

Використання методу вакуумного охолодження для попереднього охолодження плодів черешні

Ломейко О.П., канд. техн. наук, доцент

Сфіменко Л.В., аспірант

Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь

Анотація - у статті надано аналіз науково-експериментального дослідження процесу вакуумного охолодження плодів черешні. Проведено порівняння різних режимів вакуумного охолодження. Зроблено висновок, що метод вакуумного охолодження є ефективним та підходить для охолодження плодів черешні.

Ключові слова: охорона навколишнього середовища, зберігання, охолодження, вакуумне охолодження, якість продукції, термін зберігання, швидкість охолодження, втрата ваги, овочі, вакуумний охолоджувач.

Annotation - the article provides analysis of scientific and experimental studies of vacuum cooling process of cherries. A comparison of different vacuum cooling modes was performed. The conclusion is made that method of vacuum cooling is effective and suitable for cherries cooling.

Keywords: environmental protection, storage, cooling, vacuum cooling, product quality, shelf life, cooling rate, weight loss, vegetables, vacuum cooler.

Постановка проблеми. Поліпшення стану навколишнього природного середовища та забезпечення раціонального використання природних ресурсів є актуальною проблемою сьогодення. Розробка та впровадження ефективних та екологічно безпечних технологій переробки та зберігання сільськогосподарської продукції є одним із рішень цих питань. Зниження температури рослинної продукції одразу ж після збирання врожаю сприяє значному розширенню терміну придатності та максимальному збереженню якості сировини, що в свою чергу в рази збільшує споживчий попит населення [7]. Черешня – одна з найбільш розповсюджених плодкових культур на півдні України. Плоди черешні є цінним дієтичним продуктом харчування та джерелом біологічно активних речовин [6]. Але незначні терміни зберігання плодів черешні в свіжому вигляді призводять до значних втрат врожаю і суттєвого зниження харчової цінності продукту. Тобто, існує необхідність знаходження ефективної технології з метою розширення термінів зберігання плодів черешні та інших видів швидкопсувної рослинної продукції, що, в свою чергу, може значно поліпшити стан розвитку сільського господарства України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій у світі свідчить, що технологія вакуумного охолодження сільськогосподарської продукції є надзвичайно швидким методом випарного охолодження, висока ефективність якого досягається за рахунок скорочення часу технологічного процесу [1]. Тепло з продукту видаляється завдяки випаровуванню певної кількості води безпосередньо з середини продукту під зниженим тиском. Швидкість та ефективність є головними особливостями вакуумного охолодження, які важко досягнути традиційними методами охолодження. Комбіноване використання метода вакуумного охолодження та холодильного зберігання дозволяє значно розширити термін зберігання швидкопсувної рослинної продукції. [4]

Метою цієї статті є обґрунтування можливості застосування технології вакуумного охолодження для плодів черешні на основі аналізу різних режимів вакуумного охолодження в результаті проведеного науково-дослідного експерименту, метою якого, в свою чергу, було дослідження впливу тиску на час та рівномірність охолодження плодів черешні.

Холодильна промисловість часто використовує охолодження за рахунок випаровування рідини. Зниження температури продукту при вакуумному охолодженні здійснюється через випаровування рідини з продукту, яка переходить в стан пари [4]. Зазвичай вода закипає при 100°C та атмосферному тиску 1 атм (101325 Па). Зниження тиску у вакуумній камері в свою чергу знижує значення тем-

ператури кипіння води, що призводить до ефекту охолодження [3]. Типовий цикл вакуумного охолодження полягає в наступному. Рослинна або інша продукція спочатку завантажується у вакуумну камеру, двері якої потім зачиняються. Вмикається вакуумний насос та тиск знижується до значення насиченого тиску. Початкова фаза відкачування повітря звичайно триває близько 5-10 хв. В залежності від розміру вакуумної камери та міцності вакуумного насосу. Загальний час охолодження залежить від форми продукту, пористості, розміру пір в зразках, наявності вільної вологи в порах та тиску. [2] Коли тиск у вакуумній камері досягає значення початкового робочого тиску, цей стан вважається як точка спалаху процесу вакуумного охолодження. Звичайно тиск у вакуумній камері необхідно зменшити до точки спалаху якомога швидше, тому що до цього моменту вакуумний насос тільки відкачує повітря і ніякого охолодження не досягається. В момент, коли відбувається точка спалаху, вода починає випаровуватися. Генерована пара в подальшому процесі видаляється або за допомогою вакуумного насосу, а бо за допомогою конденсації, якщо конденсатор встановлено у вакуумній камері. Внутрішній тиск продовжує знижуватися та процес випаровування продовжується. Охолодження триває до тих пір, доки температура продукції не досягне встановленої температури зберігання. Потім процес припиняється, вентиляційний клапан відчиняється, повітря знову заповнює камеру. Нарешті продукція видаляється з камери та завантажується до зберігання при необхідній температурі.

