

УДК 631.563:664.8.037.1

ВПЛИВ ВАКУУМНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ НА КОЕФІЦІЄНТ ВТРАТИ МАСИ

Ломейко О.П., к.т.н.,

Єфіменко Л.В., аспірант*

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. 097-875-84-08

Анотація – у статті надано аналіз науково-експериментального дослідження плодів черешні при вакуумному охолодженні. Розглянуто втрату маси плодів черешні, методи її зменшення, параметри тиску у камері охолодження, температури та часу при вакуумному охолодженні плодів черешні. Доведено, що розприскування води на плоди черешні і подальше покриття поліетиленовою плівкою перед попереднім охолодженням вакуумом є фактором, який значно зменшує загальну втрату маси.

Ключові слова - зберігання, охолодження, вакуумне охолодження, плоди черешні, втрата маси, якість продукції, термін зберігання, швидкість охолодження.

Постановка проблеми. Галузі, які забезпечують зберігання та переробку сільськогосподарської продукції, є важливим елементом агропромислового комплексу України. Від ступеню їх розвитку, технічного оснащення значною мірою залежить раціональне використання продукції рослинництва, яке є найбільш розвиненим напрямом у сільському господарстві нашого регіону.

Забезпечення раціонального використання природних ресурсів є актуальною проблемою сьогодення. Розробка та впровадження прогресивних технологій переробки та зберігання продукції рослинництва є одним із рішень цього питання.

Швидке охолодження рослинної продукції одразу ж після збирання врожаю сприяє максимальному збереженню якості плодоовочевої продукції та розширенню терміну її придатності.

Черешня є одною з найбільш розповсюджених плодкових культур на півдні України.

Високі смакові та дієтичні властивості плодів черешні, раннє досягання, щорічне плодоносіння зумовили вихід культури на одне з перших місць за прибутковістю.

© Ломейко О.П., к.т.н., Єфіменко Л.В., аспірант

* Науковий керівник – к.т.н., доцент Ломейко О.П.

Таким чином, існує необхідність знаходження ефективної технології з метою розширення термінів зберігання плодів черешні та інших видів швидкопсувної рослинної продукції при максимально можливому збереженні якості.

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 [2]. Висока швидкість охолодження є основною перевагою вакуумного охолодження. [7]. Крім того, втрата маси плодів та овочів, охолоджених вакуумом, може бути зменшена додаванням певної кількості [9].

Вакуумне охолодження було використане в якості попереднього охолодження для таких продуктів як салат-латук, гриби, броколі, артишоки, морква, огірки, м'ята перечна, кріп, рукола, зелений лук та зрізаних квітів з метою розширення терміну придатності та покращення якості. [8]

Втрата маси є важливою проблемою, пов'язаною з вакуумним охолодженням, однак зволоження продукції перед охолодженням дозволяє усунути цей недолік, і втрату маси плодів та овочів після вакуумного охолодження можливо знизити до 1-5% . [7]

Метою цієї статті є дослідження втрати маси плодів черешні, методів для зменшення втрати маси, а також параметрів тиску, температури та часу протягом вакуумного охолодження плодів черешні.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводилось у 2015-2017 р.р. на кафедрі «Обладнання переробних і харчових виробництв ім. професора Ф.Ю.Ялпачика» Таврійського державного агротехнологічного університету у місті Мелітополі Запорізької області. У результаті теоретичних досліджень за комплексом господарсько-біологічних показників були відібрані районовані сорти черешні пізнього строку досягання: Крупноплідна, Мелітопольська Чорна, Удівительна, що внесені в реєстр сортів України.[3] 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. 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.

Випробування були реалізовані у розробленій експериментальній установці для вакуумного охолодження рослинної сировини.

Експериментальна установка для вакуумного охолодження рослинної сировини має станину 3, на якій встановлено циліндричну камеру вакуумного охолодження 6, встановлену під кутом 10° до горизонтальної площини, закриту з однієї сторони кришкою 5, обладнаною вікном 4 для візуального спостереження за процесом охолодження.

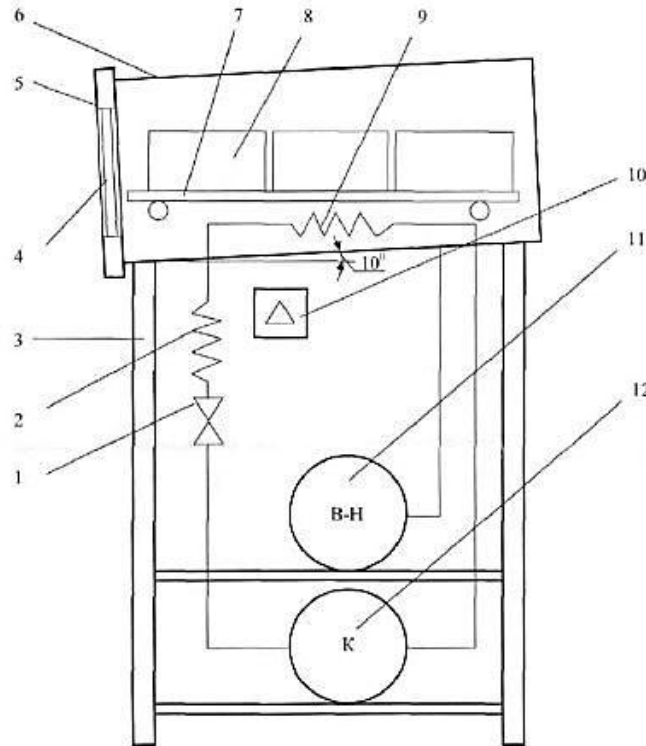


Рис. 1. Схема експериментальної установки для вакуумного охолодження рослинної сировини.

