	677,5	208,3	520,3
20	57,90	426,9	1067,7	398,8	999,1	334,4	836,3
25	76,97	–	–	555,6	1393,3	–	–
30	100,64	–	–	751,4	1882,5	–	–
32	111,69	–	–	842,2	2110,7	–	–

Максимальна потужність нагрівача зовнішнього повітря  $N_{\text{нагр}}$  (за даними таблиці 6.4) відповідає режиму з  $t_{\text{зов}} = -25 \text{ } ^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{кам}} = 4 \text{ } ^\circ\text{C}$ ,  $a = 10 \text{ л}/\text{доб}$  і становить  $834,7 \text{ Вт}$  (нетто).

Із урахуванням 15 % втрат,  $N_{нар.}$  зовнішнього повітря дорівнює приблизно 960 Вт. Потужність, що регулюється, від 40 Вт до 1000 Вт.

#### 4.5.7. Розрахунки експлуатаційних теплоприпливів $Q'_4$

Теплоприпливи  $Q'_4$  від освітлення камери не враховуємо.

Визначаємо теплоприпливи  $Q''_4$  від електродвигунів вентиляторів повітроохолоджувачів. У камері встановлено три повітроохолоджувачі з електродвигунами потужністю по 200 Вт.

$$Q''_4 = \sum N_c \cdot j_{одн} \quad (4.16)$$

де  $N_c$  – потужність електродвигуна вентилятора, Вт;

$j_{одн}$  – коефіцієнт одночасної роботи вентилятора.

У режимі охолодження  $j = 1$ . У режимі зберігання  $j = 0,5$ .

При літньому й осінньому режимах охолодження  $Q''_4 = 200 \cdot 3 \cdot 1 = 600$  Вт.

При осінньому й зимовому режимах зберігання  $Q''_4 = 200 \cdot 3 \cdot 0,5 = 300$  Вт.

#### 4.5.8 Сумарні теплоприпливи у камеру ( $Q_0$ ).

Сумарні теплоприпливи у камеру ( $Q_0$ ). Визначаємо

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_{2T} + Q_3 + Q''_4 + Q_5 \quad (4.21)$$

Розрахунки  $Q_0$ , які розроблені за алгоритмом теплових навантажень (додаток Б), зведені в таблиці 4.15 4.16 4.17

Таблиця 4.15– Режим охолодження 100 % завантаження камери (100%  $G_{кам}$ ) свіжою продукцією у літньо-осінній період.

Продукт	$t_{н}, ^\circ C$	$Q_1, Вт$	$Q_2, Вт$	$Q_{2T}, Вт$	$Q_3$ ( $a=10$ ), Вт	$Q''_4,$ Вт	$Q_5, Вт$	$Q_0, Вт$
Персики	32	2117,4	3196,8	376,2	264,5	400	1204,7	7559,6*
	30	1985,0	3196,8	376,2	235,9	400	1204,7	7398,6
	25	1654,2	3196,8	376,2	174,6	400	1204,7	7006,5
Сливи	32	2117,4	3091,4	376,2	264,5	400	983,9	7233,4
	30	1985,0	3091,4	376,2	235,9	400	983,9	7072,4
	25	1654,2	3091,4	376,2	174,6	400	983,9	6680,3
Яблука	20	1323,4	1936,3	256,9	125,2	400	145,0	4186,8
	15	995,2	1936,3	256,9	84,9	400	145,0	3818,3
Груші	20	1323,4	1893,5	256,9	125,2	400	113,7	4112,7
	15	995,2	1893,5	256,9	84,9	400	113,7	3744,2
Виноград	20	1323,4	1770,8	227,4	125,2	400	245,5	4092,3
	15	995,2	1770,8	227,4	84,9	400	245,5	3723,8
Картопля	20	1058,7	1975,7	277,5	104,8	400	109,9	3926,6
	15	727,9	1975,7	277,5	65,2	400	109,9	3556,2**
Цибуля ріпчаста	20	1422,6	2302,1	316,1	133,8	400	100,0	4674,6
	15	1091,8	2302,1	316,1	53,5	400	100,0	4263,5
Морква	20	1323,4	2031,2	272,6	125,2	400	306,5	4458,9
	15	995,2	2031,2	272,6	84,9	400	306,5	4090,4
Капуста білокачанна	20	1323,4	1770,8	227,4	125,2	400	122,1	3968,9
	15	995,2	1770,8	227,4	84,9	400	122,1	3600,4

Таблиця 4.16– Режим охолодження при 10% завантаженні камери свіжою продукцією і зберігання 90% продукції, яка вже знаходиться у камері ( $G_{кам}$ ) у літньо-осінній період.



Продукти	$t_{нв}, ^\circ C$	$Q_1, Вт$	$Q_2, Вт$	$Q_{2m}, Вт$	$Q_3 (a=4), Вт$	$Q''_4, Вт$	$Q_5, Вт$	$Q_0, Вт$
Персики	32	2117,4	319,7	44,1	105,8	400	183,3	3170,3*
	30	1985,0	319,7	44,1	94,4	400	183,3	3026,5
	25	1654,2	319,7	44,1	69,8	400	183,3	2671,1
Сливи	32	2117,4	309,1	44,1	105,8	400	148,4	3124,7
	30	1985,0	309,1	44,1	94,4	400	148,4	2981,0
	25	1654,2	309,1	44,1	69,8	400	148,4	2625,6
Яблука	20	1323,4	193,6	25,7	50,1	400	46,7	2039,5
	15	995,2	193,6	25,7	34,0	400	46,7	1695,2
Груші	20	1323,4	189,4	25,7	50,1	400	53,1	2760,0
	15	995,2	189,4	25,7	34,0	400	53,1	1697,4
Виноград	20	1323,4	177,1	22,7	50,1	400	57,2	2030,5
	15	995,2	177,1	22,7	34,0	400	57,2	1686,3
Картопля	20	1058,7	197,6	27,8	41,9	400	61,1	1787,1
	15	727,9	197,6	27,8	26,1	400	61,1	1440,5**
Цибуля ріпчаста	20	1422,6	230,2	27,8	53,5	400	39,7	2177,6
	15	1091,8	230,2	31,6	37,4	400	39,7	1830,7
Морква	20	1323,4	203,1	27,3	50,1	400	68,9	2072,8
	15	995,2	203,1	27,3	34,0	400	68,9	1728,5
Капуста білокачанна	20	1323,4	177,1	22,7	50,1	400	46,5	2019,8
	15	995,2	177,1	22,7	34,0	400	46,5	1984,4

Таблиця 4.17– Режими зберігання при різних температурах повітря ззовні камери  
(коли  $Q_2 = 0, Q_{2m} = 0.$ )

Продукт	$t_{нв}, ^\circ C$	$Q_1, Вт$	$Q_3 (a=4), Вт$	$Q''_4, Вт$	$Q_5, Вт$	$Q_0, Вт$
Персики	32	2117,4	105,8	200	69,9	2493,1*
	30	1985,0	94,4	200	69,9	2349,3
	25	1654,2	69,8	200	69,9	1993,9
Сливи	32	2117,4	105,8	200	55,6	2478,8
	30	1985,0	94,4	200	55,6	2335,1
	25	1654,2	69,8	200	55,6	1979,6
Яблука	20	1323,4	50,1	200	35,8	1609,3
	15	992,5	34,0	200	35,8	1264,6
	10	661,7	20,7	200	35,8	918,2
	5	330,8	9,5	200	35,8	576,1
	0	0	0	200	35,8	235,8
	-5	-330,8	-8,7	200	35,8	-103,7
	-10	-661,7	-16,2	200	35,8	-442,1
	-15	-992,5	-22,9	200	35,8	-779,6
	-20	-1323,4	-29,1	200	35,8	-1116,7
	-25	-1654,2	-35,0	200	35,8	-1453,4
Груші	20	1323,4	50,1	200	46,5	1620,0
	15	992,5	34,0	200	46,5	1273,0
	10	661,7	20,7	200	46,5	928,9
	5	330,8	9,5	200	46,5	586,7
	0	0	0	200	46,5	246,5
	-5	-330,8	-8,7	200	46,5	-93,0
	-10	-661,7	-16,2	200	46,5	-431,4
	-15	-992,5	-22,9	200	46,5	-768,9
	-20	-1323,4	-29,1	200	46,5	-1106,0

	-25	-1654,2	-35,0	200	46,5	-1442,6
Виноград	20	1323,4	50,1	200	36,2	1610,0
	15	992,5	34,0	200	36,2	1263,0
	10	661,7	20,7	200	36,2	918,9
	5	330,8	9,5	200	36,2	576,8
	0	0	0	200	36,2	236,5
	-5	-330,8	-8,7	200	36,2	-103,0
	-10	-661,7	-16,2	200	36,2	-424,2
	-15	-992,5	-22,9	200	36,2	-778,9
	-20	-1323,4	-29,1	200	36,2	-1116,3
	-25	-1654,2	-35,0	200	36,2	-1453,0

Продовження таблиці 4.17

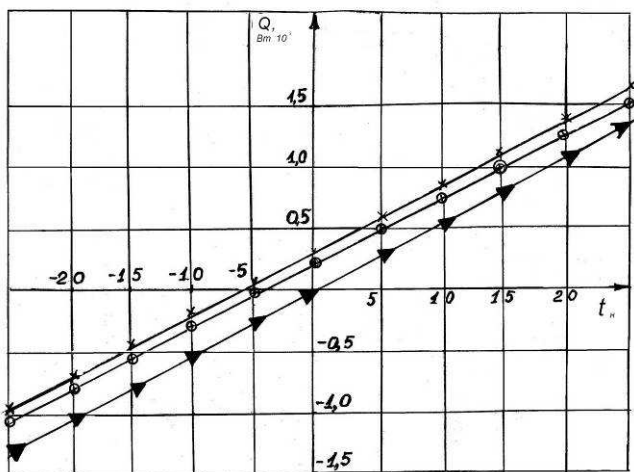
Продукт	$t_n, ^\circ\text{C}$	$Q_1, \text{Вт}$	$Q_3 (a=4), \text{Вт}$	$Q''_4, \text{Вт}$	$Q_5, \text{Вт}$	$Q_0, \text{Вт}$
Картопля	20	1058,7	41,9	200	55,8	1356,4
	15	727,9	26,1	200	55,8	1009,8
	10	397,0	13,0	200	55,8	665,8
	5	66,2	2,0	200	55,8	324,0
	0	-264,7	-7,4	200	55,8	-16,3
	-5	-595,5	-15,9	200	55,8	-355,6
	-10	-926,4	-23,3	200	55,8	-693,9
	-15	-1257,2	-29,9	200	55,8	-1031,3
	-20	-1588,0	-36,1	200	55,8	-1368,3
	-25	-1918,9	-41,8	200	55,8	-1704,9**
Цибуля ріпчаста	20	1422,6	53,5	200	33,1	1709,2
	15	1091,8	37,4	200	33,1	1362,3
	10	760,9	24,0	200	33,1	1018,0
	5	430,1	12,8	200	33,1	676,0
	0	99,2	3,3	200	33,1	335,6
	-5	-231,6	-5,4	200	33,1	-3,9
	-10	-562,4	-13,0	200	33,1	-342,3
	-15	-893,7	-19,7	200	33,1	-680,3
	-20	-1224,1	-26,0	200	33,1	-1017,0
	-25	-1555,0	-31,8	200	33,1	-1353,7
Морква	20	1323,4	50,1	200	42,4	1615,9
	15	992,5	34,0	200	42,4	1268,9
	10	661,7	20,7	200	42,4	924,8
	5	330,8	9,5	200	42,4	582,7
	0	0	0	200	42,4	242,4
	-5	-330,8	-8,7	200	42,4	-97,1
	-10	-661,7	-16,2	200	42,4	-435,5
	-15	-992,5	-22,9	200	42,4	-773,0
	-20	-1323,4	-29,1	200	42,4	-1110,1
	-25	-1654,2	-35,0	200	42,4	-1446,8
Капуста білокачанна	20	1323,4	50,1	200	38,0	1611,5
	15	992,5	34,0	200	38,0	1264,5
	10	661,7	20,7	200	38,0	920,4
	5	330,8	9,5	200	38,0	578,3
	0	0	0	200	38,0	238,0
	-5	-330,8	-8,7	200	38,0	-101,5
	-10	-661,7	-16,2	200	38,0	-439,9

	-15	-992,5	-22,9	200	38,0	-777,4
	-20	-1323,4	-29,1	200	38,0	-114,5
	-25	-1654,2	-35,0	200	38,0	-1451,2

#### 4.5.9 Спрощені розрахунки теплових навантажень

Для виконання спрощених розрахунків теплових навантажень на компресор, які враховували б не тільки зовнішні теплоприпливи, але і фізичну теплоту самого продукту, теплоту дихання продукту, а також теплоту, що внесена з тарою, Г.К. Мнацакановим [60] виведена формула, яка усереднено враховує всі теплові навантаження в залежності від температури камери та навколишнього середовища

$$Q_0 = 240 - 64t_{\text{кам}} + 68,7 t_n \quad (4.22)$$



- х – цибуля ріпчаста (-1,5 °С),
- ® - яблука, груші, виноград, морква, капуста білокачанна (0°С),
- Δ – картопля (+4°С)

Рисунок 4.12 – Теплові навантаження на систему охолодження камери-модуля при зберіганні різних видів продуктів рослинного походження

температури треба вносити теплоту у камеру.

На рис. 4.12 наведені розрахункові графіки, що виконані за формулою 5.1. Вони показують теплові навантаження на холодильну машину, або теплоту, яку необхідно внести в камеру для підтримання у ній заданої температури за умов різних зовнішніх теплоприпливів, теплоти дихання плодів і теплоємності тари в процесі доохолодження продуктів після їх завантаження при різних температурах зовнішнього повітря.

Частини графіків, що знаходяться по лівий бік осі ординат показує, що у холодний період року, коли температура повітря зовні камери нижча, ніж та, що потрібна для зберігання, (від мінус 1,5°С до 4°С) відбувається зворотній потік теплоти із камери у зовнішнє середовище. У цьому випадку для підтримання необхідної

#### 4.5.10 Ефективність вентиляювання камери зовнішнім повітрям при перехідних температурах від + 4 °С і нижче

Для визначення періоду часу, коли для підтримання температури в камері та для відводу теплоти лише від дихання плодів та овочів достатньо використовувати зовнішнє повітря, проведено аналіз температур повітря впродовж року у різних кліматичних зонах України.

Згідно з СНиП 2.01.01.82 [10], середньодобова температура нижче 0°С, за рік складала по областях України:

- Вінницькій – 113 діб;
- Київській – 117 діб;
- Харківській – 127 діб;
- Сумській – 130 діб;
- Одеській – 81 добу

Кримській АР – 49 діб; Оскільки вибір способів і режимів зберігання тісно пов'язаний із кліматичними умовами, то можна припустити, що в зонах Полісся і Лісостепу України, картоплю і деяку іншу плодоовочеву продукцію можна зберігати до квітня місяця без застосування штучного охолодження. Після квітня потрібне збереження з використанням штучного охолодження.

## 4.6 Використання двох джерел холоду для зниження вологості у камері

### 4.6.1 Зниження вологості повітря у камері за допомогою холодильної машини

Періоди і режими роботи того чи іншого джерела холоду визначаються та регулюються приборами автоматики. Загальна схема автоматичного управління обома джерелами показана на схемі, що зображена у Додатку Г.

Підтримання температурних режимів повітря у теплі періоди року створюється компресором, який за допомогою терморегулюючого вентиля (ТРВ) підтримує ту чи іншу температуру кипіння фреону у повітроохолоджувачах.

При роботі холодильної установки, відносна вологість в камері, що задана встановлюється температурою поверхонь повітроохолоджувачів, яка залежить від температури кипіння холодоагенту. Температуру кипіння встановлюють регулюванням ТРВ за допомогою графіка, на рис.(4.13).

З графіка видно, що відносну вологість у камері (від 80% до 95%) можна забезпечити при температурах кипіння холодильного агента ( $t_0$ ) = 10<sup>0</sup>С чи ( $t_0$ ) = 15<sup>0</sup>С

Зниження надлишкової вологості в холодильних камерах, яка при довгостроковому зберіганні дихаючої сільськогосподарської продукції у зимовий період підвищується до 100%, відбувається за допомогою зовнішнього повітря.

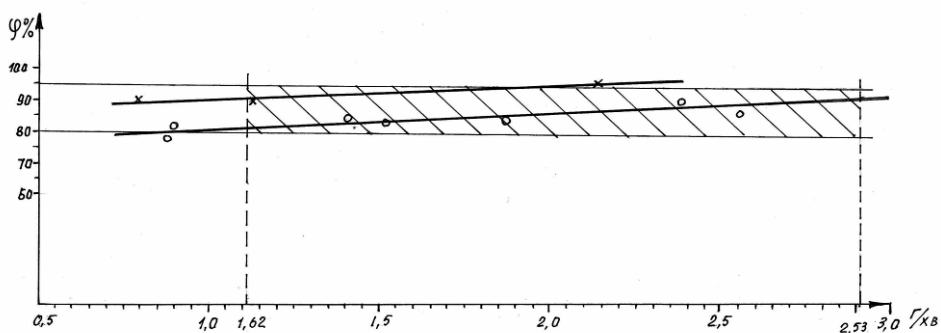


Рис. 4.13 Відносна вологість, що встановлюється у камері в залежності від температури кипіння: x - при  $t_0 \approx 10^\circ\text{C}$ , o - при  $t_0 \approx 15^\circ\text{C}$

При цьому сумарна продуктивність холодильної установки повинна відповідати кількості теплоприпливів через огорожу і регулюється тривалістю роботи компресора, який вмикається і вимикається за допомогою реле РТ-1.

### 4.6.2 Зниження вологості повітря у камері за допомогою зовнішнього повітря

В зимовий період, коли абсолютна вологість повітря ззовні камери набагато нижча, ніж у камері, відведення надлишкової вологи з камері здійснюють за допомогою зовнішнього повітря.

Для того, щоб при надходженні у камеру, уникнути його конденсації, зовнішнє повітря підігрівають до температури камери у спеціальному підігрівачі, який встановлено послідовно за вентилятором.

При цьому надлишкове більш вологе повітря із камери виходить через динамічну ізоляцію. Ступінь зниження вологості регулюють кількістю подаваного зовнішнього повітря. При цьому вмикання і вимикання вентилятора виконують контакти вологісного контактного термометра, встановленого в центрі камери і відрегульованого на задану відносну вологість.

Продуктивність вентилятора регулюється зміною напруги, що подається на вентилятор.

Періоди і режими роботи того чи іншого джерела холоду визначаються та регулюються приборами автоматики. Загальна схема спільної автоматичної роботи двох систем відводу

залишкової вологи з приміщення камери зберігання: холодильної установки і вентилятора зовнішнього повітря зображена у Додатку В.

#### 4.7 Визначення продуктивності і типу холодильної машини

Аналізуючи розрахунки, наведені у розділі 3, можна зробити висновок, що можливі три режими теплових навантажень ( $Q_0$ ):

- найбільша потужність холодильної установки, що потрібна при охолодженні персиків при зовнішній температурі  $25^{\circ}\text{C}$  у разі одночасного 100 % завантаження у ще тепле вантажне приміщення камери, має складати  $Q_0 = 7560$  Вт;



- середня потужність потрібна, якщо камеру заздалегідь охолодити і завантажувати по 10% вантажу погодинно протягом 10 годин. В такому разі необхідна холодильна потужність машини має складати  $Q_0 = 3170$  Вт;

- найменша потужність, що необхідна у перехідний осінньо-зимовий період, коли температура повітря зовні камери складає близько  $0^{\circ}\text{C}$ , потужність холодильної машини має складати  $Q_0 = 235,8$  Вт.

Виходячи з максимального та мінімального річного значень необхідної холодильної продуктивності, можна вважати доцільним використання двох холодильних машин потужністю  $Q_0$  по 7,5 кВт кожна.

Такою машиною вітчизняного виробництва є, наприклад, моноблочна холодильна машина Мелітопольського заводу РЕФМА – 24МВВ10-2-4 з компресором 5ПБ10-2-024, габаритами

Рис.4.14 Машина 1МН1-2-4

$Q_0 = 7,5$  кВт і  $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$ ; при  $N = 5,4$  кВт; з охолодженням конденсатора повітрям, що має температуру  $t_{\text{зов}} = +30^{\circ}\text{C}$ .

Ця потужність забезпечується при температурі конденсації  $20^{\circ}\text{C}$  і температурі навколишнього середовища  $+25^{\circ}\text{C}$ .

У такій машині продуктивність вентилятора повітроохолоджувача складає  $L_{\text{вент}} = 2154$  м<sup>3</sup>/год, що забезпечує розрахункову кратність циркуляції повітря в камері і рівномірне температурне поле в об'ємі камери. Вага машини – 630 кг. Машина холодильна моноблочна с конденсатором повітряного охолодження. Машина призначена для автоматичного підтримання температури в стаціонарній або збірній камерах на підприємствах харчової промисловості.

Холодильна машина є компактим моноблоком, що легко монтується зовні холодильних камер. Повністю автоматизована, забезпечує автоматичне відтаювання снігового покриву з поверхні повітроохолоджувача.

#### 4.8 Вибір продуктивності і типу вентилятора зовнішнього повітря

Продуктивність вентилятора зовнішнього повітря визначається з умов необхідної кратності змін повітря у камері для відводу надлишкової вологи при доохолодженні і довгостроковому зберіганні сокової плодовоовочевої продукції. Розрахунки продуктивності такого вентилятора надані у розділі 4.4.5

Із попередніх досліджень визначено, що доцільно використовувати вентилятори СК компанії OSTBERG.

Ці вентилятори призначені для установки в круглих каналах. Всі вентилятори обладнані асинхронними двигунами із зовнішнім ротором і ущільненими підшипниками, що збільшує

термін їхньої служби. Корпус виготовлений з гальванізованої сталі. Вентилятори можуть бути встановлені в будь-якому положенні.

Регулювання швидкості всіх вентиляторів здійснюється в діапазоні від 0 до 100% зміною подаваної напруги. Це досягається за допомогою безкрокового **тиристора** або п'ятиступінчатого трансформатора. До одного **тиристора** або трансформатора можна підключити кілька вентиляторів за умови, що загальний робочий струм вентиляторів не перевищує номінальний струм **тиристора** або трансформатора.

Всі двигуни мають вбудований термоконтакт із автоматичним перезапуском

Для вибору вентиляторів можна використати технічні характеристики, наприклад, вентилятора, що наведені у Додатках Г-1 і Г-2.

#### **4.9 Система автоматичного керування та підтримки заданих температурних та вологісних параметрів повітря у камері**

Система автоматичного керування всієї системи підтримки температурних та вологісних параметрів повітря у теплі і холодні періоди року розділена на дві частини: на роботу влітку та роботу взимку. Обидві схеми надані в Додатках Д-1 і Д-2.

##### **4.9.1 Робота системи підтримки температурних і вологісних параметрів повітря у камері у літню пору року.**

При охолодженні камери холодильною машиною в літньому режимі, температура повітря в ній підтримується на постійному рівні за допомогою терморегулятора РТ2 (див. схеми автоматичного управління рис. 4.15 і рис. 4.16), що керує соленоїдним вентилям СВ1, встановленим на трубопроводі рідкого холодоагенту перед терморегулюючими вентилями ТРВ1 і ТРВ2.

Температуру камери  $t_{\text{кам}}$  встановлюють на датчику РТ2. Точність підтримки температури повітря камери встановлюється на диференціалі терморегулятора РТ2 ( $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ).

Датчик регулятора температури РТ2 перебуває в геометричному центрі камери. При зниженні температури повітря у камері ( $t_{\text{кам}}$ ) до мінус  $0,5^{\circ}\text{C}$ , регулятор РТ2 закриває СВ1, припиняючи подачу холодоагенту до ТРВ1 і ТРВ2. Внаслідок цього зменшується заповнення повітроохолоджувачів холодильним агентом і погіршується їх теплопередача, що веде до підвищення  $t_{\text{кам}}$ . Одночасно поступово знижується тиск випаровування. При зниженні його до величини  $P_{0\text{min}}$  реле низького тиску РНД вимикає компресор.

При підвищенні температури повітря камери до  $0,5^{\circ}\text{C}$ , регулятор РТ2 відкриває соленоїдний вентиль СВ1, забезпечує подачу холодоагенту до ТРВ1 і ТРВ2. Термочутливі балони ТРВ1 і ТРВ2 треба встановлювати на всмоктувальних трубопроводах між повітроохолоджувачами й теплообмінниками. Налаштування терморегулюючих вентилів здійснюється при налагодженні холодильної машини.

Вентилятори повітроохолоджувачів працюють постійно для здійснення постійної циркуляції повітря, але на зменшених обертах електродвигуна. Продуктивність їх встановлюється вручну тиристорним регулятором РСВВ залежно від необхідного технологічного режиму холодильної камери.

Відносна вологість повітря камери ( $\varphi_{\text{к}}$ ) контролюється датчиком регулятора вологості РВК, що змінює здатність повітроохолоджувачів до осушування за рахунок зміни температури випаровування холодильного агента від  $t_{01}$  до  $t_{02}$  ( $t_{01} > t_{02}$ ).

При зниженні відносної вологості повітря камери ( $\varphi_{\text{к}}$ ) на 3% регулятор вологості РВК вмикає регулятор температури РТ3, що підтримує температуру випаровування  $t_{01}$  (вмиканням і вимиканням компресора), і вмикає регулятор температури РТ4, що підтримує температуру випаровування  $t_{02}$ .

При підвищенні відносної вологості повітря камери ( $\varphi_{\text{к}}$ ) на 3% вмикається регулятор РТ 4 і вимикається РТ 3.

Холодопродуктивність холодильної машини регулюється перегрівом пари холодоагенту на всмоктуванні шляхом встановлення додаткових нагрівачів на всмоктувальних трубопроводах так, щоб коефіцієнт робочого часу компресора становив у теплу пору року 0,7-0,8.

Регулювання тиску конденсації ( $P_k$ ) здійснюється за допомогою реле тиску РВД, що вмикає та вимикає електродвигун вентилятора залежно від температури повітря, що оточує агрегат, підтримуючи тиск конденсації в межах  $(9 \pm 1,5)$  кг/см<sup>2</sup>.

### Примітки:

- 1) При використанні електронного блоку плавного регулювання можна автоматично підтримувати  $P_k$  на заданому рівні більш точно.
- 2) Вилучення інею з поверхні повітроохолоджувача здійснюється за сигналом реле часу РВП, що відкриває соленоїдний вентиль СВ2, встановлений на трубопроводі подачі гарячої пари в повітроохолоджувачі. Тривалість відтаювання (тобто час відкриття СВ2) та інтервал часу між відтаюваннями інею встановлюється на датчиках РВП.
- 3) Захист компресора від неприпустимо високого тиску нагнітання або низького тиску всмоктування здійснюється двоблоковим реле тиску РД, що вимикає компресор в аварійних ситуаціях.
- 4) **Захист компресора при низькому тиску насоса мастила здійснює контакт диференціального реле захисту по високому тиску фреону РКС, що відключає компресор при різниці тисків нагнітання і у картері менш ніж 0,5-0,7 кг/см<sup>2</sup>.**

### 4.9.2 Робота системи підтримки температурних і вологісних параметрів повітря у камері у зимовий період року.

Зимовий режим роботи системи характеризується тим, що холодильна машина вимкнута, працюють лише вентилятори повітроохолоджувачів. Для компенсації втрат теплоти крізь зовнішні огороження камери в нагнітальному каналі повітроохолоджувачів встановлюють трисекційний електронагрівач ( $Q_1 Bm$ ). Їх потужність визначається розрахунками, результати яких наведені у таблицях розділу 4.

Температура повітря камери підтримується на постійному рівні за допомогою терморегулятора РТ2, що керує секціями електронагрівачів  $Q_1, Q_2, Q_3$ . При зниженні температури повітря в камері РТ2 замикає контакт у ланцюзі живлення терморегуляторів. Вмикання нагрівачів  $Q_1, Q_2, Q_3$  здійснюється за допомогою температурних реле РТ5, РТ6 і РТ7 при замкненому контакті РТ2.

При заданій температурі камери окремі нагрівачі вмикаються терморегуляторами, залежно від температури зовнішнього повітря.

- При  $t_{\text{зов}} \leq -2^{\circ}\text{C}$  реле РТ5 вмикає нагрівач  $Q_1 = 400$  Вт;
- При  $t_{\text{зов}} \leq -1^{\circ}\text{C}$  реле РТ6 вмикає нагрівач  $Q_2 = 240$ ;
- При  $t_{\text{зов}} \leq +1^{\circ}\text{C}$  реле РТ7 вмикає нагрівач  $Q_3 = 160$  Вт.

Нагрівачі  $Q_1, Q_2$  і  $Q_3$  вмикаються при зупинці вентиляторів повітроохолоджувачів. **Склад нагрівачів, що обрані при регулюванні температури у камері, з урахуванням температури зовнішнього повітря, що оточує експериментальну камеру, визначається в умовах налаштувальних робіт.**

Відносна вологість повітря камери контролюється датчиком регулятора вологості РКТ, що керує вентилятором подачі в камеру зовнішнього, більш сухого повітря.

При підвищенні відносної вологості повітря камери ( $\phi_{\text{кам}}$ ) більш, ніж на 3% від заданої, вентилятор вмикається. При зниженій відносній вологості повітря в камері на 3% вентилятор вимикається.

Продуктивність вентилятора подачі зовнішнього повітря регулюють і встановлюють за допомогою тиристорного регулятора при налаштуванні систем камери. Зовнішнє повітря, що подається перед надходженням у холодильну камеру підігрівається у повітроводі від  $t_{\text{зв}}$  до  $t_{\text{кам}}$

за допомогою електронагрівача  $Q_{зп}$ , який керується терморегулятором РТ8. Якщо температура зовнішнього повітря, що надходить у камеру ( $t_{зп}$ ), нижча  $t_{кам}$ , то РТ8 вмикає електронагрівач  $Q_{зп}$ ; якщо температура  $t_{зп}$  вища  $t_{кам}$ , то РТ8 вимикає нагрівач  $Q_{зп}$ . Точність підтримки температури  $t_{зп}$  визначається диференціалом терморегулятора РТ8. Схеми автоматичного керування системами охолодження наведені на рисунках 4.15 і 4.16.

#### **4.10 Переваги двоконтурного охолодження з використанням динамічної ізоляції**

Підсумовуючи все вищевикладене, можна зробити такі **висновки**:

- регульована кількість зовнішнього повітря, що подається в камеру в холодний період року для зменшення відносної вологості повітря та відводу теплоти дихання продуктів;
- відключення холодильної установки в холодний період року для зниження вологості повітря в камері;
- видалення відпрацьованого повітря через елементи огорожувальних конструкцій з динамічною ізоляцією;
- зменшення кількості холоду, що втрачається з камери у навколишнє середовище через динамічну ізоляцію в теплу пору року;
- зменшення кількості теплоти, що проникає в камеру зовні через динамічну ізоляцію в теплу пору року;
- регулювання вологості повітря в камері шляхом подачі в камеру дозованої кількості підігрітого зовнішнього повітря .

#### **ЦЕ НЕ ВИСНОВКИ!!!**

**Можливо, наприклад, написати:** Підсумовуючи все вищевикладене, можна виокремити (виділити) такі переваги двоконтурного охолодження з використанням динамічної ізоляції:



## 5 ЗБЕРІГАННЯ ЗАМОРОЖЕНИХ ПЛОДІВ Й ОВОЧІВ

### 5.1 Особливості заморожування плодів та овочів

Швидке заморожування плодів, овочів та їх сумішей при температурі від  $-25^{\circ}\text{C}$  до  $-35^{\circ}\text{C}$  є найбільш прогресивним методом консервування, при якому пригнічуються розвиток і життєдіяльність різноманітної мікрофлори, ферментативні процеси, й практично зберігаються вихідні поживні речовини. Крім того, заморожені продукти не мають потреби в герметичній тарі, їх розфасовують у дешеву легку та зручну тару: з різних синтетичних полімерних матеріалів, картону тощо.

За всіма якісними показниками швидкозаморожені продукти оцінюються вище, ніж консервовані стерилізацією, і є більш повноцінними. Наприклад, вітаміну С у замороженому зеленому горошку втримується 86%, в овочевій квасолі – 75%, цукровій кукурудзі - 100%, у консервованих - відповідно 26, 38 й 86% [17, 44, 45, 47]

Від вихідного рівня, вітаміну В<sub>1</sub> у замороженому зеленому горошку зберігається 94%, у стручковій квасолі – 46%, у стерилізованих продуктах – відповідно 66 й 25% [106].

Однак, заморожені плоди й овочі вимагають спеціальних умов для зберігання й перевезення. Із плодово-ягідної продукції заморожують суницю, смородину чорну й червону, малину, агрус, виноград, журавлину й інші дикоростучі ягоди, а також абрикоси, персики, вишню, сливи, черешню, груші, айву, яблука й інші. Перед заморожуванням плоди та ягоди піддають ретельній перевірці за якістю, кольором й розміром, миють, у деяких випадках очищають від насіння і кісточок, а іноді й шкірочки. Заморожують також плодово-ягідні соки (виноградний й інші.).

Плоди та ягоди заморожують без цукру, із цукром й у цукровому сиропі. Без сиропу заморожують цілі плоди та ягоди; із цукром - очищені від насіння і кісточок, а іноді й шкірочки; із сиропом заморожують всі види очищених плодів та ягід, крім дрібних кісточкових. Заморожування із цукром захищає плоди і ягоди від окисної дії кисню повітря й послабляє швидкість ферментативних процесів.

З овочів заморожують зелений горошок, стручкову квасолю, цвітну капусту, томати, баклажани, перець стручковий солодкий, кукурудзу, спаржу, шпинат. Крім того, картоплю, білокачанну капусту, моркву, буряк, цибулю, білі коріння й зелень (кріп і петрушку) заморожують переважно для одержання напівфабрикатів, які використовують у громадському харчуванні (у вигляді сумішей),

Всі види овочів сортують за якістю, а стручкову квасолю, кукурудзу цукрову (качанами), томати, баклажани, перець, картоплю, буряк і моркву сортують також за розміром. Потім їх миють, у деяких випадках двічі - до очищення й після очищення.

Плоди, ягоди й овочі заморожують розсипом або в тарі, для цього застосовують різноманітну тару. Використовують, наприклад, скляні банки, паперові коробки різних форм і об'єму, всередині яких є вкладиші з пергаменту або целофану, а також нескладані коробки з корпусом, що протікає, і зі знімною або відкидною кришкою. При заморожуванні плодів у сиропі застосовують бляшанкову лаковану тару, герметично закупорену, або поліетиленові пакети, покладені в картонні коробки.

Плоди та овочі, заморожені розсипом, швидко розфасовують у тару: пакети із целофану, поліетилену й інших плівкових матеріалів, які герметизують термозварюванням.

Плоди і ягоди, що заморожують із сиропом, вкладають у тару, а потім заливають сиропом. Розфасовану продукцію вкладають у контейнери й направляють на зберігання. Соки заморожують у **бляшаних** банках або стаканчиках з поліетилену або парафінованого картону.

Заморожують плоди та овочі в швидкоморозильних апаратах різного типу й у камерах. Одним з способів швидкого заморожування, що найбільш часто використовується, є заморожування «у псевдокиплячому шарі». При цьому продукт обробляють потоком сильно охолодженого повітря. Інший спосіб швидкого заморожування — за допомогою переохолодженого повітря (до  $-100$ ,  $-110^{\circ}\text{C}$ ) у турбоохолодильних машинах. Існує спосіб заморожування продуктів у пакетах або коробках у рідкому азоті, температура якого при нормальному тиску  $-196^{\circ}\text{C}$ .

При звичайному швидкому заморожуванні найбільш високоякісний продукт виходить при використанні низьких температур (від  $-25$  до  $-35^{\circ}\text{C}$ ) і швидкості циркуляції повітря 5 м/с. При

цьому тканини картоплі, овочів і плодів зберігають свою структуру, тому що відбувається одночасне перетворення води в лід, з утворенням дрібних кристаликів, як у міжклітинному просторі, так й у самих клітинах.

При повільному заморожуванні лід у вигляді великих кристалів утворюється, насамперед, у міжклітинному просторі. Вони розривають стінки клітин. Це змінює структуру продукту, яка після його утеплення (дефростації) стає менш щільною, водянистою й в'ялою. Таким чином, тільки за умови швидкого перетворення води в лід можливе одержання продукту з високими поживними показниками.

Тривалість заморожування залежить від багатьох факторів: фізико-хімічних властивостей сировини, форми, товщини шару продукту та ін. У швидкоморозильних багатокліткових апаратах заморожування триває до 4 г (годин?), у швидкоморозильних пристроях інших типів від 6 до 24 г (годин?).

Крім плодів та овочів, заморожених окремо, випускають заморожені суміші, що представляють собою набори овочів для перших блюд (борщів, щів і супів) або наборів фруктів - для холодних компотів без цукру, із цукром і сиропом.

При оцінці якості заморожених плодів, ягід, овочів та їхніх сумішей беруть до уваги однорідність плодів й овочів за розміром, формою й правильністю різання, кількість деформованих екземплярів, співвідношення плодів і сиропу. Маса плодів повинна бути не меншою 55% загальної маси нетто (для персиків, яблук, груш, айви, суниці, чорної смородини й агрусу - не меншою 50%), а сухих речовин у сиропі залежно від виду плодів та ягід - від 18 до 20%.

Плоди, ягоди й овочі, розфасовані в дрібну тару, повинні бути негайно покладені в коробки з гофрованого картону місткістю до 20 кг, у яких їх і зберігають.

Заморожені плоди, овочі і їхні суміші варто зберігати при температурі  $-18^{\circ}\text{C}$  і відносній вологості повітря 95%; у цих умовах вони можуть зберігатися протягом 12 міс. У холодильниках, що не мають камер схову із зазначеною температурою, допускається зберігання при температурі не вище  $-15^{\circ}\text{C}$ , але не більше 6 – 8 міс. Зберігання в торговельній мережі допускається при температурах не вище  $-12^{\circ}\text{C}$  не більше 10 діб з моменту виймання з холодильника. При більш високій температурі строки зберігання заморожених плодів та овочів у торговельній мережі повинні бути мінімальними (не більше 2-3 днів). Зовсім неприпустима реалізація розморожених плодів та овочів.

## 5.2 Переваги шокової заморозки

У порівнянні з традиційним способом заморожування на стелажах у холодильних камерах, переваги застосування швидко заморожуючих апаратів такі:

- зменшуються втрати продукту в 2-3 рази;
- скорочується час заморожування в 3-10 разів;
- скорочуються виробничі площі в 1,5-2 рази;
- скорочується виробничий персонал на 25-30%;
- скорочується строк окупності на 15-20%.

Висока швидкість охолодження, що забезпечується шоковою температурою в камері від мінус 30 до мінус  $35^{\circ}\text{C}$  та інтенсивним обдуванням продукту, дозволяє форсовано пройти перехід з рідкої у тверду фазу. При цьому кристали льоду формуються значно менших розмірів і практично одночасно в клітині й міжклітинних перегородках (клітини залишаються неушкодженими). Внаслідок цього, практично, незмінною й кращою, ніж при інших способах консервування, зберігається структура тканин свіжого продукту. Відсутність будь-якої термічної й хімічної обробки (за виключенням бланшування й обробки аскорбіновою кислотою, призначених за технологією для деяких видів овочів і фруктів) і, внаслідок цього, незмінність типів білків роблять швидке заморожування способом, що абсолютно не погіршує екологічну чистоту й біохімію продукту. За рахунок швидкості заморожування скорочуються й періоди активності бактеріологічного середовища. Бактерії різних типів мають різні (у тому числі, й нижче  $0^{\circ}\text{C}$ ) температурні зони життєдіяльності. При повільному заморожуванні в продукті з'являються й залишаються сліди життєдіяльності кожного із цих типів (у бактерій хіба типи?)

бактерій. При шоківому заморожуванні низка типів (у бактерій хіба типи?) бактерій не встигає розвинути.

Втрата маси продукту, яка утворюється в результаті випаровування рідини (усихання) при заморожуванні, становить у звичайному режимі до 5-10% (залежно від температури в камері й продукту, що заморожується). Форсований режим заморозки скорочує втрати маси до 0,8%, що також дає значний економічний ефект. Через запобігання усихання при швидкому заморожуванні ароматичні й поживні речовини не встигають вийти із продукту, що зберігає його якість. Харчова цінність і смакові якості залишаються незмінними. Термін зберігання швидко заморожених продуктів більший, ніж продуктів, заморожених у звичайних камерах. Швидко заморожені продукти краще зберігають свої якості при тривалому зберіганні, ніж свіжі.

Таким чином, технологія шоківой заморозки забезпечує збереження якостей свіжого продукту й робить це краще, ніж при інших способах заготівлі й зберігання

### **5.3 Устаткування для шоківой заморозки**

Для виготовлення (заморожування) швидко заморожуваних продуктів, напівфабрикатів і готових блюд застосовуються такі типи обладнання:

- Флюїдизаційні швидко заморожуючі апарати призначені, в основному, для заморожування в «псевдоскрапленому» шарі мілкоштовчаної або здрібноної плодовоовочевої сировини: плодів (сливи, персиків, абрикосів), ягід (суниця, смородини, журавлини, чорниця), овочевих рагу й супових сумішей (буряку, моркви, кабачків, солодкого перцю, капусти), картоплі фрї.

Цей клас апаратів забезпечує найвищу (серед повітряних) швидкість заморозки, мінімальну усушку й зберігає високу якість продуктів. Після заморожування продукт зберігає вихідну розсипчасту структуру й прекрасно фасується.

- Конвеєрні швидкозаморожуючі апарати призначені для заморозки продуктів рослинної групи: грибів, суниця, персиків, абрикосів. Товщина шару продуктів, які заморожують, може бути до 25 мм, а довжина й ширина до 100x100 мм. Ці апарати дозволяють заморожувати до 80% асортименту продуктів, які традиційно заморожують на імпортних спіральних швидко заморожуючих апаратах.

- Тунельні апарати для заморозки мілкоздрібноних овочів у рідкому азоті.

- Колискові швидкозаморожуючі апарати призначені для заморожування фасованих напівфабрикатів із птахів, м'яса та риби: биточків, котлет, біфштексів, гамбургерів, сосисок (зокрема, у вакуумній упаковці), кондитерських виробів, а також різних гарнірів і готових других блюд. Товщина виробів, які заморожуються, може становити до 80 мм, а довжина й ширина до 200x150 мм. Маса одного виробу (порції) може досягати 1 кг, а час заморожування - 2,5 години.

- Спіральні швидкозаморожуючі апарати призначені для заморожування порційних блюд з м'яса, риби, плодів, овочів, а також напівфабрикатів у паніруванні.

#### **5.3.1 Заморожування продуктів у псевдозрідженому шарі**

Зараз одним з найпоширеніших способів заморожування плодів й овочів, які швидко псується, є технологічний процес швидкого заморожування в псевдозрідженому («у псевдокиплячому») шарі. Цей спосіб забезпечує умови, при яких м'які ягоди, овочі та фрукти (суниця, ожина, малина й ін.) не мнуть, зберігається їхній цілісний вигляд, виключається можливість змерзання окремих ягід і шматочків плодів, і виходить сипучий заморожений продукт, що зручно фасувати й переробляти.

Технологія, що задовольняє ці вимоги, реалізується в спеціальних швидкозаморожуючих апаратах, що використовують явище флюїдизації ("псевдозрідження"): шар з великої кількості ягід або шматочків продукту, насипаних на сітчастий конвеєр, під впливом інтенсивного вертикального потоку повітря починає поводитися як рідина - відбувається вирівнювання товщини насипаного шару по поверхні конвеєра, і частки всередині, рухаючись, поступово перемішуються. У такому стані кожна ягода інтенсивно й з

усіх боків обдається струменем холодного повітря, що забезпечує її швидке заморожування, і через постійне перемішування не відбувається змерзання дотичних ягід і шматочків. Для заморожування використовують сировину тільки високої якості, відсортовану, помиту, без дефектних екземплярів. Деякі види сировини для інактивування ферментів, перед заморожуванням бланширують. Заморожування як спосіб зберігання й консервування засновано на зневоднюванні тканин плодів та овочів шляхом перетворення вологи, що утримується в них, у лід. Лід утворюється при температурі від -2 до -6°C, а в деяких видах овочів від -1 до -3°C. Чим швидше відбувається процес заморожування, тим більше утворюється кристалів, менші їхні розміри, вища якість продукту. Плоди, ягоди, овочі заморожують при температурі -35°C, або -45°C. Для зберігання доводять температуру продукту до -18°C і далі зберігають при цій температурі.

### 5.3.2 Параметри критичного режиму у флюїдизаційних апаратах

Для здрібнених продуктів найбільш доцільно застосовувати флюїдизаційні швидко заморожуючі апарати, оскільки вони дають можливість уникнути ушкоджень і деформацій елементів продукту під час заморожування й запобігають їхньому змерзання в грудочки.

Флюїдизація, або псевдозрідження - це процес, у якому шар насипаних на підтримуючу сітку часток продувається знизу вгору струменем повітря з такою швидкістю, що переводить частки продукту зі статичного стану в рухливий. Частки продукту починають витати в повітряному потоці над поверхнею підтримуючої сітки. Це сприяє високій інтенсивності теплообміну, що, відповідно, забезпечує можливість швидкого заморожування [13].

Розрізняють критичний та оптимальний режими псевдозрідження. Критичний режим характеризує така швидкість повітряного потоку, за якої нерухомі частки починають рухатися.

Оптимальний режим - це поняття, що сильно залежить від того, що саме прийнято за критерії оптимальності. Швидкість повітряного потоку оптимального режиму задається обов'язково більшою швидкістю, ніж при критичному режимі. Тому під час проектування флюїдизаційних апаратів головним є розрахунок критичної швидкості псевдозрідження для заданого виду продуктів.

Ю. А. Мирончук у статті [58] наводить результати своїх досліджень, а також результати досліджень проведених А. **Фикиином**, й А. М. Войтко [82]

### 5.3.3 Теоретичні й експериментальні дослідження псевдозрідженого шару

Теоретичне знаходження критичної швидкості витання одиничної частки.

Для одиничної частки продукту швидкістю витання називається така швидкість вертикального потоку повітря, спрямованого знизу вгору, при якій частка зависає нерухомо щодо поверхні землі. Метою теоретичного розв'язку є розробка методу розрахунку цієї швидкості.

Теоретична швидкість витання кулястих часток розраховується, з урахуванням балансу сил, які діють на частку у вертикальному повітряному потоці. Для спрощення розглядання вводиться припущення, що частка має форму ідеальної кулі.

На частку діють одночасно:

- сила тяжіння:

$$F_g = mg = \rho_{np} \cdot g \cdot \pi \frac{d^3}{6} \quad (5.1)$$

- архімедова сила:

$$F_{арх} = \rho_{нов} \cdot g \cdot \pi \frac{d^3}{6} \quad (5.2)$$

- аеродинамічна сила:

$$F_{аер} = \pi \frac{d^3}{4} \cdot \zeta \frac{\rho_{нов} \omega_{вум}^2}{2} \quad (5.3)$$

Кожна частка буде зависати в потоці повітря нерухомо тоді, коли

$$F_g = F_{арх} + F_{аер} \quad (5.4)$$

Виходячи із цієї умови, формула для швидкості витання:

$$\omega_{вит} = 2 \cdot \sqrt{\frac{d \cdot g (\rho_{пр} - \rho_{возд})}{3 \cdot \xi \cdot \rho_{нов}}} \quad (5.5)$$

Коефіцієнт аеродинамічного опору  $\xi$  залежить від режиму обдування частки. Для кулястих часток у більшості випадків  $Re > 1000$  - за цих умов коефіцієнт аеродинамічного опору перестав залежати від значення числа Рейнольдса й стає рівним приблизно 0,4.

Завдання теоретичного знаходження критичної швидкості повітряного потоку, необхідного для псевдозрідження шару часток, виявилось досить громіздким й таким, що погано піддається формалізації. У той же час його практична значимість не настільки велика, щоб на одержання точного теоретичного розв'язку направляти значні зусилля. Тому таке рішення відсутнє. Але теоретично можна одержати наближену оцінку діапазону, у якому буде перебувати значення критичної швидкості.

Повітря фільтрується через шар у проміжках між частками. Очевидно, що швидкість повітря в проміжках буде вищою, ніж швидкість повітря під і над шаром часток. Логічно допустити, що насипний шар часток почне переходити у псевдозріджений стан тоді, коли швидкість фільтрації повітря почне перевищувати швидкість витання для одиничної частки.

Навіть така, на перший погляд, проста постановка задачі не має однозначного розв'язку.

Це підтверджують експериментальні дані, що отримані А. **Фикиином** А. М. Войтко і Ю. А. та Мирончуком [58, 82].

Режими псевдозрідження різних продуктів за результатами досліджень наведені в таблиці 5.1

Таблиця 5.1.