Проведення експерименту. Дослідження проводились у 2016 році на кафедрі технології переробки та зберігання продукції сільського господарства Таврійського Державного Агротехнологічного Університету у місті Мелітополі. В результаті теоретичних досліджень за комплексом господарсько-біологічних показників були відібрані наступні районовані сорти черешні пізнього строку достигання: Мелітопольська Крупноплідна, Мелітопольська Чорна, Удівітельна, що внесені в реєстр сортів України.[8] Товарну обробку проводили виділяючи цілі, міцні, чисті не уражені плоди 1 товарного сорту, згідно з вимогами ГСТУ 01.1-37-162:2004, та видаляючи нестандартні екземпляри.[5] Свіжозібрані плоди черешні доставлялися до експериментальної лабораторії кожного ранку. Температура плодів черешні протягом цього часу складала 25°C. Зважування плодів перед та після процесу охолодження проводилося за допомогою електронних ваг з точністю $\pm 0,01$ г. Охолодження плодів черешні проводилося у розробленій установці для вакуумного охолодження рослинної сировини. В даному науково-дослідному експерименті з метою порівняння втрати маси та часу охолодження плодів черешні було застосоване три різних значення вакуумного тиску: 29 кПа, 44 кПа, 59 кПа. Температуру плодів черешні повинно бути знижено з 25°C (температура навколишнього середовища) до 2°C (температура зберігання). Маса плодів черешні, які завантажувалися до вакуумної камери, складала 0,6 кг (по 0,2 кг кожного сорту). Холодильне зберігання було проведене у холодильній камері при температурі 2°C. Як можна побачити з наведених графіків, час охолодження плодів черешні до необхідної температури зберігання становить 40, 45 та 50 хв відповідно до значення тиску 29, 44 та 59 кПа. Тобто, при значенні вакуумного тиску 29 кПа, швидкість охолодження найменша. Крім того розподіл температури протягом вакуумного охолодження є однорідним, тобто температура на поверхні та всередині плодів черешні знижується рівномірно. З метою порівняння процесу вакуумного охолодження зі звичайним холодильним охолодженням плоди черешні було закладено до холодильної камери з температурою 2°C. Результати показали, що температура поверхні знижується значно швидше, ніж температура всередині продукту. Загальний час охолодження поверхні складає 80 хв, середині продукту - 198 хв. Тобто, час охолодження плодів черешні при холодильному охолодженні значно більший, ніж при вакуумному охолодженні. Крім того, температура поверхні і центру плодів знижується нерівномірно. Під час процесу вакуумного охолодження відбувається втрата маси, тому що ефект охолодження безпосередньо залежить від кількості вологи, яка випаровується з середини продукту. [4] З метою зменшення втрати маси плодів черешні через випаровування води з середини продукту протягом процесу вакуумного охолодження до вакуумної камери було внесено пластикові лотки з водою. Для порівняння значення втрати маси було проведено вакуумне охолодження плодів черешні як із внесенням вологи, так і без нього. Результати дослідження показано у таблиці 1. Як можна побачити з таблиці, відсотковий процент втрати маси плодів черешні при вакуумному охолодженні без внесення вологи досить високий. Він складає 1,84%, 1,91% та 1,94% для тисків 29 кПа, 44кПа та 59 кПа відповідно. Але ми також бачимо, що внесення води дозволило значно зменшити втрату маси до 0,88%, 0,93% та 0,96% відповідно для тисків 29 кПа, 44кПа та 59 кПа. Тобто, внесення води у лотках дозволяє зменшити втрату маси плодів черешні в процесі вакуумного охолодження на 47,83%, 51,83% та 49,48% для тисків 29 кПа, 44 кПа та 59 кПа відповідно.

