

ВАКУУМНЕ ОХОЛОДЖЕННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Олександр Ломейко,
Надія Загорко, кандидати техн. наук
Таврійський державний
агротехнологічний університет (Україна)

Останнім часом все більше поширюється вакуумний спосіб охолодження рослинної сировини.

Вакуумне охолодження вперше було застосоване в США 1964 року. Наразі цей спосіб широко використовують у США і все частіше — в Голландії, Швеції, Норвегії, Франції, Іспанії. Принцип вакуумного охолодження заснований на зниженні температури в результаті випаровування поверхневої вологи за тиску нижче ніж тиск насичення.

Технологічний процес

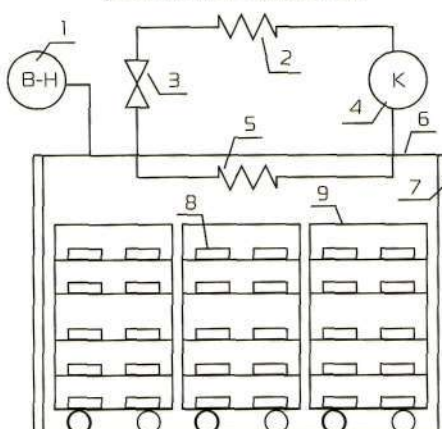
Для вакуумного охолодження рослинної продукції використовують вакуумні охолоджувачі. Вакуум слід підтримувати на рівні 4,5–5,0 мм ртутного стовпчика (600–667 Па), виходячи з того, що вода замерзає за тиску 4,6 мм ртутного стовпчика (613 Па), тобто за 0 °С. Іншою контрольною точкою слугує тиск 7,6 мм ртутного стовпчика (1013 Па), що відповідає 7 °С.

У процесі вакуумного охолодження застосовують вакуумну камеру трубчастого типу (6), герметично закрити двома підйомними дверцятами (7). Продукт (8) пакується і завантажується в камеру за допомогою візків (9) або вилкового навантажувача. Діаметр камери — близько 2,5 м, довжина змінюється залежно від продукту й інтенсивності обробки. Для економії займаної площі дверцята відкриваються вертикально.

Вакуум створюється двокаскадним вакуум-насосом (1), потужність якого підбирають для відсмоктування відповідного обсягу пари. Для створення вакууму також застосовують пароструменеві вакуумні системи.

У камерах розташовано змійовики (5), охолоджені приблизно до мінус 6,7 °С. Вільна волога збирається на змійовиках у вигляді

Схема установки для вакуумного охолодження рослинної сировини



- 1) вакуум-насос; 2) конденсатор;
3) терморегулювальний вентиль;
4) компресор; 5) повітроохолоджувач;
6) вакуумна камера; 7) дверцята камери;
8) упакований продукт; 9) візок



ки теплове навантаження на початку вакуумування дуже високе, в деяких конструкціях передбачено морозозбірники або теплозбірники відповідного типу для компенсації пікових навантажень. Охолоджувальні змійовики можуть також бути розміщені в першому каскаді або на боці відсмоктування у вакуум-насос.

У процесі роботи продукт завантажується у вакуумну камеру, дверцята закриваються, запускається вакуум-насос (спочатку другий каскад) і включається охолодження. Вільна вода починає випаровуватися, коли рівень вакууму сягає температури кипіння води за початкової температури, яка відповідає початковій температурі продукту.

Після охолодження продукту до заданої температури вакуум-насос вимикається, вакуум заповнюється. За допомогою гарячого повітря або води з охолоджувальних змійовиків видаляється інший

інею, таким чином даючи змогу понизити обсяг повітря і води, що їх відкачує вакуум-насос. Оскільки

Таблиця 1. Середня температура і втрата маси овочів у різних упаковках за вакуумного охолодження

Овочі	Тип упаковки	Температура овочів, °С			Маса продукту до охолодження	Втрата маси, %
		до охолодження	після охолодження	величина зниження		
Броколі	Целофановий пакет	23,3	5,6	17,7	11,5	1,8
Капустяний салат	Целофановий пакет	17,8	9,4	8,4	10,5	4,8
Шпинат	Целофановий пакет	23,3	9,4	13,9	11,9	2,9
Редис	Поліетиленовий пакет	25,6	8,9	16,7	9,1	5,5
Редис	Дерев'яний кошик	21,1	5	16,1	7,3	7,3
Кольорова капуста	Картонна коробка	16,7	6,7	10	50	4
Солодка кукурудза	Картонна коробка	25	10	15	9,7	1,8
Селера	Картонна коробка	17,8	6,7	11,1	34,1	2,3

Таблиця 2. Середня температура і втрата маси салату-латуку в разі вологого і сухого вакуумного охолодження

Вид вакуумного охолодження	Тип упаковки	Час вакуумного охолодження, хв	Температура овочів, °C		Втрата маси, %
			до охолодження	після охолодження	
Вологе	Картонні коробки	45	18,3	2,2	2,6
Вологе	Картонні коробки	36	21,7	3,3	3,5
Вологе	Картонні коробки	40	24,4	3,3	3,1
Сухе	Картонні коробки	36	23,9	3,3	3,1
Сухе	Картонні коробки	57	23,3	5,6	3,2

Після зливу з камери тала вода з повітрям готова для охолодження наступної партії продукту.