Продукт	Вага часток, м	Щільність продукту, кг/м <sup>3</sup>	Еквівалентний діаметр часток, м	Швидкість витання, г/з	Критична швидкість, г/з
Результати А. <b>Фикиина</b>					
Горошок	2,18	1020	0,0160	21 075	2,25
Вишні	2,6	1040	0,0168	21 844	2,76
Полуниця	5,2	900	0,0223	23 363	2,60
	8,5	900	0,0262	25 357	2,90
	14,9	900	0,0316	27 844	3,80
Абрикоси	31 35	1030	0,0386	32 910	4,05
		1030	0,0402	33 582	4,36
Персики	62	1010	0,0489	36 699	4,50
Томати	64	1000	0,0496	36 771	4,70
Результати А. М. Войтко					
Горошок	0,39	1000	0,0091	15,715	1,49
Вишні	3,79	1007	0,0193	23,011	2,30
Сливи	16,70	1040	0,0313	29,782	2,90
Абрикоси	52,065	970	0,0468	35,168	3,40
Результати Ю. А. Мирончука					
Виноград	2,086	1073	0,0155	21,277	3,36
	2,086	1073	0,0155	21,277	3,15
Ягоди глоду	0,368	1000	0,0089	15,564	2,59
	0,368	1000	0,0089	15,564	2,24
	0,368	1000	0,0089	15,564	2,45
Бузина	0,187	1017	0,0071	13,982	1,96
	0,1 87	1017	0,0071	13,982	2,24
	0,187	1017	0,0071	13,982	2,10
Ягоди вишні	0,140	845	0,0068	12,524	1,75
	0,140	845	0,0068	12,524	1,68
	0,140	845	0,0068	12,524	1,82

Така неоднозначність зрозуміла, якщо розглядати можливі варіанти розміщення часток у шарі. Для спрощення розглянемо шар сферичних часток однакового еквівалентного діаметру.

У межах шару товщиною в одну частку можливі два двовимірних варіанти розміщення часток - по сторонах квадрату й по сторонах трикутника (рис.5.1, рис. 5.2). Якщо товщина шарування - більше ніж в одну частку, то з'являється кілька варіантів об'ємного розміщення часток - кубічне, октаедричне, тетраедричне, ромбоедричне.

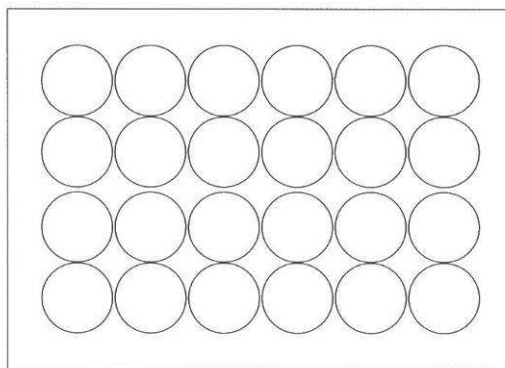


Рис. 5.1 Розміщення сферичних часток у шарі  
одиничної товщини по сторонах квадрата

З урахуванням геометрії розміщення часток у шарі одиничної товщини, легко обчислити, у скільки разів збільшується швидкість потоку повітря під час його фільтрації через отвори між частками. Так, за умови розміщення часток по сторонах трикутника, площа проміжків між частками становить 0,094 від загальної площі шару часток, а за умови розміщення по сторонах квадрата - 0,215.

З огляду на те, що швидкість фільтрації повинна бути рівній швидкості витання одиничної частки, одержуємо, що критична швидкість для шару часток повинна перебувати в межах від 0,094 до 0,21.

$$\omega_{кр} = (0,094 - 0,21) \cdot \omega_{вит.} \quad (5.6)$$

Точне значення коефіцієнта пропорційності обґрунтувати неможливо. З одного боку, у природі реалізується принцип ощадливості, відповідно до якого частки повинні розміщуватися по сторонах трикутника, оскільки це забезпечує максимальну щільність й унеможлиблює переміщення часток у горизонтальній площині. З іншого боку (див. рис.5.1 й 5.2) видно, що контактування часток зі стінками каналу, у якому здійснюється флюїдизація, буде сприяти виникненню локальних відхилень із прагненням переходу до розміщення по сторонах квадрата.

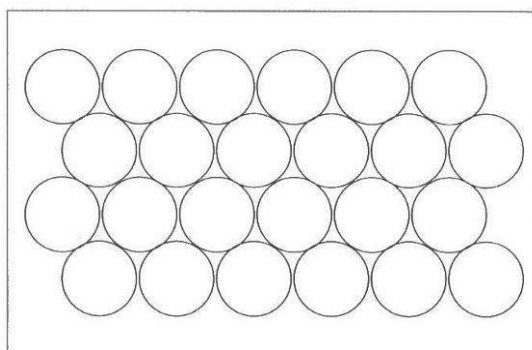


Рис. 5.2. Розміщення сферичних часток у шарі  
одиничної товщини по сторонах рівностороннього  
трикутника

Іншим фактором є те, що з початком флюїдизації товщина шару часток збільшується, тому що між ними виникають додаткові щілини. Це створює додаткові можливості часткам для переміщень зі зміною способу їхнього розташування. У сукупності частки прагнуть прийняти динамічну конфігурацію з найменшою потенційною енергією, а в результаті неминуче виникнуть відхилення від розміщення по сторонах трикутника.

Ситуація ще більше ускладнюється для реальних часток продукту: їхня форма далека від ідеальних куль, а розміри часток неоднакові. Тому їхнє розміщення строго по сторонах трикутника принципово неможливо. Шар таких часток буде мати змішане взаєморозміщення.

Експериментальні дослідження псевдозрідженого шару показали лише одну із причин складності одержання теоретичних формул для розрахунків критичної швидкості псевдозрідження. Тому в інженерній практиці користуються емпіричними формулами, отриманими узагальненням результатів експериментальних досліджень.

Узагальнення результатів, заснованих на статистичній обробці масивів експериментальних даних і підборі до них регресійного рівняння, легко виконується в Microsoft Excel.

Один з розповсюджених способів узагальнення результатів експериментальних досліджень є одержання критеріального рівняння, що відображає функціональний зв'язок між критеріями Рейнольдса й Архімеда:

$$Re_{кр} = \frac{Ar}{C_1 + C_2 \cdot \sqrt{Ar}} \quad (5.7)$$

У цьому рівнянні коефіцієнти  $C_1$ , і  $C_2$  залежать від щільності об'ємного розміщення часток продукту в насипному шарі [52]. Очевидно, що такий спосіб занадто громіздкий для практичного використання. Тому, для виконання розрахунків крім параметрів частки (маса, діаметр) необхідно додатково знати параметри шару, які б давали можливість розрахувати його пористість - обсяг шару й кількість часток у ньому.

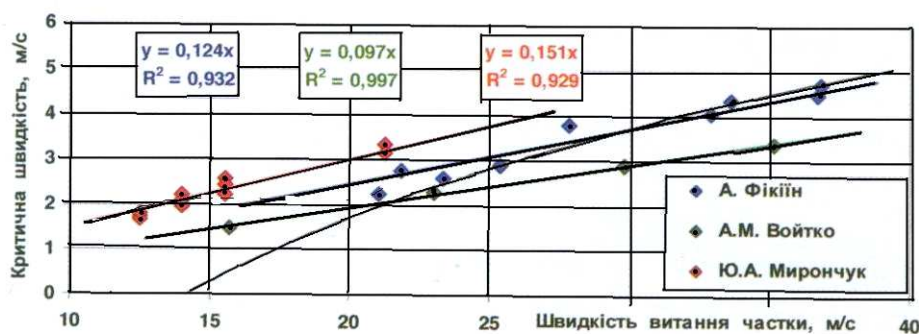
А. **Фікіїн** результати своїх досліджень узагальнив більш простими рівняннями [83]:

$$\omega_{кр} = 1,25 + 1,95 \cdot Lg(G) \quad (5.8)$$

$$\omega_{омт} = 2,25 + 1,95 \cdot Lg(G) \quad (5.9)$$

де:  $G$  - вага одиничної частки продукту в грамах.

Для порівняльного аналізу результатів досліджень різних авторів на рис. (5.3) показані узагальнені результати досліджень різних авторів методом, теоретичне обґрунтування якого (на основі аналізу можливих способів розміщення часток у шарі), було викладено вище.



**ЗАМЕНИТЬ НА РОВНИЙ** Рис. 5.3. Порівняння результатів дослідження різних авторів.

Для часток кожного із продуктів розрахований діаметр еквівалентної кулі й швидкість його витання, а в Microsoft Excel побудовані графіки залежності експериментально обмірюваних критичних швидкостей початку псевдозрідження шарів реальних часток продуктів від теоретично розрахованих швидкостей витання еквівалентних їм кулястих часток.

Номер рівняння відповідає номеру лінії, що воно апроксимує. Видно, що дані різних дослідників добре описуються рівняннями однакового виду - лінійними, без вільного члена. Коефіцієнти пропорційності цих рівнянь перебувають у діапазоні, що передбачений теоретично, але числові значення коефіцієнтів у різних авторів досить істотно різняться.

З огляду на ці розбіжності, для практичного використання можна рекомендувати формулу з усередненим значенням коефіцієнту пропорційності

$$\omega_{кр} = 0,125 \cdot \omega_{внт} \quad (5.10)$$

На рис. 5.3 для порівняння нанесена переривчаста лінія, побудована за рівнянням А. Фикиина. З малюнка видно, що це рівняння можна застосовувати тільки в обмеженому діапазоні.

### 5.3.4 Конструкція флюїдаційних апаратів

Конструкції флюїдаційних<sup>6</sup> апаратів, що випускаються різними фірмами (найбільш відомі - Frigoskandia (Швеція), Starfrost (Англія), схожі між собою й містять такі основні компоненти: теплоізолюваний корпус, прямолінійні транспортні сітчасті контейнери, теплообмінник, що охолоджує повітря, відцентрові вентилятори, систему керування. Всі внутрішні компоненти, включаючи повітроохолоджувач, виконуються з високоякісної нержавіючої сталі.

Флюїдаційні швидкозаморожуючі апарати - це високопродуктивні пристрої, що забезпечують заморожування обсягів продукції від 600 кг/годину до 20 т/годину.

Флюїдаційні тунелі - особливий вид морозильних тунелів, використовуваних для заморожування ягід, фруктів та овочів. Застосовується для одержання індивідуально заморожених дрібних шматочків або окремих ягід (так звана технологія IQF - individual quick freezing). У таких тунелях продукт насипається на сітчастий конвеєр і при проходженні через морозильну камеру шар продукту продувається холодним повітрям, спрямованим знизу вгору, що забезпечує перемішування шарів та виключає злипання окремих шматочків.

У Молдові, наприклад, приділяють велику увагу розвитку цього перспективного напрямку. Вже працюють підприємства, що промислово виробляють заморожену плодоовочеву продукцію на основі швидкозаморожуючого тунелю із продуктивністю 2 т/годину, та тунелю 1,5 т/годину. Час заморожування у такому апараті становить усього 8-15 хвилин - залежно від розміру часток продукту.

З розвитком мережі супермаркетів і наявності спеціальних вітрин і торговельного устаткування, призначеного для реалізації швидкозаморожуваних плодоовочевих продуктів, цей вид продукції затребуваний і в Україні.

Тунельні флюїдаційні швидкоморозильні апарати (рис.5.4) частіше застосовують у складі автоматизованих виробничих ліній. Апарати такого типу призначені для швидкої заморозки в потоці холодного повітря методом флюїдації ягід, фруктів і дрібно нарізаних овочів. Заморожування ягід, плодів і дрібно нарізаних овочів відбувається за принципом «киплячого» шару в потоці повітря, що подається крізь стрічку знизу вгору. Продукт на конвеєрі подається в камеру й потрапляє в холодний висхідний потік повітря. Швидкість потоку повітря така, що частки продукту опиняються у зваженому стані. Завдяки цьому на

---

<sup>6</sup> **Флюїдація** (англ. fluidization) – псевдозріджування (англ. permafrost fluidization) – (флюїдація; псевдозріджування) – утворення псевдозріджуваного шару. Процес, у якому повітря просувається через вище лежачий шар дрібних часток так швидко, що складові частки шару починають витати, тобто переноситися разом з повітрям, створюючи киплячий шар.



поверхні часток продукту дуже швидко утворюється заморожена кірка, що перешкоджає змерзанню часток у грудки. Доморожування продукту відбувається на другій стрічці.

Продуктивність такого апарату, із заморожуванням у безперервному потоці, до 3 т/годину. Разом з тим, останнім часом зріс попит на подібні апарати малої продуктивності. З метою його задоволення була розроблена серія флюїдизаційних апаратів з ручною закладкою продукту продуктивністю від 50 до 300 кг/годину. У цьому випадку продукт кладуть у лотки і через завантажувальну щілину поміщають в апарат. Швидкість обертання вентиляторів в апаратах подібного типу регулюється за допомогою інвертора, що дозволяє використати той самий агрегат для заморожування продуктів різних видів і розмірів.

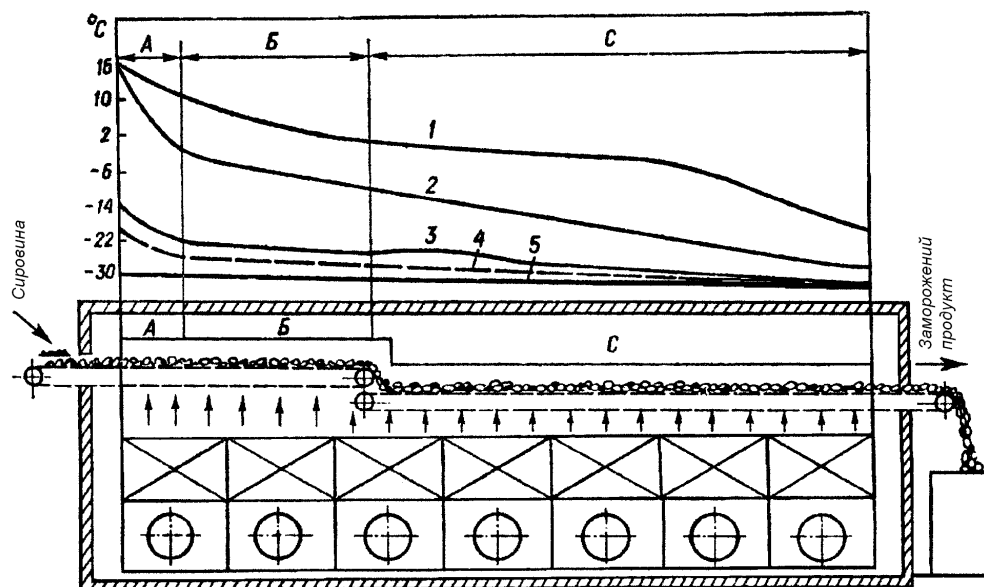


Рис. 5.4 Схема процесу заморожування у флюїдизаційно - конвеєрному тунельному апараті:

1 - температура в центрі продукту; 2 - температура поверхні продукту; 3 - температура охолоджуючого середовища над шаром продукту; 4 - середня температура охолоджуючого середовища; 5 - температура охолоджуючого середовища під ситом (зони: А - охолодження; зони Б - заморожування, зони В - доморожування).

### 5.3.5 Заморожування в рідкому азоті

У безмашинних системах швидкого заморожування періодичної й безперервної дії використовуються як  $\text{CO}_2$  так і зріджений азот. Частіше використовують азот завдяки його інертності, низькій нормальній температурі кипіння та прийнятній термодинамічній властивості. Заморожування харчових продуктів за допомогою рідкого азоту нині здійснюється способами занурення або зрошення [55].

Заморожування зануренням у рідкий азот застосовують, в основному, для продуктів, які мають сферичну форму, або для продуктів іншої форми, призначених для подальшого подрібнення. Це досягається виникненням внутрішнього напруження в продукті, що приводить до утворення тріщин. Негативним моментом занурення є можливість накопичення сконденсованого з повітря кисню у ванні з рідким азотом, що може привести до самозаймання по мірі випарювання азоту.

З метою зменшення витрат на рідкий азот, для заморожування почали використовувати метод зрошення продукту азотом, що виявилось більш економним, ніж занурення. Для цього використовують різного виду форсунки з більшим конусом факела, які можуть здійснювати дрібнодисперсне розпилювання.

В установках періодичної дії порції продукту зрошуються кріорідиною протягом певного часу. Установки безперервної дії виготовляють тунельного або спірально-стрічкового типу. Один з варіантів такої установки показаний на рис. 5.5.

У першій зоні апарату (зоні А) продукт охолоджується, контактуючи з газоподібним азотом, що рухається у протитечії. У наступній зоні (В) він зрошується рідким азотом через форсунки, внаслідок чого поверхня продукту швидко заморожується. На останній стадії в зоні С здійснюється вирівнювання температури продукту та проморожування його внутрішніх шарів до температури  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  (і нижче).

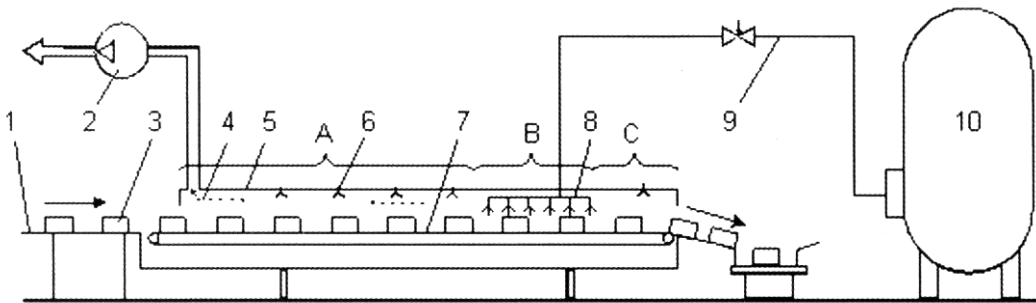


Рис. 5.5 Схема апарату для заморожування продуктів у рідкому азоті:

1 - завантажувальний конвеєр; 2 – витяжний вентилятор; 3 - продукт, що заморожується; 4 - газоподібний азот; 5 - теплоізолюваний корпус; 6 - вентилятори; 7 - конвеєр для заморожування продуктів; 8 - форсунки; 9 - підведення рідкого азоту; 10 – ємність із рідким азотом; А - зона охолодження; В - зона заморожування; С - зона вирівнювання температури по товщині продукту

Для більш ефективного використання кріорідини й одержання більш рівномірного температурного поля в продукті, потоки продукту й кріорідина рухаються в протилежному напрямку. Газ виходить у атмосферу з температурою від  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Завдяки цьому продукт, який заморожують, швидко проходить область максимального кристалоутворення ( $-1...-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), і завдяки цьому утворюється мікрокристалічна структура, що дає можливість уникнути руйнування клітин. Такі установки більш економічні, ніж установки періодичної дії, тому що після виходу на режим не мають потреби у великих витратах кріорідини на охолодження камери. Продуктивність установки при цьому регулюється шляхом зміни швидкості руху стрічки й витрати кріорідини.

Розроблено цілу низку апаратів різних типів: від невеликих апаратів періодичної дії на продуктивність від 50 до 100 кг/г (фірми Messer), до більших (на 400 - 1500 кг/г); апаратів безперервної дії (фірма Linde), CRYO-Quick (фірма Air Products), Union Carbide (фірма AGA) та ін. Продукт заморожують до  $-18 - -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , (рідше – до  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , іноді - до  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

У деяких морозильних апаратах, якщо необхідно повне збереження структури й біохімічного складу продукту, його після або замість зрошення занурюють у ванну з рідким азотом. Під час проходження через рідкий азот продукт швидко проморожується до температури  $-150 - -195\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Морозильні апарати цього типу займають площу близько  $12\text{ м}^2$ . Тривалість заморожування в них здрібненого матеріалу становить близько 1-5 хв. залежно від розміру шматочків. Такі апарати (див. схему), виконані у вигляді тунелю, до якого конвеєром або в металевих кошиках подається упакований або неупакований продукт

Кріогенні установки забезпечують більш високу швидкість заморожування, ніж традиційні холодильні машини (див. табл. 5.2).

Таблиця 5.2. Орієнтовна швидкість заморожування для різних способів

Спосіб заморожування	Швидкість заморожування, см/с

Холодильні машини, камери з нерухомим повітрям	0,15
Холодильні машини, камери із примусовою циркуляцією повітря	1,15
Холодильні машини, заморожування у вихровому потоці повітря	4,80
Зрошення зрідженим азотом	12
Занурення в зріджений азот	120

Заморожування в рідкому азоті, в порівнянні з використанням парокомпресійних холодильних машин, має ряд переваг:

- більш низькі капітальні витрати (до 50% без обліку капітальних витрат на будівництво газорозподільної станції);
- відсутність небезпечних й екологічно шкідливих холодоагентів (аміаку, фреону);
- висока продуктивність, що легко можна змінити в 3 - 5 разів (це забезпечує гнучкість виробництва, особливо потрібну для малих підприємств);
- тривалість процесу в 4-5 разів менша (до -20 °С малина заморожується за 20 с, полуниця - за 40 с);

## 6 ОСОБЛИВОСТІ ЗБЕРІГАННЯ ПЛЮДІВ ТА ОВОЧІВ У ЗМІНЕНОМУ ГАЗОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Поєднання оптимальних температурно-вологісних умов зберігання зі спрямовано зміненим складом газового середовища найбільшою мірою сповільнює інтенсивність дихання, виділення етилену, активність окислювально-відновних процесів у рослинних тканинах. У результаті затримується досягання продуктів, знижуються втрати від фізіологічних розладів, зменшується псування та природна втрата маси.

Найкращі умови зберігання соковитої рослинної сировини в кожному випадку можуть бути досягнуті при правильному поєднанні трьох основних факторів – температури, вмісту в газовому середовищі  $O_2$  та концентрації  $CO_2$ . Так, наприклад, для ряду сортів яблук оптимальними умовами зберігання вважають: температуру – від  $0^{\circ}C$  до  $+4^{\circ}C$  (залежно від сорту); вміст  $O_2$  – 3%; концентрацію  $CO_2$  – 2–5%.

Необхідно також враховувати, що чутливість плодів до знижених концентрацій  $O_2$ , підвищеного вмісту  $CO_2$  і до температури зберігання коливається в широких межах. Тому вибір оптимальних режимів зберігання в регульованому газовому середовищі (РГС) для окремих видів і сорту плодів може значно відрізнятись, залежно від їхніх біологічних особливостей, умов вирощування, ступеня зрілості тощо. Разом з тим, вплив окремих факторів варто розглядати не ізольовано, а тільки у взаємодії. Зокрема, швидкість досягання залежить від багатьох факторів. Щоб сповільнити її інтенсивність, іноді досить змінити один з факторів, наприклад, концентрацію  $O_2$  або  $CO_2$ .

Підвищення вмісту вуглекислого газу й зниження вмісту кисню в навколишньому середовищі впливають на внутрішньотканинний газовий склад у фруктах та овочах, викликаючи зменшення метаболічної активності, відповідно й зниження рівня дихального газообміну (поглинання  $O_2$  й утворення  $CO_2$ ). Це чинить не завжди однакову дію на різні сторони життя фруктів та овочів.

Вплив зміненої атмосфери на показники фруктів та овочів при зберіганні наведені у таблиці (табл. 6.1) [17, 41].

Таблиця 6.1

Показники	Ефект зміни складу середовища	
	зниження $O_2$	підвищення $CO_2$
Інтенсивність дихання	Сприятливий вплив при 2-5% $O_2$ , але при більш низьких значеннях підсилюються анаеробні процеси	Знижується, але в лимонів воно може підвищуватися
Досягання	Сповільнюється, у бананів зупиняється при 1- 5% $O_2$	Гальмування в міру збільшення концентрації
Ріст і розвиток	Переривання спокою, початок росту стимулюється при $O_2$ – 5 %	Пригнічення при 10-15 % $CO_2$ , але стимулюється при зниженні $CO_2$
Зміна цукру	--	Сповільнюється в картоплі при 5 % $CO_2$ і температурі $5^{\circ}C$
Консистенція	Не впливає	Сповільнюється розм'якшення при підвищенні $CO_2$ до 2 %, у листових овочів викликає крихкість
Втрати хлорофілу	Затримує руйнування при $O_2$ (0 - 3 %)	Сповільнення втрат при $CO_2$ до 15 % (яблука, листові овочі)
Забарвлення поверхні зрізу	Запобігає потемнінню картоплі, кінцівок салату і капусти	
Смак й аромат	Не змінюється, або в деяких випадках погіршується	Може погіршати (шпинат, брокколи)
Фітопатогени	Антибактеріальний ефект проти грибів <i>Botrytis cinerea</i> <i>Rhizopus</i>	Затримка гниття при 8 - 10 % $CO_2$ для яблук й

	nigricans при O <sub>2</sub> до 0,5 - 1 %	50 % CO <sub>2</sub> для чорної смородини
Фізіологічні захворювання	Побуріння знижується при O <sub>2</sub> до 3%, але при O <sub>2</sub> менш 2 % ушкодження можуть зростати	Побуріння шкірочки зменшується, але при CO <sub>2</sub> від 3 до 10% у яблук і груш побуріння серцевини, скловидність

Сумарний ефект досягається в результаті двостороннього регулювання атмосфери, що полягає в зміні одночасного вмісту O<sub>2</sub> і CO<sub>2</sub>. При цьому відбувається акумулювання ефектів роздільного впливу компонентів газового середовища на продукт [11, 19, 42]. У результаті цього відбувається:

- зменшення витрати кислот. Це може змінити смак як у кращу, так й у гіршу сторону;
- затримання виділення летких речовин і запобігання їхньому негативному впливу на плоди. Виділення ароматичних речовин знижується до рівня 1-4% від витрати їх на повітрі;
- зменшення впливу етилену (O<sub>2</sub> гальмує синтез етилену, а CO<sub>2</sub> знижує його біологічну активність);
- посилення утворення воскового покриття й змінення проникності кутикули для O<sub>2</sub> і CO<sub>2</sub>;

Аналіз позитивного ефекту впливу зміненої атмосфери на окремі види фруктів та овочів надані в табл. 6.2. [46, 57].

Таблиця 6.2. Сприятливий вплив зміни складу атмосфери на деякі продукти при їхньому зберіганні

Продукт	Склад середовища		Температура, °C	Результати
	O <sub>2</sub> , %	CO <sub>2</sub> , %		
Яблука	2-3 1-2 18	1-8 0,03 12-18	-1-4 0 0	Продовження терміну зберігання Зниження ступеня засмаги Зниження ступеня засмаги
Перець	2-3	2-5	8-13	Продовження терміну зберігання
Капуста:				
брюссельська	2-14	4-7	0	Продовження терміну зберігання
цвітна	2-16	0-10	0-1	Збереження кольорів і хлорофілу в листі
білокачанна	1-2,5	5	0	Збереження кольорів і смаку
Нектарини, персики	1	5	0	Продовження терміну зберігання
Груші	0,5-2	1	-1 - 0	Продовження терміну зберігання
Горох зелений	5-10	5-10	0-1	Продовження терміну зберігання
Суниця	2	0-20	0-7	Продовження терміну зберігання
Лимони	--	2,5	--	Збереження кольорів

Чутливість різних видів продуктів до РГС в цілому й окремо до складових газового середовища перебуває в прямій залежності від ступеня стиглості продукту, ступеня його ушкодження, температури й вологості середовища й ін.

У технології зберігання плодів та овочів у регульованому газовому середовищі виділяють чотири періоди: підготовчий (не для всіх видів продукції), охолодження, формування й стабілізація складу атмосфери, зберігання.

Підготовчий період необхідний при зберіганні в РГС картоплі й коренеплодів. Вимоги до режимів температури, вологості й складу атмосфери такі ж, як і при активному вентиляванні. При навальному способі зберігання в цей період необхідно забезпечити рух

повітря в насипі. При зберіганні в тарі строго стежать за дотриманням режимів температури й вологості, оптимальних для протікання початкових реакцій.

У період формування й стабілізації склад атмосфери в герметичних камерах або всередині полімерних плівчастих упаковок доводять до оптимуму вміст активних газів –  $O_2$  і  $CO_2$ . Тривалість цього періоду, залежно від способу модифікації газового середовища, біологічних особливостей і стану закладеної на зберігання продукції, може коливатися від 1 до 24 діб і більше [21, 25, 27, 47, 70, 71, 85].

При цьому оптимальна відносна вологість повітря в камері повинна бути в межах 90-95%.

У той же час, отримані позитивні результати обробки фруктів й овочів підвищеними концентраціями  $CO_2$  [38,84,86]. Деякі дослідні дані по захисту фруктів та овочів високими дозами  $CO_2$  наведені у таблиці 6.3 [86].

Таблиця 6.3

Продукти	Технологія			
	Концентрація $CO_2$ ,%	Тривалість обробки	Температура, $^{\circ}C$	Профілактичний ефект
Абрикоси	20...30	4 дні	5	Дозрівання, ураження мікроорганізмами
Апельсини	35	20 ч	12..15	Фізіологічні ушкодження
Черешня	30	10 днів	10	Фітопатогенні ураження
Суниця	20...30	4 дні	5	Те ж
Груші	30	5 днів	10	Старіння, ураження патогенами
Сливи	20...30	4 дні	5...10	Те ж
Персики	20...30	4 дні	10	Дозрівання, ураження патогенами
Томати	15	4 дні	10	Дозрівання
Виноград	30	3 дня	7	Фітопатогенні ураження

У роботах [57, 79] відзначена також небезпека застосування високих концентрацій  $CO_2$  (більше 20%) для низки продуктів (яблук, цитрусових, шпинату, брокколі, картоплі) у зв'язку з появою зовнішніх і внутрішніх ушкоджень фізіологічного характеру (поява плямистості, невластивого продуктам смаку, гнилі).

Основні причини, що призводять до ушкоджень рослинних продуктів у процесі обробки вуглекислим газом, систематизовані в роботі [57].

До таких причин відносяться:

- зберігання недостиглих фруктів;
- підморожені продукти;
- зволожені продукти;
- перевищення експозиції;
- незадовільна циркуляція середовища.

Підвищення вмісту вуглекислого газу й зниження вмісту кисню в навколишньому середовищі впливають на внутрішньотканинний газовий склад у фруктах та овочах, викликаючи зменшення метаболічної активності, а відповідно й зниження рівня дихального газообміну (поглинання  $O_2$  й утворення  $CO_2$ ).

Загальний ефект досягається в результаті двостороннього регулювання атмосфери, що полягає в зміні одночасного вмісту  $O_2$  і  $CO_2$ . При цьому відбувається акумулювання ефектів роздільного впливу компонентів газового середовища на продукт [11, 46, 79]. У результаті цього відбувається:

- зменшення витрати кислот. Це може змінити смак як у кращий, так і в гірший бік,

- виділення ароматичних речовин знижується до рівня 1-4 % від витрати їх на повітрі. Це запобігає їхньому негативному впливу на плоди.
- зменшення впливу етилену ( $O_2$  гальмує синтез етилену, а  $CO_2$  знижує його біологічну активність);
- посилення утворення воскового покриття й зміна проникності кутикули для  $O_2$  і  $CO_2$ ; Існують різні варіанти зберігання та складу газового середовища:
- зберігання плодів та овочів у модифікованому газовому середовищі (МГС);
- зберігання в модифікованому газовому середовищі, створюваному за допомогою газообмінних пристроїв (ГОП);
- зберігання в регульованому газовому середовищі (РГС);
- зберігання плодів та овочів по системі ультранизької концентрації кисню (УНК).

### **6.1 Зберігання плодів та овочів у модифікованому газовому середовищі (МГС) і за допомогою газо-селективних термодифузійних пристроїв (ГСТУ)**

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 плодовоовочевої продукції при відносно низькій температурі ( $0-4^{\circ}C$ ) 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 плодовоовочевої 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 [33, 99].

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.

Утворення певного газового складу залежить від товщини плівки. Гарну газопроникність мають плівки товщиною від 15 до 80 мкм. Їх використовують для зберігання продуктів у пакетах місткістю 3-5 кг, герметично запаюваних термозварюванням. Газове середовище містить 2-6%  $CO_2$  й 8-14 %  $O_2$ .

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.

Протягом усього періоду зберігання в плодовоовочесховищах із МГС підтримується температура повітря близько  $0^{\circ}C$ .

Всередині контейнерів при цьому режимі температура буде на рівні  $1^{\circ}C$ . 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.

Висока ефективність використання МГС при зберіганні соковитої рослинної сировини досягається поєднанням двох факторів: по-перше, зниженням питомої теплоти дихання продукту при зменшенні змісту кисню, і по-друге, частковим захистом його від зовнішніх теплоприпливів, що проникають у холодильну камеру. Останнє обумовлено деяким підвищенням температури продукту в порівнянні з температурою повітря в камері.

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 тихорецьку основу для більшої міцності.

Вивчення газового складу, що утворюється в упаковках місткістю 5 кг із застосуванням мембран на різних тканинних основах, показало, що бязь, міткаль, мадаполам і сатин малоприсадибні для створення газових середовищ оптимального складу.

В упаковках з мембранами на основі міткалю, мадаполаму й сатину створювалося газове середовище з низьким вмістом діоксиду вуглецю (1,8-2,9 %) і підвищеною концентрацією кисню (14,8-17,1 %). Установлено, що найкращий газовий склад створювався при використанні газоселективного матеріалу на основі шовку й капрону, при активних площах мембран: для шовку 9-14 см<sup>2</sup>, для капрону 10-15 см<sup>2</sup>, для плівки «Сигма» 4-8 см<sup>2</sup> на 1 кг продукту. Газовий склад при наведених площах мембран становить 3-4 %  $CO_2$  й 5-8 %  $O_2$  для яблук, залежно від сорту. Спосіб упаковки ящиків у м'які поліетиленові пакети з мембраною показаний на малюнку 6.1.

За результатами виробничих випробувань, застосування плівчастих контейнерів з дифузійним вікном дозволяє краще зберегти зовнішній вигляд, щільність, соковитість, смак і збільшити вихід стандартної продукції при тривалому зберіганні в порівнянні з упаковкою у звичайні контейнери.

Зберігання плодів та овочів у плівчастих 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.

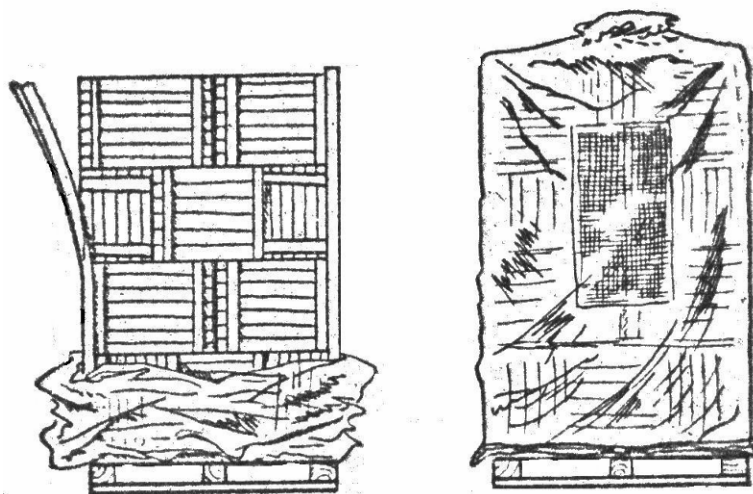


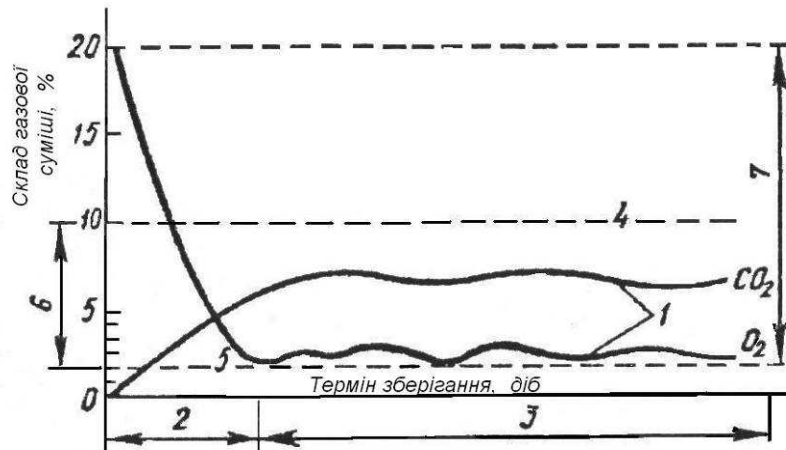
Рис. 6.1 Упаковка ящиків у м'які поліетиленові пакети з мембраною (ГСМУ)

Необхідний газовий склад всередині контейнера досягається підбором розміру дифузійного вікна, залежно від температури зберігання, якості продуктів, ступеня їхньої стиглості й



біологічних особливостей, насамперед, дихання. Графік стабілізації газового середовища усередині контейнера із ГСМУ наведений на мал. 6.2.

Період формування й стабілізації складу атмосфери усередині полімерних плівчастих упаковок доводять до оптимального вмісту активних газів - кисню й вуглекислого газу. Тривалість цього періоду, залежно від способу модифікації газового середовища, біологічних особливостей і стану закладеної на зберігання продукції може коливатися від 1 до 24 діб і більше. У деяких випадках період охолодження поєднують із періодом формування й стабілізації складу газового середовища [71, 81, 91, 97].



- 1 - оптимальні критерії вмісту  $O_2$  (2-3 %) і  $CO_2$  (4-5 %) при стаціонарному режимі;
- 2 – фаза виходу на стаціонарний режим (15-21 день); 3 – фаза стаціонарного режиму;
- 4 – верхня межа припустимого вмісту  $CO_2$ ; 5 – нижня межа припустимого вмісту  $O_2$ ;
- 6 – сприятлива зона зміни вмісту  $CO_2$ ; 7 – сприятлива зона зміни вмісту  $O_2$ .

Рис. 6.2 Графік стабілізації газового середовища в упаковці з газообмінним вікном

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 плівчастих контейнерах з газоселективними мембранами не знайшло широкого поширення, насамперед, у зв'язку зі:

- 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.

З метою вдосконалення процесу створення МГС біологічним шляхом в Росії було запропоновано використати для створення МГС у контейнерах газоселективний термодифузійний пристрій (ГСТУ) з ударного полістиролу (трубчастого, дво- і чотирьохлопастного). У порожній частині ГСТУ вклеєні мембрани із силіконового полідіметилсілоксанового каучуку, армованого міцною тканиною. Перевага цих пристроїв

полягає в тому, що вони можуть бути використані в контейнерах з поліетиленовими вкладишами будь-якого типу й перебувати безпосередньо в масі продукції. Це сприяє інтенсифікації дифузійного газообміну й конвективному відводу фізіологічного тепла, скорочує більш, ніж в 1,7 рази температурний градієнт у масі соковитої рослинної сировини, забезпечує надійний захист газоселективного елемента (матеріалу) від механічних ушкоджень і від контакту з продукцією, скорочує період стабілізації газової атмосфери більш, ніж в 5 разів. Недоліком цього варіанту є необхідність повторної переупаковки продукції в місцях закладки на зберігання.

У Росії випускають такі газоселективні мембрани: МД - А1 (на основі кремнійорганічного блоксополімеру «Сілар»); МДК (на основі кремнійорганічного полімеру на паперовій підкладці); ПА - 160 (на основі полівінілтриметилсілоксану); «Сигма» (на основі силіконової гуми, нанесеної на армовану тканину - капронову сітку).

При будь-яких варіантах використання МГС при зберіганні продуктів, повітронепроникна плівка з полімерних матеріалів сприяє стабілізації температурного режиму всередині упаковки. Це відбувається за рахунок згасання амплітуди коливань температури повітря в сховищі. Тому що виділення біологічного тепла (тепла дихання продукту) соковитою рослинною сировиною неминуче, зберігання їх без випару вологи неможливе [46, 57, 81].

При зберіганні продуктів у герметичних упаковках, стінки упаковки періодично виступають у ролі приладів охолодження, і на них конденсується волога, яка виділяється продуктом.

Конвекційний теплообмін між рослинним продуктом і повітрям, що рециркулює у герметичній упаковці, неминуче супроводжується вологообміном навіть при рівноважній відносній вологості повітря 100%, тому розмір крапель, які випадають на стінках упаковки, увесь час збільшується, що призводить до їхнього періодичного відриву й випадання у вигляді «інфекційних крапель» на продукт.

Зберігання плодів та овочів невеликими партіями (не більше 10-15 т) в упаковках або накидках з газо-селективних плівок доцільно на міських плодоовочебазах. У місцях масового вирощування, будуються невеликі сховища. Перспективним для них виявилось зберігання в габаритних штабелях зі стаціонарним покриттям з газо-селективної поліетиленової плівки або з газонепроникного матеріалу з вбудованими газообмінними пристосуваннями.

Позитивні результати використання габаритних штабелів при зберіганні різних видів плодів дозволили розробити конструкцію «плаваючої» камери. Така конструкція укриття дозволила зменшити кількість відтаювань камерних повітроохолоджувачів в 3 рази, порівняно зі зберіганням у звичайному газовому середовищі, що сприяло підтримці найбільш рівномірного температурного режиму в «плаваючій» камері [25,30, 47].

## **6.2 Xtend - технологія при зберіганні в МГС**

Компанія "Степак" запропонувала нову технологію. Її особливості - збереження свіжих продуктів з використанням сучасної упаковки для зберігання й транспортування плодоовочевої продукції. Xtend - технологія, що дозволяє зберегти овочі й фрукти в стані абсолютної свіжості. Основа технології - створення модифікованої атмосфери (МА) усередині полімерної упаковки (пакета) і підтримка її до моменту споживання продукту, що зберігається. Запатентований полімерний пакет дозволяє завдяки тому, що підтримує оптимальне співвідношення вуглекислого газу, кисню й вологості, зберігати продукцію в стані абсолютної свіжості. При цьому в упаковці відсутній конденсат. Суть даної технології в тому, що овочі або фрукти повинні бути охолоджені до температури 1-6<sup>0</sup>С та упаковані в спеціальний пакет Xtend, що збереже плід протягом тривалого часу. Потім коробки із продукцією укладаються на палети, і в рефрижераторах або в холодильній камері вагона при температурі 1-6<sup>0</sup>С товар доставляється без втрат до місця призначення.

Термін зберігання плодоовочевої продукції, упакованої за даною технологією: черешня - до 50-60 днів, суниця - 12-18 днів, огірок - 18-21 день, петрушка, кріп - 12-14 днів.

Xtend - технологія вимагає створення спеціального пакувального центру, який необхідний для швидкого охолодження й упаковки плодоовочевої продукції. Залежно від

асортименту й обсягів продукції, пакувальні центри різняться за розміром, за комплектацією устаткуванням різної пропускної здатності, а також технологією охолодження (водяна або повітряна). Для переробки та упаковки продукції за технологією Xtend у промислових обсягах необхідний пакувальний центр потужністю від 40-60 тонн на добу й більше. Надто важливо також розташування даного центра в безпосередній близькості від місця вирощування продукції, щоб час між збору врожаю й початком його упаковки становив не більше 5-6 годин. Це пов'язано з тим, що після закінчення такого терміну зберегти продукцію в стані абсолютної свіжості стає неможливим. Стандартний пакувальний центр розділений на кілька технологічних ділянок, де величезне значення має охолодження, що є початком холодового ланцюга. Дуже важливе якісне сортування продукції перед упаковкою. У пакувальний пакет не повинні потрапити неякісні, ушкоджені або загнилі плоди. Останньою найважливішою умовою є грамотне перевезення продукції від пакувального центра до місця реалізації товару. Якщо цих умов не дотримуватися, можна втратити продукцію.

Тривалість зберігання різної плодоовочевої продукції при використанні Xtend-технології надано у таблиці 6.4

Таблиця 6.4

Найменування продукції	Рекомендована температура зберігання, °С	Термін зберігання, днів
Цибуля зелена (цибулина й перо)	0°С	21-30
Цвітна капуста	0	30
Редис	0	14-18
Кукурудза (неочищені качани, 28-50 шт.)	0	18-28
Огірки	9-10	18-21
Баклажан	10-12	18-21
Перець солодкий	7-10	18-21
Помідори	8-12	18
Зелень (петрушка, кріп, м'ята)	1-2	12-14
Черешня	-1-0	30-60
Персики	0-1	30-35
Нектарин	0-1	30-35
Слива	0-1	30-35
Абрикос	0-1	25-30
Суниця	0-1	12-18
Ожина	0°С	20-40
Виноград	0-1°С	30-40
Інжир	-1-0°С	20-40

Xtend-технологія працює вже 12 років у багатьох країнах світу, але, на жаль, серед цих країн поки України немає. Фахівці України мають дані про різні способи й оптимальні режими зберігання 224 культур і сортів, фруктів, овочів і винограду.

### 6.3 Зберігання плодів та овочів у регульованому газовому середовищі (РГС)

Найкращі умови зберігання соковитої рослинної сировини в кожному конкретному випадку можуть бути різні, залежно від: температури, вмісту  $O_2$  і  $CO_2$ . Так, наприклад, для низки плодівих культур оптимальними умовами зберігання вважають: температуру від  $0^{\circ}C$  до  $+4^{\circ}C$  (залежно від сорту); вміст  $O_2$  – 3%; концентрацію  $CO_2$  – 2–5%.

Однак, варто враховувати, що чутливість плодів до знижених концентрацій  $O_2$ , підвищеному змісту  $CO_2$  і до температури зберігання коливається в широких межах. Тому вибір

оптимальних режимів зберігання в РГС для окремих видів і сорту плодів може значно відрізнятися, залежно від їхніх біологічних особливостей, умов вирощування, ступеня стиглості тощо. Разом з тим, вплив окремих факторів варто розглядати не ізольовано, а тільки у взаємодії. Зокрема, швидкість дозрівання залежить від багатьох факторів. Щоб сповільнити її інтенсивність іноді досить ввести в дію один з факторів, якщо ефект його явно негативний для дозрівання. Аналогічний результат можливий також при впливі таких факторів, як концентрація  $O_2$  або  $CO_2$ .

В технології зберігання плодів та овочів у регульованому газовому середовищі виділяють чотири періоди: підготовчий (не для всіх видів продукції), охолодження, формування й стабілізації складу атмосфери, зберігання.

Підготовчий період необхідний при зберіганні в РГС картоплі й коренеплодів. Вимоги до режимів температури, вологості й складу атмосфери такі ж, як і при активному вентильованні. При навальному способі зберігання в цей період необхідно забезпечити рух повітря в насипі. При зберіганні в тарі строго стежать за дотриманням режимів температури й вологості, оптимальних для протікання раневих реакцій.

Охолодження картоплі й коренеплодів при зберіганні їх у РГС здійснюють у ті ж терміни до того ж рівня, що й при активному вентильованні. На відміну від овочів, плоди варто охолоджувати набагато швидше. На зберігання в умовах РГС вони повинні надходити протягом 1-3 діб після збору, а їхнє охолодження до оптимальної температури повинне завершуватися за 18-24 години. Охолодження закладеної на зберігання продукції до потрібної температури повинно бути проведене перед закриттям камери, оскільки швидке зниження температури в герметичній камері сприяє створенню в ній вакууму й порушенню герметичності.

У період формування й стабілізації складу атмосфери в герметичних камерах або всередині полімерних плівчастих упаковок доводять до оптимуму вміст активних газів –  $O_2$  і  $CO_2$ . Тривалість цього періоду, залежно від способу модифікації газового середовища, біологічних особливостей і стану закладеної на зберігання продукції, може коливатися від 1 до 24 діб й більше [25, 27, 42, 46, 57].

Залежно від складу газового середовища, розрізняють 3 основних типи регульованої атмосфери:

- Традиційна регульована атмосфера (Traditional Controlled Atmosphere) - вміст кисню 3-4%, вуглекислого газу 3-5%.
- З низьким вмістом кисню LO (Low Oxygen) - 2-2,5%  $O_2$  й 1-3%  $CO_2$ .
- З ультранизьким вмістом кисню ULO (Ultra Low Oxygen). Вміст кисню в камері менш 1-1,5%, вміст  $CO_2$  від 0 до 2%. Встановлено, що при низькокисневому зберіганні краще зберігаються твердість, свіжість, кислотність плодів; знижується або повністю усувається ймовірність ураження **засмагою**.

Практика й дослідження застосування РГС при зберіганні плодів вказують на наявність певних, гранично допустимих концентрацій кисню й вуглекислого газу. Так, наприклад, для більшості сортів яблук вміст кисню у використаному газовому середовищі не повинен бути нижчим 2 %, а концентрація  $CO_2$ , не повинна перевищувати 9-10 %. Подальше зниження вмісту  $O_2$  призводить до значного посилення анаеробного дихання, а збільшення концентрації  $CO_2$  – до ушкодження тканин плодів деякими фізіологічними захворюваннями. На основі числених матеріалів Міжнародної організації по стандартах (ISO), були рекомендовані оптимальні режими для деяких сортів яблук і груш (див. таблиці 6.5 й 6.6).