Таблиця 1 - Втрата маси плодів черешні протягом процесу вакуумного охолодження при трьох різних тисках

Вакуумний тиск, кПа	29	44	59
Початкова маса, г	200	200	200
Кінцева маса, г (без внесення води)	196,32	196,18	196,12
Втрата маси, % (без внесення води)	1,84	1,91	1,94
Кінцева маса, г (з внесенням води)	198,24	198,14	198,08
Втрата маси, % (з внесенням води)	0,88	0,93	0,96
Час охолодження, с	2400	2700	3000
Кінцева температура охолодження, °С	2	2	2

Рис.1 Швидкість охолодження на поверхні і в середині плодів черешні методом вакуумного охолодження при тиску 29 кПа

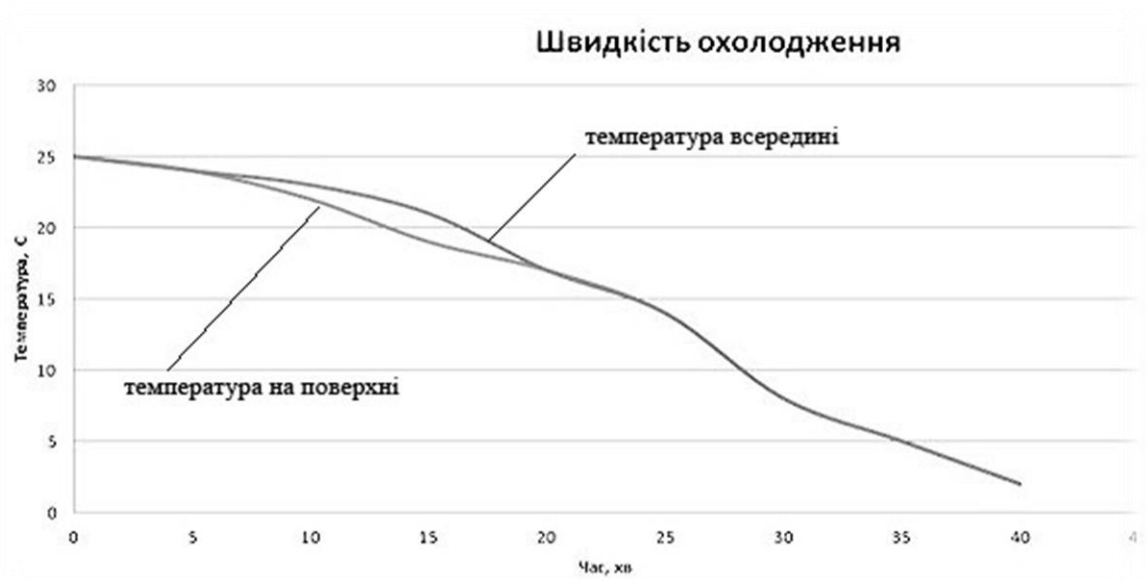


Рис. 2 Швидкість охолодження на поверхні і в середині плодів черешні методом вакуумного охолодження при тиску 44 кПа