Керувати системою вакуумного охолодження доволі просто. Психрометричний термограф (терморегулятор) вимірює температуру змоченого термометра в камері й забезпечує зупинку процесу в разі досягнення заданої температури. Загалом, температура змоченого термометра близька до температури продукту, яка також реєструється.

Цей спосіб забезпечує значну швидкість охолодження. Випаровування вологи на 1% маси продукту призводить до зниження його температури на 5,5 °C. Максимальна втрата вологи під час вакуумного охолодження плодів та овочів протягом 15–20 хвилин становить 2,4%, тоді як для досягнення тієї самої температури за повітряного охолодження в ізотермічних вагонах витрачається кілька годин, а втрата вологи дорівнює 2,5–3,5%; у разі тунельного і камерного охолодження вона сягає 4%.

Попереднє змочування продукту перед вакуумним охолодженням дає можливість знизити його температуру до 0 °C без втрачання вологи самим продуктом.

Таблиця 3. Середня температура і втрата маси солодкої кукурудзи під час вакуумного охолодження

Вид охолодження	Тип упаковки	Час вакуумного охолодження, хв	Температура овочів, °C			Втрата маси, %
			до охолодження	після охолодження	величина зниження	
Вологе	Картонні коробки	18	25,6	3,3	22,3	–
Вологе	Картонні коробки	30	28,9	3,3	25,6	–
Вологе	Ящики	25	28,3	4,4	23,9	–
Вологе	Картонні коробки	25	28,9	2,2	26,7	–
Сухе	Ящики	40	27,8	0,6	27,2	–
Вологе	Ящики	40	28,9	0	28,9	–
Сухе	Мішки	40	27,2	1,7	25,5	2,7
Вологе	Мішки	40	32,2	1,1	31,1	5,5
Сухе	Мішки	40	28,9	3,3	25,6	0
Вологе	Мішки	40	30	3,3	26,7	6,1

Будучи відносно простим, вакуумне охолодження є мінімально витратним способом охолодження деяких овочів. Іншою його перевагою є можливість використання практично будь-якого типу упаковки для охолоджуваного продукту.

На відміну від конвективного тривалість вакуумно-випарного охолодження можна регулювати, оскільки вона безпосередньо залежить від швидкості відкачування водяної пари з герметичної камери. В разі достатньо високих швидкостей відкачування тривалість вакуумно-випарного охоло-

дження майже на два порядки менша, ніж конвективного. Відповідно зменшуються і витрати енергії на охолодження. Крім того, швидке охолодження продуктів, особливо після теплової обробки, забезпечує їх тривале зберігання і є основою розроблення і впровадження нових прогресивних технологій у харчовій промисловості задля забезпечення населення продуктами харчуван-

ня. Крім заощадження енергії, одночасно вирішуються питання екології та підвищення конкурентоспроможності продукції.

Наразі у Таврійському державному агротехнологічному університеті (м. Мелітополь) продовжуються наукові дослідження щодо визначення оптимальних режимів вакуумного охолодження рослинної сировини, яку вирощують на Півдні України.

Телефон для довідок та співпраці: (0619) 44-81-00

Таблиця 4. Зміна показників якості солодкої кукурудзи в разі вакуумного охолодження

Метод попереднього охолодження	Під час збирання врожаю	Після 2 днів зберігання в холодильнику			Після 6 днів зберігання в холодильнику			Після 10 днів зберігання в холодильнику		
	соковіддача, %	соковіддача, %	стан оболонки	деформація зернівки	соковіддача, %	стан оболонки	деформація зернівки	соковіддача, %	стан оболонки	деформація зернівки
Сухе	11,4	11,2	незначне в'янення	немає	11,2	незначне в'янення	25%	10,2	незначне в'янення	50%
Вологе	11,4	15,7	свіжий вигляд	немає	14	не свіжий вигляд	немає	13	дуже незначне	немає
Гідро-охолодження	11,4	18,6	свіжий, трохи вологий	немає	18,4	свіжий вигляд	немає	–	–	–

Зберігання в холодильнику за температури 1,7 °C і відносної вологості 90–95%.