На даний момент встановлено, що вплив діоксиду вуглецю на інтенсивність дихання плодів полягає в загальмовуванні активності окислювально-відновних ферментів. Суть впливу діоксиду вуглецю на плоди проявляється також і в ослабленні біологічної дії етилену. Діоксид вуглецю стимулює біосинтез м'якого й твердого вісків, знижуючи проникність кутикули плоду, особливо для кисню. У результаті атмосфера всередині тканини плодів збіднюється киснем, що сповільнює дихання. Багатьма дослідниками відзначено, що плоди різним чином реагують на підвищені концентрації діоксиду вуглецю. Причини цього криються в анатомічній будові

(об'ємі міжклітинників, товщині й хімічному складі кутикули), а також у фізіологічному стані продуктів на даному етапі життя.

Таблиця 6.5 Параметри зберігання яблук, вирощених в Україні у камері із РГС

Помологічний сорт яблук	Температура зберігання, °С	Вміст компонентів атмосфери, %			Тривалість зберігання, міс.
		CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	
Ренет шампанський	0 - 1	2 - 3	5 - 6	92 - 97	7 - 9
	0 - 1	4 - 5	5 - 6	92 - 97	7 - 9
	0 - 1	2 - 3	3 - 4	92 - 97	7 - 9
	0 - 1	4 - 5	3 - 4	92 - 97	7 - 9
	0 - 1	4 - 5	15 - 16	до 79	7 - 8
Ренет Симиренко	1 - 2	2 - 3	5 - 6	92 - 97	7 - 8
	1 - 2	2 - 3	3 - 4	92 - 97	7 - 8
	1 - 2	2 - 3	15 - 16	до 79	6 - 7
Бойкен	0 - 1	2 - 8	5 - 6	92 - 97	7 - 9
	0 - 1	5 - 6	5 - 6	92 - 97	7 - 9
	0 - 1	3 - 5	3 - 5	92 - 97	7 - 9
	0 - 1	4 - 5	15 - 16	до 79	7 - 8
Банан зимовий	0 - 1	2 - 8	5 - 6	92 - 97	7 - 9
	0 - 1	5 - 6	5 - 6	92 - 97	7 - 9
	0 - 1	3 - 5	3 - 5	92 - 97	7 - 9
	0 - 1	4 - 5	15 - 16	До 79	6 - 7
Голден Делишес	0 - 1	2 - 3	5 - 6	92 - 97	7 - 8
	0 - 1	3 - 5	5 - 6	92 - 97	7 - 8
	0 - 1	4 - 5	3 - 4	92 - 97	7 - 8
	0 - 1	4 - 5	15 - 16	до 79	6 - 7
Старк	0 - 1	3 - 5	3 - 5	92	7 - 9
Пепин лондонський	0 - 1	3 - 5	5 - 6	92 - 97	7 - 9
	0 - 1	4 - 5	5 - 6	до 79	6 - 7
Ред Делишес	0 - 1	2 - 3	3 - 5	92 - 97	7 - 9
	0 - 1	3 - 5	5 - 6	92 - 97	7 - 9
	0 - 1	5 - 6	15 - 16	до 79	6 - 7
Джонатан	3 - 4	3 - 5	3 - 5	92 - 97	6 - 7
	3 - 4	3 - 5	5 - 6	92 - 97	6 - 7
	3 - 4	5 - 6	15 - 16	до 79	5 - 6
Пепин шафранний	0 - 1	3 - 5	3 - 5	92 - 94	5 - 6
Ренет орлеанський	0 - 1	3 - 5	3 - 5	92 - 94	5 - 6

Для більшості сортів концентрації діоксиду вуглецю більше 10% призводить до фізіологічних ушкоджень: внутрішньому побурінню яблук і груш, **засмазі**, розм'якшенню шкірочки та м'якоті цитрусових плодів. Так, дослідження А. А. Колісника [46] показали, що при концентрації 12 – 15 % CO<sub>2</sub> і температурі від 2 до 5<sup>0</sup>С фізіологічними захворюваннями були

вражені лимони, апельсини й мандарини. Деякі сорти яблук і груш не витримують навіть незначного підвищення вмісту діоксиду вуглецю в атмосфері зберігання.

Умови вирощування можуть дуже впливати на стійкість рослинних продуктів до грибкових захворювань і чутливість їх до хвороб холоду.

Таблиця 6.6 Параметри зберігання груш, вирощених в Україні

Помологічний сорт груш	Температура зберігання, °С	Зміст компонентів атмосфери, %			Термін зберігання, місяців
		CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	
Анжу	-1	1,6 -2,8	2	96,4 95,2	6
Ароматна	0	2,0-3,0	3	95,0-94,0	4-5
Бере Арданпон	-1 - 0	5	3	92,0	8
Бере Боск	0 -1	3	8	89,0	6
Деканка зимова	0-1	5-8	2-8	93,0-84,0	8
Добра Луїза	-1 -0	3-4	2-3	95,0-93,0	6
Жозефіна	0	2	2	96,0	5
Кюре	0-3	1-8	1,4 – 1,8	97,6-90,2	8
Лісова красуня	0	2-3	3	95,0-94,0	4-5
Улюблениця Клаппа	-1 - 0	2-3	2-3	96,0-94,0	6
Тріумф	0	3-4	2-3	95,0-93,0	6

Оптимальна відносна вологість повітря в камері повинна бути в межах 90-95%.

Дані таблиць 6.5 й 6.6 є результатами узагальнення багаторічних досліджень, виконаних у виробничих камерах з регульованим газовим середовищем [46].

Режими зберігання овочів і картоплі в РГС наведені в таблиці 6.7.

Таблиця 6.7

Вид продукції	Температура, °С	Відносна вологість, %	Склад газового середовища, %			Термін зберігання, днів
			CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	
Морква	0-1	85-95	10	11	79	120-150
	0-1	85-95	7	16	79	120-150
	0-1	85-95	3-5	2-3	92-97	150-180
Капуста білокачанна	0-1	85-92	7	14	79	180
	0-1	90-95	3-5	2-3	92-95	210-240
Капуста цвітна	0-1	90-98	5-10	3-5	85-92	45-90
	0	95	5	16	79	60
Буряк їдальня	0-1	95	0	2	98	180
	0	95	0-6	2-10	84-98	180
	0-2	95	6-8	13-15	79	150
Цибуля ріпчаста	0	95	0-1	0,5-2	97-99	180-210
Часник	2-3	75-90	5-6	3-4	90-92	180-240
Томати	10-13	90-95	0-5	2-3	92-98	30-45
Огірки	1	90-95	5	5	90	25
	7-10	95	5	2	93	15-25
Картопля	2-4	75-90	5-6	3-4	90-91	180-240
	4	80-90	5	16	79	180-210
	6-8	90-95	1	2-3	96-97	240

У період зберігання основним завданням є підтримка на необхідному рівні всіх параметрів середовища в сховищах із РГС.

Існують різні технології створення газового середовища й зберігання плодів у регульованому газовому середовищі:

- Технологія швидкого зниження концентрації кисню RCA (Rapid Controlled Atmosphere). З моменту завантаження камери концентрація кисню знижується до 2,5-3% за 1-3 дні.

- ILOS (Initial Low Oxygen Stress) – надшвидкісне зниження рівня кисню в камері за короткий проміжок часу.

На практиці ж реалізується технологія ULO + ILOS для зберігання яблук, наприклад, Голден Делішес. Зниження вмісту кисню з 21% до 5% здійснюється за 8-10 годин з моменту завантаження камери. Склад атмосфери підтримується на рівні 0,9% O<sub>2</sub> й 1,2% CO<sub>2</sub>. Управління процесом здійснюється за допомогою комп'ютеризованої системи контролю. Після семи місяців зберігання досягаються кращі результати по збереженню продукції в порівнянні із традиційним газовим середовищем.

- LECA (Low Ethylene Controlled Atmosphere). У даній технології передбачене зниження рівня етилену в камері за допомогою каталітичного конвертера етилену. Встановлено, що зниження рівня етилену й підтримка його на рівні нижче 1ppm сприяє кращому збереженню твердості й пригнічує розвиток **засмаги**. Ця технологія досить широко використовується для зберігання яблук, ківі, груш, цитрусових.

В умовах РГС знижується нагромадження спиртів і складних ефірів, отже, усувається одна із причин фізіологічного побуріння плодів, і не стимулюється інтенсивність дихання. Зменшення кількості кисню в атмосфері зберігання попереджає ще одне низькотемпературне ушкодження, пов'язане з нагромадженням у токсичних дозах щавелевооцтової кислоти. Цей процес часто спостерігається при низьких температурах зберігання деяких сортів яблук у звичайній атмосфері (у результаті пригнічення процесу відновлення щавлевої кислоти в яблучну).

Строге дотримання температурного режиму, складу газового середовища особливо важливе при використанні герметичних камер із РГС. Коливання температури в камерах із РГС не повинно перевищувати 0,5 °С, із цією метою в них встановлюються автоматичні терморегулятори. Зміна температури на 1°С викликає зміну тиску на 30 мм ртутного стовпа, що веде до розгерметизації приміщення. Циркуляція повітря повинна становити в період охолодження 30-40 об'ємів порожньої камери на годину, у період зберігання - 15-20 об'ємів.

Щодня вранці та ввечері необхідно робити виміри температури, відносної вологості повітря, складу і рухливості атмосфери, тиску (у герметизованих камерах). Вимір концентрацій газів ведуть за допомогою газоаналізаторів типу Орас, ГХП-3м [20, 46].

За збереженням плодів стежать візуально через оглядові віконця герметичних камер і за пробою плодів, які відбирають періодично через спеціальні люки. Такий огляд проводиться, щонайменше, один раз на місяць із перевіркою тривалості «залишкового ефекту», тобто здатності плодів та овочів зберігати високу якість після переносу їх з умов РГС у неохолоджувані приміщення з кімнатною температурою й звичайною атмосферою. При прояві зниження терміну залишкового ефекту до 7-10 діб продукцію необхідно терміново реалізувати.

Нормально збережені в умовах РГС плоди яблук і груш можуть залишатися в належному стані при кімнатній температурі 2–3 тижні [21, 41, 80].

Дослідженнями Палилова Н. А. [68] встановлено, що підвищений вміст CO<sub>2</sub> (4%) і знижене – O<sub>2</sub> (5%) знижує інтенсивність дихання білокачанної капусти, й сприяє розвитку хвороб, перешкоджає росту бруньок у період зберігання, але не затримує проростання коріння. При зберіганні **сівця** й цибулі-ріпки, при такому ж газовому складі при температурі від 0 до 5 °С та відносній вологості повітря від 85 до 90 % протягом семи-восьми місяців, вихід товарної цибулі становив 91-98 % при природній втраті маси 0,5-1,5 %. Підвищений вміст вуглекислоти перешкоджав здійсненню органогенезу в цибулинах під час зберігання при позитивних (яровизуючих) температурах і виключав стрілкування цибулі в період вегетації.

Проблема зберігання в зміненому газовому середовищі, незалежно від способу його створення, зводиться до ретельного підбору сорту й режиму обробки. Діаграма (рис. 6.3), яка побудована за дослідними даними [8] показує якість збереження винограду та ілюструє можливості оптимізації газового режиму.

Аналіз діаграми дає можливість зробити такі висновки:

- існує багатоваріантність газових режимів відносно втрат винограду;
- зниження вмісту кисню менше 4% недоцільно;
- ефективна область  $\text{CO}_2$  і  $\text{O}_2$  лежить в інтервалі від 4 до 8 %.

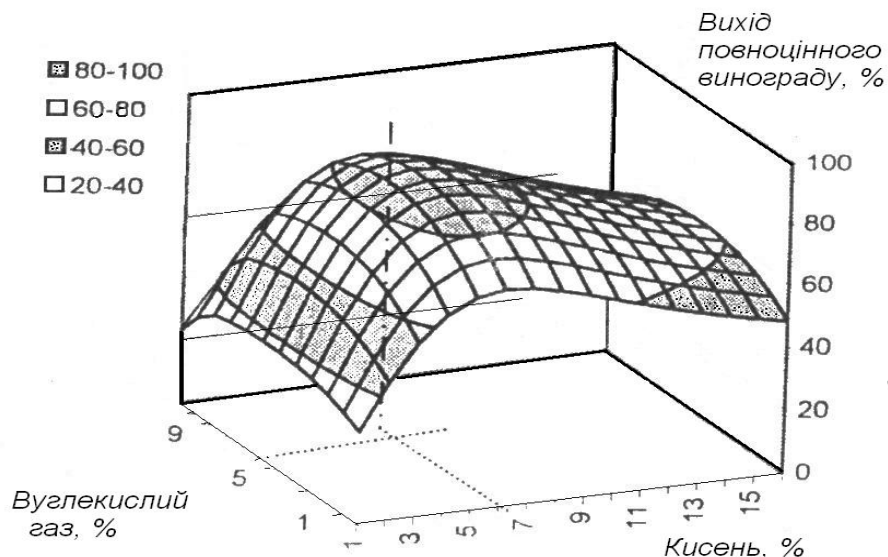


Рис 6.3. Діаграма впливу складу газового середовища на результати зберігання винограду сорту Шабаш.

На відміну від холодочутливих продуктів, на більшість видів фруктів та овочів низькі температури (до 3–4 °С) діють сприятливо, а для деяких з них (наприклад, для кісточкових плодів, ягід, зелених овочів) є життєво необхідними. Інтервал температур близько 0 °С істотно впливає на втрати продукту, тому зниження температури зберігання винограду з 2 °С до -1,5 °С дозволило скоротити втрати в 1,4-2 рази [51].

Позитивний вплив температур, близьких до криоскопічних, встановлено при зберіганні цибулі, часнику, капусти, кісточкових плодів, окремих сортів яблук і груш. Результати використання комбінування дуже низьких температур і РГС, які додатково підсилюють ефект зберігання, наведені в таблиці 6.8.

В таблиці 6.8 показано вплив низьких температур і РГС на втрати і якість (в %) слив сорту Угорка звичайна (після 115 діб зберігання) [26].

Таблиця 6.8.-

Тип газового середовища	Температура, °С	1 сорт	Обріз гнилизни	Збиток маси
Субнормальна $\sum(\text{O}_2 + \text{CO}_2) < 21\%$	- 2	92,1	0,1	1,1
	0	84,7	0,3	1,2
	2	83,2	0,2	1,3
Нормальна $\sum(\text{O}_2 + \text{CO}_2) = 21\%$	-2	82,1	0,6	1,3
	0	64,5	1,6	1,4
	2	63,3	2,0	1,6



Теоретично, фрукти та овочі можна зберігати й у переохолодженому стані, однак, на практиці важко уникнути підморожування [74]. Проблема втрат при наднизьких температурах пов'язана не з біологічними особливостями об'єктів зберігання, а із забезпеченням стабільності температури продукту. Коливання температури негативно впливають на втрати при зберіганні [7, 67, 71, 90, 100, 101], за винятком запрограмованих температурних режимів, коли планована зміна температури пов'язана з адаптацією продуктів до низькотемпературного стресу.

Підвищені концентрації  $\text{CO}_2$ , що є конкурентним інгібітором етилену, знижують біологічну активність останнього. Таким чином, в атмосфері з підвищеним вмістом  $\text{CO}_2$  і зниженою концентрацією  $\text{O}_2$  дію етилену як стимулятора досягання плодів практично усунуто або значно ослаблено.

В той же час, необхідність встановлення кожного разу саме того режиму, який відповідає умовам зберігання того чи іншого виду продукту в кожному конкретному випадку залежно від: температури, вмісту  $\text{O}_2$  і  $\text{CO}_2$ , є недоліком використання даного способу зберігання.

Останнім часом широке застосування типових повнозбірних конструкцій із сендвіч-панелей (заповнених пінополіуретаном) значною мірою полегшує й уніфікує методи герметизації сховищ із РГС. Така герметизація дуже часто використовує склотканину і поліефірні смоли, хоча є думка про небажаність виділень цих смол у газове середовище камери [38, 45, 89].

#### **6.4 Техніка забезпечення РГС та її особливості**

Використання РГС для зберігання плодоовочевої продукції можливе тільки при повній герметичності сховища. Останнім часом з цією метою використовують повнозбірні типові конструкції із сендвіч-панелей, заповнених пінополіуретаном.

Для створення й підтримки регульованого газового середовища зараз застосовують адсорбери  $\text{CO}_2$ , генератори азоту й кисню, каталітичні конвертори етилену.

При зберіганні винограду та цитрусових застосовують адсорбери сірчистого ангідриду  $\text{SO}_2$ .

Доцільним вважається застосування одного адсорбера  $\text{CO}_2$  на одну камеру. На практиці зустрічається використання одного адсорбера  $\text{CO}_2$  великої продуктивності, централізовано встановлюваного на кілька камер. При цьому виникає багато проблем, зокрема:

- потужність та, відповідно, енергоспоживання адсорбера велике і при роботі однієї або двох камер явно завищено;
- загальна довжина пластикових трубопроводів збільшується, зростає також і ймовірність витоків у трубопроводах і у місцях проходження через стіни;
- існує небезпека, що у випадку поломки якого-небудь клапана на розподільній лінії, тиск усередині камери може різко зрости або зменшитися (залежно від клапана), приводячи іноді до розгерметизації панелей і структури стелі й стін. В поодиноких адсорберах клапани не використовуються, тому що кожен апарат напряму з'єднаний з камерою;
- зростає складність монтажу й керування установкою;
- процес регенерації є більш тривалим, ніж процес поглинання.

При однаковому вмісті адсорбенту, одиночний адсорбер з одним резервуаром працює продуктивніше за великий адсорбер із двома резервуарами.

При проектуванні камер схову із РГС необхідно брати до уваги такі фактори [10]:

- необхідно забезпечити коректний підбір холодильного устаткування (схем охолодження, холодопродуктивності установки, площі поверхонь повітроохолоджувачів, кратності повітрообміну);
- зберігання плодів у камерах із РГС здійснюється при температурі від  $0^\circ\text{C}$  до  $4^\circ\text{C}$  і відносній вологості повітря від 90 до 95%;
- герметизація камери повинна забезпечувати максимальну газонепроникність підлоги, стін, стелі, дверей. Місця стикування різних елементів також повинні забезпечувати необхідну герметичність. Товщину сендвіч-панелей, як правило, визначають орієнтовно, 100-120 мм. Перед здачею в експлуатацію необхідно проводити спеціальний тест на герметичність;

- для газоізоляції стін застосовують різні матеріали: бітумно-латексні мастики, склотканину із просоченням епоксидними смолами, фольгу, оцинковану сталь і фольгоізол. Застосування оцинкованої сталі в якості газоізоляційного матеріалу забезпечує надійну герметизацію, але вимагає більших фінансових витрат.

Погана ізоляція камери призводить до збільшення потужності холодильного устаткування, зниженню відносної вологості й погіршенню якості збереженої продукції.

Результати зберігання залежать також від якості продукції, що закладається, і від періоду збору врожаю.

Про збереженість продуктів судять за візуальними спостереженнями, проведеними через

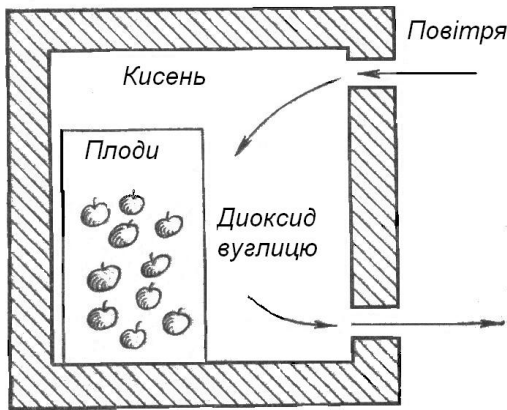


Рис. 6.4 Схема зберігання в РГС із дозованою подачею повітря

повинні постійно перебувати ще два чоловіки, з яких один повинен бути у дихальному апараті. Під час знаходження фахівців у камері із РГС зв'язок з ними підтримується за допомогою радіоапаратури або сигнальних пристроїв.

Перед розкриттям камери з метою вивантаження продуктів, її вентилують до того моменту, поки у складі атмосфери камери вміст кисню складатиме не менше 20,8 %, за повної відсутності  $\text{CO}_2$ . Термін реалізації зерняткових плодів після розкриття камер з РГС не повинен перевищувати 10 днів, винограду - 3 дні.

Існуючі технології зберігання плодів та овочів не забезпечують гарантований їхній захист від ураження багатьма фізіологічними захворюваннями.

Заданий склад газового середовища може створюватися біологічним шляхом. При створенні РГС природним шляхом надлишкову кількість діоксиду вуглецю з камер видаляють або дозованою подачею свіжого повітря (рис. 6.4), або застосуванням апаратів-скрубєрів (рис 6.5).

Основне завдання в цьому випадку полягає у видаленні з камер надлишку  $\text{CO}_2$ , для чого останні оснащуються спеціальними поглиначами вуглекислоти – наприклад, скрубєрами різної конструкції

В якості поглинаючих речовин використовують розчини їдких лугів калію й натрію, сухе гашене вапно (пушонку), розчини етаноламінів (моноетиламін, діетиламін, триетиламін), розчин вуглекислого калію та ін. У процесі використання розчинів їхня поглинаюча здатність знижується, тому вапно заміняють, а інші поглиначі регенерують (поташ - пропусканням

оглядові віконця герметичних камер, і за пробами плодів й овочів, які періодично відбирають через спеціальні люки. Такий огляд проводиться не рідше одного разу на місяць із перевіркою тривалості «залишкового ефекту», тобто здатності рослинних продуктів зберігати високу якість після переносу їх з умов РГС у неохолоджувані приміщення з кімнатною атмосферою.

При зниженні терміну залишкового ефекту до 7-10 діб продукцію необхідно терміново реалізувати [10, 21, 41].

Щоб уникнути порушення складу атмосфери, до камери входять через спеціальний люк, який потім прикривають. У разі необхідності, він повинен легко відкриватися зсередини. Входити в камеру дозволяється тільки удвох. Біля люка, крім того,

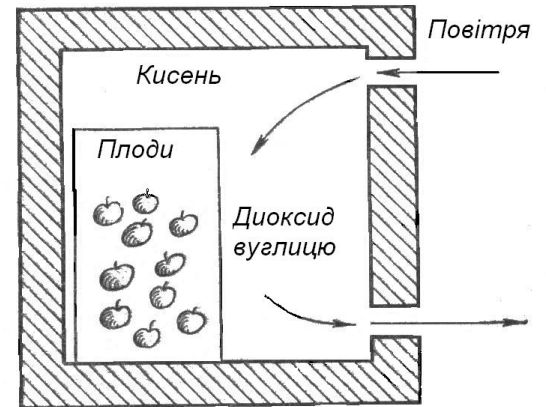


Рис. 6.4 Схема зберігання в РГС із дозованою подачею повітря

повітря, етаноламіни - нагріванням). Для поглинання етилену й інших летких речовин у скруберах є осередки з активованим вугіллям, обробленим бромом.

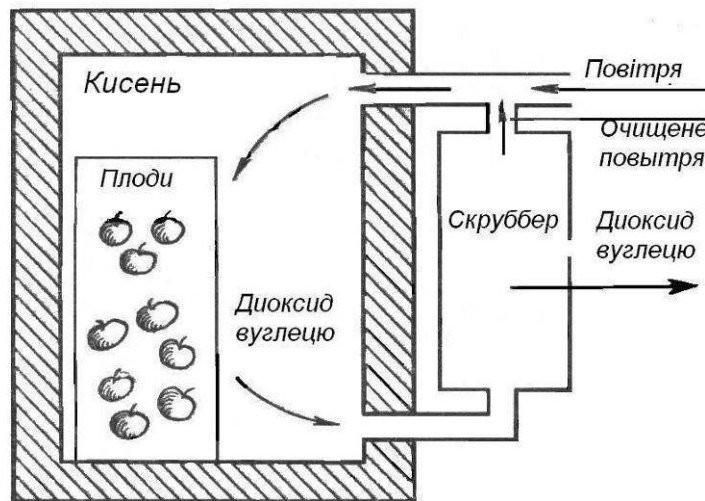


Рис. 6.5 Схема зберігання в РГС із застосування скрубберів

Час стабілізації складу газового середовища досить тривалий - від 15 до 30 діб, й залежить від ступеня герметичності камери, кількості і стадії стиглості плодів та овочів, а також від температури зберігання. Час виходу на заданий режим атмосфери може бути скорочений до 3 - 4 діб, якщо ввести в камеру додаткову кількість азоту (балонного або рідкого), з метою витиснення значної частини повітря. Такий спосіб створення РГС є прикладом сполучення внутрішньої й зовнішньої генерації атмосфери. При недостатній герметичності камер тільки цей комбінований спосіб дозволяє створити потрібне газове середовище й надалі підтримувати заданий її склад періодичним введенням необхідної кількості азоту.

Замість скрубера в герметичних камерах можуть бути використані газообмінники – дифузор Марселлена або обмінник дифузор типу БАРС російського виробництва [80], (див. рис. 6.6), основною частиною яких є невелика дифузуюча батарея мембран із силіконово-каучукових еластомірів, що утворюють паралельно розташовані канали для циркуляції через них повітря, яке нагнітають камерні вентилятори. Мембрани виконані з пористого матеріалу

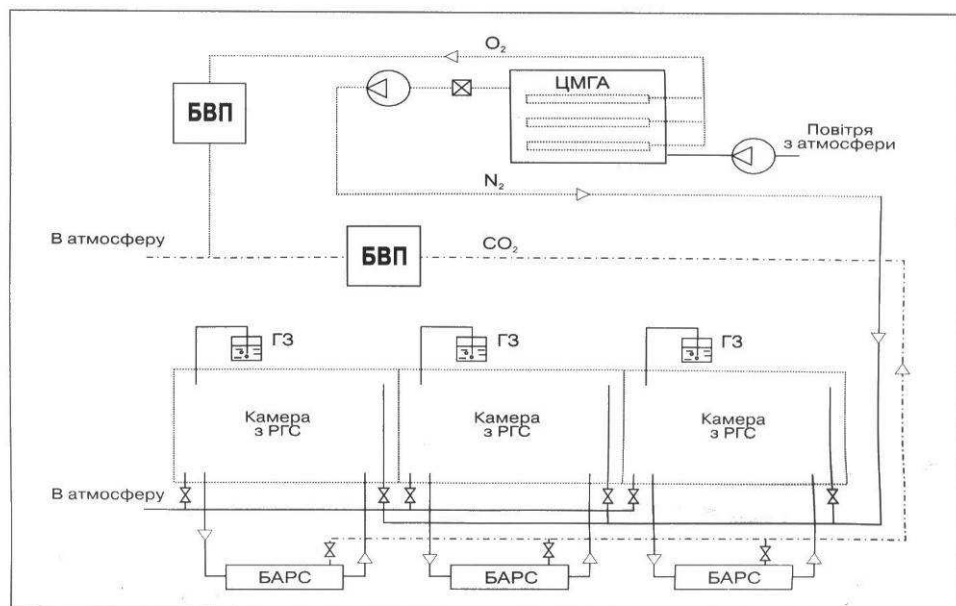


Рис. 6.6 Принципова схема установки БАРС

(наприклад, батисту або тонкої синтетичної тканини), покритої тонким шаром каучуку (з діметилполісілоксану). Завдяки селективній проникності плівок дифузора (більш високої для  $\text{CO}_2$  і меншої для  $\text{O}_2$  й  $\text{N}_2$ ) відбувається обмін газів із зовнішньою атмосферою (рис. 6.7). З відсмоктаного з камери повітря в зовнішню атмосферу йде надлишок  $\text{CO}_2$ , частково  $\text{N}_2$ , етилен, ароматичні речовини; ззовні в камеру надходить невелика кількість повітря, а в його складі –  $\text{O}_2$ . Циклічність цього процесу виключає можливість повного виключення з атмосфери кисню й надлишкового нагромадження  $\text{CO}_2$ . При правильно обраному розмірі дифузійної поверхні (залежно від кількості й виду завантажених плодів й овочів, температури й інших факторів) у сховищі буде підтримуватися стабільний склад газового середовища II типу: 3 %  $\text{O}_2$  та 3-5 %  $\text{CO}_2$  [8].

При внутрішній генерації атмосфери зазначеними способами для прискорення її модифікації важливо використати високу активність дихання свіжезібраних плодів. Тому зберігання в місцях збору врожаю дасть більш високий ефект. На бази ж промислових центрів плоди надходять не раніше, ніж через 2-3 тижні, а нерідко - через 1,5 -2 місяці, тому ефекту від зберігання в зміненому газовому середовищі може й не бути. Плоди, що досягли споживчої зрілості, не має сенсу закладати на зберігання в умовах РГС.

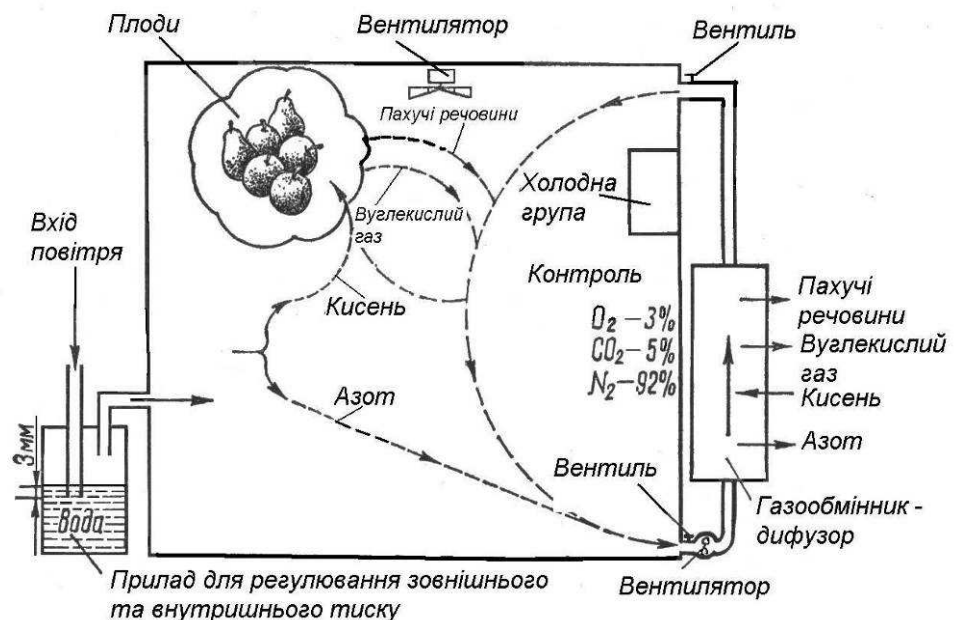


Рис. 6.7 Принцип роботи камери для зберігання плодів у РГС, обладнаної газообмінником - дифузоре

Варто особливо підкреслити, що при біологічній генерації заданих газових середовищ у камерах найважливішою й обов'язковою умовою є герметизація приміщення.

Необхідно при цьому враховувати таке: якщо відбулася розгерметизація камери після 3-4 місяців зберігання плодоовочевої продукції, то надалі, навіть при належній газоізоляції приміщення, не можна створити в ньому необхідного складу газового середовища біологічним шляхом, оскільки до цього часу плоди й овочі мають мінімальну інтенсивність дихання.

Іншим різновидом устаткування для створення газових середовищ штучним шляхом є газові генератори, що представлені на рис. 6.8.

Принцип їхньої дії базується на спалюванні горючих газів, очищенні й охолодженні отриманих газових сумішей, які потім подають у герметичні камери із продуктом. Генератори підрозділяють на установки проточного й рециркуляційного типу. В установках проточного

типу горючий газ спалюють в атмосферному кисні. Отриману газову суміш подають безпосередньо в камеру із РГС і витісняють надлишок газів з камери в атмосферу. Тобто, в генераторах проточного типу має місце відкрита схема роботи: атмосфера - генератор - камера - атмосфера. У генераторах рециркуляційного типу - замкнута циркуляції газового середовища: схема камера - генератор - камера.

У цьому випадку горючі гази спалюють за допомогою спеціальних каталітичних пальників у кисні газового середовища, відібраного з камери схову. Потім отримані й очищені газові продукти спалювання подають у камеру. Перевага генераторів рециркуляційного типу, в порівнянні із проточними генераторами, полягає в меншій витраті палива (природного газу або пропану) на тонну рослинних продуктів, що зберігають (плодів) і значно меншому утворенні шкідливих окислів азоту. [16,17,18,19,20, 21].

До генераторів проточного типу відноситься установка УРГС – 2Б. Вона складається з газогенератора нейтральних середовищ марки ГНС -2Б й апарату очищення АТ -2Б. Газове середовище одержують шляхом спалювання природного або зрідженого газу в генераторі з подальшим очищенням від надлишку діоксиду вуглецю й інших домішок. У блок очищення входить вологовиділення, що видаляє надлишкову краплинну вологу з газових середовищ. Генератор нейтральних середовищ виконаний єдиним блоком і складається з камери згоряння, пальника, контактної холодильника, конденсатозбірника, газорегулюючої станції, системи подачі й регулювання охолодженої води, щита керування й контролю. Одна установка повинна забезпечити збереження до 1 тис. т плодів у камерах із РГС.

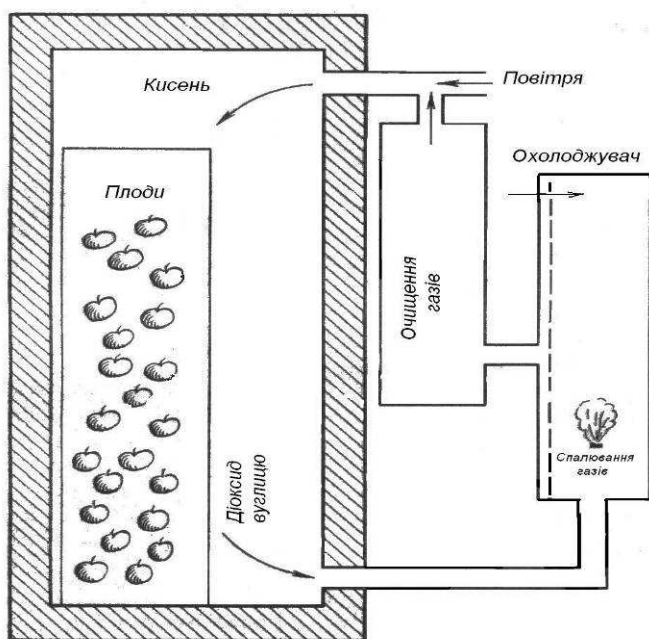


Рис. 6.8 Схема зберігання в РГС із застосуванням газових генераторів

Система автоматично забезпечує підтримання температури в камерах з точністю  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  і відтаювання повітроохолоджувачів.

Оптимальний газовий режим зберігання в таких установках: по діоксиду вуглецю - 5 %, кисню - 3%, азоту - 92 %.

### 6.5 Особливості устаткування пересувних фруктосховищ із РГС

У зв'язку з високою вартістю металевих конструкцій, останнім часом всі частіше використовують полімерні матеріали. До числа нових матеріалів належить, зокрема, фольгоізол - алюмінієва фольга, склеєна в заводських умовах гарячим пресуванням з резино-бітумною сумішшю (ізол). Його випускають у вигляді рулонів. А також прогумовані тканини, що дозволяють здійснювати надувні конструкції (див. рис. 6.9).

В Україні і Молдові у свій час для зберігання плодів у місцях вирощування застосовували надувні охолоджувані склади із прогумованих тканин і полімерних матеріалів. Така споруда тримається на арках і з'єднується за допомогою анкерного кріплення з бетонною плитою основи. Герметичність стиків досягається склеюванням за допомогою речовини, виготовленої на основі неоперену. Комплекс камер у плані створює прямокутник 90 м на 20 м.

Переваги таких сховищ полягають в значному зменшенні капіталовкладень при незначній тривалості монтажу (декілька тижнів). Термін експлуатації таких сховищ - до 15 років.

При будівництві таких камер необхідно передбачати в їхній стінах (краще в одній) уведення для підключення контрольно-вимірювальних приладів, устаткування для регулювання газового

середовища (дифузор - газообмінник, газогенератор або скруббер), установки для зрівнювання зовнішнього й внутрішнього тиску.

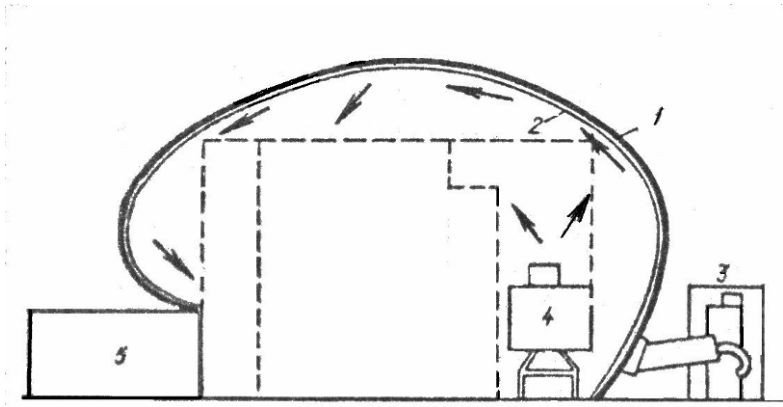


Рис. 6.9 Схема надувної конструкції сховища із РГС:

1 - верхня оболонка, покрита синтетичним каучуком; 2 - внутрішнє облицювання, покрите пінополіуретаном; 3 - компресор для підтримки внутрішнього тиску; 4 - холодильна установка; 5 - тамбур.

Система охолодження в таких сховищах передбачається тільки повітряна. Повітроохолоджувачі, переважно настільні, доцільно розміщувати безпосередньо в самій камері. У камері для гомогенізації газового середовища встановлюють вентилятори на рециркуляцію, з розрахунком забезпечення 20-кратного перемішування об'єму повітря камери протягом години при попередньому охолодженні плодів, і 10-кратного - при зберіганні. Вентилятори повинні працювати безвідмовно протягом усього періоду зберігання. У камері розміщують датчики для автоматичного дистанційного вимірювання температури й вологості, а також трубки для надходження газової суміші з камери в автоматичні газоаналізатори [38, 45, 89].

### 6.6 Способи зовнішньої регенерації газового середовища

При використанні зовнішньої генерації, камери плодосховищ не потребують високого ступеня герметизації (як при внутрішній генерації), яка пов'язана з більшими витратами [20, 25, 27, 42, 47]. Застосування таких камер особливо перспективно для продукції з обмеженими термінами зберігання. У камерах із зовнішньою генерацією можливі часткове завантаження й вивантаження плодів у процесі зберігання.

Сучасна практика промислового зберігання яблук і груш найчастіше використовує для створення й підтримки в камері фруктосховища необхідного газового складу спеціальні газогенератори, де суміш, збіднену на  $O_2$ , одержують у результаті спалювання газового палива (пропан, бутан, метан або їхньої суміші) у газоспалювальних пристроях. Газову суміш відповідного складу й температури подають у камеру після очищення продуктів спалювання від надлишку  $CO_2$ , інших домішок та охолодження. Цією сумішшю в камері із плодами заміняють повітря або наявне газове середовище. У зв'язку з тим, що при роботі генераторів з камер завжди необхідно видаляти надлишок  $O_2$ , розроблені генератори рециркуляційного типу, в яких для спалювання газів використовують не тільки повітря, але й середовище з камер. У таких генераторах застосовують спеціальні каталітичні пальники, що забезпечують досить повне спалювання горючого газу в середовищах з низьким вмістом  $O_2$ .

В Україні було розроблено кілька моделей генераторів й апаратів очищення, що успішно пройшли випробування і були рекомендовані у серійне виробництво. Сучасні генератори дають можливість одержати продукти згоряння, що містять від 1 до 2%  $O_2$ . При надходженні таких продуктів у камеру з плодами вміст  $O_2$  у ній можна довести до 3%, при тривалості виходу на стаціонарний режим від 1 до 3 діб. Недолік цього методу - порівняно висока вартість устаткування, збільшення експлуатаційних витрат і відносна вибухонебезпечність.

Для одержання газового середовища зі знизеним змістом  $O_2$  і підвищеною концентрацією  $CO_2$  було розроблене устаткування УРГС-2 [19] з моноетаноламіновим апаратом очищення, системою газопостачання, повітропостачання, електропостачання, розподілу газового середовища в камерах схову й повернення його на станцію для очищення. Воно складається з генератора ГНС-2А та апарату очищення від  $CO_2$  моделі – АО-1 (рис 6.10).

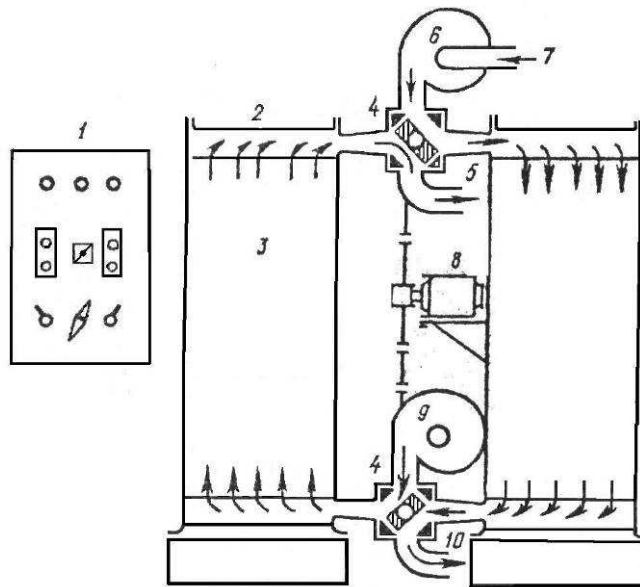


Рис. 6.10 Апарат очищення газів моделі АО-1

1 - приладова шафа; 2 - адсорбер; 3 - активоване вугілля; 4 - чотириходовий кран; 5 - трубопровід для скидання повітря регенерації назовні; 6 - вентилятор циркуляції газового середовища; 7 - трубопровід для подачі суміші газів з камери в апарат очищення; 8 - виконавчий механізм ІМТ-4/5/2,5; 9 - вентилятор регенерації; 10 - трубопровід для подачі суміші газів з апарату очищення в камеру.

Для одержання такого середовища в камері згоряння спалюється рідкий газ (пропанобутанова суміш) або природний газ у суміші з повітрям. Регулюючи кількість повітря, що подається на горіння, концентрацію  $O_2$  на виході з генератора можна змінювати в межах від 0,5 до 8%,  $CO_2$  – від 13,6 до 8%; вміст азоту при цьому складе 83-85,8%. Одержувана газова суміш (при температурі на виході з генератора 10 – 25<sup>0</sup>С) має відносну вологість 100 %.

Апарат очищення АТ-1 призначений для повного або часткового зниження концентрації  $CO_2$ , що виробляється генератором, або для очищення газового середовища, що надходить із камери. Склад газового середовища визначається на газоаналізаторах типу ГХП-3М, а тиск і вакуум у камерах вимірюється рідинними **тягонапоромірами** типу ТНЖ-Н. Крім того, склад газового середовища контролюється в камерах автоматичними газоаналізаторами.

Низька температура рідкого азоту (-195,8<sup>0</sup>С) дозволяє при його введенні в камеру плодосховищ значно знизити потреби в штучному холоді.

Закордонний досвід використання рідкого азоту для формування газових середовищ при зберіганні плодів показує, що він найбільш ефективний при зберіганні плодів, чутливих до підвищених концентрацій  $CO_2$  в атмосфері (не більше 0,5-1,5 %). Постійне або періодичне введення у фруктосховище азоту повинне поєднуватися з роботою скрубєрів.

Економічна ефективність використання рідкого азоту (у порівнянні з іншими способами формування РГС) завжди перебуває в прямій залежності від його вартості. Азот, безсумнівно, вигідний там, де він є побічним (або відпрацьованим) продуктом деяких спеціальних криогенних підприємств. Перевезення рідкого азоту на велику відстань або спеціальна організація його виробництва для зберігання плодів у РГС, напевно не може бути рентабельним.

Як відомо із закордонної практики, рідкий азот з успіхом застосовується для підтримки низької температури й необхідного газового складу при транспортуванні швидкопсувної продукції, зокрема плодів, ягід й овочів [39,40].

Застосування рідкого азоту – один зі способів регулювання складу газового середовища й зниження температури повітря при зберіганні й перевезенні продукції. Азот в цих умовах сам не вступає у хімічні реакції й активна роль при зберіганні рослинних продуктів належить  $O_2$  і  $CO_2$ . Азот є тільки як би «наповнювачем». Тому не можна протиставляти зберігання в середовищі азоту й у РГС – хоча, власне кажучи, це одне й теж саме.

Однак, і ця технологія зберігання має істотні недоліки:

- високі одноразові капітальні витрати на будівництво фруктосховища з регульованою атмосферою (16-18 грн. на кг плодів); окупність витрат забезпечується тільки через 2-3 роки при закладці високоякісних плодів;
- значні витрати на реконструкцію звичайних фруктосховищ (6-8 грн. на кілограм плодів) при установці генератора азоту й апарату очищення;
- не гарантується захист плодів від **засмаги** без обробки антиоксидантами, частіше спостерігається посилення розвитку цього захворювання;
- при істотних відхиленнях від рекомендованих умов зберігання (несвоєчасне створення атмосфери і температури; значні коливання факторів зберігання), якість плодів знижується через передчасний розвиток фізіологічних і грибних хвороб.

Крім того, після вивантаження плодів з камер з регульованою атмосферою при доведенні до споживача зберігається значна частка ризику зниження їхньої якості - швидке перестигання, втрата твердості, соковитості й смаку, ураження різними захворюваннями. Це відбувається через різку зміну атмосфери з низьким рівнем кисню (1,5 - 2,0%) на звичайну атмосферу (ЗА), з високим рівнем кисню (21%), що стимулює біосинтез етилену.

### **6.7 Зберігання плодів та овочів по системі УНК**

У камерах схову з ультранизькою концентрацією кисню (УНК) вміст кисню від 1,5 % і нижче. Така концентрація досягається наповненням камери азотом ( $N_2$ ) і вважається оптимальною.

Вона дозволяє:

- різко загальмувати процес дихання плодів, що сприяє збереженню значної частини енергії, що утримується в плодах після збору врожаю;
- захистити плоди від впливу кисню (оксидації) на їхній зовнішній вигляд (втрата кольорів, потемніння тощо).

Схема організації процесу з ультранизьким вмістом кисню показана на рис. 6.11 [43].

Однак, при занадто низьких концентраціях кисню, плоди задихаються, і може початися процес бродіння. Мінімально допустимі концентрації кисню залежать від сорту плодів або овочів, клімату й інших аспектів. Наприклад, для всіх сортів яблук рекомендується концентрація  $O_2$  не нижче 1,2 %. Мінімально допустима концентрація кисню може бути легко визначена методом її зниження до моменту початку утворення етанолу ( $C_2H_5OH$ ). Якщо процес утворення етанолу буде відмічений у найбільш ранній стадії, то його дуже просто буде зупинити за допомогою підвищення концентрації кисню на десятку частку відсотка. Таким чином, можна одержати мінімально допустиму концентрацію  $O_2$  для даного сорту.

При природному зниженні вмісту кисню в камері (приблизно на 1% на добу) за рахунок дихання плодів буде потрібно приблизно 20 днів, щоб досягти необхідної концентрації. У цей період плоди втраять велику кількість енергії, а також тургор (стануть м'якими). Тому доцільніше прискорювати зниження концентрації кисню за допомогою азоту. Зазвичай, достатньо довести її до 5 %, після чого плоди стають настільки активні, що протягом декількох днів досягається необхідна УНК- концентрація.

Якщо апаратура для відстеження етанолу буде увімкнена на весь період зберігання, то вона буде виконувати функцію додаткового захисту. Така апаратура повинна "помічати" найнижчий вміст етанолу – від 1 ppm (part per million) і нижче.



Головна умова підтримки оптимальної (низької) концентрації кисню – це надійна герметизація камери.