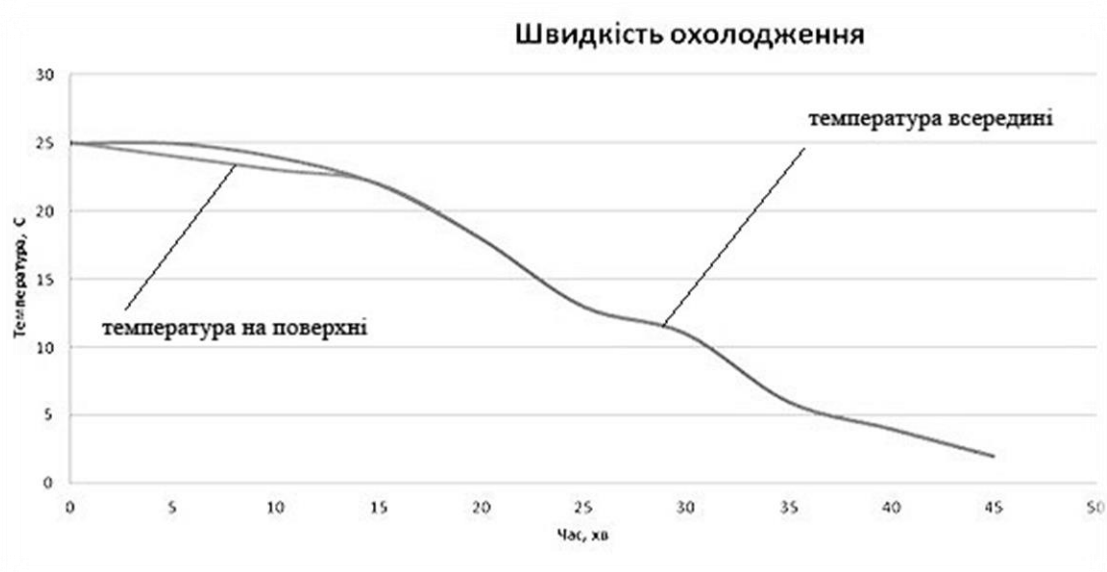


Рис. 3 Швидкість охолодження на поверхні і всередині плодів черешні методом вакуумного охолодження при тиску 59 кПа

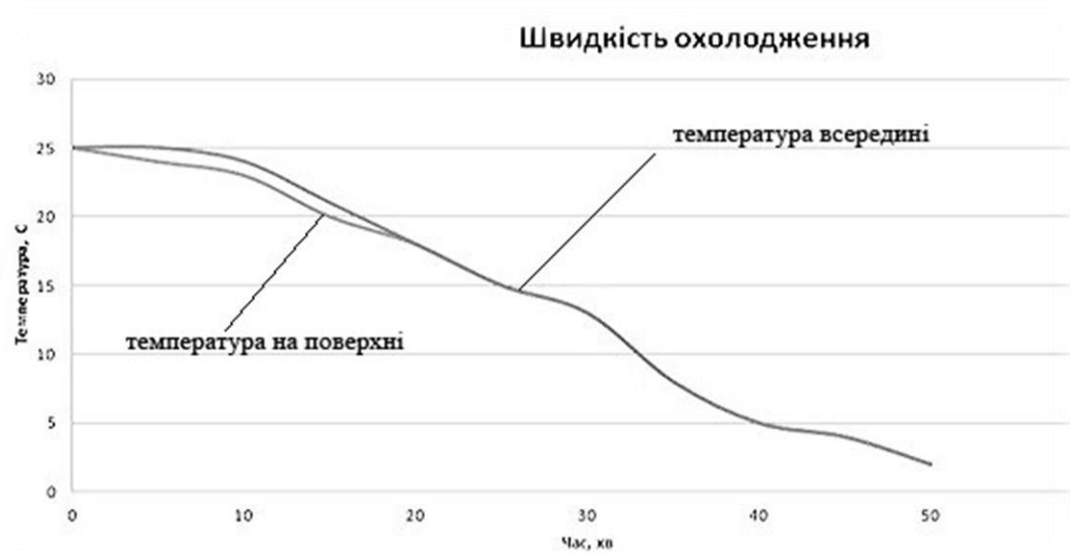
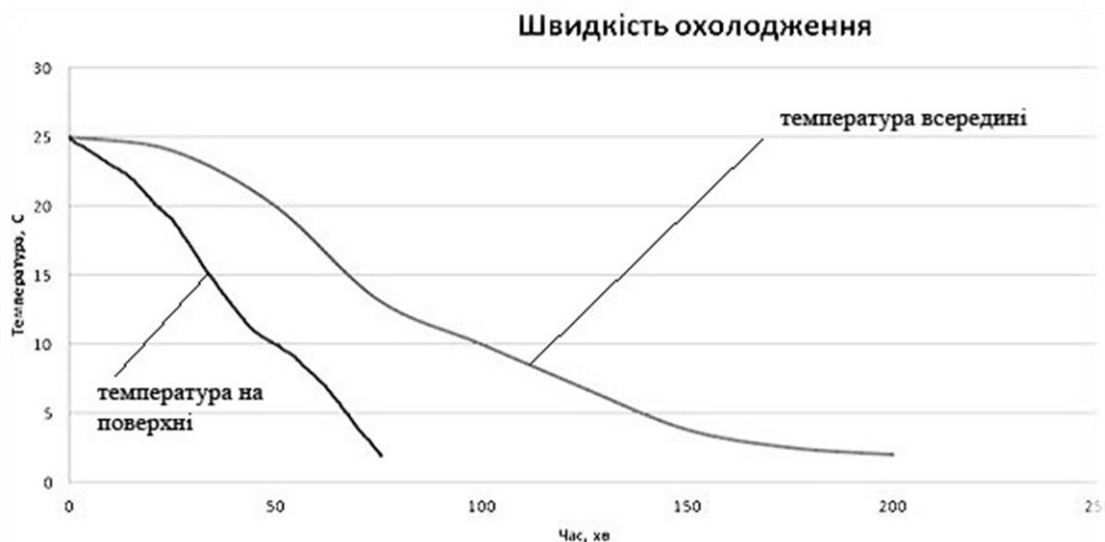