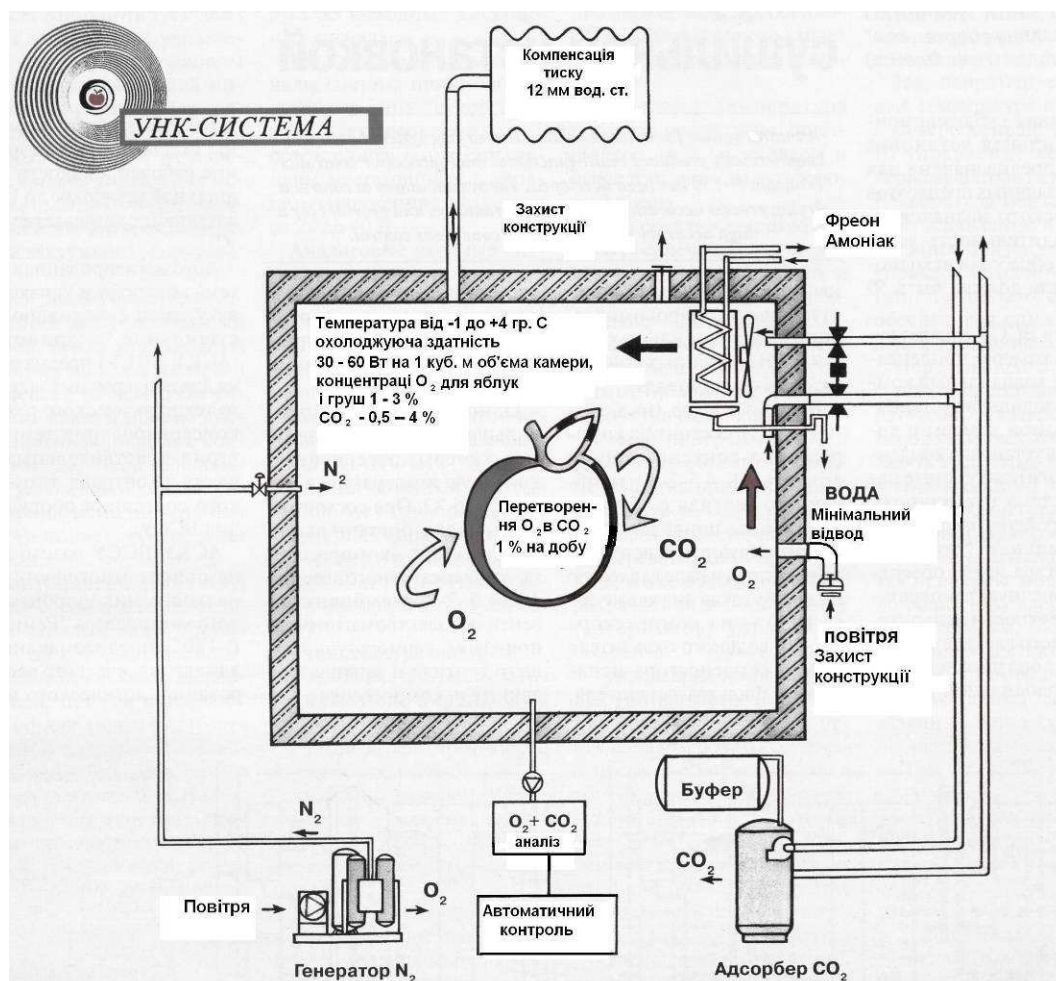


Рис. 6.11 Установа для забезпечення УНК – технології.

Для організації тривалого зберігання необхідний такий порядок робіт:

- технологічний регламент для забезпечення оптимальних режимів зберігання для різних видів і сортів плодоовочевої продукції;
- проектування нових і реконструкція старих сховищ під тривале зберігання в газовому середовищі з ультранизькою концентрацією кисню (УНК);
- розрахунок і поставка газонепроникних панелей, дверей і фрамуг, необхідного холодильного та УНК - устаткування;
- контроль над будівництвом і реконструкцією, здійснюваними місцевими підрядниками;
- поставка окремих вузлів.

### 6.8 Генератори азоту на основі мембранних систем

В останнє десятиліття минулого століття й на початку нового широкого поширення одержали апарати й пристрої **для поділу** газових і пароподібних сумішей різного складу на основі мембранних систем. Зараз достатньо добре відомі апарати **для поділу** повітря на азот 95-98% і кисень 33-42% на основі полімерних мембран. Ці апарати за своїми техніко-економічними показниками значно перевершують балони високого тиску (150 атм.), заповнені азотом, що одержують за традиційною криогенною технологією [43, 80]. Насамперед, слід зазначити зручність при одержанні азоту "in situ" (на місці) без додаткових транспортних витрат балонів високого тиску.

Слід також зазначити можливість одержання за цією технологією 99,9 % азоту шляхом використання каталізаторів допалювання залишкового кисню.

Як економічний аргумент доцільності використання мембранних апаратів, варто нагадати, що середня вартість одного літра отриманого азоту на 50% дешевше традиційного криогенного.

Фірма "КЛІМБІ" виробляє генератори азоту на основі мембранного модуля власної розробки (патент № 204319): генератори азоту з використанням малогабаритних безмастильних компресорів конструктивно виконані в одному корпусі разом з мембранним блоком.

Як приклад, нижче наведені основні технічні характеристики одного з таких азотних генераторів:

- продуктивність - не менше 10 л/хв;
- концентрація азоту - 96-98% ;
- вологість відносна - 2%;
- тиск на виході - 6-8 атм.;
- споживана потужність - 1.2 кВт;
- вага апарату - 65 кг;
- габарити - 500 x 700 x 800 мм

Параметри цих генераторів можуть сильно варіювати, відповідно до вимог замовника, й залежать від потужності компресора та кількості мембранних модулів. Конструктивно вони складаються із трьох блоків: компресор - блок підготовки повітря - мембранний блок. Базовим (головним) вузлом даних установок є газорозподільчий модуль, виконаний на основі плоско-рамних елементів зі склополімерного мембранного листового матеріалу полівінілтриметилсілану (ПВТМС).

На думку фахівців фірми, плоскорамна конструкція газорозподільчого модуля в цьому випадку має ряд переваг, порівняно із традиційними похиловолоконними й спіральними модулями, а саме – відсутність падіння (перепаду) тиску газу на вході й виході модуля.

Використання ПВТМС збільшує термін служби модуля й розширює температурний діапазон експлуатації без істотної зміни технічних параметрів (селективність і продуктивність).

Можливе виробництво чотирьох типорозмірів, що містять від 30 (довжина 230 мм) до 100 (довжина 800 мм) мембранних елементів. Поділ повітря на фракції здійснюється шляхом подачі потоку стислого до 10 атм. повітря через газорозподільчий модуль або блок, що складається із серії модулів. Напівпроникна мембрана з полівінілтриметилсілану має підвищену здатність пропускати кисень у порівнянні з азотом. Таким чином, у газорозподільчому модулі частина повітря, збагачена киснем (до 15%), проходить під тиском через мембрану, а фракція, збагачена азотом (до 95,5%) проходить над поверхнею мембрани. Киснева й азотна фракції виходять із газорозподільчого модуля через окремі штуцери.

Модулі працездатні при таких умовах експлуатації:

- температура навколишнього середовища від – 25 до + 40°C;
- відносна вологість середовища – до 98%;
- подаваний тиск із компресора – від 5 до 10 атм.
- вміст пари мастила в подаваному в мембранний модуль повітряному потоці не більше 0,1 мг/м<sup>3</sup>.

Термін експлуатації мембран 5-7 років, при роботі в повітряному середовищі без мастила. Розроблені та ті, що випускаються, типорозміри, мембран дозволяють гнучко варіювати умови заповнення інертною атмосферою різних об'ємів. Це дійсно як для малих індивідуальних сховищ побутового типу, так і для стандартних великовантажних контейнерів, що випускаються нашою промисловістю. Наприклад, при зберіганні й тривалому транспортуванні сільськогосподарської продукції. При транспортуванні мембранний пристрій, як правило, змонтований на транспортному засобі, підключається до контейнера тільки під час транспортування.

## **6.9 Перевірка камери на герметичність**

Останнім часом герметизацію сховищ значною мірою полегшує можливість використання повнозбірних типових конструкцій із сендвіч-панелей, заповнених пінополіуретаном.

Ступінь герметизації камери залежить від типу газової суміші й способу її створення. Чим більше відрізняється склад газового середовища камери від повітря, тим більшим повинен бути ступінь герметизації. У той же час, при зовнішній генерації газового середовища, ступінь герметизації може бути меншим, ніж при внутрішній.

У деяких випадках практикують також випробування камери під невеликим вакуумом (39,2-49,1 Па). Так, наприклад, герметизація вважається достатньою (для камери з дифузором), якщо депресія у 39 Па через годину буде нижче на 0,1 Па.

Тиск у камері вимірюють диференціальним манометром похилого або U-подібного типу. Випробування проводять у незавантаженій, ретельно закритій камері, при непрацюючій установці й вимкнених вентиляторах. Під час випробувань температура повітря в камері повинна бути постійною і дорівнювати температурі зовнішнього повітря.

У камеру компресором нагнітають повітря, підвищуючи атмосферний тиск, наприклад, до 245,25-294,3 Па, після чого фіксують падіння тиску за годину - швидкість падіння тиску визначає ступінь герметизації камери.

Для перевірки камери на герметичність (по системі УНК) існує інший спосіб. Після герметизації камери в ній створюється тиск приблизно 15 мм вод. ст. (147 Па), що через годину контролюється за допомогою мікроманометра. Якщо тиск у камері знизився менше, ніж наполовину, то така камера придатна для зберігання плодів по системі УНК. Щоб цю процедуру контролю проводити щосезонно, зручно в кожній камері мати свій мікроманометр.

Основні проблеми та збитки при зберіганні плодів по системі УНК з'являються внаслідок неконтрольованої впевненості у герметичності камери до завантаження її плодами, а перевірити завантажену камеру набагато складніше, ніж порожню. Часто "протікання" камери виявляється тільки тоді, коли не досягається бажана концентрація кисню, і при концентрації 3% не відбувається її подальше зниження. Щоб вирішити цю проблему й протестувати камеру, потрібна невелика кількість азоту ( $N_2$ ). Якщо протікання виявлене із зовнішньої сторони камери, то це можна усунути просто - за допомогою додаткової ізоляції. У іншому випадку для підтримки оптимального режиму буде необхідно постійна дозаправка азотом.

## **6.10 Техніка безпеки при роботі в камері з регульованим газовим середовищем**

Робота в камері з регульованим газовим середовищем (РГС) дозволяється підготовленим особам, що пройшли спеціальний інструктаж з охорони праці, ознайомлені з принципом роботи кисневого ізолюючого протигазу, навчені правилам експлуатації холодильників для фруктів та овочів із РГС.

Камери із РГС повинні бути обладнані системою сигналізації безпеки для виходу людей, що випадково залишилися в закритих камерах. Пристрій для подачі сигналу повинен бути передбачений біля дверей усередині камери, на висоті не більше 0,5 м від підлоги. Експлуатація охолоджуючого устаткування камер з регульованим газовим середовищем повинна здійснюватися обслуговуючим технічним персоналом за їхніми межами. Спостереження за роботою вентиляційної системи камери повинне вестися через оглядове скло.

Система відтаювання повітроохолоджувачів від снігової шуби повинна бути ефективною та надійною, щоб виключити присутність обслуговуючого персоналу в камері. Злив талої води від повітроохолоджувачів необхідно влаштовувати через гідро затвори з контрольованим рівнем води в них.

У процесі експлуатації камер із РГС необхідно не рідше одного разу на добу контролювати склад газового середовища в суміжних з ними приміщеннях.

Вхід у камеру із РГС під час заповнення її газом і при зберіганні плодів й овочів дозволяється в кисневих ізолюючих протигазах; виконання роботи будь-якого обсягу допускається при одночасній участі двох людей в ізолюючих протигазах. Третя людина - спостерігач, повинна стежити за працюючими через оглядове вікно протягом усього часу перебування людей у камері, а за необхідності - терміново здійснити евакуацію постраждалих з камери. На дверях камери повинен бути напис: «Вхід у камеру без спеціального протигазу строго забороняється. Небезпечно для життя!». Спостерігач зобов'язаний мати при собі протигаз. Забороняється перебувати в камері одній людині. Вентилятори, що працюють на рециркуляцію, під час знаходження людей у камері повинні бути відключені.

Вхід у камеру при зберіганні плодів здійснюється через люк, що після входу працівників у протигазах прикривається, але не герметизується, щоб його можна було швидко відкрити при необхідності негайного виходу з камери. При розвантаженні камер із РГС необхідно зробити продувку камер повітрям через відкидні клапани (КНД) в атмосферу до нормального вмісту кисню в повітрі.

Відкриття дверей камери дозволяється після дублюючої перевірки вмісту кисню за допомогою портативного газоаналізатора типу ОРС, ВТН, ГХП-3М та з письмового дозволу адміністрації.

При завершенні зберігання, для вивантаження плодів, допуск працівників у камеру забороняється до повного відновлення в ній звичайної атмосфери.

При використанні природного та зрідженого газу в установці, що генерує газове середовище, необхідно керуватися чинними Правилами безпеки в газовому господарстві.

Оператор станції газових середовищ (СГС) зобов'язаний кожні 30 - 50 хвилин вносити в спеціальний журнал показники приладів:

- тиск газу;
- тиск повітря;
- перепад тиску газового середовища;
- температура газового середовища;
- температура повітря в рекуператорі;
- температура води на виході;
- температура газів, що виходять.

При експлуатації установки регулювання газових середовищ забороняється:

- вмикати пуск установки у роботу без відповідальної особи;
- залишати працюючу установку без догляду оператора;
- вмикати установку за присутності людей у камерах із РГС;
- виконувати ремонтні й монтажні роботи.

У приміщенні СГС необхідно встановлювати прилади, що контролюють наявність газу в повітрі. У випадку порушення режиму роботи, виявлення витoku газу, установку регулювання газового середовища необхідно негайно вимкнути, викликати аварійну службу міськгазу. Приміщення СГС повинне бути провентильоване протягом 10 хвилин.

### **6.11 Економічна ефективність зберігання плодів і овочів у зміненому газовому середовищі**

Економічний ефект, одержуваний при реалізації плодів та овочів, залежить від цілого ряду факторів, включаючи закупівельні й реалізаційні ціни, ступінь диференціації останніх залежно від пори року, витрати на переміщення (при заготівлях, транспортуванні, зберіганні, реалізації) і, головним чином, вихід стандартної продукції на різних етапах її зберігання. На зберігання плодоовочевої продукції, у свою чергу, впливають індивідуальна стійкість виду й сорту продукції, район її вирощування, рівень агротехніки, погодні умови сезону, своєчасність і техніка збирання врожаю, товарна обробка й упакування плодів й овочів, умови доставки й зберігання.

Ефективність зберігання плодів або овочів того чи іншого сорту завжди зростає з підвищенням вихідної якості продукції, зі зменшенням розриву в часі між її збиранням і закладкою на зберігання, з подовженням терміну зберігання (якщо оптово-роздрібні ціни диференційовані по сезонах року).

Ефект застосування різних способів модифікації й регулювання атмосфери значно коливається у зв'язку із впливом зазначених вище факторів. У середньому ж, у порівнянні зі звичайним холодильним зберіганням, плоди й овочі в умовах модифікованої й регульованої атмосфери зберігаються на 40-90 днів довше при одночасному зниженні природних втрат в 1,5-3 рази й збільшенні виходу стандартної продукції на 10-35 %. Однак, матеріальні витрати при використанні різних способів модифікації й регулювання збільшуються на 80-100 %.

Нижче розглянуті дані розрахунків економічної ефективності зберігання плодів при різних способах зміни складу атмосфери.

Менш доцільним виявилось застосування РГС для зберігання таких лежких сортів яблук, як Джонатан й особливо Делішес. Річний економічний ефект їхнього зберігання при зазначених вище режимах газового середовища нижче на 50%, а рівень рентабельності був нижче, ніж при вільному доступі повітря й при тих же температурно - вологісних режимах.

Встановлено, що при використанні РГС питомі капітальні вкладення зростають на 18 %, але у зв'язку з тим, що при зберіганні в РГС істотно зростає вихід стандартної продукції й подовжується термін її зберігання, економічний ефект відчутний.

Якщо провести порівняння нової й базової технології в розрахунку не на закладену, а на збережену тонну плодів, то собівартість 1 т яблук, що зберігалися в умовах РГС, нижча, ніж у звичайних холодильниках, наприклад, на 45,13 грн. при 5 міс. зберігання й на 105,1 грн. - при 7 міс.

Додаткові витрати по впровадженню нової технології перекриваються вже в перший рік за рахунок зниження втрат.

## 7 ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДІВ ТА ОВОЧІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ РІЗНИХ ФАКТОРІВ ІНГІБУВАННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ І ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

### 7.1 Використання антисептиків

Застосування **антисептиків** засноване на їхній властивості пригнічувати мікроорганізми, охороняючи продукти від псування. Проникаючи в клітину мікроорганізму, ці речовини вступають у взаємодію з білками протоплазми, що призводить до їхньої загибелі. До антисептиків пред'являють ряд вимог, найважливішими з яких є нешкідливість і мінімальні зміни споживчих властивостей продуктів.

### 7.2 Технологія зберігання плодів й овочів із застосуванням хімічних речовин

Використання хімічних антисептиків у технологічному відношенні має ряд позитивних особливостей. Насамперед, це простота застосування, а також швидкість і висока ефективність пригнічення мікрофлори малими дозами антисептика, що характеризує економічність методів. Хімічні речовини, що застосовуються для консервування харчових продуктів, за своєю дією діляться на три групи:

- антисептики, дія яких спрямована проти змін, що викликані життєдіяльністю мікроорганізмів;
- речовини, що запобігають хімічним змінам (наприклад, антиокислювачі);
- речовини, що запобігають фізичним змінам (наприклад, емульгатори).

Обробка антисептиками не вимагає попереднього охолодження плодів та овочів у сховищах зі штучним охолодженням. Її доцільно робити в саду або полі, відразу після збору, до або під час упакування, а в деяких випадках (і це оптимальний варіант) - ще до збирання врожаю, тобто безпосередньо на материнській рослині. Обробка плодів та овочів на самих ранніх етапах руху товарів забезпечує найбільшу стандартність і стійкість продукції під час перевезення та в момент закладки на зберігання, навіть якщо її доставка виробляється не охолоджуваним транспортом.

Як антисептики, застосовують сорбінову й бензойну кислоти, пероксид водню, діоксид сірки та інші. Деякі препарати основані на антисептичній дії хлору. В Україні й Росії хлорованою водою обробляють моркву, огірки й інші овочі, гіпохлоритом натрію – зелені овочі, розчином хлористого кальцію – яблука. **Обсімененість** враження овочів мікроорганізмами знижується при обробці пероксидом водню в комплексі із сорбиною кислотою.

Все ж, використання хімічних препаратів нерідко викликає порушення обміну речовин, потемніння м'якоті й збільшення захворювань сухою гнилизною.

Відповідно до вимог FAO й ВОЗ, всі речовини, що застосовуються для обробки плодів та ягід, а також будь-яких харчових продуктів, не повинні викликати, при дворічному вигодовуванні тваринам, гострих і хронічних отруєнь. Вони повинні бути хімічно чистими сполуками, тому що домішки можуть мати токсичну дію.

### 7.3 Використання препаратів кальцію

До хімічних препаратів, які можуть застосовуватися як для обробки плодів на дереві, так і після знімання їх перед закладкою на зберігання, відносяться препарати кальцію.

Дослідження останніх років показали, що кальцій є учасником багатьох внутрішньоклітинних процесів. Він необхідний для формування мембран й інших структурних елементів. Іони кальцію стабілізують протопектин. Реагуючи з пектиновими кислотами, вони утворюють пектат кальцію, що, як і протопектин, підвищує механічну міцність тканин. При достатньому забезпеченні плодів кальцієм знижується інтенсивність їхнього дихання, сповільнюється синтез етилену, затримуються процеси досягання й перестигання.

Достатній вміст у тканинах кальцію захищає плоди яблук від розвитку фізіологічних захворювань: гіркої ямчастості і джонатанової плямистості, **засмаги**, пухлості, побуріння серцевини, затримує старіння плодів в цілому. Недостатнє надходження кальцію в продукти із ґрунту можна заповнити позакореневим шляхом.

З метою підвищення лежкості помологічного сорту, що не має яскраво вираженого окрасу, його обробляють нітратом кальцію ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ), а інші – хлористим кальцієм ( $\text{CaCl}_2$ ). Зазвичай препарати кальцію розчиняють разом з фунгіцидами, щоб підсилити антисептичний вплив препарату.

У більшості країн обробку цими препаратами застосовують в основному проти трьох (?) фізіологічних захворювань - гіркої ямчастості і джонатанової плямистості [22, 65]. Поява цих захворювань зумовлена порушенням обміну речовин, викликаного зміною співвідношення трьох елементів мінерального живлення - калію, магнію й кальцію – у бік зниження змісту останнього.

Вміст кальцію в плодах найчастіше підвищують дев'яти - десятиразовою передзбиральною або одноразовою післязбиральною обробкою плодів водними розчинами солей кальцію. Залежно від виду захворювання, термін і кількість обробок можуть бути різними. Так, при схильності сорту до гіркої ямчастості перше обприскування рекомендується починати через 8-10 діб після опадання пелюстків, а інші 5-9 обробок проводити, з відповідними інтервалами, протягом всієї вегетації, закінчуючи за кілька днів до збирання врожаю. А проти джонатанової плямистості проводять усього 2-3 обприскування наприкінці вегетації, з таким розрахунком, щоб остання обробка була проведена за два тижні до збору плодів. Для передзбиральної обробки, як правило, використовують 0,6-0,8 % водні розчини хлористого кальцію або 1,2 % азотнокислого кальцію.

Як показали дослідження, вміст кальцію в яблуках після обробки підвищується в межах 3,4 - 4,5 мг на 100 г плодів, залежно від розташування їх у кроні.

Післязбиральну обробку плодів перед закладкою на зберігання проводять шляхом їхнього утримання у 2-4% водному розчині хлористого кальцію [22, 65]. При однохвилинній експозиції в 4% розчині вміст кальцію в м'якоті плодів зростає від 6,7 мг до 10,6 мг на 100 г.

#### **7.4 Застосування метабісульфіту калію**

Сутність методу зберігання свіжого винограду, а також деяких плодів та овочів, із застосуванням таблетованого метабісульфіту калію (МБСК) полягає в тому, що двоокис сірки ( $\text{SO}_2$ ) – фактор інгібування мікроорганізмів і ферментів, утворюється безпосередньо в тарі із продуктом. Це відбувається в результаті поступового розкладу метабісульфіту калію й нагромадження його в кількості, достатній для запобігання враження винограду фітопатогенними захворюваннями.

При зберіганні на повітрі метабісульфіти відщеплюють  $\text{SO}_2$  з поглинанням кисню й утворенням сірчаноокислих солей (сульфатів), завдяки чому ці сполуки можуть бути використані не тільки як антисептики, але і як антиоксиданти.

При витраті 20-25 г метабісульфіту калію на 7-10 кг винограду концентрація сірчистого ангідриду в атмосфері ящика встановлюється на рівні 0,002 % і залишається практично стабільною протягом 4-6 місяців (при температурі 0-2<sup>0</sup>С). Важлива особливість цього хімічного препарату в тому, що в таких дозах, він не знижує природньої стійкості сортів до ураження фітопатогенною мікрофлорою.

Вміст метабісульфіту калію у перерахунку на сірчистий ангідрид становить не менше 50%. Гарантований термін зберігання таблеток у герметичній упаковці - два роки від дня виготовлення.

Застосування таблетованого метабісульфіту калію не вимагає будь-якої спеціальної упаковки. При цьому способі обробки може бути використана будь-яка стандартна для винограду тара місткістю не більше 10 кг: ящики із кришками (щільні й із зазорами між дощечками), напівзакриті з поперечними або поздовжніми планками замість кришок, ящики-лотки будь-якого типу.

Найкращі результати при використанні антисептика одержують при упаковці з вистиланням ящиків зсередини папером з випуском вільних її кінців назовні для того, щоб після укладання в тару відсортованого винограду його можна було зверху вкрити вільними кінцями підстеленого паперу. Папір повинен бути досить пористим (придатний навіть газетний). Такий спосіб упаковки дає найкращі результати при тривалому зберіганні винограду, тому що дозволяє сконцентрувати навколо ягід не тільки  $\text{SO}_2$ , але й виділюваний при диханні винограду вуглекислий газ. Спільна гнітюча дія цих двох газів на цвілеві гриби, що вражають

виноград, набагато сильніша, ніж одного сірчистого ангідриду в тій його концентрації, що обумовлена припустимими дозами таблеток  $K_2S_2O_5$ .

Однією з найважливіших переваг зберігання винограду з обробкою МБСК є високий залишковий ефект від застосування цього способу. При перенесенні винограду з холодильника в умови кімнатної температури ягоди не темніють і стають більш стійкими до плісняви.

Дослідження останніх років показали, що застосування метабісульфіту калію досить ефективно при зберіганні цибулі, сливи, айви, черешні.

Основний ефект обробки цибулі МБСК виявився в різкому гальмуванні розвитку фітопатогенних захворювань. При висадженні оброблених МБСК і необроблених цибулин у ґрунт різниці в розвитку рослин не спостерігалося.

### **7.5 Використання синтетичних антисептиків**

При зберіганні плодів, особливо цитрусових, у багатьох країнах застосовують синтетичні антисептики фунгіциди: дифеніл, ортофенілфенол, беномил, тіабендазол та інші. Всі ці речовини гнітять розвиток цвілевих грибів, тому їх використовують у виробництві спеціальних паперових серветок для обгортання плодів. Готують, наприклад, суміш розплавленого парафіну з дифенілом у співвідношенні 1:1, чим просочують папір (з розрахунку 30 г дифенілу на 1 кг паперу).

Іноді цією сумішшю просочують і картонні коробки, які потім використовують для укладання в них цитрусових плодів, загорнених в антисептичний папір. Витрата дифенілу для просочування одного кілограма картону становить 100 г.

Заслужують на увагу азотутримуючі фунгіциди, які використовуються для поверхневої обробки бананів і цитрусових плодів. Це - тіабендазол, 2-(тіазоліл-4) бензімідазол у дозах, що не перевищують 3 мг/кг для бананів й 6 мг/кг для цитрусових [47].

Препарати із групи бензімідазолів використовують і проти розвитку сірої гнилі капусти (*Botrytis cinerea*), яку закладають на тривале зберігання. Обробку шляхом обприскування проводять у спеціальному тунелі. Для обприскування качанів використовують 50% хіноін-фундазол, бенлат, тикопер або фунабен у концентрації 0,1 % з додаванням змочувального агента при витраті робочого розчину 4-6 л/т капусти. Такі дози дозволяють уникнути нерівномірності покриття й перезволоження качанів. Відпрацьований робочий розчин може бути використаний повторно.

Гарні результати дає сполучення обробки плодів яблук і груш беномилом з подальшим зберіганням у РГС. Витримка плодів у 0,03 % беномилі дозволяє знизити втрати за 3,5 місяці зберігання від 33,3 до 8,5 %. А в поєднанні з оптимальним режимом зберігання в РГС, оброблені беномилом плоди зберігаються сім місяців.

Післязбиральна обробка беномилом та іншими фунгіцидами дозволяє певний час зберігати також плоди, що мають механічні ушкодження, які для звичайного зберігання, практично не придатні.

### **7.6 Обробка продуктів різними захисними сполуками**

Антисептичну обробку часто поєднують із різними покриттями, що включають віск, жирні кислоти, ефіри гліцерину, парафін та ін. Підбираючи сполуки для покриття плодів та овочів, ураховують особливості метаболізму рослинних об'єктів і забезпечують газообмін з навколишнім середовищем. Для обробки яблук ефективним є протексан - суміш рідкого парафіну, жирних спиртів і кислот, ефірів гліцерину з додаванням сорбінової кислоти.

Японські вчені пропонують наносити на поверхню плодів розчин масла або воску, отриманого з рисових висівок.

У Канаді розроблений спосіб обробки яблук, груш і вишень, що передбачає напилювання на поверхню плодів сполуки, одержаної з нетоксичного побічного продукту переробки - хітину. В результаті обробки кожен плід покриває хітинова плівка, що обмежує виділення із плодів діоксиду вуглецю й проникнення в них кисню.

Американські дослідники запропонували захисні суміші, які містять фунгіцидну та парафіністу плівкоутворюючу речовину в легкому нафтовому розчиннику. На поверхні плодів після обробки такими сумішами утворюється воскова захисна плівка. Застосування воскового



або іншого гідрофобного покриття з додаванням фунгіцидів дозволяє поєднувати зниження збитку маси плодів і захист їх від грибкових захворювань при зберіганні.

Обробка продуктів восковими емульсіями може викликати анаеробіоз, що призводить до появи спиртового та інших небажаних присмаків. Тому необхідно здійснювати перевірку дії того або іншого виду покриття на збереженість різних соковитих рослинних продуктів.

Ефективним препаратом для захисту яблук від **засмаги** є сантохин. Цей препарат, будучи антиоксидантом, гальмує окислювання фарнезену - речовини, що міститься в яблуках, надає йому запах зеленого яблука, але сприяє розвитку **засмаги**. У країнах Європейського Економічного Співтовариства сантохином обробляють яблука з розрахунку 10 літрів 0,05-0,3 % розчину на 1т плодів. Припустимий вміст сантохину становить 3 мг/кг. Слід зазначити, що сантохин дуже слабо проникає в м'якоть плодів, зосереджуючись, в основному, в шкірочці яблук. Вміст препарату в яблуках у процесі зберігання швидко знижується й не перевищує припустимого рівня.

У вітчизняній практиці застосовують спосіб зберігання часнику, покритого тонкою плівкою парафіну, при температурі від мінус 1<sup>0</sup>С до мінус 3<sup>0</sup>С. Ефект від такої обробки досягається в результаті знезаражування поверхні головки часнику в процесі парафінування та запобігання повторної мікробної поразки. При такому покритті сповільнюється, а в деяких випадках і повністю припиняється процес дегідратації. Змінюється внутрішньотканинне газове середовище у зв'язку з нагромадженням диоксиду вуглецю, що призводить до зниження витрат поживних речовин на дихання плоду. Все це забезпечує високу збережність часнику протягом 7 - 9 місяців при мінімальній природній втраті маси. Витрата парафіну на одну тонну часнику 110-120 кг.

За даними грузинських дослідників, ефективним засобом боротьби із грибковими захворюваннями яблук при зберіганні може служити розпилення сорбинової кислоти у суміші з тальком у кількості 0,5 кг на 1 тонну плодів. У припустимих концентраціях сорбинова кислота й продукти її розпаду не чинять шкідливої дії на організм людини.

### **7.7 Застосування препарату «Фітомаг» при зберіганні продуктів рослинництва**

Як було сказано раніше, фізіологічною основою зберігання плодів й овочів є ефективне інгібування біосинтезу етилену і його біологічної дії, оскільки він є основним каталізатором досягання. Етилен синтезується плодами й овочами, активізуючи їхнє досягання, перестигання, передчасне старіння, розвиток багатьох фізіологічних захворювань різних плодів, зокрема яблук і груш (**засмага**, мокрий опік, розпад від старіння, побуріння серцевини, внутрішнє побуріння, маслянистість шкірочки й ін.). Ці знання (впливу етилену на плодоовочеву продукцію) дозволили розробити ефективну систему зберігання плодів та овочів у регульованій атмосфері (РА). Основні переваги цього методу зберігання: інтенсивне затримання процесів післязбирального досягання та старіння, що дозволяє зберігати плоди багатьох зимових сортів без втрати вихідних якостей плодів (твердість, соковитість, поживна цінність) протягом 8-11 місяців, тобто, до нового врожаю.

У першій половині 90-х років ХХ століття було встановлено, що ефективними інгібіторами дії етилену є циклопропан і його алкільні похідні. Обробка плодів й овочів газоподібними похідними циклопропану в мізерно низьких концентраціях (0,2 – 2,0 ppm) призводить до затримки механізму їхнього досягання й практично повністю запобігає втраті плодоовочевої продукції при її подальшому транспортуванні й зберіганні.

В 2005 році почалося промислове виробництво й застосування препарату «Фітомаг» (Росія), що генерує 1-метилциклопропен [20].

Препарат «Фітомаг» ефективно інгібує біосинтез етилену й забезпечує:

- захист багатьох видів плодів та овочів від передчасного їхнього досягання й старіння; захист від ураження фізіологічними й грибними хворобами;
- гарантує максимальне збереження вихідної якості не тільки при зберіганні, але й на етапі доведення до споживача.

У цьому випадку виключається дія етилену не тільки виділюваного плодами та овочами (ендогенного), але й екзогенного, біологічного й небіологічного походження.

Проведені дослідження й виробнича перевірка підтвердили, що використання препарату «Фітомаг» є найбільш ефективним при обробці різних рослинних продуктів (яблук, груш, слив, аличі, абрикосів, персиків, нектаринів, бананів, хурми, кабачків, капусти, томатів, огірків, кавунів, динь й ін.)

Суть технології полягає в обробці плодів та овочів газоподібним інгібітором етилену «Фітомаг» у вкрай низьких концентраціях (0,5 - 1 ppm). Обробку проводять у герметичних камерах протягом доби, використовуючи портативні генератори інгібітору біосинтезу етилену.

Після обробки плоди та овочі набувають ефективного захисту від негативної дії як ендогенного, так й екзогенного етилену та здатність тривалий час зберігатися й транспортуватися без втрати їхньої якості.

Практичне освоєння нової технології дозволило виявити основні переваги використання препарату «Фітомаг»:

- різко знижується або виключається розвиток багатьох фізіологічних захворювань плодів (засмага, мокрий опік, розпад від старіння, внутрішнє побуріння тканин, побуріння серцевини, побуріння й маслянистість шкірочки від старіння, побуріння й розпад тканин від механічних ушкоджень);

- знижуються втрати від грибної гнилизни і природної втрати плодів при зберіганні у звичайній і регульованій атмосфері;

- зберігається твердість, соковитість, свіжість, пружність, смак плодів у період зберігання у звичайній і регульованій атмосфері й доведення до споживача при розриві холодового ланцюга (товарна обробка, транспортування, реалізація);

- контролюється біосинтез етилену і його негативна дія також після вивантаження плодів з камер, на стадії доведення до споживача;

- якість плодів багатьох пізньо-осінніх і зимових сортів яблук при звичайному зберіганні протягом 4-5 місяців не нижча, ніж при зберіганні в регульованій атмосфері;

- знижується негативна дія стресових умов зберігання плодів (несвоєчасне досягнення рекомендованої температури і складу атмосфери, значні коливання цих параметрів), що виключає або різко знижує ризик ураження плодів багатьма захворюваннями;

- при спізненні зі створенням регульованої атмосфери в камерах на 2-3 тижні якість плодів буде еквівалентна якості плодів, що зберігалися в камерах, із вчасно створеною атмосферою, що дозволяє підвищити ефективність зберігання плодів у камерах з РА без використання генератора азоту;

- відчутний ефект при транспортуванні клімактеричних плодів та овочів автомобільним; залізничним і водним транспортом.

Дія препарату аналогічна природним речовинам, що не шкідливі для людини та навколишнього середовища при використанні для обробки продуктів.

## 7.8 Обробка плодів фунгіцидами

Фунгіциди (від лат. *fungus* - гриб і лат. *caedo* - вбиваю) - хімічні речовини, що застосовують для боротьби із грибковими хворобами рослин - бордоська рідина, сірчані сполуки та ін [79, 104].

Фітофтороз картоплі відноситься до тієї невеликої групи хвороб, ефективна боротьба з якими можлива тільки при профілактичному застосуванні засобів захисту рослин. У цьому випадку втрати врожаю картоплі можна знизити до 2-3 % (див. табл.7.1).

У цьому зв'язку серйозної уваги заслуговує дослідження ефективності передзбиральних і післязбиральних обробок плодів фунгіцидами для продовження терміну їхнього зберігання. Обробка фунгіцидами різко знижує кількість грибів на поверхні плодів, що надалі позитивно позначається на їхньому збереженні.

Найменша кількість грибків була відзначена при обробці плодів яблук сорту Апорт 0,3% суспензією беномилу (по препараті). Дані фіксувалися через місяць, два тижні й один-два дні до збору врожаю. Цей же варіант відрізнявся й найкращою схоронністю плодів. Кількість грибка на плодах у цьому варіанті зберігання було в 21 раз менше, ніж у контролі, а враженість яблук

грибковими гнилизмами була відповідно в 1,5 рази нижчою, у порівнянні з необробленими плодами.

Таблиця 7.1

Строки першої обробки	Ураженість бадилля, %			Втрати урожаю, %
	22.07	30.07	09.08	
До первинної появи хвороби (при виявленні некрозів на сигнальній ділянці), трикратна обробка	0,1	3	50	3,7
З появою хвороби (ураженість бадилля 0,1 %), трикратна обробка	10	50	70	16,1
Після перезараження рослин (ураженість бадилля 3-5 %), трикратна обробка	20	36	98	33,3
Контроль(без обробок)	40	88	100	45,5

Обнадійливі результати були отримані при післязбиральній обробці яблук сорту Апорт 0,3% суспензією беномилу і 0,03 % БМК. Ураженість плодів грибковими гнилизмами знизилася на 4,3% у порівнянні з необробленими плодами.

Високоєфективними виявилися обробки плодів топсином-М. При післязбиральній обробці розчинами топсину різної концентрації плодів яблук сорту Апорт при штучному зараженні ураженість їх грибними гнилизмами через 2,5 місяці була в 10-50 разів меншою, через 5 місяців - в 5-7 разів, а через 6 місяців - в 2,5 -7,7 рази нижчою, ніж у контролі.

При токсикологічному дослідженні оброблених фунгіцидами плодів, у жодному з названих варіантів обробки плодів беномилом, БМК і топсином-М через 5 місяців зберігання залишкового вмісту фунгіцидів не виявлено.

Дослідження показали, що при розробці заходів боротьби із грибковими хворобами яблук при зберіганні необхідно враховувати видовий склад грибів, що викликають загнивання. Так, гриби із сімейства Dematiaceae найбільш чутливі до ефірних олій усіх рослин, що вивчалися, і найбільш стійкі до впливу озону й системних фунгіцидів, а у представників сімейства Mucedinaseae спостерігалася зворотна закономірність: найбільша чутливість до озону та беномилу й найменша - до ефірних олій.

Для зниження втрат плодів від грибної гнилизми найбільш перспективними на цей час є зберігання плодів у регульованому газовому середовищі, а також передзбиральні й післязбиральні обробки плодів яблук фунгіцидами, особливо для партій плодів, що мають механічні ушкодження, а також зберігання плодів у штучній харчовій плівці з додаванням ефірної олії зизифори Бунге.

Результати багаторічних випробувань захисних складів та інших засобів, що застосовувались у поєднанні з низькими температурами, підтверджують необхідність ретельних розробок і подальший пошук більш ефективних препаратів із широким діапазоном впливу на збереженість різних рослинних продуктів.

У цілому ж, обробка продуктів захисними сумішами перед тривалим зберіганням перспективна.

### 7.9 Крейдування коренеплодів

В останні роки в практиці зберігання моркви все частіше повертаються до способу попередньої обробки коренеплодів - крейдуванням. Давно відомо, що післязбиральна обробка моркви водною суспензією крейди створює на поверхні коренеплодів лужне середовище, що негативно впливає на розвиток грибних захворювань. Новим є те, що створюються реальні умови для впровадження цього способу у виробництво [79].

Вимиті водою в гідролотку коренеплоди транспортуються потоком води на прутковий транспортер, де ушкоджені екземпляри вибраковуються. Потім вони транспортуються по другій ділянці гідролотка в установку для крейдування, потрапляють у суспензію крейди, а потім направляються в приймальний бункер транспортера-завантажника для заповнення контейнерів і відправлення їх у сховище.

Промислова технологічна лінія крейдування моркви включає приймальний бункер, поперечний транспортер, гідролоток (350-300 мм), прутковий транспортер, ротор, транспортер-завантажник ТЗК-30. Для приготування розчину передбачений приямок розміром 4500 x 2500 мм із монолітного залізобетону (бетон М150). Установка працює два місяці на рік по 8 годин на добу, добове водоспоживання 300 м<sup>3</sup>, напір на вході 90 кПа. Стоки від промивання й гідротранспортування моркви потрапляють у колодязі й направляються для очищення в ставок-відстійник.

У Курську (Росія) розроблений крейдувальний агрегат більш складної конструкції, при роботі якого практично повністю виключається механічне травмування коренеплодів. У такому агрегаті морква зберігається при тиску, на 40-50 % нижче, ніж у холодильних камерах зі звичайним тиском. Частковий вакуум призводить до зниження в атмосфері вмісту кисню. Наприклад, якщо тиск знизити до 0,1 атм., то і вміст кисню, замість звичайних 21% падає до 2,1 %. При цьому інтенсивність дихання знижується приблизно на 60 %.

Ці фактори гальмують процеси дозрівання і старіння плодів та овочів. При цьому довше зберігається їхня твердість, повільніше руйнуються крохмаль і **хлорофіл**, повніше зберігаються живильні речовини - цукор, органічні кислоти, аскорбінова кислота. М'якоть плодів не темніє, тому що практично повністю усуваються фізіологічні захворювання. У зв'язку з постійною відкачкою повітря в середовищі зберігання зменшується загальна мікробна зараженість, у результаті знижується поразка плодів й овочів грибними гнилизмами й бактеріозами.

Автори цього способу зберігання вважають, що знижений тиск обмежує природну втрату маси плодів й овочів.

Експеримент, проведений у Швейцарії по зберіганню шести сортів яблук при температурі 2 °С, відносній вологості повітря 92 %, з концентрацією кисню 2 – 3 %, двоокису вуглецю 3%, при стабільних **гіпобаричних** умовах, дав набагато кращі результати в порівнянні зі зберіганням без зниження тиску. Плоди після гіпобаричного зберігання характеризувалися більш високими **пинетрометричними** показниками, менш вираженим жовтим кольором, більш високою кислотністю, соковитою й хрусткою м'якоттю. Їхня дегустаційна оцінка в цілому перевищувала оцінку яблук контрольного зразка.

Практичні висновки закордонних дослідників за результатами робіт в області гіпобаричного зберігання зводилися до наступного:

- тиск газу в сховищі можна швидко понизити й легко регулювати;
- по завершенню зберігання в камеру - сховище можна відразу ж входити;
- щоб уникнути надмірного висушування плодоовочевої сировини необхідно відповідне зволоження повітря;
- основні технічні труднощі становлять підтримку високої вологості в камерах схову зі зниженим тиском.

Однак надалі були виявлені додаткові труднощі технічного плану, що стосуються сховищ виробничого призначення для великої кількості сировини.

Це визначило більш обмежене використання вакуумної обробки. Її почали застосовувати лише для прискорення охолодження плодів й овочів при закладці на зберігання в холодильних камерах. Цей технологічний прийом, заснований на тому, що при низькому залишковому тиску волога на поверхні плодів й овочів частково скипає в клітинах периферичних тканин, за рахунок чого продукт швидко охолоджується й краще зберігається.

Доведена неадекватність впливу різних режимів вакуумної обробки на газообмін і швидкість біохімічних процесів у плодах та овочах. Так, при м'якому вакуумуванні спостерігається гальмування дозрівання плодоовочевої сировини. І навпаки, багаторазова різка вакуумна обробка прискорює біохімічні процеси, причому головним засобом прискорення є скидання вакууму - перехід від низького залишкового атмосферного тиску до більш високого.

Скидання, як правило, викликає мікротравмування тканин, а це, у свою чергу, стимулює протікання реакцій раннього біосинтезу, прискорює дозрівання.

Таким чином, основним діючим фактором обробки, що викликає прискорення дозрівання, є число скидань вакууму (тобто інгібуючого дозрівання зниження залишкового тиску).

З урахуванням вимог практики, Ю. Г. Скориковою запропоновані диференційовані режими вакуумної обробки для зерняткових, кісточкових плодів і томатів. Застосування одних режимів затримує перезрівання зрілих плодів, при інших режимах (у випадку надходження на переробку або для швидкої реалізації недоспілої сировини) прискорює процес дозрівання. Наприклад, при закладанні на тривале зберігання яблук, зібраних у знімній стадії зрілості, рекомендованим оптимальним режимом вакуумної обробки, що затримує їхнє дозрівання, повинен бути: залишковий тиск - не нижче 60 кПа, число скидань - 2, витримка під вакуумом - 2 - 5 хв.

При необхідності швидкого використання недозрілих плодів, застосовують вакуумну інфільтрацію в тканини плодів газів, що стимулюють їх дозрівання в момент скидання вакууму. Гарні результати дає інфільтрація етиленом.

Як інгібування дозрівання м'якою вакуумною обробкою (однократною, при числі скидань до 3 з залишковим тиском до 80 кПа), так і прискорення цього процесу (при більш твердому вакуумному впливі, особливо з інфільтрацією в тканини стимуляторів дозрівання) дає високий ефект для плодів, чутливих до зміни газових сполук середовища, таких як яблука, сливи, томати.

Оптимальний режим вакуумної обробки для дозрівання яблук, знятих з дерева не раніше, ніж за 15 діб до дозрівання, характеризується наступними даними: 3-х - 2-х кратна подача газу в камеру при скиданні тиску від 80 до 100 кПа, домішок етилену в інфільтруємой суміші 0,1 %.

Використання вакуумної обробки найбільш перспективно для вирівнювання якості в неоднорідних по ступені зрілості плодів, після механізованого збирання, що надходять для переробки на консервні підприємства. Відомо, що загальне механізоване збирання яблук, слив, томатів починають, коли 60-80 % урожаю здобуває оптимальну зрілість. До цього часу деяка частина плодів встигає переспіти, але набагато більше залишається недоспілими. Включення процесу вакуумної інфільтрації в технологічний процес переробки недоспілих плодів з метою доведення їх до кондиції по змісту сухої речовини й органолептичних властивостей, є однією з умов безвідхідної технології переробки яблук, сливи та томатів.

## 8 ВИКОРИСТАННЯ МІКРОБІОПРЕПАРАТІВ ПРИ ЗБЕРІГАННІ РОСЛИННОЇ ПРОДУКЦІЇ

### 8.1 Основні збудники захворювань плодів та овочів, проти яких доцільно застосовувати мікробіопрепарати

Однією з головних причин втрат у процесі зберігання плодів та овочів є хвороби продуктів, що проявляються в післязбиральний період. На цей час в усьому світі спостерігається яскраво виражений характер втрат біомаси плодоовочевих продуктів, викликаних мікроорганізмами. Ці втрати в різні роки складають в середньому від 6,2 до 23,2% від всієї вирощуваної рослинної продукції.

На поверхні плодів, овочів та картоплі перебуває велика кількість мікроорганізмів, що потрапляють на рослинні об'єкти під час вирощування, збирання, транспортування й зберігання. Кількість цвілевих грибів на 1 м<sup>2</sup> плодів, ягід та овочів становить до  $7 \cdot 10^6$  клітин, дріжджів до  $3 \cdot 10^7$ , бактерій до  $1 \cdot 10^8$ , з них кислотоутворюючих бактерій до  $5 \cdot 10^5$  клітин. Особливо багато мікроорганізмів на поверхні коренеплодів і картоплі. Кількість плісень на моркві дорівнює  $10^4 - 10^6$  клітин на 1 г, дріжджів  $10^4 - 10^5$ , бактерій  $10^5 - 10^8$  клітин на 1г. Високий рівень зараженості мікроорганізмами також у ягід, плодів та зелених овочів. У плодів, особливо зерняткових, вона менше. [97].

Навіть при знижених температурах втрати від бактеріальних й, особливо, грибкових захворювань залишаються значними. Тому пошук методів боротьби з фітопатогенами при зберіганні плодоовочевої продукції є дуже актуальним.

Кількість мікроорганізмів на окремих плодах та овочах залежить від багатьох факторів, серед яких головними є температура, газовий склад середовища, відносна вологість, біологічні характеристики плодів та овочів, наявність і вид мікроорганізмів на поверхні продукту.

Серед збудників захворювань плодів та овочів поширені цвілеві грибки, що викликають різні види гнилизни. Останні, особливо сіра гнилизна, вражають багато видів рослинної продукції (див.табл..8.1).

Хвороби, що виявилися при зберіганні, як правило, пов'язані з розвитком певних видів мікроорганізмів, до яких видова й сортова стійкість плодів та овочів ослаблена. Стійкість до фітопатогенних мікроорганізмів змінюється в процесі зберігання продукції. При дозріванні й старінні опірність розвитку інфекції зменшується. Види й сорти плодів та овочів різняться по мірі стійкості до мікроорганізмів.

Зерняткові плоди лежких сортів більш стійкі до збудників хвороб, ніж кісточкові плоди та ягоди. Найбільше лежкі плоди зберігають резистентність до фітопатогенних мікроорганізмів значний проміжок часу. навіть при підвищених температурах зберігання.

У заражених плодів інтенсивність дихання зростає, іноді змінюється і якісний його характер. У більш стійких видів, у відповідь на зараження, подих зростає, а в таких плодів, як персики, яблука, абрикоси та ін., у відповідь на зараження, дихання знижується, що корелює зі збільшенням швидкості поширення патогенів.

Активування й зміну якісного характеру дихання дослідники розглядають як захисну властивість, що дозволяє стійким плодам довше зберігати життєдіяльність при контакті з патогенами.

У таблиці 8.1 наведені найбільш поширені збудники псування плодів та овочів у період зберігання.

Таблиця 8.1

Захворювання	Збудник	Продукція, що піддана псуванню
ГНИЛІ:		
сіра	<i>Botrytis cinerea</i> Pers	Суниця, малина, яблука, виноград, хурма, морква, петрушка, селера, пастернак, перець, баклажани, томати, огірки, кавуни та ін.
шийкова	<i>Botrytis allii</i> Munn	Ріпчаста цибуля

біла	<i>Sclerotinis sclerotiorum</i> D. By	Капуста, морква, буряк, томати, огірки, кавуни
сіра плодова	<i>Monilis fructigena</i> <i>M. cinenea</i> Pers	Яблука, персики Персики, абрикоси
чорна	<i>Alternaria radicina</i> M.D. et E	Морква
фузаріозна суха	<i>Ausarium solani</i> (Mart)	Картопля, томати
мокра (слизоподібний бактеріоз)	<i>Erwinia corotivora</i> (Yon) Holl, <i>Erwinia aroidea</i> (Towng) Holl	Капуста, морква, цибуля- ріпка, селера, перець, томати, огірки, диня, салат, пастернак, редька, баклажани, кавуни
мокра грибна	<i>Fusarium oxysporum</i> Sacc	Картопля
суха грибна	<i>Phomopsis vexans</i> Hort	Баклажани
мокра бактеріальна	<i>Pseudomonas xanchochora</i> (Schuster) Stapp	Картопля
ЦВІЛЬ: сіра	<i>Rhizopus nigricans</i> Ehs	Яблука, сливи, груші, абрикоси, персики, суниця, малина, капуста, морква, буряк, томати, кавуни, дині
зелена	<i>Penicillium italicum</i> <i>P. expansum</i> <i>P. glaucum</i> Link	Цитрусові плоди, яблука Ріпчаста цибуля
чорна	<i>Aspergills niger</i> van Tiegh	Плоди, ріпчаста цибуля
ФОМОЗ	<i>Phoma lingam</i> Desm. <i>Phoma rostupii</i> Sace. <i>Phoma betae</i> Frank. <i>Phoma destructive</i> Plow. <i>Phoma apiicola</i> Kleb.	Капуста Морква Буряк Томати Селера
МАКРОСПОРИОЗ	<i>Maccosporium</i> <i>solani</i> Ell. et Mart	Морква Томати, картопля
ФІТОФТОРОЗ	<i>Phytophthora infestans</i> D.V.	Морква Томати, картопля

Щоб знизити мікробіологічні втрати плодів та овочів від хвороб найбільш доцільно використовувати біологічні засоби захисту. Новий актуальний напрямок і методи використання мікробіопрепаратів при холодильному зберіганні плодоовочевої та іншої рослинної продукції були розроблені в Інженерно-технологічному інституті «Біотехніка» Національної академії аграрних наук України в лабораторії Н.М. Дідик [29].

## 8.2 Особливості зберігання плодів та овочів із застосуванням мікробіопрепаратів

Для зменшення втрат плодоовочевої продукції від псування при її тривалому зберіганні в ІТІ "Біотехніка" вивчали вплив різних мікробіопрепаратів на результати зберігання.

Досліджували вплив таких мікробіопрепаратів як Ампеломіцин, Вермикулен, Триходермін, Гаупсин і Планриз, на збереження картоплі при її тривалому зберіганні з охолодженням. Тривалість зберігання становила 145 діб. Результати досліджень показали, що всі препарати інгібували<sup>7</sup> розвиток мікробіологічних процесів і сприяли зниженню інтенсивності дихання, що привело до зменшення природних втрат продукту і втрат від

<sup>7</sup> **Інгібітор** (лат. *inhibere* — затримувати) — речовина, що сповільнює або запобігає протіканню якої-небудь хімічної реакції, наприклад: окислювання харчових продуктів, старіння полімерів, та ін.

псування. Було встановлено, що найкращою здатністю до гальмування мікробіологічних і фізіологічних процесів володіє біопрепарат Планріз, основу якого становлять мікроорганізми роду *Pseudomonas fluorescens*. Отримані результати наведені на рис. 8.1.

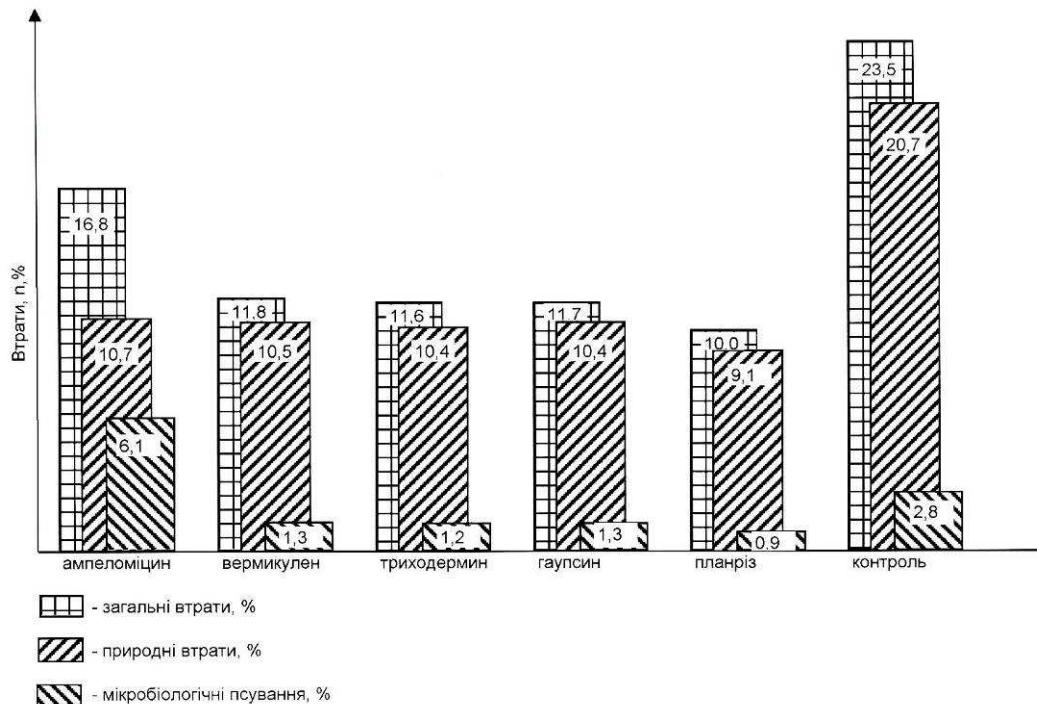


Рис. 8.1 - Результати зберігання картоплі, обробленої різними біопрепаратами

Перспективним препаратом для захисту рослин від широкого спектру грибкових і бактеріальних захворювань є також біопрепарат Триходермін, що виробляється на основі гриба *Trichoderma lignorum*, який пригнічує розвиток фітопатогенів прямим паразитуванням, конкуренцією за субстрат, виділенням ферментів, антибіотиків (гліотоксину, віридіну) та інших біологічно активних речовин.

За рахунок високої біологічної активності, гриб *Trichoderma lignorum* швидко освоює плодовий субстрат, бере активну участь у розкладі органічних сполук, процесах амоніфікації й нітрифікації, посиленні мобілізації фосфору й калію, збагачуючи ґрунт активними формами поживних речовин.

Біологічно активні речовини, які виділяє *Trichoderma lignorum* в певній концентрації, стимулюють ріст і розвиток рослин, підвищуючи їхню стійкість до хвороб.

У ґрунті цей гриб розвивається на різних рослинних залишках, багатих целюлозою, на міцелії й спочиваючих плодових тілах фітопатогенів. Температурний оптимум для розвитку *Trichoderma lignorum* у культурі від 24 до 28<sup>0</sup> С, максимальна температура становить від 31 до 33<sup>0</sup>С, мінімальна від 12 до 18<sup>0</sup> С. У природних умовах, при оптимальній вологості й аерації ґрунту, антагоністичні властивості його добре проявляються й при температурах, близьких до 20<sup>0</sup>С. Гриб є аеробом, що пояснює його швидкий розвиток у добре аерованих ґрунтах, багатих органічними речовинами. Гриб здатний розвиватися в широкому діапазоні рН ґрунту, але його антагоністичні властивості найбільш ефективно проявляються в ґрунті, з рН від 5 до 7.

Гриб *Trichoderma lignorum* придушує патогени, що передаються через ґрунт і рослинні залишки. Він паразитує на склероціях гриба *Sclerotinia sclerotiorum*, псевдосклероціях гриба *Rhizoctonia rolani*, він активний відносно грибів *Altrmaria*, *Ascochyta*, *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Pythium*, *Phoma*, *Phytophthora*, *Verticillium* [29].

Грибковий препарат Триходермін також застосовують проти кореневих, прикорневих гнилизн огірків і томатів, чорної ніжки, слизуватого й судинного бактеріозу капусти, хвороб плодових культур у закритому й відкритому ґрунті.



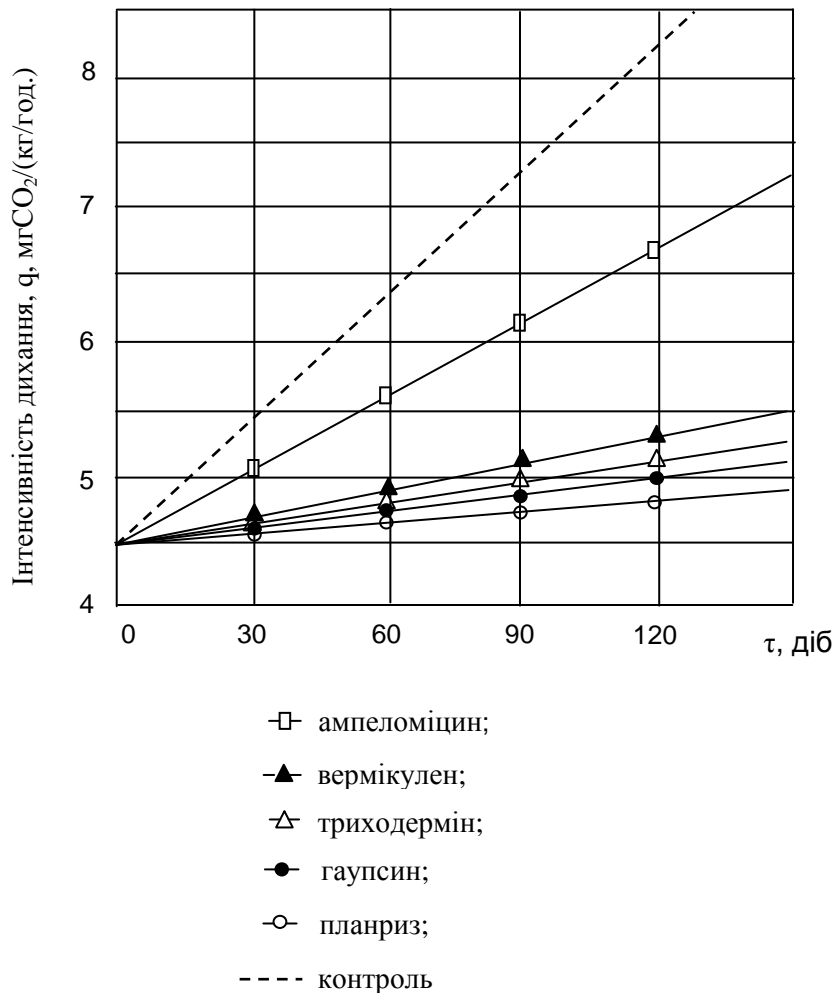


Рисунок 8.2 – Інтенсивність дихання картоплі під час зберігання

При обробці Планризом спостерігалось зниження інтенсивності протікання окислювально-відновних реакцій, а також стабілізація вуглецевого обміну, що сприяє зменшенню загальних абсолютних втрат і дозволяє подовжити строки зберігання, що й спостерігалось при зберіганні яблук. Протягом усього строку зберігання в оброблених яблуках кількість сахарози зростала, а в контролі зменшувалася, при цьому на початковому етапі цукор накопичувався як за рахунок сахарози, так і за рахунок цукрів, що відновлюються.

Результати товарного аналізу досліджуваних продуктів **підтверджують, антифунгіцидну активності препарату Планризу** [28, 76].

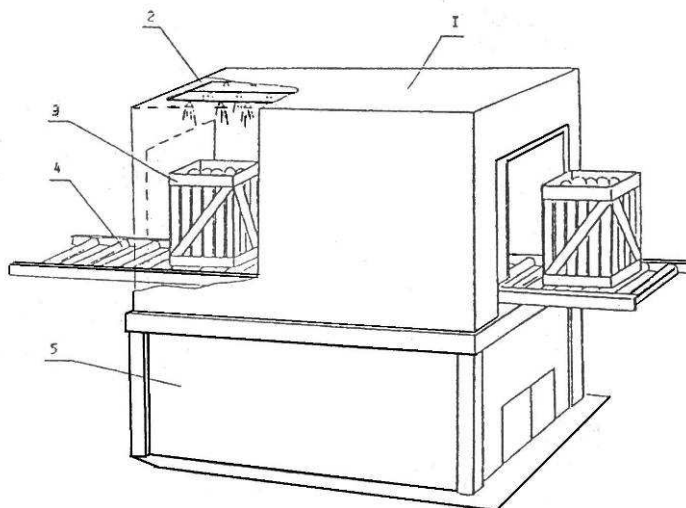
Застосування біопрепаратів безпечно для людини й тварин, зокрема риб, птахів і ссавців при використанні їх не тільки при захисті рослин від шкідників і грибкових хвороб, але й при холодильному зберіганні плодовоовочевих культур. Застосування біопрепаратів, на відміну від хімічних засобів, супроводжується збереженням чисельності корисної фауни й стабілізацією біоценотичних зв'язків в екосистемі. Екологічною перевагою мікробних препаратів є також їх висока видова специфічність стосовно шкідливих організмів і природні механізми розпаду мікроорганізмів, які виробилися в процесі еволюції, у той час як синтетичні пестициди є далекими для природи сполуками [29].

Обробку плодовоовочевої продукції мікробіологічними препаратами перед закладкою на зберігання можна виконувати в установці, що розроблена в ІТІ "Біотехніка" НААНУ (див. рис. 8-3)

### 8.3 Препарати з вищих рослин, що використовують для зберігання продуктів

Обробка плодів перед тривалим зберіганням препаратами з додаванням фунгіцидів є діючим засобом, що зменшує захворювання й втрати продукції.

Науковці приділяють особливу увагу застосуванню для боротьби з фітопатогенними захворюваннями препаратів, отриманих з плодів вищих рослин. Так, у результаті дослідження ефірних олій дикоростучих рослин флори Алматинської області на культури основних збудників грибкових хвороб плодів при зберіганні, встановлено [65], що найбільш ефективно діють на грибки ефірні олії зизифори Бунге, м'яти, материнки, чорного й цитварного полину. Ефірна олія материнки відрізняється найбільшою стабільністю фунгіцидної дії.



1 - корпус; 2 - система зрошення; 3 - контейнер з біопродукцією; 4 - транспортер; 5 - блок підготовки охолодного середовища з біологічно активними препаратами.

Рис. 8.3 Установа для обробки плодовоовочевої продукції перед закладкою на зберігання

Найменш ефективно на культури грибів, що викликають загнивання плодів при зберіганні, діють ефірні масла ялівця туркестанського, ферули й ромашки, а ефірне масло полину сибірської зовсім не пригнічує їхнього росту.

Ефірні олії рослин із сімейства ясноткових, на відміну від всіх інших, різко пригнічують спороутворення грибів роду *Penicillium expansum*, *P. mali* Gork. et Novobr., *Botrytis cinerea*, *Rhizopus higricans* Ehrenberg.

Найбільш чутливими до всіх вищенаведених олій виявилися грибки із сімейства *Dematiaceae*. На них фунгіцидно діють олії зизифори Бунге, м'яти, чорного й цитварного полину, а найбільш виражену фунгіцидну дію створюють ефірні олії материнки й чебрецю. Навіть ефірні олії ферули, ялівця й ромашки, які дуже слабо діють на інші грибки, досить сильно пригнічують ріст *Alternaria tenuis* й *Cladosporium macrocarpum*.

*Syncephalastrum almaataense* найбільш чутливий до ефірних олій деяких полинів - чорної, цитварної і ясно-синьої. Представники роду *Penicillium* - *P. mali* й *P. Expansum* виявилися найбільш чутливі до ефірних олій рослин із сімейства Губоцвітих - зизифори Бунге, м'яти та материнки.

Ефірна олія зизифори Бунге, що найбільш активно пригнічувала грибки, була випробувана в складі штучної харчової плівки для покриття плодів. Найкращі результати були отримані при зберіганні плодів груші сорту Талгарська красуня, оброблених штучною харчовою плівкою, що містила 1,5 % желатину, 1,5 % моногліцериду і 1,0 % гліцерину з додаванням 0,02 % ефірної олії зизифори Бунге. Температура зберігання груш складала 0°C. Враженість плодів груш грибковими гнилизнами за сезон зберігання була в 9 разів нижче, ніж у контролі (необроблених плодів), і в 5,5 рази нижче, у порівнянні з плодами, покритими аналогічною плівкою без додавання ефірної олії.

Уперше була встановлена можливість застосування ефірних олій у складі штучних харчових плівок для покриття плодів з метою продовження терміну їхнього зберігання [1].

## 9. ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ ОПРОМІННЕННЯ ТА ГЕННОЇ МОДИФІКАЦІЇ ПРИ ЗБЕРІГАННІ ПЛОДІВ І ОВОЧІВ

### 9.1 Використання різних видів опромінення при зберіганні плодоовочевої продукції

Для запобігання бактеріальному забрудненню продуктів на харчових і торговельних підприємствах для санації повітря й поверхневого шару продуктів, іноді застосовують різні види опромінення.

Доцільність застосування опромінення при зберіганні харчових продуктів вивчається у усьому світі вже не одне десятиліття. Однак, через цілу низку об'єктивних обставин відомості про результати дослідження у світовій літературі невеликі.

Коли почали робити опромінення плодів й інших харчових продуктів, включаючи й картоплю, передбачалося, що опромінення зможе замінити холодильне зберігання. Однак, незабаром з'ясувалося, що антимікробний ефект від опромінення плодів та овочів може бути досягнутий лише при поєднанні опромінення з холодильним зберіганням, до того ж тільки у випадках короткострокового зберігання продукції.

Відома досить виражена бактерицидна дія ультрафіолетових променів (УФ), яка пов'язана з тим, що синє світло поглинається білками та нуклеїновими кислотами бактеріальної клітини і викликає у ній згубні мутації.

Більші надії, у свій час, покладали на опромінення плодів та овочів гамма-променями, що випускаються збудженими ядрами таких ізотопів, як кобальт-60 (період напіврозпаду близько 5 років) і цезій-137 (період напіврозпаду близько 30 років).

#### 9.1.1 Використання ультрафіолетового випромінювання й озонування

Ультрафіолетове випромінювання створюється електромагнітними коливаннями в області з довжиною хвилі від 136 А до 4000 А, що має велику енергію, і тому здійснює виражений хімічний, фізичний і біологічний вплив. Залежно від довжини хвилі, дія на бактерії різних ділянок ультрафіолетового спектру неоднакова. Найбільшу дію, яка придушує їхню життєдіяльність, мають промені з довжиною хвилі від 2000 до 2950 А. Ця область називається бактерицидною. Максимум бактерицидної дії оказують промені з довжиною хвилі близько 2600 А.

Джерелом ультрафіолетового випромінювання є бактерицидні лампи, що випускаються промисловістю. Вони являють собою газорозрядні лампи низького тиску із саморозжарювальними катодами. Працюють від електричної мережі змінного струму напругою 127 й 220 В.

Під впливом УФ-променів відбувається відмирання мікроорганізмів тільки в поверхневому шарі продукту, тому що проникаюча здатність променів не перевищує 0,1 мм. Ефект від опромінення, що стерилізує, залежить від мікробіологічного забруднення продукту й стадії розвитку мікроорганізмів. У поєднанні з низькими позитивними температурами він значно збільшує термін зберігання (у два рази й більше) охолоджених, цитрусових та інших продуктів.

Під впливом опромінення ріст мікрофлори різко сповільнюється, тобто проявляється бактериостатичний ефект, що залежить не тільки від дози опромінення, але й від стану зовнішнього середовища. Зі зниженням температури середовища тривалість бактериостатичного ефекту збільшується.

При використанні УФ-променів утворюється озон, що має сильну бактерицидну дію при відносній вологості повітря вище 60 %.

На поверхні овочів утримується 105-107 видів мікроорганізмів (кишкова паличка, сапрофіти, протей, коки, сарцини, актиноміцети, цвілеві гриби, дріжджі та ін.), які призводять до швидкого псування продуктів й утворенню в них токсинів. Знезаражування озоном дозволяє значно підвищити ефективність дезінфекції. Застосування озону при холодильному зберіганні плодів та овочів дозволяє знизити втрати від цвілі й гниття, понизити інтенсивність дихання, а також сповільнити їхнє дозрівання через окислювання етилену та інших летких продуктів обміну речовин. Крім того, озон забезпечує нейтралізацію комах.

Дослідженнями [110] виявлено, що різні сорти яблук по-різному реагують на присутність озону. Однак, один з висновків поширюється на всі сорти яблук: в присутності

озону, дозрівання яблук прискорюється за рахунок виділення з них етилену та інших летких речовин, які приводять до побуріння шкірки. Етилен, що виділяється, швидко окислюється озоном. Але коли озон вже не здатний перешкоджати побурінню шкірки, все одно його затягує й сповільнює цей процес шляхом нейтралізації летких речовин. Цей процес характерний як для ягідних, так і інших культур, у тому числі для бананів, апельсинів, малини, полуниці і т.д. На думку ряду дослідників, тривалість зберігання можна збільшити в середньому вдвічі з одночасним збереженням тонкого аромату фруктів.

При цьому, чутливість до озону окремих сортів овочів і фруктів різна. За даними деяких закордонних фахівців яблука сорту Голден Делішес добре зберігаються при концентрації озону  $C = 2...3 \text{ мг/м}^3$ , а за результатами інших - при  $C = 10...12 \text{ мг/м}^3$ . Тривалість зберігання суниці, полуниці, винограду подвоюється при концентрації озону  $C = 4...6 \text{ мг/м}^3$  і тривалості озонування по 3 г на добу; при цьому в суниці відзначене поліпшення аромату. Погіршується аромат яблук при концентрації озону більше  $12 \text{ мг/м}^3$ . Відзначено, що озон не впливав на інтенсивність псування яблук, яким попередньо були щеплені різні хвороби, але знищив неприємні запахи.

Важливу роль у забезпеченні захисту плодів від зів'янення й ураження мікроорганізмами грають кутикули воску яблук [32]. Виявлено, що озон не призводить до значних змін у хімічному складі вісків, однак він здатний ініціювати посилення основної захисної функції вісків - зниження швидкості псування. Високі дози обробки озоном призводять до ураження ділянок покривних тканин, позбавлених воскового шару, що викликає зростання швидкості втрати вологи у цілому. Періодична обробка яблук озоном низьких концентрацій ( $C = 0,7...3,0 \text{ мг/м}^3$ ,  $\tau = 40...120 \text{ хв щодня}$ ) у процесі зберігання здатна модифікувати процеси формування воскового шару й перешкоджати нагромадженню продуктів окислювання фарезену<sup>8</sup> в ньому.

До числа специфічних процесів, що відбуваються в бульбах при зберіганні, і які чинять значний вплив на харчові властивості картоплі, відносяться перетворення у вуглеводному комплексі. Досліджені сорти картоплі [29] мало відрізнялися по вмісту цукрів і характеру зміни їх під час зберігання. В озонованих бульбах картоплі, в порівнянні з контрольними зразками, вміст крохмалю до кінця зберігання на 3... 6% вище, а вміст суми цукрів у 1,3...1,5 рази нижче. Як реакція на дію озону спостерігається збільшення вмісту аскорбінової кислоти в середньому в 1,2 рази. Інтенсивність дихання озонованих бульб у процесі зберігання слабо відрізнялася від контрольних. Враховуючи біохімічні зміни, що відбуваються під дією озону в бульбах картоплі, автори відзначають, що озонування не викликає серйозних фізіологічних розладів. Імовірно, поверхневий шар картоплі не містить речовин, які швидко окислюються, а озон, як відомо, має суттєво поверхневу дію. Разом з тим, озон знищує патогенну поверхневу мікрофлору: засіменність оброблених бульб до кінця зберігання значно нижча в порівнянні з контрольними. Озонування сприяє загоєнню ран на бульбах, чим підвищується їх опірність новим інфекціям. Відсоток загниваючих бульб в озонованих партіях значно нижчий - в 1,5...3,0 рази [23].

Картопля добре зберігається в середовищі озono-повітряної суміші при концентрації  $C = 0,002...2,0 \text{ мг/м}^3$  [77]. З метою виявлення додаткового критерію для оцінки досліджуваних режимів зберігання бульб картоплі із застосуванням озону, вивчена зміна вмісту в них деяких макро- і мікроелементів при аналогічних температурно-вологісних режимах [50].

В літературі [32] наведені результати досліджень про вплив обробки озоном коренеплодів моркви при холодильному зберіганні на активність пероксидази та каталази. Концентрація озону складала 10...15, 50...60 та 110...120  $\text{мг/м}^3$ , тривалість озонування 6 годин при температурі зберігання 273...272<sup>0</sup> К. Період зберігання жовтень-травень. Автори вважають, що обробка коренеплодів моркви озоном викликає зміни на рівні активності ферментів перекисного обміну - каталази й пероксидази. При цьому в початковий період зберігання коренеплодів моркви озонування необхідно проводити рідше (не частіше ніж через 8-10 днів), ніж в останній період зберігання.

Раціональна концентрація озону при зберіганні бананів 3  $\text{мг/м}^3$ . Більш високі концентрації призводять до появи на шкірочці чорних плям. Найбільш стійкі до дії озону, за

<sup>8</sup> **фарнезени** - група органічних речовин, що утримується в шкірці яблук і деяких інших фруктів, надаючи їм запах

даними науковців, апельсини ( $C = 40 \text{ мг/м}^3$ ) і цибуля ( $C = 300 \text{ мг/м}^3$ ): при даних концентраціях не відбувається порушення обміну речовин.

Таким чином, при розробці режимів озонування продуктів рослинного походження необхідний диференційований підхід до вибору концентрацій озону.

Хоча наведені дані й носять суперечливий характер, більшість авторів згодні в тому, що застосування озону при холодильному зберіганні плодів й овочів позитивно впливає на їхнє збереження.

### 9.1.2 Використання іонізуючого випромінювання

Для запобігання бактеріальному забрудненню продуктів на харчових і торговельних підприємствах для санації повітря й поверхневого шару продуктів іноді застосовують різні види опромінення.

Іонізуюча радіація здатна викликати іонізацію електрично нейтральних атомів і молекул, та стимулювати в опромінених матеріалах однотипні хімічні реакції.

Обробку продуктів проводять у спеціальних апаратах (наприклад, кобальтових пушках), де відбувається радіоактивний розпад різних ізотопів. При цьому в продуктах виникають хімічні перетворення, пов'язані, в першу чергу, з іонізацією води, що викликає утворення вільних радикалів з високою хімічною активністю, призводить до змін у клітинах. При певному дозуванні промені придушують життєдіяльність мікроорганізмів.

На практиці радіаційну обробку проводять у вигляді:

- радисідації - радіацією в дозах 0,3—0,5 мрад, що дозволяє звільнити харчовий продукт від деяких неспортувальючих патогенних мікроорганізмів, для збільшення тривалості зберігання продукту, а також для знищення паразитів;
- радуризації - опроміненням харчових продуктів дозами порядку 0,5- 0,8 мрад, що забезпечує зниження мікробної засміченості продукту до рівня, що запобігає псуванню продукту, та дозволяє подовжити термін його зберігання;
- радаптертизації - опроміненням харчових продуктів дозами вище 0,8 мрад, до повної стерильності продукту;

Наведені цілеспрямовані види уніфікованої радіаційної обробки харчових продуктів дозволяють найбільш ефективно здійснювати контроль якості обробки і стан опромінених продуктів.

У країнах СНД та за кордоном опромінення низькими дозами гамма-променів знайшло практичне застосування тільки для обробки картоплі проти проростання. У деяких випадках замість гамма-променів у дозі до 10 град використовують опромінення бульб пучком прискорених електронів, які в дозі 20-30 крад теж сповільнюють проростання картоплі. Прискорені електрони відносяться до типу м'якого опромінення.

У деяких країнах радіаційне опромінення застосовують для плодів з коротким терміном зберігання - суниці, малини, черешні, вишні, абрикосів, персиків, червоних томатів та ін. Це дозволяє продовжити термін їхньої реалізації на 7-14 днів.

Добрий результат дає гамма-опромінення бананів дозами в 150 крад і вище, за умови достатньої вентиляції. Поліпшується їхній окрас, аромат, консистенція. При тому ж режимі опромінення, але проведеному в невентильованих камерах малої місткості, відбувається розтріскування й знебарвлення шкірки, а в окремих випадках затримується повне дозрівання плодів.

Італійські фахівці, що вивчають цю проблему, вважають припустимим для обробки харчових продуктів дозу радіації, що не перевищує 300 крад. При опроміненні більш високими дозами можливе індукування радіації, отже, оброблені продукти стають небезпечними для здоров'я.

Фахівцями Національного інституту травлення в Римі встановлено, що доза радіації в 300 крад є така, що стерилізує тільки від трьох видів грибів, які вражають плоди: *Botrytis cinerea*, *Monilia fructigenum*, *Penicillium italicum*. Для інших же збудників фітопатогенних захворювань плодів та овочів дози, що стерилізують, набагато вищі за 300 крад, тобто, значно перевершують припустимі дози радіації. Так, для лимонів доза, що стерилізує, проти грибів *Aspergillus citi* u *Penicillium deqitatum*, коливається від 500 до 1000 крад. Небезпечний поріг

опромінення лимонів лежить у межах 200-300 крад. Доза опромінення, що стерилізує, для основного збудника садової суніці *Rhizopus* становить 500 крад, а небезпечна доза - 300 крад.

У зв'язку із цим, навіть з дослідницькою метою апробуються не стерилізуючі, а ретардантні дози опромінення, тобто такі, що сповільнюють розвиток мікроорганізмів. У деяких випадках це дає бажаний ефект. Наприклад, груші сорту Пас Крассан, оброблені дозою 300 крад, зберігалися 9 місяців при температурі 3<sup>0</sup>С. Виноград, опромінений оптимальною для нього дозою – 200 крад, при температурі 5<sup>0</sup>С і відносній вологості повітря 80% зберігається не більше 2 місяців, після чого починається інтенсивне загнивання ягід.

На основі багаторічних досліджень ВНДКОП (Росія) встановлено, що відразу після обробки гама-променями яблук, апельсинів, кісточкових плодів, ягід, томатів й огірків дозами порядку 300 крад мікробна обсімененість плодів різко знижується, а зовнішній вигляд, консистенція, смак і запах не змінюються. Але, в результаті реактивації, кількість мікроорганізмів у короткий термін відновлюється. До часу відновлення мікрофлори тканини плодів уже ослаблені опроміненням, тому розміри псування від захворювань інфекційного характеру найчастіше виявляються навіть більшими, ніж у неопромінених плодів.

З вищесказаного можна зробити висновок, що використання опромінення для подовження терміну зберігання харчових продуктів ще остаточно не вирішено і вимагає додаткових токсикологічних досліджень.

### **9.1.3 Недоліки використання ультрафіолетового й радіаційного опромінення**

Кожний з перерахованих способів обробки має свої недоліки. Наприклад, УФ промені мають слабку проникну здатність, стимулюють окисні реакції, що приводять до прогіркання жирів, зниженню вмісту аскорбінової кислоти, знебарвленню або зміні кольору продуктів й інших небажаних явищ. Опромінення плодів УФ обмежує розвиток засмаги, тобто фізіологічного захворювання, але не знижує стійкості плодів до фітопатогенних захворювань. Дегустаційна оцінка у плодів, опромінених УФ променями, однакова з контрольними закладками, або вище усього на 0,1-0,4 бали (по 5-бальній шкалі).

Іонізуюча радіація сприяє ослабленню стійкості рослинної продукції до фітопатогенних мікроорганізмів.

При обробці підвищеними дозами гамма-променів у значній мірі руйнуються амінокислоти продукції, що опромінена (метіонін, цистеїн, гістидин, аргінін, тирозин) і вітаміни групи В. При зберіганні опромінених плодів та овочів інтенсивніше руйнуються каротин й аскорбінова кислота, збільшується вміст цукру.

За допомогою цитоморфологічного аналізу живих клітин тканин картоплі встановлено [47], що при опроміненні бульб дозами 5 крад. у клітинах не відбувається глибоких змін. При обробці дозами 10 й 15 крад у деяких клітинах утворюються бульбашковидні ядра, механізм утворення яких обумовлений зникненням мембран ядер і появою нових форм у вигляді бульбашковидних вакуолей. При збільшенні дози опромінення до 20 крад у більшості кліток не виявлялися ні ядра, ні цитоплазматичні включення. Це відбувалося в результаті розриву внутрішніх і поверхневих мембран клітин. Дози в 25 й 30 крад викликають повне руйнування клітин.

Накопичений досвід показав, що по силі рости́нгі́буючої дії на картоплю й овочі гамма-випромінювання перевершує всі антиростові хімічні препарати. Але якщо для запобігання проростання потрібні відносно малі дози опромінення (6-12 крад), то для пригнічення життєдіяльності фітопатогенної мікрофлори дози зростають до 1000 крад і вище. Застосовувати таке сильне опромінення не має сенсу, тому що навіть при дозах вище 200-300 крад (залежно від виду плодоовочевої продукції) спостерігається розм'якшення тканин, зміна нормального фарбування, погіршення смаку, посилене соковідділення й поява специфічного запаху опромінених продуктів. Отже, самий істотний наслідок радуризації (навіть меншими дозами) це ослаблення стійкості плодів та овочів до інфекційних захворювань. І чим вище доза опромінення, тим значніше втрати від грибних і бактеріальних гнилизн.

Одна з гіпотез, що пояснює рости́нгі́буючий вплив радіаційного опромінення, це порушення в енергетичному обмін і, як наслідок цього – зниження здатності до синтезу рослинної тканини. По тій же причині послаблюється стійкість опроміненої плодоовочевої сировини до фітопатогенних захворювань. Цьому сприяє викликаний опроміненням частковий

розпад полісахаридів (целюлози й речовин пектинового комплексу), які спричиняють структурну міцність плодових тканин до опромінення. Зовнішнім проявом цього розпаду є розм'якшення опромінених плодів та овочів.

## 9.2 Переваги та недоліки зберігання генетично модифікованих організмів

Генетично модифіковані організми<sup>9</sup>) створюються методами генної інженерії (genetic engineering) - науки, що дозволяє вводити в геном рослини, тварини або мікроорганізму фрагмент ДНК із будь-якого іншого організму, з метою додання йому певних властивостей. Їх створюють, головним чином, з рослин, у ДНК яких уводять особливий, не даний їм природою, ген. Наприклад, томати і огірки, що одержали ген морозовитривалості від арктичної камбали, довше зберігаються й не псуються; картопля, що одержала ген бактерії, отрута якої смертельна для колорадського жука, набуває властивостей, шкідливих для колорадського жука; рис, що одержав ген людини, відповідальний за склад жіночого молока, робить злак більше живильним, корови дають молоко підвищеної жирності.

Першим, в результаті генетичних маніпуляцій, був отриманий тютюн, стійкий до шкідників, потім ГМ-кукурудза, соя, рис, тамати, огірки, картопля, буряк, яблука. На вид ГМ-продукти виглядають навіть більше привабливими, ніж натуральні: чисті, рівні бульби картоплі, правильної форми тамати. Нові продукти часто бувають і дешевше натуральних.

Національний інститут геномних досліджень рослин (Індія, Нью-Делі) зараз займається вирощуванням томатів (ГМ-рослин), виведених тут же. У томатів «відключені» гени, відповідальні за вироблення 2 ферментів дозрівання. Такі томати залишаються абсолютно свіжими протягом 45 діб. І тільки після цього починають в'янути, тоді як звичайні псуються вже на 15 день зберігання. Подібні ферменти знайдені й в інших фруктах й овочах. Планується застосувати дану методику для продовження «життя» бананів, папайї, манго.

У Швейцарії був проведений референдум, і ця країна офіційно сказала «ні» трансгенним продуктам. Одинадцять країн ЄС - Австрія, Болгарія, Угорщина, Греція, Ірландія, Кіпр, Литва, Латвія, Мальта, Нідерланди й Словенія – також зажадали від Ради Євросоюзу надати їм право заборони використання генетично модифікованих сільськогосподарських культур на власній території. Раніше Єврокомісія виступала за повсюдний дозвіл використання генетично модифікованих культур в Європі, після того як експерти визнали ці культури нешкідливими. Особливо активно Єврокомісія боролася за дозвіл цих культур в 2007-2008 роках, коли, на піку світового економічного підйому, в Європі почав відчуватися дефіцит продовольства. У той же час, європейська суспільна думка виступає проти генетично модифікованих культур, вважаючи, що їхній вплив на навколишнє середовище й здоров'я людей ще недостатньо вивчене.

На цей час у країнах світового співтовариства пройшли оцінку на безпеку й вийшли на ринок харчової продукції й кормів більше 100 ліній і сортів генетично модифікованих культур, в основному, це трансгенні лінії сої, кукурудзи, рапсу, а також кілька сортів трансгенної картоплі, томатів, дині, папайї, кабачкових. Основними ознаками, які надаються трансгенним рослинам, є їхня стійкість до пестицидів, шкідників і рослинних інфекцій.

Зараз багато країн використовують ГМП. Серед них США, Канада, Китай, Австралія, Аргентина, Мексика, Уругвай. Найбільшим виробником ГМП є США, адже 80% продуктових товарів США виготовляються з використанням генетично модифікованих інгредієнтів (ГМИ).

Однак, неконтрольоване споживання генетично модифікованих продуктів може мати непередбачені наслідки в майбутньому. Щоб повністю зрозуміти всі ризики вживання в їжу трансгенних продуктів, повинно пройти кілька десятків років і змінитися кілька поколінь, що харчувалися ГМП.

---

<sup>9</sup> Генетично модифікований організм (ГМО) - живий організм, генотип якого був штучно змінений за допомогою методів генної інженерії.

На думку супротивників ГМ- продуктів, наслідки її споживання можуть виявитися непередбаченими, їхнє застосування може призвести до мутацій у людському організмі, порушенню рівноваги в природі та до екологічної катастрофи.

Дослідження британських корпорацій «Сейнзбері» й «Маркс-Спенсер», французької «Карефо», санітарних служб Голландії, Швейцарії, Данії, Великобританії, японської агропромислової корпорації «Кирибрюери», Мексиканських дослідницьких центрів і російських учених Ірини Яригіної, Віктора Прохорова й багатьох інших, однозначно підтверджують, що вживання ГМ - сої приводить до виникнення онкологічних і нервових захворювань, а також до необоротних змін імунної системи людини.

Після багаторічних досліджень, фахівці клініки педіатрії при Корнельском університеті (Нью-Йорк) твердо переконані, що годівля дітей ГМ-соєвими продуктами (навіть із частковим вмістом останніх!) збільшує ризик захворювань щитовидної залози як мінімум у три рази, з чим згодні й учені федерального департаменту сільського господарства США.

Вчені одержали нові докази небезпеки ГМ- продуктів. Дослідження ГМО на безпеку, які зараз проводяться в Інституті вищої нервової діяльності й нейрофізіології РАН, дали вченим нові докази небезпеки продуктів із ГМО. За словами провідного наукового співробітника Інституту, доктори біологічних наук Ірини Єрмакової, у пацюків, у корм яких додавали ГМО, підвищився рівень смертності потомства. Більше того, у тварин були відзначені аномалії розвитку, такі як мала вага, зайва агресивність – як потомства, так і самок, що годують, - вони переставали піклуватися про своє потомство.

Таким чином можна констатувати, що трансгенні продукти - міна вповільненої дії.



## 10 ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ ТРОПІЧНИХ ПЛОДІВ

### 10.1 Популярність тропічних плодів в Україні

Одне з перших місць у світі за обсягом виробництва серед інших плодових культур займають цитрусові (сімейство Rutaceae). Це важлива складова врожаю для країн Близького Сходу, ПАР, Австралії, середньозіхотних і субтропічних регіонів Південної Америки й Карибів. США лідирують у світовому виробництві цитрусових, і основними виробниками та експортерами в цій країні є штати Флорида, Каліфорнія, Техас й Арізона. Іншими найбільш важливими виробниками-експортерами є Бразилія, Іспанія, Японія, Мексика, Італія, Індія, Аргентина і Єгипет.

Сімейство цитрусових поєднує велику групу різноманітних за своїми властивостями і зовнішньому вигляду плодів, ареал вирощування яких охоплює практично всі країни тропічного і субтропічного поясів. Плоди цитрусових рослин, у відповідності до ботанічної класифікації, є ягодами. Будова ягід включає двошарову шкірку, м'якіну, серцевину й насіння. У деяких нових сортах цитрусових насіння може не бути [96].

До переліку цитрусових, що імпортуються в Україну, входять апельсини, мандарини, лимони, грейпфрути, помело, а також менш відомі види, такі як танжерини, климентини, сатсуми й лайми, кумкват. Спочатку основне призначення цих рослин вважалося лікарським. Перше місце за обсягом виробництва й корисності у світі зайняли апельсини й тільки п'яте місце зайняли грейпфрути й помело.

Проте, грейпфрути й помело складають все більший інтерес для ринків тропічної плодової продукції України у зв'язку з дуже привабливим зовнішнім виглядом і прекрасними смаковими властивостями.

В Одеській державній Академії холоду виконаний великий науковий пошук по методах зберігання й транспортування тропічних плодів, зібраний великий науковий і практичний матеріал. У роботах [49, 96] описані особливості й дані рекомендації, що стосуються транспортування й зберігання тропічних плодів. Така постановка проблеми особливо актуальна у зв'язку з інтенсивним зростанням народонаселення Землі й небезпекою нестачі продуктів. ООН запропонувала створити міжнародні резервні запаси продовольства, а також банк інформації про виробництво й зберігання продуктів харчування в багатьох країнах світу [15]. В 2003 році Європейське співтовариство приступило до виконання цих рекомендацій й ухвалило рішення щодо створення європейського щорічно поповнюваного резерву продовольства обсягом 500 тис. тон.

Австралійські вчені, крім живильних властивостей тропічних плодів, звернули увагу на корисність їхнього вирощування з метою енергетичної утилізації. Наприклад, ананасів, у яких їстівна частина становить усього 40 - 50% маси плоду, а інша частина (відходи) має високий енергетичний потенціал. При використанні цієї маси витрати традиційних енергетичних ресурсів знижуються шляхом впровадження енергетичної утилізації відходів виробництва.

У країнах **більш високих широт**, таких як Бельгія й Голландія, протягом останніх 10 років уже здійснюється тепличне вирощування бананів високої якості для виробництва продуктів дитячого харчування. При цьому, прагнення одержати у високоширотних умовах (у зимових теплицях) урожайність продукції, рівну по урожайності такої ж продукції в тропіках, може привести до бажаного результату тільки при багаторазовому збільшенні енергетичних витрат і внесенні набагато більшої кількості добрив, що закінчується необоротною витратою природних ресурсів, забрудненням і виснаженням ґрунтів. [78]

Оскільки культивування тропічних і субтропічних культур за межами тропіків і субтропіків пов'язане з використанням штучного клімату й хімічних добрив, що значно підвищує енергетичні витрати і собівартість, вирощування цієї продукції на місці, проблемами транспортування й зберігання тропічних і субтропічних культур у європейських країнах, приділяється досить велика увага.

Ці висновки призвели до усвідомлення необхідності перерозподілу зон світового виробництва багатьох сільськогосподарських культур з обліком енергетичної, екологічної й економічної доцільності та інтересів окремих країн і людства в цілому.

Як відзначається в роботі [96], задоволення потреб населення в плодах й овочах у країнах, розташованих за межами тропіків, здійснюється протягом двох періодів року, що різняться між собою. Перший період, приблизно із середини травня до середини жовтня,

збігається із процесами вегетації, плодоносіння й поступового збору різних місцевих видів плодів й овочів, що дозволяє забезпечити частину потреби населення, не використовуючи засоби тривалого зберігання.

Другий період починається після припинення надходження продукції із власних полів, що триває до початку нового сезону й відрізняється тим, що для рівномірного безперервного постачання населенню використовують, в основному, імпортовану продукцію, а також власну, вирощену та закладену на зберігання.

У більшості країн світу використовується комбіноване постачання - імпортованою та власною продукцією, при цьому обсяги імпорту залежать від співвідношення тривалості першого та другого періодів, а основну частку імпорту займає тропічна плодова продукція, що відрізняється високими смаковими та вітамінними властивостями, і невисокою вартістю.

У роботі [96], автори багато уваги приділили холодильним технологіям зберігання й транспортування плодів, що мають найбільший торговельний оберт, таких як банани. У книзі стисло викладена інформація про холодильні технології ананасів, ківі, гуави та інших видів тропічних плодів. Наведено опис сучасних холодильних технологій дозрівання й зберігання тропічних плодів на всьому шляху від плантації до споживача. Це зроблено з метою застосування цих технологій до конкретних умов України й інших країн СНД, для вирішення завдань цілорічного забезпечення ринку тропічною плодовою продукцією.

## **10.2 Біолого-технологічні особливості тропічних плодів і способи їхнього зберігання**

Всі види плодів, зокрема тропічні й субтропічні, залежно від інтенсивності дихання розподіляються на три групи [56, 97]:

- клімактеричні, у яких інтенсивність дихання підвищується в період дозрівання;
- неклімактеричні, у яких інтенсивність дихання після збору трохи знижується, або залишається приблизно постійною протягом усього періоду;
- плоди, у яких інтенсивність дихання зростає тільки після дозрівання, а пік інтенсивності приходить на кінець перебування в товарній цінності.

До численної групи клімактеричних плодів відносяться авокадо, банани, манго, папайя, всі види ананасів, маракуйя, ківі та багато які інші, тобто більша частина тропічних плодів, імпортованих в Україну та інші країни СНД. Виділення етилену плодами клімактеричної групи на початковій стадії зберігання приводить до подальшого різкого зростання інтенсивності дихання, тому що плоди цієї групи дуже чутливі до присутності етилену в повітрі навіть у дуже невеликій кількості (концентрації 5÷10 ppт протягом доби) [53].

До неклімактеричних відносяться ананаси, цитрусові, гранати, інжир і кумкват. До нечисленної групи плодів з пізнім підйомом інтенсивності дихання відносяться персики, нектарини, хурма та деякі інші види плодів. Створення оптимальних умов для збереження товарної цінності такої різноманітної продукції вимагає чіткого урахування всього комплексу факторів, що впливають на якість тропічних плодів у процесі їх просування до споживача. Фактори впливу підрозділяють на ендогенні (внутрішні) та екзогенні (зовнішні) [97].

Ендогенні фактори засновані на біологічній природі рослинних об'єктів і визначаються генетично закріпленими особливостями видів і сортів. Екзогенні фактори включають комплекс зовнішніх впливів на плодову продукцію від початку й до завершення зберігання (параметри навколишнього середовища, механічні впливи й т.п.).

Тропічні й субтропічні плоди так само, як і відомі нам плоди середніх широт, у процесі свого розвитку проходять етапи росту, дозрівання й старіння.

Протягом етапу росту відбувається збільшення маси й розмірів плодів до величин, що відповідають сортам і конкретним поточним умовам навколишнього середовища. До кінця цього періоду клімактеричні плоди практично досягають основних розмірів і величин маси й стають здатними до дозрівання.

На етапі дозрівання, якщо воно відбувається на материнській рослині, збільшення маси й розмірів плодів триває, але вже в незначній мірі. При цьому в плодовій масі відбувається дозрівання насіння, конверсія крохмалю в цукор різних видів, розпад і перетворення пектинових речовин, розвиваються типовий окрас й аромат плодів.

Етап старіння - це останній етап у житті плодів, що характеризується зниженням імунітету, відмиранням окремих клітин і ділянок тканин, процесами розпаду (катаболізму).

Процеси розпаду (катаболізм) і обміну речовин (анаболізм), що відбуваються в плодах після зняття з материнської рослини, зупинити неможливо. Тому основне завдання сучасних технологій зберігання й транспортування тропічних плодів спрямоване на вирішення проблеми стримування цих процесів.

Спільне протікання процесів катаболізму й анаболізму в рослинах прийнято називати метаболічними процесами. Для тропічних плодів метаболічна активність визначається фазою індивідуального розвитку, при якій збирають продукцію.

У зв'язку з особливостями процесів, що протікають у тканинах, розрізняють фізіологічну, знімальну (технічну) і споживчу стиглість тропічних плодів.

Фізіологічна стиглість являє собою біологічне завершення розвитку, тобто повне завершення циклу дозрівання, при якому насінини стають повноцінними зачатками нових рослин.

Тому зі споживчої точки зору фізіологічно стиглі плоди оцінюються як перестиглі.