Рис.4 Швидкість охолодження на поверхні і в середині плодів черешні при холодильному охолодженні



Висновки. В даному дослідженні для охолодження плодів черешні були застосовані два методи: вакуумне охолодження та звичайне холодильне охолодження. Результати показали, що вакуумне охолодження є швидким та ефективним методом у порівнянні зі звичайним холодильним охолодженням. Протягом наукового експерименту були протестовані три різних режими вакуумного охолодження для плодів черешні при значеннях вакуумного тиску 29 кПа, 44 кПа, 59 кПа. Результати показали, що значення температури протягом її зниження як на поверхні, так і в середині плодів черешні дуже схожі, тобто охолодження продукту проходить рівномірно. Режим вакуумного охолодження при тиску 29 кПа дозволяє охолодити плоди черешні з 25°C до 2°C за 40 хв, що швидше, ніж при тиску 44 кПа (45хв) та 59 кПа (50 хв). Втрати маси при вакуумному охолодженні плодів черешні уникнути неможливо через сутність процесу вакуумного охолодження, але її можна значно знизити внесенням води у вакуумну камеру. Відсоткова втрата маси плодів черешні при внесенні води в лотках до вакуумної камери складає 0,88%, 0,93% та 0,96% відповідно для тисків 29 кПа, 44 кПа та 59 кПа відповідно. Тобто, режим вакуумного охолодження при значенні тиску 29 кПа є найоптимальнішим для охолодження плодів черешні. Значення процентного виходу продукту, втрати маси та часу охолодження було значно поліпшено за рахунок регулювання вакуумного тиску. Це дослідження підтвердило, що вакуумне охолодження є ефективним методом та підходить для охолодження плодів такої культури, як черешня.

Література

1. Brosnan, T., & Sun, D.W. Precooling techniques and applications for horticultural products. A review - International Journal of Refrigeration. - 2001. - P. 154-170.
2. Cheng Q., Sun, D.W. Factors affecting the water holding capacity of red meat products. A review of recent research advances. Critical reviews in food science and nutrition, 2008. - P. 137 - 159.
3. Jin T. Experimental investigation of the temperature variation in the vacuum chamber during vacuum cooling. - Journal of food engineering, 2007. - P. 333-339.
4. McDonald K., & Sun D.W. Vacuum cooling technology for the food processing industry: a review. Journal of food engineering, 2000. - P. 55 -65.
5. Медико-біологічні вимоги і санітарні норми якості продовольчої сировини та харчових продуктів, затверджені Міністерством охорони здоров'я 01.08.89, № 5061 і доповнення від 19.08.91, № 12212/805.
6. Справочник. Химический состав пищевых продуктов. Книга 1, 2-е изд.— М.: ВО «Агропромиздат» 1987. — 224 с.
7. Sun D.W.,& Brosnan T. Extension of the vase life of cut daffodil flowers by rapid vacuum cooling. - International Journal of Refrigeration. - 1999. - P. 472 - 478.
8. Туровцев М.І., Туровцева В.О. Районовані сорти плодівих і ягідних культур селекції інституту зрощуваного садівництва. Довідник – Київ: Аграрна наука, 2002. - 218с.