Знімальна стиглість (технічна, при якій знімають врожай) - це рівень дозрівання, при якому плоди ще не досягли рівня споживчої стиглості, однак зібрані клімактеричні плоди здатні до наступного дозрівання, а неклімактеричні вже мають аромат, смак і кольори, що відповідають даному виду й сорту. Тривалість перебування плодів у стані знімальної (технічної) стиглості коротка й залежить від видових особливостей плодів та умов вирощування.

Споживча стиглість - це рівень дозрівання, при якому плоди досягають найбільш високої харчової та енергетичної цінності і набувають типового для зтиглих плодів даного сорту смак, аромат і окрас. Тропічні плоди, що досягли цього рівня стиглості, підлягають негайній реалізації й вживанню в їжу або швидкій переробці в консервовану продукцію, відповідно до виду й сорту плодів.

Для транспортування тропічних плодів в Україну та інші країни приймаються плоди тільки в стадії знімальної (або технічної) стиглості. При цьому обов'язково враховують регіональні особливості продукції, вид транспортного засобу й умови транспортування, дальність і тривалість проходження вантажу, а також характер й обсяги вантажно-розвантажувальних робіт.

На світовому ринку тропічних фруктів більша частка продажів припадає на цитрусові. Інформація про умови зберігання та транспортування деяких видів цитрусових, вирощуваних в Україні, досить добре відома. У роботах [54, 61, 105] розглядаються питання транспортування й зберігання цитрусових (грейпфрути, помело та кумкват), імпортованих в Україну.

До інших видів імпортованої тропічної плодової продукції, можуть бути віднесені сімейства авокадо (*Lauraceae*), ананасових (*Ananas sativus*, *Ananas comosus* та ін.), анонових (*Annonaceae*), бананових (*Misaceae*), цитрусових (*Rutaceae*) і деяких інших культур, які користуються переважним попитом у більшості країн світу [37, 109].

Зараз увагу споживачів починають притягувати такі тропічні плодові культури, як перуанський женьшень (*Lepidium meyenii* Walpers), відомий своїми живильними й цілющими властивостями. Однак у цей час у світовому торговельному оберті ці екзотичні культури займають незначне місце у зв'язку з недостатньою їхньою популярністю, невеликим попитом і високою вартістю.

Необхідно знати, що кожній технології зберігання відповідає певний технологічний регламент, якого необхідно жорстко дотримуватися, й порушення якого може призвести до значних втрат продукції. У числі основних причин порушення технологічного регламенту можна назвати такі:

- незнання обслуговуючим персоналом всіх вимог регламенту, наприклад, правил розміщення вантажів у камері відповідно до даного проектного рішення;
- внесення необґрунтованих змін у первісні проектні рішення холодильника;
- гранична зношеність холодильного устаткування та будівельно-ізоляційних конструкцій;
- невідповідність вимог до зберігання даного вантажу технології та правилам технологічного регламенту, що використовується.

При зберіганні тропічних плодів на сучасних холодильниках картонні або дерев'яні пакування із плодами укладають на стоячні палети в 4-7 рядів у висоту. Потім палети

встановлюють одна на другу, створюючи штабель. Штабелі компонуються на площі підлоги камери відповідно до проектного рішення так, щоб залишалися проходи для контролю стану плодів, проїзди для проведення вантажно-розвантажувальних робіт та, що найголовніше, щоб між палетами й окремими пакуваннями залишалися просвіти, що забезпечують циркуляцію повітря у всьому вантажному просторі відповідно до даної системи повітророзподілу.

Вид пакувань, характер укладки пакувань на піддонах, розміщення самих піддонів у штабелі, розміщення штабелів на вантажній площі камер та їхні габарити, а також тип системи повітророзподілення та умови обслуговування холодильної системи є визначальними факторами у вирішенні проблеми гарантованого збереження якості продукції.

Зміна кожного із зазначених факторів, наприклад, вид пакувань, способи їхнього укладання на палетах, компонування й розміщення штабеля, відхилення параметрів технологічного регламенту по тим або іншим причинам може привести до зміни умов тепло- масопереносу у вантажному просторі і непередбачених змін якості продукції.

### **10.3 Транспортування тропічних плодів морським транспортом**

Одне з перших місць у ланцюжку доставки тропічних плодів від місця їхнього вирощування до споживача займають рефрижераторні судна. Роль морських перевезень у світовій практиці важко переоцінити. Сучасні судна, що здійснюють морські перевезення можна поділити на дві групи: не рефрижераторні, схоронність вантажу на яких забезпечується наявністю механічної вентиляції або кондиціонування, і рефрижераторні судна, тобто судна, що мають рефрижераторні вантажні приміщення, збереженість вантажу в яких забезпечується зниженням температури за допомогою холодильних установок.

#### **10.3.1 Перевезення плодів у трюмах без охолодження**

Багато видів плодоовочевих вантажів, зокрема й тропічних плодів, з успіхом можуть перевозитися у звичайних вентилязованих трюмах з дотриманням певних вимог.

Для плодоовочевих вантажів рефрижерація необхідна лише в таких випадках:

- під час перевезення будь-яких плодів на далекій відстані з переходом більше 10-12 діб;
- під час перевезення малостійких плодів (ягід і кісточкових) навіть на короткій відстані;
- якщо перевезення плодів пов'язано із тривалим перебуванням судна в умовах надмірно високих або негативних температур.

У наш час у світовій практиці без охолодження перевозиться більше 30% плодоовочевих вантажів. Разом з тим рекомендації із приводу можливості перевезень плодів без охолодження носять загальний і досить умовний характер. Основним засобом забезпечення схоронності плодів під час перевезення без охолодження є їхня посилена аерація. Оскільки при високій температурі дихальний процес сповільнити неможливо, залишається лише направляти його, щоб запобігти різкому псуванню у бік анаеробіозу. Це й забезпечується аерацією вантажу, що досягають шляхом інтенсивного вентилявання вантажних приміщень. Разом з тим, користуючись таким «прийомом», як посилена аерація плодів, варто мати на увазі, що активація дихання призведе до посилення і його анаеробної фази, з усіма негативними наслідками, що з цього випливають. Крім того, посилене вентилявання приводить до збільшення втрат по масі та зів'яненню плодів. У табл. 10.1 представлені дані про оптимальні вентиляційні режими перевезення плодів залежно від виду вантажу, сезону й напрямку перевезення.

Однак і до цих рекомендованих режимів варто підходити з великою обережністю, виходячи з конкретних умов перевезення в кожному окремому випадку.

Проведені дослідження показують, що охоронне перевезення плодоовочевих вантажів на не рефрижераторних судах залежить від великої кількості факторів, ступінь впливу яких у кожному конкретному випадку буде іншою. Найважливішими з них є:

- вихідна якість плодів, пред'явлених до морського перевезення;
- тривалість перебування вантажу на борту судна, включаючи навантаження й вивантаження;

- ефективність вентиляції судна, на якому здійснюється перевезення;
- пристосованість судна до перевезення плодів;
- погодні (кліматичні) умови під час рейсу;
- дотримання вимог нормативних документів, що регламентують умови транспортування того або іншого вантажу.

Цілком зрозуміло, що чим вища якість плодів, тим вища їхня транспортабельність. Перш ніж потрапити в трюм судна, плодоовочеві вантажі проходять тривалий шлях від місця вирощування до порту. Коли мова йде про ягоди або кісточкові плоди, цей проміжок часу може вимірюватися годинами або десятками годин. Ягоди, що пролежали, чекаючи навантаження, кілька діб, до транспортування вже непридатні. Стійкість інших плодів (наприклад, цитрусових) значно вища. Тому й перевозять їх більшими партіями на судах у всьляку пору року. Найважливіше значення при визначенні транспортабельності плодів має ступінь їхньої зрілості. Якщо до перевезення пред'явлені недостиглі, міцні плоди, то за час морського транспортування в результаті процесів, що в них відбуваються, плоди досягнуть.

Таблиця 10.1

Вид плодів	Напрямок перевезень	Період року, коли допускається перевезення без охолодження	Гранична тривалість перебування плодів на борту судна, діб	Оптимальна кратність повітрообміну в трюмах
Цитрусові	1. Порт Середземного моря - чорноморські порти	Листопад - квітень	10 - 12	14 - 15
	2. Порти Італії, Марокко - порти Балтики	Травень - вересень	12 - 14	16 - 18
	3. Сухумі - Батумі - Одеса	Жовтень - грудень	5 - 8	10 - 11
Цибуля ріпчаста, часник	Олександрія - чорноморсько-азовські та Дунайські порти	Цілий рік	10 - 12	6 - 8
Яблука	1. Морські порти Болгарії - чорноморські, дунайські порти	Вересень - березень	10 - 12 14 - 15	10 15
	2. Дунайські порти Болгарії - дунайські й чорноморські порти України і Росії	Вересень - листопад	6 - 8	10
	3. Середземноморські порти - чорноморські порти	Вересень - квітень	8 - 10	10 - 11
	4. Середземноморські порти - балтійські порти	Серпень - листопад	12 - 14	14 - 15
Томати	1. Морські порти Болгарії - чорноморсько-дунайські порти	Липень - листопад	5 - 6	15
	2. Дунайські порти Болгарії - дунайські порти України	Липень - вересень	4 - 5	12

Виноград	Дунайські порти Болгарії - дунайські порти України	Вересень - Жовтень	3 - 4	15
Банани, ананаси	Гвінейські порти - чорноморські порти	Жовтень - Грудень	10 - 11	50 - 60

Якщо на судно будуть завантажені стиглі або перестиглі, розм'якшені плоди, то, незважаючи на всі зусилля перевізника, вантаж у порт призначення буде доставлений підгнилий, у стані, що втратив свій товарний вид. Із цієї причини велике значення для забезпечення охоронного перевезення вантажу має його попередній огляд перед навантаженням, коли може бути виявлений ступінь його стиглості й транспортабельність.

Істотне значення має тривалість транспортування вантажу, тобто час його знаходження на борту судна з моменту початку навантаження до закінчення вивантаження. Іншими словами, охоронна доставка плодів залежить від відстані між портами навантаження й вивантаження, швидкості судна й інтенсивності вантажно-розвантажувальних робіт. Всі ці фактори повинні бути такими, щоб загальний час знаходження вантажу на борту судна не перевищував би меж, зазначених у табл. 10.1

Саме із цієї причини навантаження свіжих плодів на нерезфрижераторне судно повинно відбуватися без затримок і у найстисліші строки. Крім збільшення часу транспортування, затримки при навантаженні приводять до того, що в нижні частини вантажних приміщень потрапляють плоди більш раннього збору, а у верхні - більш пізнього. Таким чином, ступінь зрілості вантажу, який потрапив на судно, виявиться неоднаковою. А з цього виходить, що інтенсивність повітрообміну в нижній і верхній частинах трюму повинна бути різними, що практично нездійсненно. Тому затримка процесу навантаження, з якої б то не було причини - фактор, що сприяє втраті вантажем якості.

У зв'язку з цим особливої важливості набуває правильна організація вантажно-розвантажувальних робіт, скорочення стояночного часу судна, зокрема непродуктивні простої, збільшення швидкості доставки вантажу в порт призначення.

Ефективність вентиляції має вирішальне значення для забезпечення якісного перевезення свіжих плодів без охолодження. Припинення вентиляції вантажних приміщень допускається лише у випадках, якщо відносна вологість навколишнього повітря перевищує 95% (при випаданні опадів), або якщо температура зовнішнього повітря виходить за нижню межу, зазначену в табл. 10-1. У протилежному випадку можливе локальне підморожування вантажу. Але навіть і в цих умовах зовсім припинити вентиляцію трюмів не треба: рекомендується протягом 20-30 хв. через кожні 4 год. вмикати витяжну вентиляцію для видалення продуктів дихання плодів з вантажних приміщень.

Вентиляційна система на судні повинна забезпечувати рівномірну подачу повітря у вантажне приміщення. При цьому важливо не тільки забезпечити необхідний оптимальний повітрообмін,

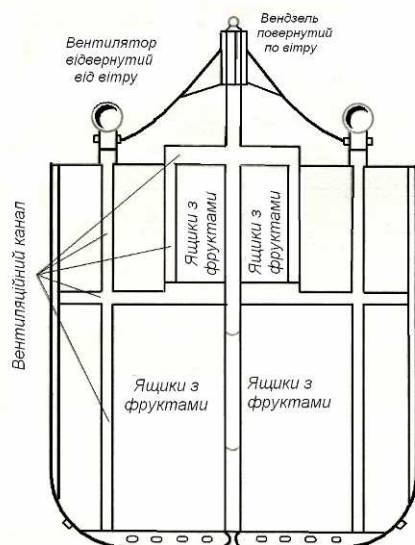


Рис. 10.1 Пристрій в'єнзейлей

але й домогтися однакової швидкості повітряного потоку в трюмах, для чого й застосовують системи розосереджених повітроводів. У трюмах не повинні залишатися «мертві» або слабо вентилявані зони, де рух повітряного потоку майже відсутній, як і не повинно бути зон, де швидкість руху повітря надмірно велика. Оптимальна швидкість руху повітряного потоку (при транспортуванні плодів без охолодження) повинна дорівнювати приблизно 0,20- 0,30 м/с, залежно від виду вантажу, що перевозиться. Зменшення швидкості повітря призведе до того, що продукти дихання плодів не будуть видалятися із трюму або окремих його частин, і вантаж буде «задохатися». Збільшення оптимальної швидкості руху повітря викличе підсушування плодів, збільшення втрат їх маси, погіршення зовнішнього вигляду.

Істотне значення для забезпечення гарної вентиляції трюмів має ступінь пристосованості судна. Під ступенем пристосованості розуміються оптимальні

вантажопідйомність і вантажомісткість судна, висота окремих вантажних приміщень, швидкість судна, розташування трюмів, повітряна продуктивність вентиляційної системи, коефіцієнт розкриття трюмів і таке інше. Чим більше судно відповідатиме вимогам, що пропонувані для перевезення плодоовочевих вантажів, тим легше екіпажу судна забезпечити схоронність перевезення цих вантажів.

Певне значення має сезон перевезення, точніше погодні умови, у яких проходить рейс. Судно, що не має холодильної установки, не може регулювати тепловологісний режим у вантажних приміщеннях, тому планувати та організувати перевезення свіжих плодів треба в той час, коли температура навколишнього повітря в районах, де проходить судно, у денний і нічний час не виходить за крайні межі температур, рекомендованих у табл. 10-1. Особливо небезпечно зниження температур нижче дозволених регламентом перевезення, тому що при цьому можна підморозити й зіпсувати перевезений вантаж. Найбільш сприятливим для перевезення вважається осінній період, коли температура навколишнього повітря коливається від +5 до +15°C.

Крім того, при організації подібних перевезень варто враховувати час збору врожаю тих або інших плодів, щоб скоротити до мінімуму передрейсове зберігання вантажу в портах відправлення.

Під час перевезення плодоовочевих вантажів без охолодження потрібне строге дотримання вимог нормативних документів (ТТУ, інструкцій, рекомендацій тощо), що регламентують умови підготовки судна до приймання вантажу, організацію вантажно-розвантажувальних робіт, розміщення, укладання й сепарацію окремих вантажних місць.

Підготовка трюмів нерезфрижераторного судна, загалом, ідентична підготовці трюмів рефрижераторного судна. Однак варто мати на увазі, що питанням зачищення трюмів, дезінфекції й дезодорації повинна бути приділена ще більша увага, тому що відсутність охолодження сприяє більш інтенсивному розвитку хвороботворних мікроорганізмів.

Розміщення й укладання вантажу свіжих плодів у вантажних приміщеннях нерезфрижераторного судна також вимагають особливої обережності. Будь-який ушкоджений або пом'ятий у процесі завантаження плід стає джерелом розвитку різного роду мікроорганізмів, швидко вражаючих також прилеглі плоди. Крім того, кожне вантажне місце повинне бути покладене таким чином, щоб свіже повітря мало до нього вільний доступ.

Оскільки природної вентиляції, як правило, буває недостатньо для забезпечення нормального повітрообміну, для запобігання псування вантажу, внаслідок неповноцінної його аерації, встановлюють спеціальні пристрої, які називають віндзейлями (див. рис. 10.1).

Віндзейль повертається проти вітру і служить каналом, через який повітря нагнітається в трюм; вентиляційні головки, установлені на дефлекторах, при цьому відвертають по вітру таким чином, щоб вони служили витяжними каналами. У всіх шарах вантажу до вихідних отворів дефлекторів під палубою пристроюють дерев'яні кожухи, що простираються до настилу подвійного дна; у цих кожухах прорізаються отвори, які розташовувані на тому ж рівні, що й отвори в кожухах кожного з віндзейлів.

### **10.3.2 Умови приймання й транспортування вантажу рефрижераторним транспортом**

Сучасні рефрижераторні судна повинні бути високоефективними й надійними в експлуатації, конкурентоздатними на світовому фрахтовому ринку [2, 99].

Якщо раніше будувалися переважно спеціалізовані судна для перевезень конкретних видів охолоджуваних продуктів, то зараз перевага віддається універсальним рефрижераторним судам, призначеним для перевезень різноманітних асортиментів вантажів, які швидко псуються. Експлуатуються й продовжують будуватися швидкісні багатоцільові судна, здатні перевозити, поряд з генеральними вантажами, і швидкопсувні. Обсяг рефрижераторних трюмів на таких судах досягає 40% загальної місткості вантажних приміщень.

Правила перевезень плодоовочевої продукції морським і річковим транспортом регламентуються Наказом Міністерства охорони здоров'я України про державні санітарні норми й правила «Транспортування харчової продукції» № 239 від 14.05.2004 р.

Підготовка судна до прийому тропічних плодів включає підготовку вантажних приміщень, перевірку холодильного устаткування й дотримання порядку приймання вантажу, що дозволяє забезпечити схоронність вантажу в рейсі й здачу вантажу в порту призначення у встановленому порядку.

Безпосередньо перед початком завантажувальних операцій внутрішні поверхні вантажних приміщень судів підлягають обов'язковій санітарній обробці, а персонал судна зобов'язаний в обов'язковому порядку пройти медогляд.

Суднові приміщення перед початком завантаження підлягають обстеженню фахівцями санітарно-епідеміологічної служби водного транспорту в присутності представників відправника вантажу (вантажоодержувача) і судновласника.

При завантаженні продукції повинні бути враховані вимоги діючих нормативних документів, санітарних норм і правил.

Ступінь готовності приміщень визначається комісією, що включає представників відправника вантажу (вантажоодержувача), судновласника та санепідстанції водного транспорту.

Транспортування швидкопсувної тропічної плодової продукції допускається тільки на спеціальних судах з холодильним устаткуванням, а також на інших судах (несамохідних) за умови забезпечення умов транспортування і строків доставки. При використанні спеціальних судів перевіряється відповідність їх технічного оснащення параметрам технологічного регламенту щодо відвантаження продукції.

Можливість спільного перевезення різних вантажів, що швидко псуються в одному вантажному приміщенні визначається спільністю температурно-вологісного режиму перевезення та можливим взаємним впливом вантажів на їхні органолептичні показники (колір, запах, смак). За даними, наведеними у роботі [96], треба, щоб температурно-вологісні режими перевезення для декількох порівняно невеликих груп тропічних плодів були однаковими.

Однак спільне перевезення на основі цього показника можуть бути допущені і при розбіжностях у рекомендованих режимах. **Припустимі розбіжності по температурі й вологості повітря, які залежать від ступеня впливу цих параметрів на схоронність вантажу й тривалість його зберігання.**

При коротких рейсах, за узгодженням з відправником вантажу, дозволяється спільне перевезення певних плодовоочовчих вантажів. При цьому різні вантажі розміщують у різних частинах вантажного приміщення так, щоб охолоджуюче повітря не проходило послідовно через обидва штабелі.

Однак у всіх випадках спільне розміщення різних видів тропічної плодової продукції в тих самих вантажних приміщеннях допускається тільки тоді, коли повністю виключається негативний вплив одних видів на інші. При виникненні ситуацій, пов'язаних з необхідністю спільних перевезень різних вантажів, завжди необхідно спільне рішення судновласника, відправника вантажу й вантажоодержувача.

Зачищення й мийка трюмів, видалення залишків рослинної продукції після її доставки здійснюється одержувачем продукції або судновласником (за його згоди).

При складанні вантажного плану рефрижераторного приміщення укладання вантажу необхідно планувати так, щоб забезпечити необхідний технологічний регламент - газовий і температурно-вологісний режими при розміщенні максимальної кількості вантажу. На рефрижераторних судах ніколи не використовується повна вантажомісткість приміщень через великий питомий навантажувальний обсяг швидкопсувних вантажів. Тому штабель вантажу повинен бути покладений в охолоджуваних приміщеннях з максимальною щільністю. Однак технологічний режим перевезення тропічних плодів іноді накладає обмеження на укладання вантажу залежно від типу вантажу й системи охолодження.

При транспортуванні охолоджених дихаючих фруктів необхідний відвід теплоти від штабеля може бути дуже значним, особливо в тих випадках, коли вантаж надходить неохолодженим.

Швидкість охолодження повинна досягати 10÷12 °С за добу, причому відведення теплоти повинне бути рівномірним у повному обсязі штабеля. Для охолодження вантажу штабель необхідно інтенсивно продувати повітрям. У режимі зберігання швидкість продувки можна зменшити, але вона повинна залишатися достатньою для створення й підтримки



рівномірного температурного поля. Співвідношення кількості повітря, що проходить через штабель вантажу і продуктивністю вентиляторів залежить від щільності укладання штабеля й конструкції системи охолодження. У деяких системах з вертикальним повітророзподіленням через штабель циркулює все повітря, що нагнітається вентиляторами, і співвідношення витрат дуже мало змінюється для різних щільностей укладання штабеля.

У вантажних приміщеннях з такими системами, де щільність укладання обмежується тільки її аеродинамічними характеристиками, прийнятна така щільність, при якій продуктивність вентиляторів не стає нижче необхідної. Однак для ряду систем витрата повітря через штабель істотно залежить від щільності укладання, і тому в таких випадках для створення нормального режиму теплогазовідводу штабель укладають менш щільно. У деяких випадках порожність штабеля досягає 20%.

В останні роки все більшого поширення набувають пакетні перевезення плодової продукції. Пакети вантажу формуються на плоских, стоїчних або ящиківих піддонах з розмірами в плані 0,8x1,2 м; 0,8x1,0 м; або 1,2x1,4 м. Пакети на піддонах укладають із зазорами 20-50 мм, і на такій же відстані один від одного встановлюють самі піддони. Для створення кращих умов вентиляції пакетів і попередження зміщення штабелю при хитах судна встановлюються обмежуючі проміжні рейки.

Надзвичайно важливим є здійснення постійного контролю і реєстраційні записи температури й вологості повітря у вантажних приміщеннях протягом усього рейсу. Після прибуття в порт призначення ці дані здаються в санітарно-епідеміологічну службу.

Під час перевезення тропічних плодів та іншої рослинної продукції вентиляційні установки повинні працювати протягом усього періоду транспортування. При цьому повинна контролюватися температура й вологість зовнішнього повітря з метою запобігання негативного впливу неприпустимо високих або низьких температур.

При доставці вантажу в порт призначення надзвичайно важливо швидко провести перевантаження тропічної плодової продукції в портовий холодильник. Якщо наявний у порту холодильник не призначений для зберігання тропічних плодів або його взагалі нема, виконується єдиний можливий прямий варіант «судно - машина - вагон».

### **10.3.3 Перевезення в рефконтейнерах**

Рефрижераторний контейнер (рефконтейнер), являє собою контейнер, обладнаний теплоізоляцією і автономною рефрижераторною установкою, призначений для перевезення вантажів, що вимагають підтримання температури певного рівня.

З кожним роком все більше й більше споживачів із усієї земної кулі залучають рефрижераторні контейнери. Це пов'язано з такими особливостями контейнерів:

- рефконтейнер є одночасно засобом транспортування й зберігання;
- зазвичай, рефконтейнер поєднує в собі холодний склад і ємність, що транспортує;
- перевезення в контейнері доступне за ціною;

Рефконтейнери - це сучасний найбільш економічний спосіб транспортування вантажів, що використовується як у внутрішніх, так і міжнародних перевезеннях, які виконуються різними видами транспорту: морем або залізницею. Контейнери являють собою транспортні ємності, що можна перевантажувати. По морю рефрижераторні контейнери перевозять на спеціально обладнаних судах - контейнеровозах.

У всіх портах і містах світу є автопарки автомобілів, які здатні перевозити рефрижераторні контейнери, що дозволяють підтримувати необхідну температуру плодів з моменту завантаження їх на плантації до моменту доставки їх в порт споживача.

Міжнародна конвенція, яка була підписана в Женеві в 1973 році, визначила правила безпеки контейнерних перевезень. Ці правила викладені в роботах [64, 96]. У Конвенції найбільша увага приділена універсальним транспортним контейнерам, призначеним для перевезення різними видами транспорту.

Перевезення вантажів контейнерами дозволяє значно скоротити транспортні витрати в собівартості продукції. Зараз при залізничному перевезенні контейнерами тропічних плодів використовують кілька видів рефконтейнерів.

Типорозміри рефконтейнерів:

20-ти футовий рефрижераторний контейнер

Розміри:	Довжина	Ширина	Висота
Зовнішні	20' = 6096 мм	7' 9.25" = 2370 мм	8' 6" = 2591 мм
Внутрішні	5455 мм	2260 мм	2275 мм
Двері		2237 мм	2260 мм
Вага:			
Макс. Брутто		27000 кг	
Тара		3050 кг	
Макс. Завантаження		23950 кг	
Вантажомісткість (обсяг):		28.0 м <sup>3</sup>	

#### 40-футовий рефрижераторний контейнер

Розміри:	Довжина	Ширина	Висота
Зовнішні	40' = 12192 мм	8' = 2438 мм	8' 6" = 2591 мм
Внутрішні	11638 мм	2282 мм	2252 мм
Двері		2237 мм	2260 мм
Вага:			
Макс. Брутто		67200 lbs = 30480 кг	
Тара		8600 lbs = 3900 кг	
Макс. Завантаження		58600 lbs = 26580 кг	
Вантажомісткість (обсяг):		2113 cu. ft. = 59.8 м <sup>3</sup>	

#### 40-футовий high cube рефрижераторний контейнер

Розміри:	Довжина	Ширина	Висота
Зовнішні	40' = 12192 мм	8' = 2438 мм	9' 6" = 2895 мм
Внутрішні	11560 мм	2286 мм	2500 мм
Двері		2286 мм	2478 мм
Вага:			
Макс. Брутто		67200 lbs = 30480 кг	
Тара		4200 кг	
Макс. Завантаження		26280 кг	
Вантажомісткість (обсяг):		60.2 м <sup>3</sup>	

Безпосередньо перед навантаженням порожнього контейнера на шасі, штатний механік компанії проводить огляд і перевіряє рефрижераторний контейнер і його холодильну установку. Перевіряють рівень фреону, клапани та електронний блок керування для того щоб переконатися, що рефрижераторний контейнер прибуде до відправника вантажу придатним до завантаження. У процесі рефрижераторного перевезення відбувається постійний контроль температурного режиму вантажу та інформування клієнта про його стан.

Персонал компанії-власника контейнера за необхідності надає консультацію клієнтові, відносно температурного режиму рефрижераторного перевезення його вантажу, якого цікавить, як плюсові, так і мінусові температури.

У випадку виникнення сумнівів клієнта про підключення рефрижераторного контейнера до електроживлення, як на шасі, так і у порту на судні, експедитор надає на вимогу замовника звіт про роботу контейнера на всьому шляху проходження.

#### 10.4 Умови й особливості зберігання тропічних плодів в умовах берега

Зберігання тропічних плодів - дуже складний процес, ефективність якого багато в чому залежить від характеру протікання всіх попередніх технологічних операцій при переміщенні

плодів від материнських рослин до транспортних засобів і складських приміщень, а також від видових і сортових особливостей плодів, кліматичних і погодних умов їхнього вирощування [107].

Існуючі транспортні засоби й стаціонарні сховища, які використовуються для транспортування й зберігання тропічних плодів - це пристрої універсального призначення, які здатні підтримувати діапазон температурно-вологісних параметрів повітря згідно регламенту. При цьому інтереси власників тропічної продукції й власників транспортних засобів і сховищ збігаються в тому, що використання вантажного об'єму повинно бути максимальним. Тобто, у кожному разі, поза залежністю від виду вантажу й характеру його пакування вантажне приміщення транспортного засобу або холодильної камери повинно бути завантажено повністю.

Для власників транспортних засобів і складських приміщень ці інтереси обумовлені бажанням збільшити вантажообіг продукції й одержуваний прибуток при незмінних експлуатаційних витратах. Для власників тропічних плодів це зумовлено прагненням використати вантажний простір тільки для своїх вантажів, щоб уникнути ризику можливого негативного впливу чужої продукції. Негативний вплив найбільш часто проявляється при транспортуванні й зберіганні різних видів тропічної плодової продукції з різною чутливістю до етилену та різною інтенсивністю виділення етилену. Різна інтенсивність виділення етилену може встановлюватись також під час перевезення або зберіганні однакової продукції, доставленої з того самого місця в ті самі строки, але розміщеної в різному упакуванні або складеної у тому самому вантажному просторі різними способами.

В Одеській державній академії холоду було вперше введено поняття технологічної ізотропності, що дозволило більш коректно оцінювати можливість виконання різних технологій зберігання в ідентичних вантажних приміщеннях при використанні різних конструктивних рішень для їхнього здійснення [49, 99].

Відповідно до цього поняття, як контрольні параметри, при дотриманні технологічних регламентів, приймаються параметри, пропонувані розробниками нових технологій. Багаторічний досвід, набутий провідними фірмами на світовому ринку тропічної плодової продукції, показує, що плоди однакових сортів, вирощені в різних країнах з використанням різних агротехнологій, наприклад, у США й Індії, можуть значно відрізнятися за властивостями, і це неминуче позначається на результатах транспортування й зберігання.

Розходження в назвах і властивостях ідентичних сортів тропічної плодової продукції, вирощеної в різних країнах, може привести до помилок при виборі параметрів технологічного регламенту, а в результаті - до неприпустимих втрат при транспортуванні й зберіганні продукції.

Ринок тропічних плодів є одним з найбільш динамічних структур світового ринку, основна діяльність якого спрямована на ліквідацію сезонності поставок високовітамінізованої продукції в країни, які розташовані поза тропіками й субтропіками.

**В основі таких ситуацій лежить практична неможливість створення ізотропного технологічного простору у вантажному об'ємі стандартних універсальних транспортних засобів і камер схову для всіх видів тропічних плодів з різними властивостями й у різних упакуваннях.**

Узагальнені дані, отримані на основі аналізу, виконаного в роботі [96] наведені в таблиці 10.2. Впровадження нових технологій зберігання плодової продукції в багатьох випадках не виправдовує витрат, тому що реальний ефект в промислових умовах виявляється незначним, або взагалі відсутній.

**В основі таких ситуацій лежить неможливість практично створити ізотропний технологічний простір у вантажному об'ємі стандартних універсальних транспортних засобів та у камерах схову для всіх видів тропічних плодів, що відрізняються різними властивостями і по-різному упакованих.** Тому оцінка технологічної ізотропності вантажних приміщень камер схову, а також транспортних засобів є надзвичайно важливим завданням.

Зараз у вітчизняній практиці починає проявлятися тенденція до спеціалізації окремих сховищ і транспортних засобів за видами оброблюваної плодової продукції. Ця тенденція обумовлена тим, що накопичений практичний досвід дозволяє зробити висновки про найбільш ефективне використання впроваджених на підприємстві технологій, що виключає ризик наднормативних втрат і псування.

Таким чином, під час перевезення й зберігання тропічних плодів обов'язковою умовою досягнення бажаного кінцевого ефекту, тобто максимального збереження товарної цінності продукції, є підтримка технологічної ізотропності у вантажному об'ємі з урахуванням всіх особливостей плодової продукції.

Тропічні плоди так само, як і плоди будь-яких інших рослин, є живими організмами, життєві процеси яких протікають на основі енергетичної (сонячне опромінення) і біохімічної взаємодії з навколишнім середовищем. Як і у всіх інших живих об'єктах, у тропічних плодах протікають найскладніші процеси досягання й старіння, швидкість яких залежить від генетичних особливостей рослин і характеру еволюційних процесів [89].

Основними причинами старіння плодів, що приводять до загального зниження життєздатності й відмирання тканин, є:

- порушення збалансованості процесів обміну речовин;
- нагромадження токсичних продуктів, що утворюються в процесах обміну речовин;
- зниження ефективності систем, що запасують енергію.

Провідне місце серед численних процесів життєдіяльності займає дихання плодів, що представляє собою комплекс реакцій, що протікають при поглинанні кисню ( $O_2$ ) і виділенні диоксиду вуглецю ( $CO_2$ ), що забезпечують запаси енергії та її подальше використання для здійснення синтетичних процесів [48, 56, 105].

У процесі дихання утворюються численні нестійкі сполуки, що є проміжними продуктами і служать вихідними матеріалами для різних процесів обміну речовин. Дихання плодів відбувається в процесі досягання на материнській рослині і після їх збору. У процесі зберігання дихання супроводжується виділенням тепла й вологи, зміною складу навколишнього середовища в замкнутому вантажному просторі і зменшенням маси плодів у результаті витрати простих вуглеводів. Якщо процеси досягання досягають певного рівня, то навіть у найоптимальніших умовах затримати старіння рослинних тканин на досить довгий час виявляється неможливим [89].

Тому так важливо вміти точно визначати ступінь зрілості плодової продукції, що закладається на зберігання.

Таблиця 10.2

Найменування тропічних плодів	Параметри технологічного регламенту										
	Параметри середовища			Властивості продукту							
	у камері схову			Фізичні й теплофізичні				Біологічні			
	Температура, °С	Відносна вологість повітря, φ%	Умови, що рекомендують, РГС*	Вміст вологи, %	Температура початку замерзання, t <sub>3</sub> , °С	Теплоємність, кДж / кг К		Схована теплота замерзання, кДж/кг	Виділення етилену, мол/кг г	Чутливість до етилену	Строки зберігання в повітряному середовищі, тижнів
t <sub>3</sub>						t <sub>3</sub>					
2	3	4		6		8	9	10	11	12	
Авокадо	4-13	85+90	-	65	-0,3	3,0	1,65	217	-	-	2÷4
Ананас	7-13	90+95	2+5% O <sub>2</sub> + 5+10% CO <sub>2</sub>	85	-1,1	3,7	1,90	284	Слабке 0,1÷1,0	Низька	24
Банан десертний	13÷15	90+95	2+5% O <sub>2</sub> + 1+2% CO <sub>2</sub>	75	-0,8	3,4	1,78	250	Помірне 1,0÷10,0	Висока	1÷4
Банан Ріапіат	13÷15	90+95	-	78	-0,8	3,5	1,78	270	Слабке 0,1÷1,0	Низька	4÷8
Гуава	8÷10	90	-	83	-	3,6	1,88	277	Слабке 0,1÷1,0	Середня	2÷3
Манго	10÷14	85+90	3+10% O <sub>2</sub> + 5+10% CO <sub>2</sub>	81	-0,9	3,6	1,85	270	Помірне 1,0÷10,0	Середня	2+3
Помелло	6÷9	90+95	-	89	-1,6	3,8	1,90	290	-	-	13
Грейпфрут	10÷16	85+90	2+5% O <sub>2</sub> + 5+10% CO <sub>2</sub>	89	-1,1	3,8	1,95	297	-	-	2+4
Гранат	5	90+95	-	82	-3	3,6	1,86	274	-	-	9÷13
Папайя	7÷13	85+90	2+5% O <sub>2</sub> + 5+8% CO <sub>2</sub>	91	-0,8	3,9	1,98	304	Середнє 1,0÷10,0	Середня	2÷3
Лічі	2÷6	90+95	3+5% O <sub>2</sub> + 3+5% CO <sub>2</sub>	84,3	-1,4	3,7	1,90	285	Середнє 1,0÷10,0	Середня	3÷5
Ківі	±0	85+90	2% O <sub>2</sub> + 5% CO <sub>2</sub>	87	-1,8	3,8	1,93	290	-	Висока	9÷13
Фейхоа	0-10	90	-	81,3	-1,4	3,6	1,86	277	-	-	3
Черимойя	10	85+90	-	74,6	-1,3	3,3	1,78	268	-	-	2+3

## 11 ВИМОГИ ДО БЕЗПЕЧНОГО ВИКОРИСТАННІ ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИН

### 11.1 Вимоги безпеки перед початком роботи.

Припинення роботи холодильної машини (ХМ) може бути короткочасним (до двох діб), тимчасовим (до одного місяця) та тривалим (більше одного місяця). При короткочасному припиненні роботи ХМ машина залишається в робочому стані. При відтаюванні повітроохолоджувачів ХМ необхідно короткочасне переключення соленоїдних вентилів на відтаювання.

При тимчасовому припиненні з випарника відсмоктують фреон у конденсатор і ресивер до моменту вмикання компресора реле тиску. Після відключення компресора закривають усі вентиля компресора. Через добу, а потім не рідше одного разу на тиждень перевіряється герметичність з'єднань системи.

Надалі перевіряється наявність фреону в системі, не рідше одного разу на тиждень необхідно перевіряти тиск фреону в системі. Для визначення місць витоків у фреонових машинах дозволяється користуватися галоїдними спиртовими або бензиновими шукачами.

### 11.2 Вимоги безпеки під час роботи.

1) Під час роботи холодильної установки необхідно стежити, щоб:

- компресор працював без стуку, а клапани його стукали ритмічно;
- температура нагнітання парів фреону компресором не перевищувала 100<sup>0</sup>С;
- компресор не працював безупинно і не занадто часто вмикався і вимикався (не більше 3–4 разів протягом 1 год.);
- не було витікання фреону та олії із системи і крізь сальники компресора;
- не було іскріння в контактах магнітного пускача і приладах автоматики.

Контроль за температурою в холодильній камері повинен здійснюватися за допомогою термометра із ціною поділки 0,1 °С.

2) Перевірка герметичності фреонової системи повинна проводитися безперервно по рівню фреону у склі ресивера, а також в усіх випадках ударів або деформацій будь-яких ділянок системи.

Якщо у системі виявлено нестачу фреону або олії, треба перевірити герметичність системи. Кількість фреону, що додається до системи в період експлуатації, залежить від технічного стану установки (10-20 кг на рік на кожні 1000 ккал/год холодопродуктивності).

3) При проникненні вологи і домішок у систему припиняється циркуляція фреону, і вода замерзне в похідному перетині ТРВ. Для усунення цього явища необхідно включити в роботу осушувач з силікагелем.

Осушувач варто вмикати періодично на період не більше 24 год., при подальшій роботі установки він повинен бути вимкнений.

4) Робота холодильної установки повинна бути припинена, за таких умов:

- відсутності електроенергії;
- аварійній ситуації;
- поломці устаткування установки.

5) Забороняється торкатися до частин машини, що рухаються, як при роботі, так і при автоматичному припиненні, поки не буде усунута можливість автоматичного вмикання приладів.

6). При виникненні пожежі в приміщенні, де знаходиться холодильна установка, або в сусідніх із ним приміщеннях, робота холодильної установки повинна бути негайно припинена, а судини та апарати установки повинні бути відключені. При загрозі подальшого поширення пожежі необхідно вжити заходів до звільнення системи від холодоагенту.

7). Приміщення холодильних машин і апаратів повинні бути забезпечені засобами пожежогасіння:

- порошковим вогнегасником;
- кошмою.

8) У приміщенні, що містить пари холодоагенту, входити без протигазу заборонено. Аварійна робота в такому приміщенні допускається при участі в ній не менше двох працівників.

9) Всі засоби пожежогасіння й інвентар повинні утримуватися в справному стані, знаходитися на визначених місцях і мати вільний доступ.

### **11.3 Вимоги безпеки після закінчення робіт.**

1) Для припинення роботи механізмів і відключення апаратів холодильної установки й іншого устаткування необхідно:

- не припиняючи роботи компресора, припинити подачу рідкого холодоагенту. Відсмоктування парів холодоагенту з випарної системи варто здійснювати до моменту, коли тиск перестане рости. Після цього зупинка компресора відбувається протягом 10–15 хвилин.

2) Перед тривалою зупинкою компресора відсмоктування холодоагенту з випарника (повітроохолоджувача) проводиться до надлишкового тиску 196,13 – 294,2 кПа, але не більше - щоб уникнути вакууму в системі. Для цього необхідно:

- закрити запірні клапани на всмоктувальних трубопроводах із випарників (повітроохолоджувачів);

- вимкнути вентилятори повітроохолоджувачів;

- за 20 хвилин після закриття клапанів вимкнути вентилятор конденсатора.

3) Крім щоденного і щотижневого оглядів, треба робити щорічні планово-попереджувальні огляди, якщо холодильна установка проробила не менше 5 тис. год/рік.

При внутрішньому огляді частин машин і апаратів холодильної установки для освітлення дозволяється використання переносних ламп тільки у вибухозахищеному виконанні напругою не вище 12 В.

4) При ремонті механізмів ХУ, що мають електропривод, їх електродвигуни повинні бути знеструмлені і на пускових кнопках повішені таблички: "Не вмикати – працюють люди".

### **11.4 Вимоги безпеки у аварійних ситуаціях**

1) При перевірці і ремонті холодильного устаткування необхідно знати і пам'ятати, що у випадках недотримання відповідних запобіжних заходів, з'являється така небезпека:

- ураження струмом у випадку, коли на клеммах електроустаткування (електронагрівача, пускового магнітного реле, терморегулятора та ін.) є напруга в мережі;

- ураження струмом при короткому замиканні в електропроводці холодильної установки або замиканні на корпус;

- ураження струмом від розряду електричних конденсаторів при їх використанні для запуску мотор-компресора;

- місцевого обморожування фреоном;

- отруєння метиловим спиртом при роботі з ним.

2) При ремонті електроустаткування холодильну установку необхідно знеструмити. Перевіряти або ремонтувати холодильне устаткування, увімкнене в мережу, дозволяється лише в необхідних випадках (перевірка запуску електродвигуна й ін.) із застосуванням необхідних запобіжних заходів.

Після використання електrolітичних конденсаторів їх необхідно відразу ж розрядити.

У випадку отруєння парами фреону до прибуття лікаря необхідно надати постраждалому першу медичну допомогу.

### **11.5 Перша медична допомога**

1) При задусі:

- негайно вивести постраждалого на свіже повітря;

- бажано давати вдихати кисень;

- давати вдихати нашатирний спирт на ваті;

- при загальній слабкості давати міцний чай або каву;

- при припиненні дихання робити штучне дихання.

2) При відмороженні (потраплянні холодоагенту на шкіру):

- обережно розтирати обморожену ділянку стерильною ватяною кулькою або марлевою серветкою до появи чутливості і почервоніння шкіри;

- після відновлення кровообігу і чутливості обтерти обморожене місце спиртом;

- накласти пов'язку з чистого бинту.

При утворенні на тілі пухирів або при значних ураженнях шкіру не розтирати, а накрити обморожене місце пов'язкою із чистого бинту і негайно направити постраждалого до лікаря.

3). При потраплянні фреону в очі – промити очі струменем води кімнатної температури і закапати в очі стерильну вазелінову олію і до надання лікарської допомоги надіти темні окуляри. Не варто накладати на очі пов'язку або забинтовувати їх.

4). При подразненні фреоном слизової оболонки треба полоскати носоглотку 2 % розчином соди або чистою водою.

5). Дані про усіх постраждалих заносяться в журнал і повідомляються начальнику відділу або завідувачому лабораторією.

6) У приміщенні, де розташована холодильна фреонова установка, повинна знаходитися аптечка, що містить нашатирний спирт, борну кислоту, марлеву пов'язку, мазь Вишневського або пеніцилінову мазь, йод, бинт, вату, темні окуляри, кисневу подушку з киснем.



## 12 МЕТОДИКА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ РОЗРАХУНКІВ КАМЕР ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДОВООВОЧЕВОЇ ТА ІНШОЇ СОКОВИТОЇ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА

### 12.1 Загальні положення

Методика техніко-економічних розрахунків розроблена на базі рекомендацій до дипломного проектування, які виконані в Одеській державній академії холоду С.Ю. Вігуржинською та В.К. Туснолобовим [12].

Методика придатна для орієнтовної оцінки будівництва, реконструкції, модернізації, а також і експлуатації підприємств для зберігання плодоовочевої та іншої рослинної продукції агропромислового комплексу при різних методах холодильного зберігання та різної вантажомісткості камер схову.

Розділ "Економічні розрахунки" складається з підрозділів:

- розрахунок капітальних вкладень;
- розрахунок експлуатаційних витрат і собівартості виробництва холоду;
- оцінка економічної ефективності та врахування факторів маркетингового середовища;
- розрахунок річного економічного ефекту;
- розрахунок порівняльного економічного ефекту;
- зведена таблиця техніко-економічних показників

При розрахунках витрат рекомендовано найдетальніше виконати і особливо виділити розрахунки капіталовкладень та експлуатаційних витрат для всього обладнання, яке забезпечує той чи інший технологічний процес, що вибраний замовником для зберігання плодоовочевої та іншої рослинної продукції. Таким обладнанням може бути: холодильне обладнання (компресорно-конденсаторний агрегат з повітроохолоджувачами), а також апарати та обладнання, які необхідно використовувати за умов підготовки плодів та овочів перед закладенням їх на зберігання, або в процесі зберігання згідно технологічного регламенту на цей процес.

До такого обладнання можна віднести: вентиляційні установки, апарати для заморожування та сушіння різних типів і конструкцій; газогенератори, газоселективні пристрої та абсорбери при зберіганні рослинної продукції у регульованому або модифікованому газовому середовищі; установки для обробки мікробіологічними препаратами, інгібуючими сумішами та антисептиками; апарати для опромінювання, обробки озоном та ін.

Для холодильників, де в зимовий період для підтримання у камері схову заданих температури і вологості повітря використовують зовнішнє холодне повітря, приблизну оцінку відносного терміну використання зовнішнього повітря для охолодження камер зберігання плодоовочевої продукції в порівнянні з терміном використання холодильної установки, можна зробити, дивлячись на графік (рис. 12.1) багаторічних середньодобових температур (на прикладі географічної широти м. Луганська) і середню температуру (пунктирна лінія), яку необхідно підтримувати у камерах при зберіганні основної частини плодоовочевої та іншої рослинної продукції.

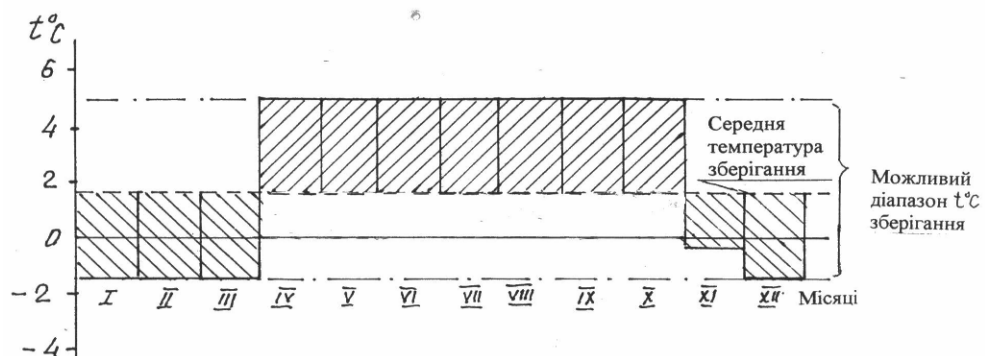


Рис. 12.1 Середньостатистичні періоди року, коли можливо використовувати зовнішнє повітря для відводу теплоти дихання продуктів, та їх

вологовидалення.

Співвідношення частки витрат штучного і природного холоду в собівартості збереження на окремих підприємствах змінюється в залежності від кількості виробленого холоду та тарифу на електроенергію. В цілому, питома вага електроенергії в собівартості холоду на різних холодильниках коливається від 30 до 60%, заробітна плата виробничого персоналу складає від 12 до 17%, а цехові витрати - від 30 до 40%. Ці коливання пов'язані з масштабами виробництва, якістю обладнання, технологічними процесами, що використовуються на конкретних холодильних підприємствах.

## 12.2 Розрахунки капітальних вкладень

Капітальні вкладення по споруді, призначеній для зберігання плодоовочевої та іншої рослинної продукції  $K$ , у загальному вигляді це сума:

$$K = K_{обл} + K_c + K_{пр} + K_{буд} + K_{ком} - L \quad (12.1)$$

де  $K_{обл}$  - капітальні вкладення на обладнання, що забезпечує вибраний технологічний регламент процесу зберігання (холодильну машину, морозильні установки, установки генерації газів, сушильні установки та інші об'єкти);

$K_c$  - супутні капітальні вкладення;

$K_{пр}$  - вкладення на виконання проектних робіт;

$K_{буд}$  - кошти на будівництво споруди та внутрішньобудівельні комунікації;

$K_{ком}$  - капітальні вкладення в зовнішні комунікації;

$L$  - вивільнені кошти, якщо нова споруда створюється на місці старої.

Вивільнені капітальні вкладення (ліквідаційна вартість)  $L$  повинні враховуватися в тих випадках, коли старе обладнання, існуючі будівлі, тощо можна використати з іншою метою чи при виробництві іншої продукції, або продати. Їх величина оцінюється як залишкова (ще не амортизована) вартість засобів виробництва:

$$L = K_0 (1 - H \cdot T),$$

де  $K_0$  - початкова вартість об'єктів;

$H$  - норма амортизації (15%);

$T$  - кількість років, які відпрацювало обладнання.

Величину вивільнених капітальних вкладень потрібно зменшити на суму додаткових витрат на ремонт, наладку, тощо. На випадок неможливості використання обладнання чи інших засобів, що замінюються, їх оцінюють по ціні металолому.

Супутні капітальні вкладення  $K_c$  повинні враховуватись в тих випадках, коли при модернізації і реконструкції технологічного обладнання необхідно зробити відповідні зміни в допоміжному та обслуговуючому виробництвах, а також всі транспортні витрати (5-10% від вартості обладнання) та витрати на монтажні й пусканалагоджувальні роботи (10-20% від вартості обладнання) при створенні нового виробництва.

Капітальні вкладення, які необхідні для виконання проектних робіт  $K_{пр}$ , складаються з витрат на проведення геологічних пошуків ділянки під нову будівлю чи обстеження існуючої будівлі, проектних робіт та узгодження всієї технічної документації, що виконують в тих проектних інститутах, які залучаються для виконання робіт по створенню і впровадженню нових технологічних цехів та холодильних камер схову.

Капітальні вкладення, наприклад в холодильне обладнання  $K_{об}$ , - це сума вкладень по окремих елементах, що складають холодильне обладнання:

$$K_{обл} = K_{км} + K_{тепл} + K_{нас} + K_{труб} + K_{квн} + K_{інш} \quad (12.2)$$

де:  $K_{км}$ ,  $K_{тепл}$ ,  $K_{нас}$ ,  $K_{труб}$ ,  $K_{квн}$ ,  $K$  - капітальні вкладення відповідно в холодильні компресори, теплообмінники (конденсатори, випарювачі, тощо), насоси, трубопроводи (з врахуванням ізоляції), контрольно-вимірвальні прилади, інше обладнання.

Орієнтовно, капітальні вкладення в будівлю ( $K_{буд}$ ) розраховуються за формулою:

$$K_{буд} = F \cdot h \cdot C_6, \quad (12.3)$$

де  $F$  - виробнича площа, м<sup>2</sup>;

$h$  - висота приміщення, м;

$C_v$  - середня вартість  $1\text{м}^3$ .

Результати розрахунків капітальних вкладень по проекту можна звести в таблицю 12.1

Таблиця 12.1

Найменування обладнання	Кількість одиниць	Ціна	Загальна сума
...			
...			
...			
n			
Усього вартість обладнання			
Вартість проектних робіт з узгодженням (20% від вартості обладнання та будівельних робіт)			
Транспортні витрати			
Вартість будівельних робіт			
Витрати на монтаж і пусконаладжувальні роботи			
Усього капітальних вкладень			

### 12.3 Розрахунки експлуатаційних витрат і собівартості виробництва холоду.

#### 12.3.1. Розрахунок цехових експлуатаційних витрат

Витрати на експлуатацію холодильної системи ( $C_{екс}$ ), складаються з таких витрат:

$$C_{екс} = C_m + C_e + C_3 + C_a + C_v + C_{ін} \quad (12.4)$$

де  $C_m$  - витрати на матеріали, що використовують в процесі закладки на зберігання та саме зберігання (холодильний агент, холодоносій, мастила), а також воду, тару і таке інше;

$C_e$  - енергетичні витрати;

$C_3$  - заробітна плата (основна і додаткова з нарахуваннями) виробничих та допоміжних робітників;

$C_a$  - витрати на амортизацію холодильного та технологічного обладнання і будівлі;

$C_v$  - витрати на поточний ремонт обладнання і будівлі;

$C_{ін}$  - інші цехові витрати по підприємству (по охороні праці і техніки безпеки, опаленню, освітленню, додержанню чистоти, тощо)

**Витрати на матеріали і воду  $C_m$**  визначаються за формулою

$$C_m = \sum_{i=1}^n G_{mi} \cdot C_{mi} \quad \text{грн.} \quad (12.5)$$

де  $n$  - кількість видів матеріалів, що витрачаються;

$G_{mi}$ , - витрата  $i$ -го матеріалу при експлуатації холодильної системи та закладання на зберігання, кг/рік ;

$C_{mi}$  - ціна  $i$ -го матеріалу, грн./кг;

**Витрати на електроенергію  $C_e$**  для холодильного та технологічного обладнання. До технологічного обладнання відноситься таке обладнання, яке використовується у відповідності до вимог технологічного регламенту, згідно якому плодоовочева продукція обробляється перед закладанням її на зберігання: морозильні установки (при зберіганні заморожених продуктів);

газогенератори, скруббери та інше допоміжне устаткування, що використовують при зберіганні у системах МГС та РГС; сушильні апарати (при зберіганні продукції у сухому виді), іонізаційні установки, опромінювачі та інше. Витрати на роботу всього обладнання можна визначити за формулою:

$$C_e = (N_e \cdot \eta_z \cdot \eta_m \cdot \eta_d \cdot h + N_{техн} \cdot \eta_z \cdot \eta_m \cdot \eta_d \cdot h) \cdot C_{ел} \quad (12.6)$$

де  $N_e$  – сумарні витрати енергії на компенсацію втрат теплоти через огорожу (роботу холодильної машини для відводу теплоприпливів влітку, або нагрівачами при втратах теплоти з камери назовні, взимку) - це встановлена потужність всіх електродвигунів холодильної системи та технологічного обладнання (компресорів, насосів, газогенераторів та ін.), а також всіх електронагрівачів, що забезпечують задані параметри повітря у камері.

$$N_e = Q_{ком} + Q_{нагр}, \text{ КДж} \quad (12.7)$$

де  $Q_{ком}$  – сумарні витрати за рік на роботу холодильної установки і всього технологічного обладнання беруть з журналу реєстрації режимів роботи холодильного і технологічного обладнання;

$Q_{нагр}$  – відповідає сумарній електроенергії, що витрачена нагрівачами, для компенсації втрати теплоти в холодні періоди року.

$N_{техн}$  – сумарні енерговитрати на роботу технологічного обладнання, що використовується при закладанні продукції на зберігання: морозильні установки (при зберіганні заморожених продуктів); газогенератори, скруббери та інше допоміжне устаткування, що використовують при зберіганні у системах МГС та РГС; сушильні апарати (при зберіганні продукції у сухому виді), іонізаційні установки, опромінювачі та інше.

$\eta_z, \eta_m, \eta_d$  – коефіцієнти завантаження електричних двигунів: по потужності, врахування втрати електричної енергії в електричних мережах підприємства та витрати енергії на привід допоміжних механізмів холодильної системи і всього технологічного обладнання; ( $\eta_z = 0,85$ ;  $\eta_m = 1,05 - 1,07$ ;  $\eta_d = 1,1 - 1,12$ );

$h$  - фонд часу роботи кожної із технологічних систем підприємства, годин на рік ( $h = 5000 - 8000$ ).

$C_{ел}$  - вартість електроенергії, що споживається на підприємстві, грн/кВт.

Приблизний розрахунок можна виконати за спрощеною формулою:

$$C_e = \sum N_e \cdot h \cdot C_e \quad (12.8)$$

**Заробітна плата  $C_3$  виробничих робітників** розраховується за такою формулою:

$$C_3 = \sum_{i=1}^q P_i \cdot P_i \cdot T_i \cdot \Phi \cdot (1 + a_d + a_c) \quad (12.9)$$

де  $P_i$ , - кількість робітників  $i$ -го розряду (кваліфікації), що обслуговують обладнання;

$T_i$  - годинна тарифна ставка робітника  $i$ -го розряду, грн/люд.;

$\Phi$  - фонд робочого часу, люд. в рік;

$a_d$  - коефіцієнти, що враховують додаткову зарплату (0,05);

$a_c$  —нарахування на соціальне страхування та інші податки (0,4);

$q$  - кількість розрядів (кваліфікацій) робітників.

Приблизна чисельність працівників, що обслуговують холодильну установку надана у таблиці 12.2

Таблиця 12.2

Кількість компресорів	Чисельність		
	Машиністи	Слюсарі - ремонтники	Механіки
Автоматизовані	1	-	-
Не автоматизовані			
1-5	3-5	2	2
6-10	4-6	3	2-3
Більше 10	7-12	4-5	3-4-

**Витрати на амортизацію**  $C_a$  розраховуються, базуючись на сумарній вартості обладнання і будівлі та встановлені норми амортизації за формулою:

$$C_a = H_{об} \cdot K_{об} + H_b \cdot K_b \quad (12.10)$$

де  $H_{об}$ ,  $H_b$  - норма амортизаційних відрахувань відповідно для обладнання і будівлі, % (можна прийняти відповідно 15% та 5%)

$K_{об}$  і  $K_b$  - вартість відповідно обладнання і будівлі, грн.

Витрати на поточний ремонт  $C_p$  можна визначити окремим розрахунком або прийняти 5% від вартості обладнання та 2% від вартості будівлі. Інші цехові витрати складають 10% - 20% від суми експлуатаційних витрат (чим менше підприємство, тим більший відсоток).

### 12.3.2 Розрахунок собівартості одиниці холоду дорівнює

$$C_o = C/Q \quad (\text{в грн. за 1 МДж})$$

$$Q = Q_o \cdot h \cdot 3.6 \text{ МДж},$$

де  $C$  - річні експлуатаційні витрати ;

$Q$  - річна холодопродуктивність холодильної установки, МДж;

Собівартість 1 МДж холоду по величині зазвичай близька до вартості електроенергії, тобто складає 12-45 коп.

Орієнтовна структура собівартості виробництва холоду на холодильнику надана у таблиці 12.3.

Таблиця 12.3

Стаття витрат	%
Матеріали та вода	10
Електроенергія	45
Заробітна плата з нарахуваннями	15
Амортизація та цехові витрати	30
Цехова собівартість	100

Співвідношення елементів витрат в собівартості холоду на окремих підприємствах змінюється в залежності від кількості виробленого холоду та тарифу на електроенергію. В цілому питома вага електроенергії в собівартості холоду на різних холодильниках коливається від 30 до 60%, заробітна плата виробничого персоналу складає від 12 до 17%, а цехові витрати - від 30 до 40%. Ці коливання пов'язані з масштабами виробництва, якістю обладнання, холодильними технологіями що використовуються на конкретних підприємствах.

### 12.3.3 Експлуатаційні витрати по підприємству

До річних експлуатаційних витрат по підприємству в цілому відносяться:

- витрати на електроенергію: на роботу холодильних установок (при зберіганні продукції в холодильних камерах), на роботу морозильних установок (при заморожуванні продуктів), газогенераторів, скрубберів та іншого допоміжного устаткування (для одержання газових сумішей при зберіганні продукції у регульованому газовому середовищі), на роботу сушильних апаратів (при зберіганні продукції у сухому вигляді), на роботу іонізаційних установок та опромінювачів (при обробці продуктів перед їх закладкою на зберігання) та ін.;
- витрати на пальне, теплопостачання та дезінфекційні суміші (що використовуються на етапі підготовки до зберігання), на електроенергію (що використовується на побутові потреби);
- заробітна плата всіх працівників підприємства з відрахуваннями на соцстрах та інші податки;
- амортизаційні відрахування, витрати на обслуговування обладнання та на поточний ремонт;
- інші витрати (загальновиробничі та позавиробничі), які можна прийняти в обсязі 10% від суми попередніх статей.

Калькульованою одиницею виробничих холодильників є собівартість 1 т приведенного вантажообігу. Структура собівартості холодильного збереження на окремих підприємствах суттєво коливається в залежності від обсягу виробництва, технічного оснащення підприємств, характеру і рівня комбінування асортименту виробів, організації виробництва і праці, тощо.

Типова структура собівартості холодильного зберігання надана в таблиці 12.4

Таблиця 12.4

Стаття витрат	Питома вага витрат, %
Допоміжні матеріали, вода	2
Пальне (пар) на технологічні цілі	3
Електроенергія	5
Холод	40
Заробітна плата	20
Загально- і позавиробничі видатки	30
Повна собівартість	100

Таким чином, експлуатаційні витрати по підприємству ( $C_e$ ), яке призначене для довгострокового зберігання плодоовочевої та іншої рослинної продукції, з врахуванням методів та систем підготовки його до зберігання (заморожування, зберігання в РГС та МГС, сушіння, опромінення та інших способів), мають бути визначені як:

$$C_e = Q_0 + Q_1 + A + Z + C_{in} \quad (12.11)$$

де:  $Q_0$  – витрати енергії на виробництво холоду та підтримання температурно-вологісних умов зберігання (роботу холодильної установки, а також вентилятора зовнішнього повітря у холодні періоди року);

$Q_1$  – витрати енергії на роботу технологічного обладнання (морозильні установки, газогенератори при зберіганні в РГС та МГС, установки для сушіння, опромінення та іншого технологічного обладнання);

$A$  – амортизаційні відрахування, витрати на обслуговування обладнання та на поточний ремонт;

З – заробітна плата працівників підприємства з відрахуваннями на соцстрах та інші податки, включаючи: заробітну плату цехового персоналу, витрати по охороні праці і техніці безпеки;

$C_{ін}$  - інші цехові витрати по виробництву (на придбання дезінфекційних та інших препаратів, які використовують на етапі підготовки продуктів до зберігання; а також на тепlopостачання та на електроенергію, що використовується на побутові потреби, такі як освітлення, додержання чистоти, тощо);

#### 12.4. Економічний ефект за розрахунковий період

Економічний ефект за розрахунковий період дорівнює:

$$E_T = P_T - B_T, \quad (12.12)$$

де  $P_T$  - вартісна оцінка результатів роботи підприємства за розрахунковий період;

$B_T$  - вартісна оцінка витрат за розрахунковий період.

За рік початку розрахункового періоду ( $t_0$ ) приймається рік початку фінансування робіт по створенню (реконструкції) підприємства.

Останній рік розрахункового періоду ( $t_k$ ) може визначатись плановими (нормативними) термінами оновлення обладнання з врахуванням морального старіння.

Розрахунковий період зазвичай приймається за 5-7 років.

Розрахунок економічного ефекту проводиться з обов'язковим використанням приведення різночасових витрат до розрахункового року. За розрахунковий рік звичайно беруть рік введення холодильника в експлуатацію.

Приведення різних за часом витрат і результатів за всі роки періоду до розрахункового року здійснюється множенням їх величини за кожен рік на коефіцієнт приведення.

**Коефіцієнти приведення різних в часі витрат і результатів до розрахункового року** визначають як:

А) Коефіцієнт зведення до розрахункового року

$$a_t = (1 + E_n)^{tp - t}$$

де  $E_n$  - норматив приведення різних в часі витрат і результатів, чисельно рівний нормативу ефективності капітальних вкладень ( $E=0,1$ )

$t_p$  - розрахунковий рік;

$t$  - рік, затрати та результати якого зводяться до розрахункового року.

Значення коефіцієнту  $a$  за рахунковий рік надані у таблиці 12.5.

Таблиця 12.5

Число років, попередніх до розрахункового	$a$	Число років, наступних за розрахунковим	$a$
7	1,95	1	0,91
6	1,77	2	0,83
5	1,61	3	0,75
4	1,46	4	0,68
3	1,33	5	0,62
2	1,21	6	0,56
1	1,10	7	0,51
0	1,00		

Б) Коефіцієнт реновації<sup>10</sup>  $\rho$  можна визначити з рівняння:

<sup>10</sup> **Реновація** (лат. renovatio — відновлення, поновлення) — економічний процес заміщення машин, устаткування, інструмента що вибувають з виробництва внаслідок їх фізичного й морального зношування, новими основними засобами за рахунок амортизаційного фонду.

$$\rho = E_n / (1 + E_n)^{t-1} \quad (12.13)$$

де  $t_1$  - термін служби засобів виробництва.

Значення коефіцієнту реновації в залежності від терміну служби, надані у таблиці 12.6,

Таблиця 12.6

$t$	$\rho$	$t$	$\rho$	$t$	$\rho$	$t$	$\rho$
1	1,0000	6	0,1299	11	0,0540	20	0,01750
2	0,4762	7	0,1054	12	0,0468	25	0,01020
3	0,3021	8	0,0874	13	0,0408	30	0,00610
4	0,2155	9	0,0736	14	0,0357	40	0,00226
5	0,1638	10	0,0627	15	0,0315	50	0,00086

**Вартісна оцінка результатів за розрахунковий період:**

$$P_T = \sum_{t=0}^{t_k} P_t \cdot a_t \quad (12.14)$$

$$P_t = \sum_k \sum_i^{t=t_0} C_{ki} \cdot V_{ki} \quad (12.15)$$

де  $P_t$  - коефіцієнт приведення;

$C_{ki}$  - ціна реалізації одиниці продукції  $k$ -го виду у місяці  $i$ ;

$V_{ki}$  - обсяг реалізації продукції  $k$ -го виду у місяці  $i$ ;

Витрати за розрахунковий період ( $B_t$ ) розраховуються за формулою:

$$B_T = \sum_{t=t_0}^{t_k} B_t \alpha_t = \sum_{t=t_0}^{t_k} (K_t - C_t) \cdot \alpha_t \quad (12.16)$$

де  $B_t$ , - величина витрат усіх ресурсів в році  $t$ ;

$C_t$  - поточні витрати виробництва в році  $t$ ;

$K_t$  - одноразові (капітальні) витрати при створенні (реконструкції), функціонуванні і розвитку виробництва в році  $t$ .

Для заходів, які характеризуються стабільністю техніко-економічних показників (обсягів виробництва, показників якості, витрат і результатів) по роках розрахункового періоду, економічний ефект визначається за формулою:

$$E_t = \frac{P_p - Z_p}{E_n + \rho} \quad (12.17)$$

де  $P_p$  - незмінна з роками розрахункового періоду вартісна оцінка результатів;

$Z_p$  - незмінні з роками розрахункового періоду витрати.

$$Z_p = C + (\rho + E_n) \cdot K \quad (12.18)$$

де  $C$  - річні поточні витрати на виробництво;

$\rho$ - коефіцієнт реновації (див. додаток 2);



$E_n$  - норматив приведення різних в часі витрат і результатів, чисельно рівний нормативу ефективності капітальних вкладень ( $E_n = 0,1$ );

$K$  - одноразові витрати виробництва (в разі, якщо вони розтягнені на період довший за рік, їх треба звести по фактору часу до розрахункового року).

Розрахунки за формулою, можна роботи і тоді, коли на стадії техніко-економічного обґрунтування ще невідома динаміка результатів і витрат.

### **12.5 Врахування факторів маркетингового середовища холодильних камер зберігання**

Оцінка економічної ефективності і вибір оптимального варіанту будівництва і експлуатації холодильників неможливі без комплексного аналізу і врахування факторів зовнішнього середовища і маркетингових досліджень. З точки зору аналізу і прогнозування ефективності виробничо-господарської діяльності холодильного підприємства, його довкілля розглядається як маркетингове мікро- та макросередовище.

Мікросередовище - це сукупність юридичних та фізичних осіб (постачальники, посередники, споживачі, конкуренти), що безпосередньо взаємодіють з підприємством, впливаючи на його ефективність. Взаємодія підприємства з суб'єктами мікросередовища визначається факторами макросередовища.

До факторів макросередовища, які найбільше впливають на ефективність виробничо-господарської діяльності холодильного підприємства, відносяться:

- економічне законодавство;
- податкова політика держави;
- динаміка і характер економічних реформ, інфляційні процеси;
- купівельна спроможність населення;
- технічні та економічні умови транспортування продукції на великі відстані, умови експорту продукції;
- характер, умови та обсяги поставок продукції (такої самої чи аналогічної) із-за кордону;
- соціальні особливості (демографічні, культурні) реальних чи потенціальних споживачів:
- забезпеченість підприємств АПК та холодильного господарства енергоресурсами, ціни на енергоресурси;
- погодно-кліматичні умови сировинних зон, врожайність різних агрокультур;
- якісні характеристики сортів продукції, домінуючої в регіонах та в країні.

Комплексний аналіз факторів маркетингового середовища повинен бути націленим на накопичення інформації з таких аспектів:

1) Визначення попиту на продукцію з врахуванням:

- асортименту;
- товарного виду продукції (свіжа, охолоджена, заморожена, сушена, консерви, соки, тощо);
- сегментів потенціального ринку (село чи місто; гуртова торгівля чи торгівля вроздріб);
- соціальних прошарків населення; територіального розміщення, тощо;
- сезонності продажу;
- прийнятих норм споживання плодоовочевої продукції;
- зміни прогнозу цін з часом.

2) Визначення умов конкуренції:

- обсяги виробництва та поставок аналогічного товару іншими фірмами (особливо тими, що постачають продукцію з-за кордону);
- ціни на різних ринках в залежності від товарного виду та споживчої якості;

3) Визначення умов збуту;

- можливість та вартість використання різноманітних транспортних засобів;

- доцільність використання посередників, різноманітних форм торгівлі, послуг інформаційно-комерційних систем;
- форми та активність рекламної діяльності, методів стимулювання збуту.

4) Оцінка впливу економічного законодавства (податків, митних зборів, тощо), тарифів на енергію, плати за природні ресурси на собівартість виробництва, обробки та холодильного зберігання продукції.

5) Прогноз впливу інфляційних процесів на собівартість та ціну продукту.

6) Оцінка впливу природно-кліматичних умов на собівартість виробництва різних агрокультур в різних сировинних зонах.

7) Прогноз циклу життя товару (ЦЖТ) та розробка маркетингової стратегії і тактики, які забезпечили б оптимальну цінову політику та оптимальний розподіл ресурсів по асортименту продукції, засобам її обробки по стадіях технологічного процесу та етапах циклу життя.

За критерій оптимальності береться показник інтегрального прибутку за розрахунковий період (ЦЖТ).

Результати маркетингового аналізу можна відобразити в формі бізнес-плану у відповідності до загальноприйнятої методології та структури.

## 12.6 Розрахунок річного економічного ефекту

Величина економічного ефекту (прибутку) від холодильної обробки та зберігання по кожному виду продукції визначається закупівельною ціною продукції (сировини), витратами на попередню обробку продукту та на холодильне зберігання, а також ціною її реалізації після холодильної обробки і розраховується за формулою:

$$\Pi = C_p \cdot V \cdot (1 - y) - (C_z \cdot V + C) \cdot \kappa_n \quad (12.19)$$

де  $\Pi$  - прибуток (за рік);

$C_p$  - ціна реалізації (включно з ПДВ), грн./т;

$C_z$  - закупівельна ціна, грн. / т;

$C$  - сумарні річні витрати холодильного виробництва;

$V$  - річний товарообіг холодильника, т;

$y$  - коефіцієнт урахування втрат продукції (табл. 12.7);

$\kappa_n$  - коефіцієнти врахування зменшення прибутку в залежності від величини податку на прибуток (у разі, коли податок на прибуток складає 30 %  $\kappa_n = 0,7$ ).

Природні втрати плодоовочевої продукції при тривалому (4-6 місяців) зберігання з штучним охолодженням надані у таблиці 12.7.

Таблиця 12.7

Продукція	% втрат
Картопля	4-7
Капуста	6-8
Цибуля	4-5
Яблука	3-5
Груші	4-6
Виноград	3-8
Ягоди	2-5

Економічна ефективність (рентабельність) капітальних вкладень ( $E$ ) можна визначити як:

$$E = \frac{\sum \Pi}{K} \quad (12.20)$$

де  $\sum \Pi$  - сумарний прибуток з усіх видів продукції;

$K$  - капітальні вкладення в холодильне виробництво.

Термін окупності капітальних вкладень:

$$T = \frac{K}{\sum \Pi} \quad (12.21)$$

Вважається, що створення (реконструкція) холодильного об'єкту економічно доцільна, коли  $E > E_n$ ,  $T > T_n$

де  $E_n$  - нормативний коефіцієнт економічної ефективності (0,15);

$T_n$  - нормативний термін окупності капітальних вкладень (6,5 років).

### 12.7 Розрахунок порівняльного економічного ефекту

При співставленні двох варіантів камер - базового (до реконструкції) і пропонованого (після реконструкції), необхідно оцінити наскільки проектний варіант ефективніший за відхилений (попередній).

Основним показником порівняльного ефекту є величина додатково одержуваного прибутку. Збільшення прибутку може бути досягнуте як завдяки збільшенню ціни продукції, що реалізується (через поліпшення її якісних характеристик, або реалізації в період, коли вона дорожча), так і за рахунок зниження витрат на її технологічну обробку.

Відношення приросту прибутку  $\Delta\Pi$  до додаткових капітальних вкладень (витрат) на реконструкцію визначає порівняльну ефективність останніх.

$$E_{cp} = \frac{\Pi_2 - \Pi_1}{K_2 - K_1} = \frac{\Delta\Pi}{\Delta K} \quad (12.22)$$

де  $\Pi_1, \Pi_2$  - прибуток відповідно по базовому і проектному варіантах;

$K_1, K_2$  - капітальні вкладення по базовому і проектному варіантах;

$\Delta K$  - додаткові капітальні вкладення (капіталовкладення на реконструкцію).

Термін окупності капітальних вкладень (додаткових витрат):

$$T = \Delta K / \Delta\Pi \quad (12.23)$$

Якщо ціна реалізації продукції незмінна, то

$$\Delta\Pi = C_1 - C_2,$$

де  $C_1, C_2$  - відповідно експлуатаційні витрати по базовому і проектному варіантах.

Для випадків, коли холодопродуктивність задана, і варіанти по всім складовим результату нічим не різняться, за критерій ефективності при виборі оптимального варіанту різних типів холодильного обладнання та систем охолодження можна брати мінімум приведених витрат:

- без врахування фактору часу

$$B = E_n \cdot K + C \rightarrow \min$$

- з врахуванням фактору часу на будівництво і приведенням витрат до розрахункового року

$$B = E_n \sum_i a_i + C \rightarrow \min$$

де  $E_n$  - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

$C$  - річні експлуатаційні витрати;

$K$  - капітальні вкладення в холодильний об'єкт.

В такому випадку порівняльний річний економічний ефект визначається як різниця між приведеними витратами:

$$E_{cp} = B_1 \cdot \frac{Q_2}{Q_1} - B_2 \quad (12.24)$$

де  $B_1, B_2$  - відповідно, приведені витрати по базовому і пропонованому варіантах;

$Q_1, Q_2$ - холодопродуктивність для порівнюваних варіантів.

### 12.8 Основні техніко-економічні показники проекту

Основні технічні і економічні показники, визначенні в процесі проектування зводяться в таблицю 12.8:

Таблиця 12.8

№ п/п	Показники, одиниця виміру	Варіанти	
		базовий	проектний
1	Місткість одноразового зберігання, т		
2	Холодопродуктивність, кВт		
3	Кількість компресорів, шт.		
4	Встановлена електрична потужність, кВт		
5	Кількість обслуговуючого персоналу, люд.		
6	Собівартість 1 МДж холоду, грн.		
7	Капітальні вкладення, тис. грн.		
8	Експлуатаційні виграти, тис. грн.		
9	Річний прибуток, тис. грн.		
10	Термін окупності капітальних вкладень, рік		
11	Рентабельність, %		
12	Економічний ефект за розрахунковий період, тис. грн.		
13	Порівняльний економічний ефект, тис. грн.		

## ВИСНОВКИ

1. Властивості фруктів й овочів обумовлені генетично, і змінюються в процесі морфологічної регресії (дегенерації), пов'язаної з видом продукту, місцем вирощування й агрокліматичними умовами, що визначають потенційну здатність до зберігання в післязбиральний період. Запропоновано класифікацію фруктів й овочів, що включає групи продуктів рослинництва за термінами і температурами зберігання.

2. Плодоовочеві культури мають однакову метаболічну систему життєзабезпечення. Їхній хімічний склад, структурно-механічні, теплофізичні, органолептичні й інші показники мають видові, сортові, індивідуальні розходження, і є природними властивостями рослинних об'єктів. Кожний із цих показників відіграє певну роль у формуванні споживчих якостей продуктів рослинництва і їх збереженість в післязбиральний період. Всі показники взаємозалежні.

3. Терміном "лежкість" прийнято характеризувати потенційну здатність фруктів й овочів до зберігання. Кількісно вона виражається через практичний термін зберігання продуктів з гарантованою якістю за сприятливих умов зберігання. Межа рекомендовано припустимого зниження якості (включаючи всі види втрат) становить 10 %. Збереженість являє собою прояв лежкості під впливом зовнішніх факторів. Зміни у часі якісних показників фруктів й овочів залежать від застосованого способу збереження і створених умов зберігання.

4. До факторів, що впливають на термін збереження плодоовочевої та іншої рослинної продукції відносяться: попереднє охолодження (повільне охолодження допускається для цитрусових, бананів, а також картоплі, цибулі, часнику), підтримання оптимального газового режиму зі складом атмосфери: по діоксиду вуглецю – 5%, кисню – 3%, азоту – 92%.

5. Дихання (респірація) плодів й овочів є домінуючим процесом обміну речовин, а також їх видовою й сортовою приналежністю.

Інтенсивність дихання прямо пропорційна метаболічній активності в різні періоди життя рослинного організму. Вона збільшується при початку росту й дозріванні, і зменшується відразу після знімання й закладки на зберігання.

Будь-які параметри зовнішнього середовища, або бар'єри на шляху газообміну із середовищем, будь-які uszkodження продукту (механічні або від хвороб) впливають на інтенсивність дихання, що, у свою чергу, впливає на зміну якості продукту й термін його зберігання.

6. Інтервал температур, при якому відбувається дихання, відповідає температурним межах життєздатності продукту: при високих температурах (35...45 °С) дихання припиняється через руйнування ферментних систем, а при низьких (-1...-3 °С и нижче), через uszkodження клітин кристалами льоду.

Крива дихання має екстремальний вигляд з максимумом температури в інтервалі 25...30°С.

7. Майже вся енергія дихання (понад 90...96 %) виділяється у вигляді тепла, тому для продовження терміну зберігання його необхідно, по можливості, заощаджувати. Фрукти й овочі зі збільшеною тривалістю збереження якості, як правило, мають низький і стабільний рівень дихання.

8. Для довгострокового зберігання рослинної продукції і зменшення інтенсивності дихання та метаболічних процесів існують різні за технологіями способи зберігання: без застосування механічних засобів та попереднього охолодження (у буртах, кагатах, траншеях та лабах), та з їхнім застосуванням та охолодженням: охолоджених (у холодильних камерах з широким діапазоном температур), заморожених (за допомогою морозильних установок), сушених, у модифікованій (МГС) та регульованій (РГС) газових середовищах, а також з застосуванням різних інгібіторів та різних видів опромінення.

9. Випаровування вологи фруктами й овочами (транспірація) є однією з їхніх природних властивостей, і пояснюється природним результатом біохімічних реакцій, що відбуваються в організмі. Рушійною силою випаровування є дефіцит вологи в навколишньому середовищі, воно зростає зі збільшенням швидкості руху середовища, що обмиває продукт.

Мінімальне випаровування вологи з продуктів відбувається при оптимальному ступені їх зрілості. Установлено, що на дихання та випаровування, різні фактори діють однотипно.

10. Існує певний взаємозв'язок між випаровуванням вологи й можливою тривалістю зберігання рослинних продуктів.

Існує класифікація, що передбачає розподіл фруктів й овочів на 3 групи за терміном зберігання, відповідно до величин коефіцієнтів випарної здатності: короткий термін – випарна здатність ( $\varepsilon_1 \geq 1$ ); середній ( $\varepsilon_1 = 0,1 \dots 1$ ) і тривалий ( $\varepsilon_1 = 0 \dots 0,1$ ).

11. Відвід надлишкової вологи можливий (та більш економний) за допомогою зовнішнього повітря (у холодний період року), коли воно має абсолютну вологість нижчу за вологість повітря у камері схову, ніж шляхом осаджування її на поверхні повітроохолоджувача.

12. Особливу роль в обміні речовин у період зберігання плодів й овочів грає етилен, який впливає на процес досягання. Нагромадження його в процесі зберігання супроводжується старінням організму, накопичуванням токсичних продуктів обміну речовин (спиртів, ацетальдегіду, оцтової й молочної кислот та ін.) у великих кількостях, що призводить до отруєння й наступної загибелі живих клітин.

13. При відхиленні температури зберігання від значень, що визначають сприятливі умови утримання, виникає температурний стрес.

Для холодочутливих продуктів усередині життєздатного температурного діапазону існує критична (гранична) температура охолодження, нижче якої відбувається негативна зміна ходу ферментативних реакцій і дихання.

Для холодостійких продуктів перспективне зберігання при близькріоскопічних температурах, що різко сповільнює біохімічні процеси. Установлено, що температура замерзання фруктів й овочів залежить від виду, сорту й кліматичних умов вирощування.

Рослинні продукти можуть пристосовуватися до наднизьких температур (нижче  $t_{зам}$ ) за умови відсутності збуджувань, що інтенсифікують льодоутворення.

14. Змінене газове середовище діє на різні види та сорти фруктів й овочів вибірково. Для більшості з них є оптимальний склад  $CO_2$ ,  $O_2$  і  $N_2$ , що сприяє вповільненню досягання (меншому розм'якшенню м'якоті, руйнуванню хлорофілу, виділенню ароматичних речовин та ін.), а також попередженню гниття й проростання (при  $O_2 \leq 0,5 \dots 1$  % і  $CO_2 \geq 10 \dots 15$  %). Це дозволяє скоротити втрати й краще зберегти деякі показники якості, такі як: консистенцію, забарвлення, аромат.

У чутливих до РГС продуктів зміна складу середовища (з урахуванням температурного фактору) може викликати фізіологічні uszkodження й погіршення смаку. Для попередження цих наслідків запропоновані нові методи зберігання LO й ULO (низькі концентрації — до 1.. 2 %  $CO_2$  та  $O_2$  або майже повну відсутність останнього), а також короточасна обробка плодів й овочів до, або під час зберігання високими дозами  $CO_2$ .

15. При розробці регламентів на зберігання варто враховувати різноманітність сортів, умов вирощування, час збору, а також ступінь механічних uszkodжень, а в процесі зберігання дотримуватися режимів зберігання, закладених в регламенти.

16 Для боротьби з паразитами ефективними є спеціальні хімічні препарати й мікробіопрепарати-антагоністи. Низькі температури, змінене газове середовище й опромінення можуть тимчасово інгібувати, але не здатні повністю придушити життєдіяльність патогенних мікроорганізмів.

17. Втрати маси фруктів й овочів у післязбиральний період знижують їхню харчову цінність, показники якості й купівельну привабливість. Це обумовлено генетичною природою продукту, його початковим станом, впливом зовнішніх факторів. Втрати різного виду також пов'язані з більшою кількістю операцій, що передують реалізації, недосконалістю технологій зберігання, відсутністю холодильно-транспортного ланцюга від поля до споживача.

Величина фактичних абсолютних втрат за період товарного життя фруктів й овочів (від збирання до реалізації) може становити від 33 % до 52 %.

18. На кожному технологічному етапі: від збору врожаю, закладки на зберігання й до реалізації, структура втрат (втрата маси - гнилизна - зниження якості) різна, що пов'язано зі специфікою процесу на кожному з етапів.

- При польовому зберіганні – домінує природна втрата маси. Гранично припустима тривалість цього етапу повинна становити від декількох годин (ягоди, листові овочі) до декількох діб (продукти з низькою випарною здатністю). Цей етап дуже впливає на подальше основне зберігання, тому повинен бути всіляко обмежений (виключення становлять деякі теплолюбні овочі й фрукти, для яких корисна витримка при високих температурах).
- При зберіганні в тимчасових сховищах (засіках, лабазах, траншеях) тривалість зберігання не перевищує 2-3 місяці й характеризується частковою втратою маси, і втратами від гниття. При такому виді зберігання важливим фактором, що впливає на якість і тривалість зберігання овочів і картоплі, є незмінність температури й вологості.
- Під час попереднього охолодження – основним видом втрат є втрата маси, що може бути скорочений шляхом інтенсифікації процесу, застосування зволоження, зміни тиску й складу середовища. Разом з тим, є група продуктів, чутливих до холодкових ушкоджень. Вони погано переносять швидке охолодження та низькі кінцеві температури, що необхідно враховувати при виборі способу й режиму охолодження.
- У період основного зберігання фрукти й овочі проходять заключні фази свого циклу розвитку, що характеризуються істотними розходженнями в структурі й величині втрат. Динаміка змін природної втрати маси неоднакова — на початковому етапі зберігання природні втрати становлять 20...30 %, тобто, темп втрати маси максимальний; на другому етапі втрачається ще 10 %. (за весь час зберігання) – таким чином, він сповільнюється в 1,5...2 рази. На заключному етапі знову зростає, але меншою мірою, ніж на початковому. Втрати від гнилизни взаємозалежні зі збитками маси, але змінюються за іншим законом — спочатку вони протікають у прихованій формі, а на заключному етапі нерідко приймають епідеміологічний характер.
- При транспортуванні переважними є втрати маси. Втрати від гнилизни властиві в основному швидкопсувним продуктам, а для інших вони обумовлені перевищенням тривалості перевезень, або відхиленням від регламентних режимів транспортування.
- У період перед реалізацією і безпосередньо в ході реалізації втрати якості фруктів й овочів пов'язані зі зміною умов їхнього зберігання та ослабленням імунітету після зберігання. Сталість умов їхнього зберігання в період доведення продукції до споживача, є основною вимогою для скорочення втрат і збереження якості на завершальних етапах.

19. Найважливішим зовнішнім фактором, що впливає на величину втрат і термін зберігання фруктів й овочів, є температура, а також склад навколишнього середовища (ступінь його впливу становить не менше 2/3 від суми всіх факторів, що впливають на результат зберігання).

- Температура впливає на всі метаболічні процеси, що відбуваються в плодах, але мінімальні втрати якості фруктів та овочів одержуємо не тільки при збереженні температурного рівня, а і при мінімальному відхиленні від оптимуму, коли спостерігається зростання втрат і зниження товарної цінності продукту. При зберіганні великих мас продукції негативний вплив чинить також нестабільність температурного режиму та нерівномірність температурного поля у вантажному об'ємі сховища.
- Відносна вологість повітря неоднаково впливає на різні види втрат – при її підвищенні втрата маси знижується, а втрати від гнилизни можуть зростати. Для кожного виду та сорту продуктів існує оптимум вологості середовища, у межах якого загальні втрати будуть мінімальні.
- Склад середовища при правильному підборі газового режиму, дозволяє знизити втрати продукції в 2...4 рази, порівняно зі зберіганням у повітрі. Можливість скорочення втрат при гіпобаричному зберіганні, а також при використанні модифікованого (МГС) або регульованого (РГС) газового середовища, обумовлена створенням фізіологічних і фітопатологічних бар'єрів між продуктом і навколишнім середовищем. Але при цьому кожного разу необхідно враховувати поправки на сезонні фактори й вихідну якість продуктів, та встановлювати саме той режим, який відповідає умовам зберігання того чи іншого виду продукту в кожному конкретному випадку залежно від температури та

вмісту  $O_2$  і  $CO_2$ . Підбор такого режиму є складним і є по суті недоліком використання даного способу зберігання.

- Рухливість повітря підсилює відведення теплоти й вологи від продуктів (що збільшує втрату маси) і одночасно змінює температурно-вологісні умови в прикордонному шарі продукту (зменшуючи можливість утворення гнилизни). Це визначає наявність оптимальної швидкості руху повітря й режиму вентиляції при зберіганні фруктів й овочів. Рухливість повітря в штабелі не повинна перевищувати 0,2...0,4 м/сек.
- Опромінення запобігає бактеріальному забрудненню продуктів. Застосовують різні види опромінення, однак антимікробний ефект від опромінення плодів й овочів може бути досягнутий лише при об'єднанні опромінення з холодильним зберіганням, до того ж тільки у випадках короткострокового зберігання продукції. УФ-промені мають слабку проникну здатність. При цьому вони стимулюють окисні реакції, які призводять до зниження змісту аскорбінової кислоти, знебарвлення продуктів, але не знижують стійкості плодів до фітопатогенних захворювань. В той же час, при використанні УФ-променів утворюється озон, що має сильну бактерицидну дію. Однак різні сорти плодів по-різному реагують на присутність озону. Так досягання яблук прискорюється за рахунок виділення з них етилену, який приводить до побуріння шкірки, але, озон швидко окислює етилен. Чутливість до озону окремих сортів овочів і фруктів різна.
- Іонізуюча радіація послаблює стійкість рослинної продукції до фітопатогенних мікроорганізмів, руйнує у продуктах амінокислоти і вітаміни групи В. При зберіганні опромінених плодів й овочів інтенсивніше руйнуються каротин й аскорбінова кислота, збільшується зміст цукру.
- Світло інтенсифікує процеси життєдіяльності, особливо ростову активність, що викликає додаткові втрати продукту.
- Сонячна радіація різко збільшує температуру шкірочки й поверхневого шару плодів і знижує вологість навколишнього середовища, викликаючи збільшення втрати маси у 2...3 рази в порівнянні зі зберіганням у тіні. Крім цього, відбувається зниження якості внаслідок зморщування шкірочки й появи опіків на поверхні.

20. Оскільки тривалість зберігання й втрати мають зворотну залежність, екзогенні фактори будуть мати на неї протилежний вплив:

- При зниженні температури аж до криоскопічної (до граничної для холодочутливих продуктів) – відбувається прогресуюче збільшення тривалості зберігання — в інтервалі від  $4^{\circ}C$  до  $0^{\circ}C$ , його термін зростає в 1,5...2 рази, при подальшому зниженні до  $-1...-2^{\circ}C$  – в 2...4 рази. Зниження температури з  $6^{\circ}C$  до  $2^{\circ}C$  подовжує період спокою в картоплі в 1,5-2 рази.
- Оптимальний інтервал відносної вологості повітря, при якому досягається максимальний термін зберігання, для кожного продукту індивідуальний, причому по мірі зниження температури він зрушується у бік більш високих значень вологості.
- Оптимальне співвідношення  $CO_2$  і  $O_2$  (при зберіганні у регульованому газовому середовищі) для кожного виду й сорту плодів та овочів залежить від місця та умов їх вирощування. Деякі продукти погано переносять зміну складу середовища, тому тривалість їхнього зберігання на повітрі вища. Встановлено також, що ефективність зберігання у газовому середовищі падає зі зростанням природної лежкості, та перестає відрізнятися від звичайного, коли термін зберігання яблук на повітрі перевищує 6...7,5 місяці, а груш – 4...5,5 місяці.

21. Визначити чіткі терміни зберігання конкретного виду рослинної продукції залежно від способу та системи зберігання неможливо, у зв'язку з одночасним впливом численних факторів.

22. Економічна ефективність застосування того чи іншого способу тривалого зберігання плодів й овочів, а також їх технічного забезпечення може бути визначена тільки після здійснення маркетингового пошуку й розрахунку порівняльного економічного ефекту.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРИ

- 1 А.С. № 23410167/15, М. Кл. 2 А01F25/00 Состав для покрытия плодов // **Гудковский В. А.**
- 2 **Авдеев Е.С., Цвиговский Г.К., Мельникова В.П.** и др. Показатели эффективности систем охлаждения грузовых трюмов. "Судостроение", 1977, №3
- 3 **Алямовский И.Г.** Зависимость интенсивности дыхания и тепловыделений плодов и овощей от температуры // **Холодильная техника. - 1967. - №6. - С.41- 42.**
- 4 **Бажуряну Н.С, Тодираш В.А.** Влияние условий выращивания и сроков съема на лежкость плодов. — **Кишинев: МолдНИИНТИ, 1986. — 42 с.**
- 5 **Бажуряну Н.С, Тодираш В.А.** и др. Кратковременное хранение плодов косточковых культур в атмосфере с низким содержанием кислорода // **Технология и техника авторефрижераторных перевозок фруктов и винограда. - Кишинев, 1989. - С. 65 - 71.**
- 6 Биохимия иммунитета, покоя, старения растений / **Метлицкий Л.В., Озерецковская О.Л., Кораблев Н.П.** и др. — М.: Наука, 1984. — 264 с.
- 7 **Балан Е.Ф., Банарь Л.А., Скоробогатова Е.Д.** Изучение факторов, влияющих на убыль массы плодов при охлаждении и транспортировании в авторефрижераторах // **Технология и техника авторефрижераторных перевозок фруктов и винограда. - Кишинев, 1989. - С. 39 - 49.**
- 8 **Балан Е.Ф., Чумак И.Г, Картофяну В.Г., Иукурдзе Э.Ж.** Биоэнергетические основы холодильной технологии хранения фруктов и овощей: учеб. пособ. для студентов высших учеб. заведений, обучающихся по спец. "Технолог. хранения, переработки и консервирования плодов и овощей", "Холодильные машины и установки" / ; **под ред. И.Г. Чумака.** – К: Техника-Инфо; Одесса: Рефпринтінфо, 2004 – 244с.
- 9 **Бедін Ф. П., Балан Є. П., Чумак Н.І.** Технологія зберігання рослинної сировини. Фізіологічні, теплофізичні та транспортні властивості: Навчальний посібник. – Одеса: Астропринт, 2002. – 306 с.
- 10 **Бондарев В.И., Новикова Г.В., Черников И.Г.** Эффективность хранения плодов и овощей на холодильниках с РГС // **Холодильная техника. — 1976. — № 12. — С. 26 — 30.**
- 11 **Бэртон У.Г.** Физиология созревания и хранения продовольственных культур. — М.: Агропромиздат, 1985. — 359 с.
- 12 **Вігуржинська С.Ю., Туснолобов В.К.** ДИПЛОМНЕ ПРОЕКТУВАННЯ: Посібник для студентів, що навчаються за спеціальністю „Холодильні машини і установки”, Кафедра економіки Одеської державної академії холоду, 2008. – 21с
- 13 **Войтко А.М., Глебов С.И.** Замораживание плодов й овощей у псевдосжиженном і плотном слое./ **Холодильная техника. - 1968. - № 7. - с.32-36.**
- 14 **Волончук С.К., Шорников Л.П.** Полноценное питание и инфракрасная сушка растительного сырья // **Пищевая промышленность. – 1998. - №5 - С. 16 - 17**
- 15 Временная типовая технология взаимодействия таможенных органов и железных дорог.//Октябрьская ж.д. СЗТУ России. Утверждено 5.01.1996 (<http://www.sigma-soft.ru>).
- 16 **Вруев С. Н.** Использование естественного холода при хранении плодов и овощей. -М: Экономика, 1968.-111 с.
- 17 **Гудковский В.А.** Прогрессивные методы хранения плодов, овощей и зерна // **Материалы международной научно-практической конференции 27-28 апреля 2004. – Воронеж: Кварта, 2004.**
- 18 **Гудковский В. А.** Система сокращения потерь и сохранения качества плодов при хранении // **Садоводство и виноградарство. -1989. - №7. - С. 15-27.**
- 19 **Гудковский В. А., Семашко В.Я.** Промышленный опыт хранения фруктов в РГС.- - Алма-Ата: Кайнар, 1977.
- 20 **Гудковський В. А.** Новітня технологія зберігання і транспортування плодів та овочів з використанням препарату «Фітомаг». // **Агрогляд: овочі та фрукти, № 5 (61), 5 лютого 2007.**
- 21 **Гудковский В.А., Семашко В.Я.** Промышленное фруктохранилища с РГС //Хранение плодов и винограда в свежем и замороженном виде.- Ереван.-1979.- С.66-73.

- 22 **Гудковский В.А., Урюпина Т.Л.** Влияние хлористого кальция на поражаемость плодов яблони Заря Алатау горькой ямчатостью / Хранение и переработка картофеля, овощей, плодов и винограда.- М.: Колос.- 1979.-С.292.
- 23 **Гукалина Т.В., Коваленко Т.В., Бурова Т.Е.** Влияние периодического действия озона на некоторые компоненты химического состава клубней картофеля // Совершенствование методов холодильного консервирования пищевых продуктов. - Л.: ЛТИХП, 1983. - С. 36-41..
- 24 **Давитая Ф.Ф.** Климатические зоны виноградников в СССР. - М.: Пищепромиздат. 1948.
- 25 **Данилов Г.В.** Хранение яблок в полиэтиленовых контейнерах с регулируемой газовой средой.-В кн.: Хранение плодов в модифицированной газовой среде /Труды Кишин. с.-х. ин-та им.М.В. Фрунзе.-1973.-т.5.- С.66-70.
- 26 **Дворников В.П., Цуркан Н.В., Габор И.В.** Влияние сортов, условий выращивания, хранения и уборки на лежкость овощей и картофеля. — Кишинев: МолдНИИНТИ, 1986. — 54 с.
- 27 **Дидык Н.Н.** и др. Оборудование холодильной камеры для хранения плодов / Дидык Н.Н., Лазанюк А.С., Шепель С.В., Жихарева Н.В.// Продукты и ингредиенты.- 2005.-№ 3.-
- 28 **Дидык Н.Н., Самойлов Ю.К., Стрижков А.Г., Шепель С.В.** Биохолодовая обработка - перспективный фактор длительного хранения растительной продуктов // Техніка АПК.- 1999.-№1.- С.14-15.
- 29 **Дідик Н. Н., Стрижков А. Г., Шепель С. В.** Використання біопрепаратів при зберіганні рослинних продуктів // Аграрний вісник Причорномор'я / Збірник наукових праць. Сільськогосподарські науки. Вип..3 (6). Частина II: Агрономія.
- 30 **Дідик Н.Н., Лазанюк А.С., Шепель С.В., Жихарева Н.В.** Оборудование холодильной камеры для хранения плодов // Продукты и ингредиенты. – 2005. - № 3. – С. 48-50
- 31 **Екои М.** Предварительное охлаждение овощей проветриванием за счет перепада давлений // Конгэцу Но Нояку. — 1982. — Т. 26. — № 1. — С. 64 — 68.
- 32 **Есюнина А.И., Гречкина Н.А., Андрюхова Л.В.** Влияние обработки озоном корнеплодов моркови при холодильном хранении на активность пероксидазы и каталазы //Повышение эффективности применения искусственного холода в решении задач агропромышленных объединений. - Л., 1985. - С. 87-
- 33 **Жадан В.З.** Теплофизические основы хранения сочного растительного сырья на пищевых предприятиях.- М.: Пищевая промышленность.-1976.-238с.
- 34 **Жадан В.З., Дидык Н.Н., Боронина О.Н.** и др. Состояние плодов и их лежкоспособность // Садоводство и виноградарство Молдавии. – 1988. - №8 – С.31 – 32
- 35 **Жамба А.И.** Хранение субтропических плодов. — Кишинев: КСХИ, 1987,—80 с.
- 36 **Жарова С.Н., Панкова Е.И., Старостенко И.Э.** Заготовка и хранение плодов – Л.: Лениздат, 1987.-160с.
- 37 **FAO.** Trade Yearbook 1998. - Rom: FAO, 1999.
- 38 **Загорянский В.С.** Роль углекислого газа при хранении плодов и овощей: Дисс. докт. биол. наук.- М.- 1945.-250с.
- 39 **Ильинский А.С.** Расчет процесса снижения кислорода в камере и разработка номограмм для выбора производительности газоразделительной установки для хранения в регулируемой атмосфере // Хранение и переработка сельхозсырья.-2001.-№7.-С.63-65.
- 40 **Ильинский А.С.** Способы и технические средства удаления углекислого газа при хранении плодов в регулируемой атмосфере // Хранение и переработка сельхозсырья.- 2003.- №3.- С.77-79.
- 41 **Ильинский А.С.** Тенденции совершенствования и использования средств для хранения фруктов и овощей в регулируемой газовой атмосфере // Хранение и переработка сельхозсырья. -2001.-№7.-С.54-57
- 42 **Ильинский А.С., Гудковский В.А., Пугачев В.Ю., Карпов С.Б.** Основные элементы и преимущества низкочастотной технологии хранения в регулируемой атмосфере // Хранение и переработка сельхозсырья.- 2004.-№ 7.- С.18-19.
- 43 **Ильинский А.С., Дмитриев А.В.** Оптимизация процесса снижения концентрации

- кислорода в камере при ее продувке азотной средой от газоразделительной установки // Хранение и переработка сельхозсырья.-2003.-№10.-С.24-26.
- 44 **Киселев В.Н., Соломина И.П., Бамбурова Л.С.** и др. Сокращение потерь плодоовощной продукции и картофеля.- М. / Обзорная информация.-1988.-63с.
- 45 **Колесник А.А., Бруев С.Н.** О положительном опыте длительного хранения свежих яблок при близкриоскопических температурах // Хранение и переработка картофеля, овощей, плодов и винограда. — М.: Колос, 1979. — С. 200 — 210.
- 46 **Колесник А.А., Федоров М.А., Осенова Е.Х.** Хранение плодов в регулируемой атмосфере. - М.: Колос.-1973.-144с.
- 47 **Коробкина З.В.** Прогрессивные методы хранения плодов и овощей.- К.: Урожай,-1989.-168с.
- 48 **Корхов Я.Г.** **Морская перевозка скоропортящихся грузов.** – М. "Транспорт", 1976. – 158 с.
- 49 **Кочетов В.П.** Вплив умов транспортування на тривалість зберігання плодоовочевої продукції // Холодильна техніка і технологія. - 2003 - № 5. - С. 47÷49.
- 50 **Крайнова Л. С., Евдашкина В. И.** Изучение изменения содержания некоторых макро- и микроэлементов в клубнях картофеля при хранении с применением озона //Холодильная обработка и хранения пищевых продуктов. - Л., 1976, - С. 8-19.
- 51 **Кудряшева А.А., Аль Хамид Аднан.** Новые принципы и способы хранения различных плодов // Теоретическая и прикладная карпология. — Кишинев: Штиинца, 1989. — С. 273.
- 52 **Кутателадзе С. С.** Теплопередача и гидродинамические сопротивления: справочное пособие. - Г.: Энергоатомиздат, 1990. - 367 с.
- 53 **Кумкуат** // М.: МТП Торговая компания «Ананас-М» (e-mail: rikond@ananas.com.ru), 2004. -2 с.
- 54 **Ларина Т.В.** Тропические и субтропические плоды. Справочник товароведа. - М.: ДеЛи принт, 2002. - 254 с.
- 55 **Масліков М.М.** Кріогенні технології у харчовій промисловості //ХОЛОД.-2006.- №4 – С. 42-44.
- 56 **Метлицкий Л.В.** Биохимия плодов и овощей. - М.: Экономика, 1970.-С. 125÷251.
- 57 **Метлицкий Л.В.** и др. Хранение плодов в регулируемой газовой среде //Л.В. Метлицкий, Е.Г. Салькова, И.В. Волкинд и др.: Экономика.-1972.- 183с.
- 58 **Мирончук Ю.А.** Параметры критического режима в флюидизационных аппаратах // Журн. ХОЛОД за 5/2007
- 59 **Мирончук Ю. А.** Замораживание мелкоизмельченного растительного сырья в псевдосжиженном слое. Автореферат диссертации на присвоение ученой степени кандидата технических наук. - Одеса: институт низкотемпературной техники и энергетики, 1993. -16 с.
- 60 **Мнацаканов Г.К., Цвіговський Г.К., Букресв Э.Н.** Методи підтримання вологості повітря в камері зберігання плодоовочевої продукції. „Сучасні проблеми холодильної техніки і технології ” / Збірник тез доповідей. 6-ї Міжнародної науково-технічної конференції, Одеса, 22-24 вересня 2009 року
- 61 **Наместников А.Ф., Загибалов А.Ф., Зверькова А.С.** Технология консервирования тропических и субтропических фруктов и овощей. - К.: Одесса: Выща шк. Головное изд-во, 1989. - 352 с.
- 62 **Немов Н.Д.** Биофизические исследования овощей и картофеля при хранении /Хранение и переработка картофеля, овощей, плодов и винограда.-1979.- С.58-66..
- 63 **Николаева М.А.** Хранение плодов и овощей на базах . – М.: Экономика, 1986. – 176 с.
- 64 **Новобранова Т. И., Телегина Р. Ф. Чумак И.Г., Кочетов В.В., Дябло В.В., Дябло С.В., Фурман И.М.** Транспортировка и хранение тропических плодов.: Учебное пособие. – Одесса, "РЕФПРИНТИНФО", 2004. – 312 с.
- 65 **Новобранова Т. И., Телегина Р. Ф.** Разработка мер борьбы с грибными болезнями при хранении. //Хранение и переработка картофеля, овощей, плодов и винограда.- 1979.-291с.

- 66 **Новобранова Т.И., Гудковский В.А., Урюпина Т.Л.** Влияние кальция на устойчивость плодов яблони и груш к грибным гнилям при хранении // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана.- 1982.- №4.- С.46-50.
- 67 **Омаров М.М., Аминов М.С.** Хранение яблок в РГС // Холодильная техника.—1985.—№ П. —С. 29 — 31.
- 68 **Палилов Н.А.** Использование полиэтиленовой пленки при транспортировке и хранении овощей /Хранение и переработка картофеля, овощей, плодов и винограда.-1979.-С. 134-145.  
С. 18-20, С.48-50.
- 69 **Рубин Б.А., Метлицкий Л.В.** Основы хранения плодов и овощей. — М.: Изд. АН СССР, 1955. — 108 с.
- 70 **Сабуров Н.В., Антонов М.В.** Хранение и переработка плодов и овощей.- М.: Государственное издательство с/х литературы.- 1951.-503с.
- 71 **Сокол П.Ф., Новикова Г.В., Кузнецов С.В.** Хранение моркови в камерах холодильника с РГС // Холодильная техника. — 1985. — № 1. — С. 8 — 10.
- 72 СПОСІБ І СИСТЕМА ВЕНТИЛЮВАННЯ КАМЕР ЗБЕРІГАННЯ ОХОЛОДЖЕНИХ ПРОДУКТІВ, ПЕРЕВАЖНО РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ". **Мнацаканов Г.К., Цвіговський Г.К., Притула В.В., Старчевський** // Патент на винахід, № 67273 від 15.03 2006 Бюл. № 3
- 73 СПОСОБ ОБРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ ВО ВРЕМЯ ХРАНЕНИЯ. Патентообладатель - Пими Марион Холдинг ЛТД. (IL), изобретатели: ЙЕХУДА Нир (IL); МАРГАЛИТ Элайху (IL)
- 74 Справочник заготовителя плодоовощной продукции в потребительской кооперации. — М.: Экономика, 1986. —272 с.
- 75 **Станкевич Д.В., Мнацаканов Г.К., Цвіговський Г.К., Букресв Е.М.** Сучасна система зберігання плодоовочевої і біологічної продукції. Вісник аграрної науки “Південного регіону”. Сбор. ВАК, вип. № 9 І част., Одеса: СМІЛ, 2008. – С 100-10
- 76 **Стрижков О.Г.** та ін.. Використання біологічного захисту при холодильному зберіганні рослинних продуктів / Стрижков О.Г., Дідик Н.М., Г.Ю.Акулінін, Шепель С.В. //Механізація та електрифікація сільського господарства / Міжвідомчий тематичний збірник .- Вип..81.- 1997.
- 77 **Супонина Т.А.** Использование озона при холодильном хранении картофеля: Автореф. дис. ...канд. техн. наук. - Л.: ЛТИХП, 1979. - 22 с.
- 78 **Сытник К.М., Брайон А.В., Гордецкий А.В.** Биосфера. Экология. Охрана природы. Справочное пособие. Под редакцией академика НАНУ Сытника К.М. – К.: Наукова Думка. 1987. - С.478÷489.
- 79 Трушина А.В., Бамбурова Л.С., Тупицын Д.И. Пути сохранения качества плодоовощной продукции при хранении. Обз. инф. — М.: ВНИИТЭИагропром, 1990. — 57 с.
- 80 **Тяжкороб А.Ф., Бондарев В.И.** Генераторы газовых сред для хранения плодоовощной продукции.- Киев: Наук. Думка, 1988.-232с.
- 81 **Федоров М.А.** Промышленное хранение плодов - М.: Колос.-1981.-184с.
- 82 **Фикийн А., Войтко А. М.** Параметры критического режима в флюидизационных аппаратах // Журн. ХОЛОД за 5/2007/
- 83 **Фикийн А., Дичев Ст., Фикийна Ив.** Основные параметры, характеризующие процессы флюидизации слоя плодов и овощей // Холодильная техника. - 1966. -№ 11.-С. 33-37.
- 84 **Франчук Е. П.** Товарные качества плодов. - М.: Агропромиздат,1986.-269с.  
Холодильна камера для зберігання плодоовочевих продуктів: Пат.8646 UA, МКИ F25 D13/00.
- 85 Холодильна камера для зберігання плодоовочевих продуктів: Пат.8646 UA, МКИ F25 D13/00. **В.З.Жадан, Н.М.Дідик, О.Н. Бороніна, С.І. Кулаков, Ш.А. Бінеталієв (UA);** Опубл. Б.В. №3,1996; Заяв.08.06.89; Опубл. 30.09.96.  
Хранение плодов: Пер. с нем. **И.М. Спичкина**, под ред. **А.М. Ульянова**. — М.: Колос, 1984. —367 с.

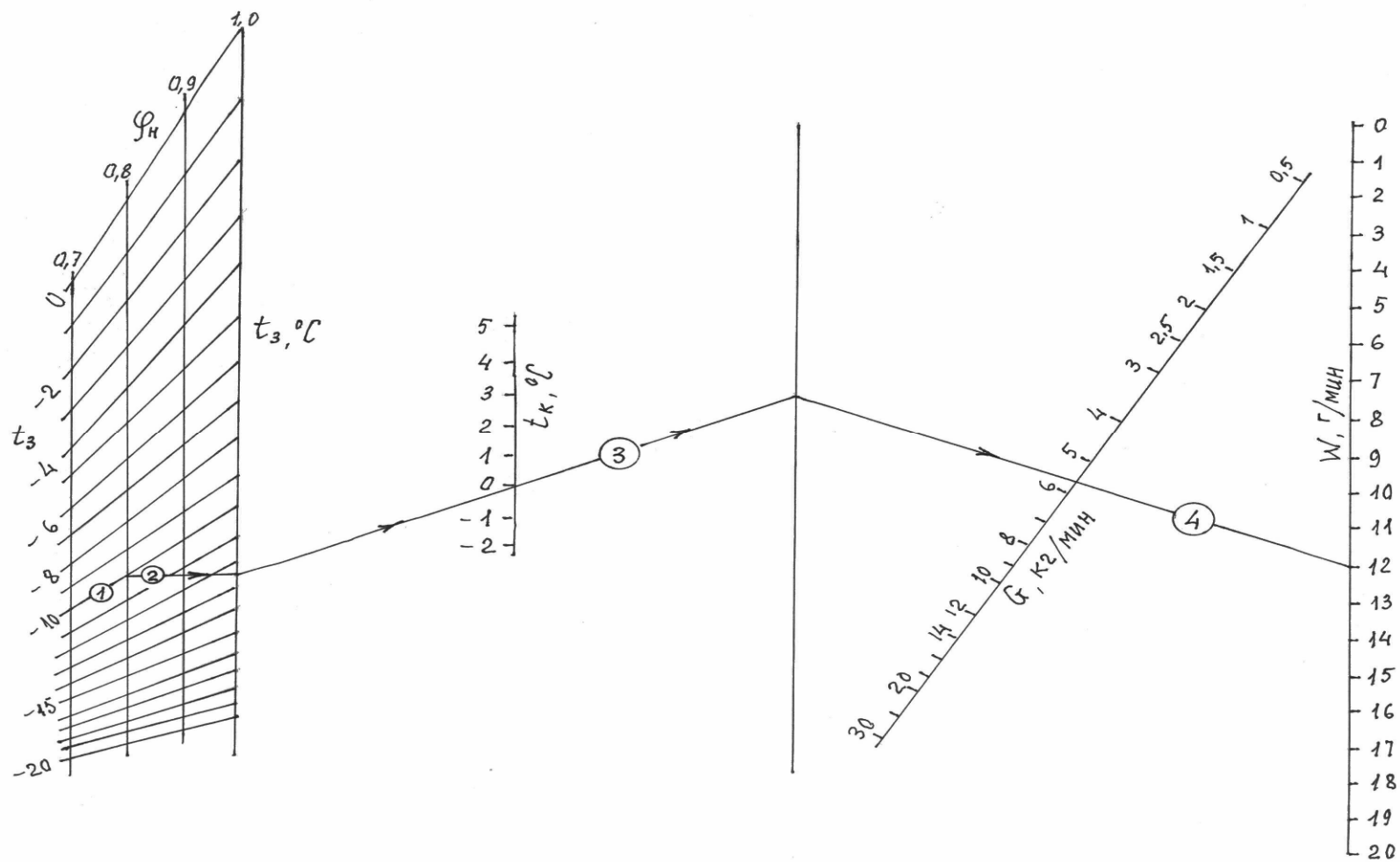
- 86 **Хьюм А.С.** Тр. междунар. биохим. конгр., симп.УШ. — М.: Изд. АН СССР, 1962.
- 87 **Цвиговский Г.К.** Обоснование кратности циркуляции воздуха в низкотемпературных рефрижераторных трюмах. В.сб. «Холодильная техника и технология», Киев. 1984, вып. 38, стр. 53-55.
- 88 **Цвиговский Г.К.** Эксплуатационные испытания воздушных систем охлаждения рефрижераторных трюмов с вертикальным воздухораспределением. Сб. "Холодильная техника и технология", Киев, 1971, вып. 12, с.3-5
- 89 **Цвиговский Г.К., Мельникова В.П., Чепурненко В.П.** Особенности теплообмена и аэродинамики в штабеле груза с плотной укладкой и рекомендации по проектированию воздушных систем охлаждения в трюмах рефрижераторных судов. Депонированная рукопись №359, Библиографический указатель ВИНТИ (Естественные и точные науки, техника) 1982, №4, 126, с.76 держатель ЦНИИТЭИРХ.
- 90 **Цинман М.М., Янюк В.Я.** Холодильники для фруктов. — М.: Пищевая промышленность, 1969. — 204 с.
- 91 **Черный А.И., Козьмик В.А., Скоробогатова Е.Д., Ножак Е.С.** Об улучшении сохранности скоропортящихся плодов при транспортировании // Потенциальная лежкость плодов и ее реализация при хранении. — Кишинев, 1988. — С. 109 — 115.
- 92 **Чубик И.А., Маслов А.М.** Справочник по теплофизическим характеристикам пищевых продуктов и полуфабрикатов. — М.: Пищевая промышленность, 1970 — 184 с.
- 93 **Чуклин С.Г., Чумак И.Г., Файнзильберг Е.Я.** Современные холодильники для хранения фруктов. - Кишинев: Картя Молдовеняскэ,1970. -172с.
- 94 **Чумак И.Г., Чепурненко В.П.** Холодильные установки. - М.:ВО Агропромиз-дат,1991. - 495с.
- 95 **Чумак И.Г., Шишкина Н.С, Кочетов В.П** Перспективы применения предварительного охлаждения плодов и овощей для снижения их потерь в послеуборочный период. -М.: ЦНИИТЭИпищепром. -Сер.4. -Вып.П. - 1981. -44с.
- 96 **Чумак И.Г., Кочетов В.В., Дябло В.В., Дябло С.В., Фурман И.М.** Транспортировка и хранение тропических плодов.: Учебное пособие. – Одесса, "РЕФПРИНТИНФО", 2004. – 312 с.
- 97 **Шишкина Н.С.** Хранение плодов и овощей в зонах производства. – М.: Агропромиздат, 1991. – 126 с.
- 98 **Шишкина Н.С.** Эффективность предварительного охлаждения плодоовощной продукции // Холодильная техника.-1988.-№6.-С.12-17.
- 99 **Юсеф Антон.** Энергетическая оценка комбинированных методов холодильной технологии хранения свежего растительного сырья. Автореферат канддатской диссертации. - Одеса:, ОГАХ, 1994. - 18 с.
- 10 **Burton W. G.** *Studies on the dormancy and sprouting of potatoes. 1. The oxygen content of the potato tuber // New Phytol. – 1950. – v.49 – P. 121 – 134.5*
- 101 **Carles L.** *Fruits et legumes en atmosphere controller // Alimentation. – 1981. – N 92.*
- 102 **Chuklin S.G., Tsvigovskiy G.K., Avdejev E.S...** *Operating characteristics of refrigerated holds of fishing vessels equipped with modern cooling system. Progress in Refrigeration science and technology. Washington D.C. 1971. Proceeding of the XIII International Congress of Refrigeration.FAO. Trade Yearbook 1998. - Rom: FAO, 1999.*
- 103 **Hajslova J. u Davidek J.** 1986, *Эффекты ингибиторов прорастания РС и СІРС при обработке картофеля, Nahrung Food, вып.30, стр.75-79*
- 104 **Kirk-Othmer,** *Encyclopedia of Chemical Technology, 4-изд., том 13, стр.961-995.*
- 105 **Kitinoja L.** *Portharved Handling of Fruits and Vegetables. Intended For Cold Storage. - IARW India, Gurgaon, NHB, M. Agr., 2001. - 46 p.*
- 106 **Rassell J.** *Frensh, frozen, and canned vegetables // Highlights of Agricultural research in Ontario.- 1987.-V.10.-№ 1.- P.26-28.*
- 107 **Refrigeration. Systems and Applications.-1990 ASHRAE Handbook // SI Edition. - USA, Tullie Circle, N.E., Atlanta, 1990. - P.p. (11.1 + 11.10),(17.1+17.8), (26.1+26.11).**
- 108 **Smith, O.,** *в работе POTATOES: Производство, хранение и переработка, The Avi*

*Publishing Co., Inc., Westport, Connecticut.*

- 109 **Snowdon A.L.** *Post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables. Volume 1: General introduction and fruits.* - London: Wolf Scientific Ltd, 1991.-416 p.
- 110 *Stoichiometry in the neutral iodometric procedure for ozone by Gas - Phase Titration with Nitric Oxide* //**J.A.Hocgesoh, R.E. Baumgardner, B.E. Martin, K.A. Rehme** //Analytical chemistry. 1971. Vol. 43. N 8. P. 1123-1126.

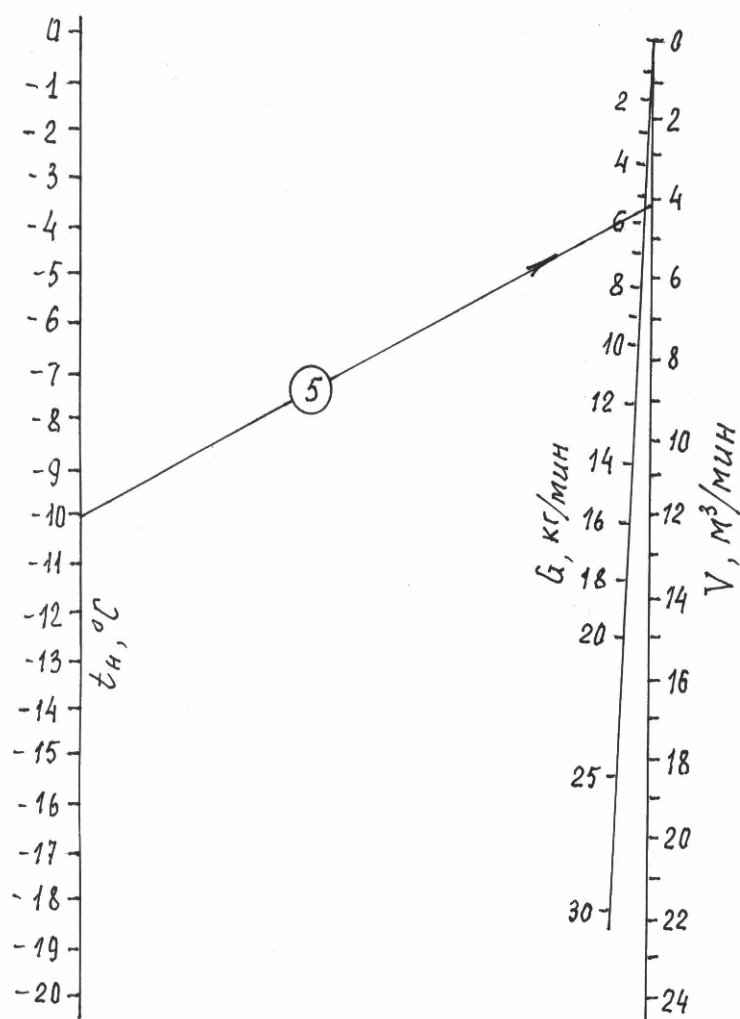
## ДОДАТКИ

Додаток А-1. Номограма для визначення продуктивності вентилятора зовнішнього повітря

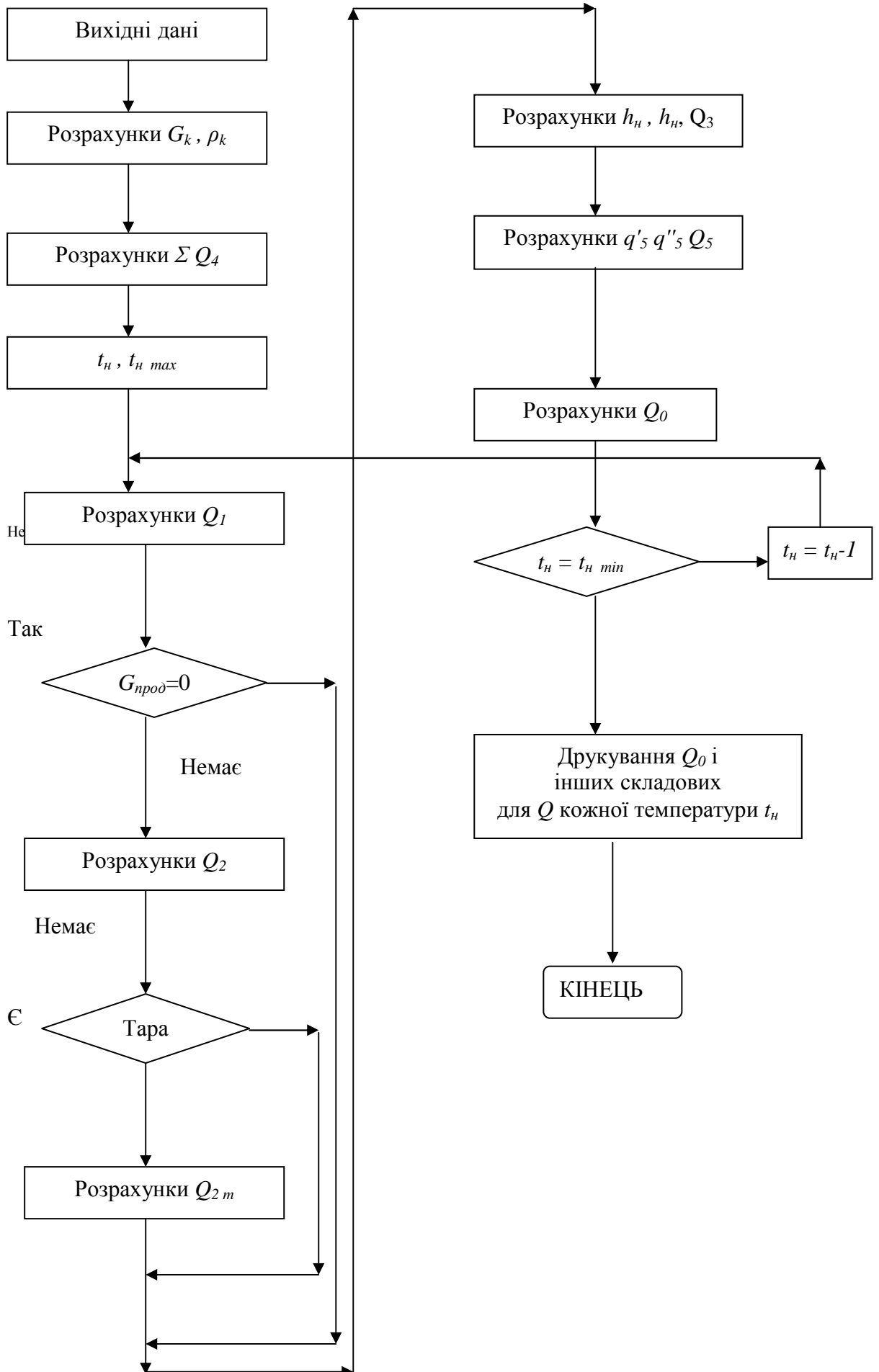




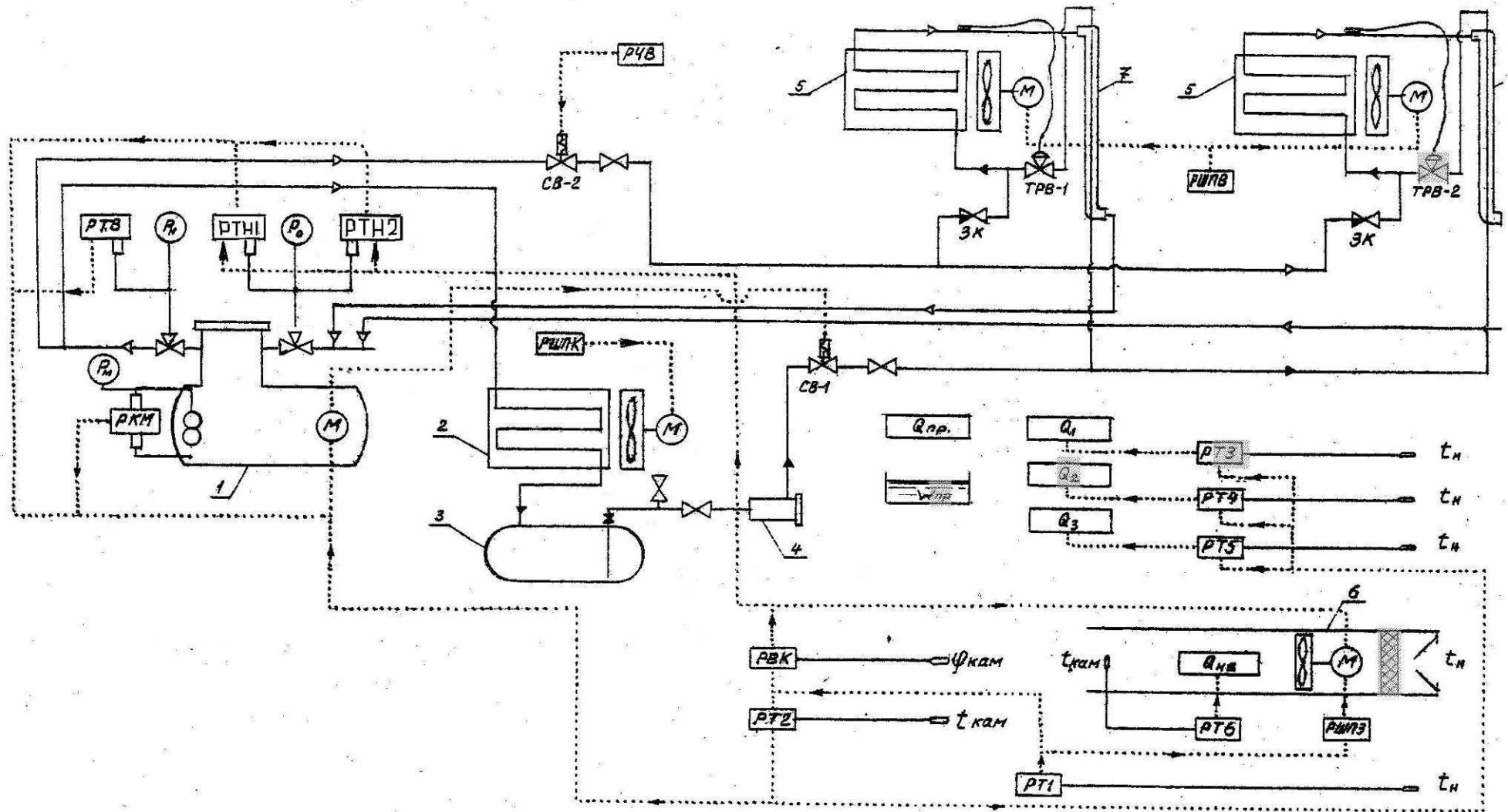
Додаток А-2 Номограма для визначення продуктивності вентилятора зовнішнього повітря  
(продовження)



Додаток Б Алгоритм розрахунків теплових навантажень на компресор ( $Q_0$ )

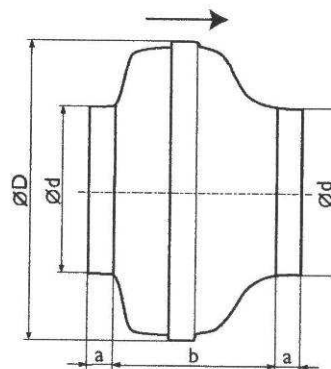
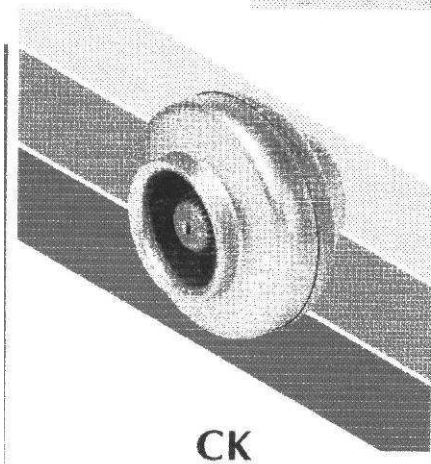


Додаток В Схема сумісної роботи двох джерел холоду – холодильної машини і холодного зовнішнього повітря





## КАНАЛЬНЫЕ ВЕНТИЛЯТОРЫ СК



### Технические характеристики

Тип вентилятора	Напряжение, В/Гц	Потр. мощн., Вт	Ток, А	Частота вращ., об/мин	Макс. t, C	Размеры, мм				Вес, кг	Схема эл. подкл.
						a	b	$\varnothing d$	$\varnothing D$		
СК 100 А	230/50	41	0,18	1900	85	20	146	100	242	2,9	2
УСК 100 С	230/50	70	0,32	2460	70	20	146	100	242	2,9	1
СК 125 А	230/50	42	0,19	1700	85	20	150	125	242	2,9	2
СК 125 С	230/50	72	0,33	2360	70	20	150	125	242	2,9	1
СК 160 В	230/50	71	0,31	2410	70	26	145	160	272	3,2	1
СК 160 С	230/50	100	0,44	2480	65	28	177	160	344	4,3	1
СК 200 А	230/50	115	0,50	2580	60	28	172	200	344	4,6	1
СК 200 В	230/50	158	0,69	2500	60	28	172	200	344	5,1	1
СК 250 А	230/50	115	0,50	2580	60	28	172	250	344	4,6	1
СК 250 С	230/50	185	0,81	2420	55	28	172	250	344	5,3	1
СК 315 В	230/50	190	0,84	2465	50	28	199	315	402	6,1	1
СК 315 С	230/50	284	1,24	2370	50	28	199	315	402	6,5	1

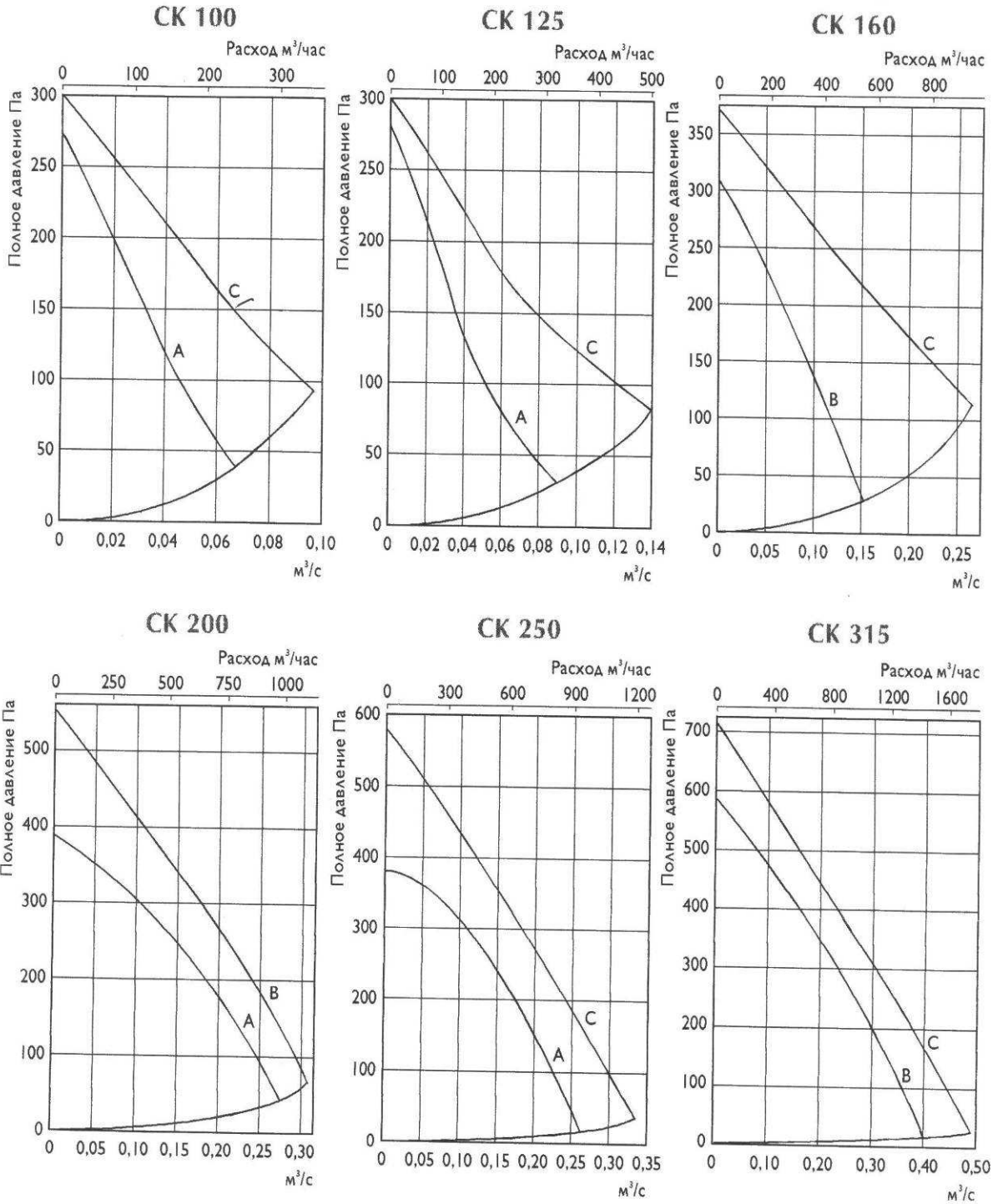
### Шумовые характеристики

Тип вентилятора	К выходу										К окружению								
	LpA дБ(А)	LwA tot	LwA								LpA дБ(А)	LwA tot	LwA						
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			125	250	500	1000	2000	4000	8000
СК 100 А	58	62	47	50	55	57	57	51	44	27	39	43	31	32	32	37	36	34	31
УСК 100 С	65	69	52	56	63	64	64	58	52	37	46	50	34	38	38	44	42	43	36
СК 125 А	56	60	44	48	52	55	54	51	44	29	38	42	32	30	31	36	34	33	30
СК 125 С	66	70	50	55	61	66	64	62	55	39	50	54	35	38	38	43	42	44	37
СК 160 В	63	67	47	53	59	61	62	60	57	41	50	50	32	38	39	44	46	42	34
СК 160 С	69	73	47	56	65	69	69	60	61	45	52	57	38	42	46	52	49	50	37
СК 200 А	67	71	51	54	60	65	66	62	62	48	51	55	35	42	45	50	48	46	33
СК 200 В	68	72	51	60	65	68	64	60	58	50	52	56	43	42	44	50	49	49	41
СК 250 А	68	72	50	62	67	67	64	62	47	51	55	35	42	45	50	48	46	33	
СК 250 С	69	73	51	59	64	68	67	66	63	56	52	56	39	43	46	51	50	49	41
СК 315 В	68	72	49	59	61	65	64	68	64	54	52	56	38	39	44	49	52	47	37
СК 315 С	69	73	49	57	61	66	66	70	62	60	54	58	40	42	48	51	52	48	40

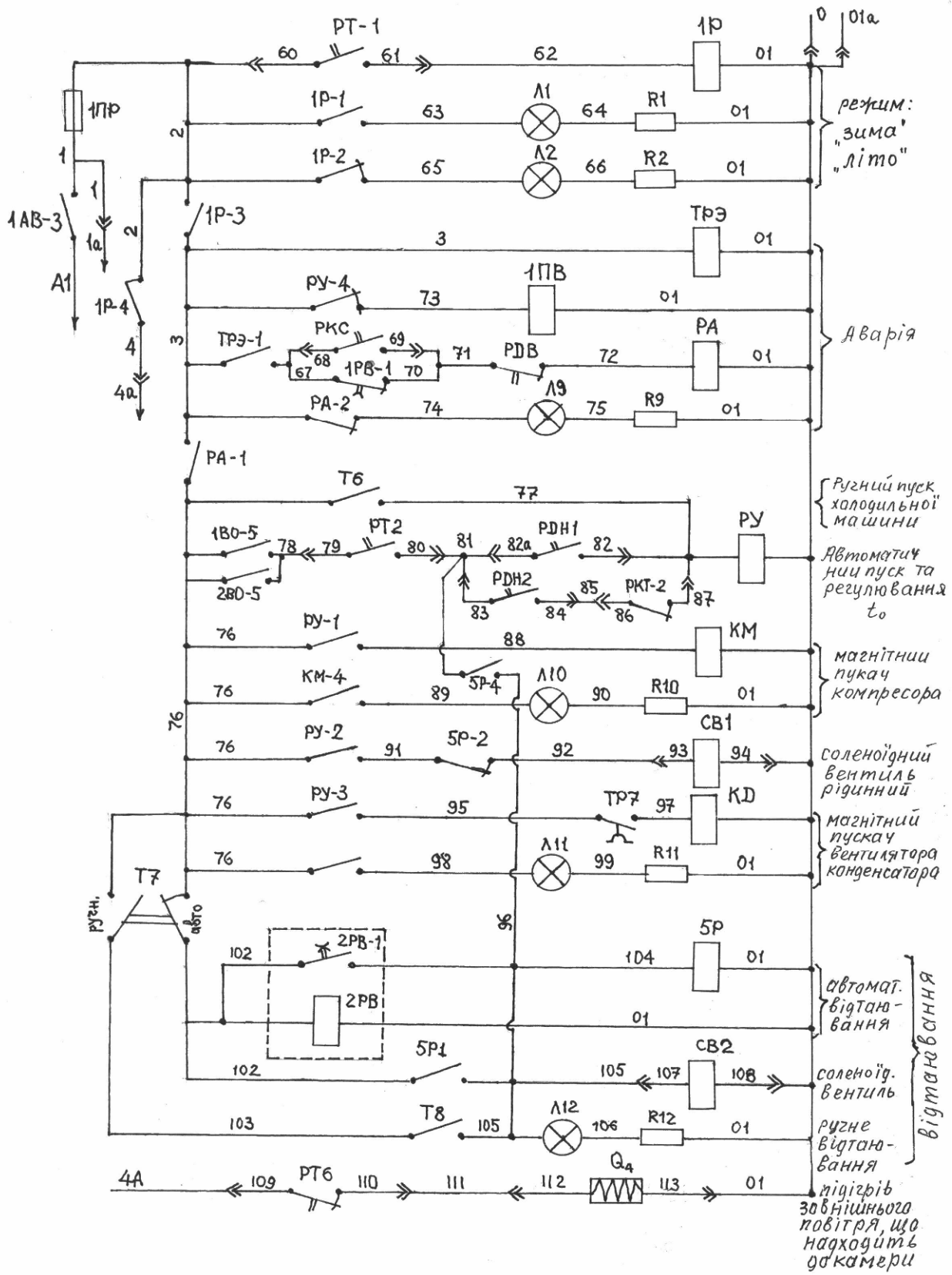


$L_{wA tot}$  — общий уровень шума (дБ);  
 $L_{wA}$  — уровень шума в октавном диапазоне (дБ);  
 $L_{pA}$  — уровень звукового давления (дБ) от вентилятора, работающего при максимальной нагрузке в помещении с эквивалентной зоной поглощения 10 м<sup>2</sup> на расстоянии 1,4 м, что соответствует помещению объёмом 40 м<sup>3</sup> с нормальным звукопоглощением.  
 Для перерасчёта величины  $L_{pA}$  для условий эквивалентной зоны поглощения в 20 м<sup>2</sup> и расстояния 3 м необходимо из табличного значения уровня звукового давления в окружающую среду  $L_{pA}$  вычесть 17 дБ.  
 Пример перерасчёта см. на стр. 170.

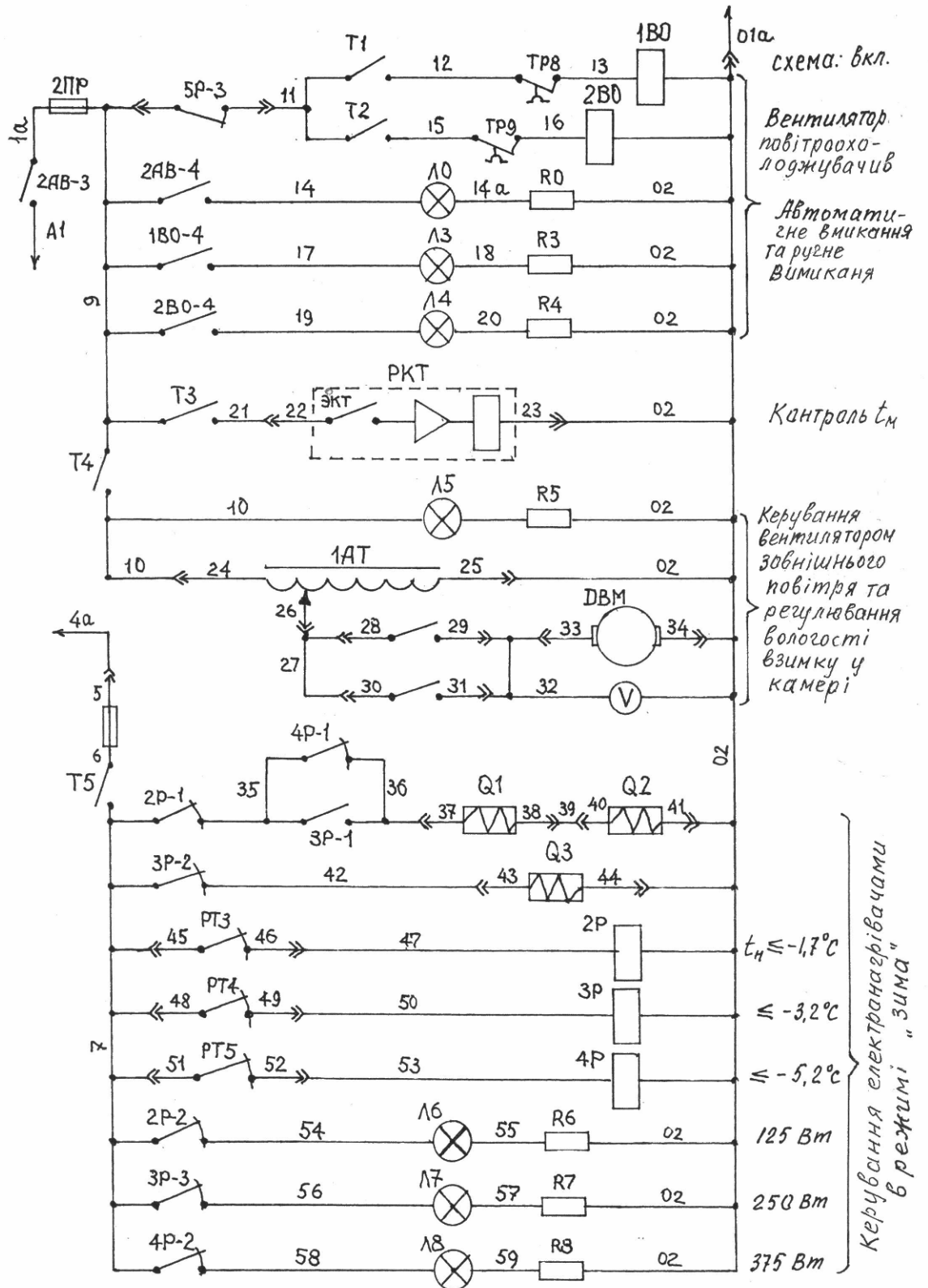
**КАНАЛЬНЫЕ  
ВЕНТИЛЯТОРЫ СК**



ДОДАТОК Д-1 Схема автоматичного керування охолоджуючими системами (блок 1)



ДОДАТОК Д-2 Схема автоматичного керування охолоджуючими системами (блок 2)



Навчальне видання

**Подпратов Григорій Іванович**

**Цвіговський Георгій Костянтинович**

**Таргоня Василь Сергійович**

**Лешишак Олексій Вікторович**

**Драгнєв Семен Васильович**

# **СПОСОБИ ТА ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДОВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ**

Навчальний посібник

Формат 60×90/16. Тираж 300 пр. Ум. др. арк. 18,8. Зам. № 1014  
Видавець і виготовлювач ТОВ «ЦП «КОМПРИНТ»  
03150, Київ, вул. Предславинська, 28  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру  
суб'єкта видавничої справи ДК № 4131 від 04.08.2011 р.