У камері розташована полиця 7, на якій розміщується продукт 8, який необхідно охолодити. Охолодження проводиться за допомогою розташованого в камері випаровувача 9. У нижній частині установки розміщується вакуумний насос 11, компресор охолодження 12, терморегулюючий вентиль 1, конденсатор 2 та пульт керування з вимірювальними приладами 10.

Принцип роботи установки наступний. Плоди черешні завантажуються в камеру 6, розміщуються на полиці 7. Камера зачиняється герметичною кришкою 5. Запускається вакуумний насос 11 і компресор 12. Тиск у камері знижується до значення насиченого тиску. Коли тиск у вакуумній камері досягає значення початкового робочого тиску, відбувається точка спалаху процесу вакуумного охолодження, вода починає випаровуватися. Після охолодження плодів до заданої температури вакуумний насос відключається, вакуум заповнюється. За допомогою гарячого повітря або води з випаровувача 9 видаляється іній, а тала вода збирається у нижній частині камери і за рахунок кута встановлення циліндричної камери

видаляється. Після видалення талої води камера готова для наступної партії плодів.

У процесі досліджень було розглянуто параметри температури та часу охолодження плодів черешні, а також параметри тиску у вакуумній камері.

Недоліком вакуумного охолодження є втрата маси плодів та овочів через випаровування води. [4] З метою дослідження втрати маси попереднє вакуумне охолодження плодів черешні було проведено трьома різними методами при тиску 29 кПа. [2]

У першому методі термомпари було встановлено у центр зразків для точного вимірювання температури центру плодів черешні після зважування та розміщення до вакуумної камери. Друга термомпара була вільно підвішена у центрі камери. Зовнішня температура навколишнього середовища вимірялася за допомогою третьої термомпари, розташованої навколо. Величини втрати маси, температури, часу і тиску були записані під час випробувань.

У другому методі приблизно 5 мл води було одноманітно розпилено на плоди черешні після зважування. У той час, як у третьому методі продукт було покрито поліетиленовою плівкою після розприскування води на плоди черешні. Вимірювання температури у другому та третьому методах проводилося аналогічно з першим методом.

Результати. Період охолодження плодів черешні з температури 25°C до точки, коли температура продукту досягає 2°C, складає 40 хв при тиску у вакуумній камері 29кПа. Випробування було зупинено у цій точці, тому що подальше зниження тиску та збільшення періоду охолодження призводить до замерзання продукту та як наслідок, зниження його ринкової вартості. Результати випробувань надані на рисунках 2,3,4.

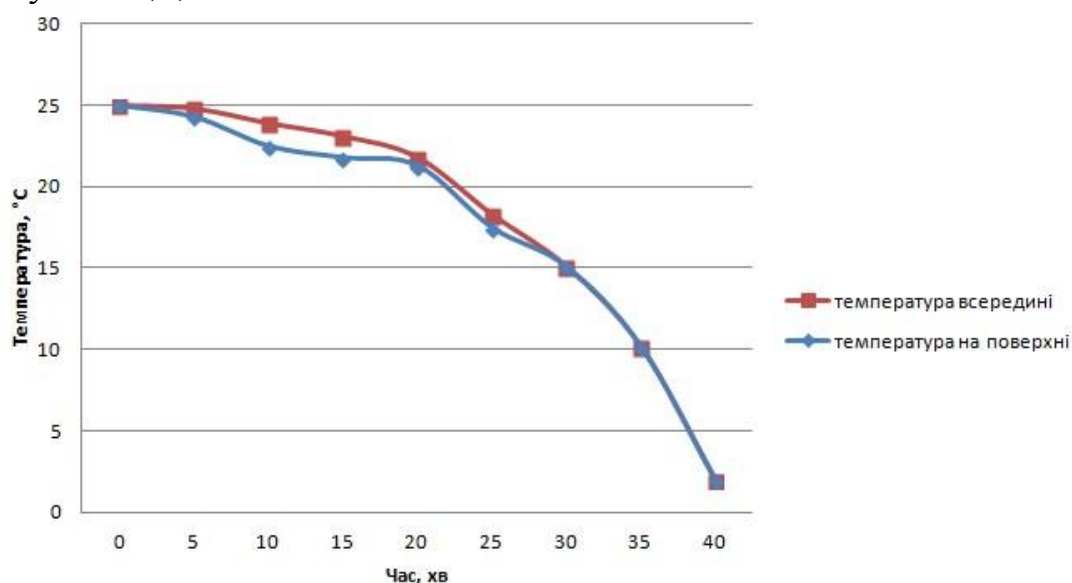


Рис. 2. Зміна температури при вакуумному охолодженні плодів черешні сорту Мелітопольська чорна.

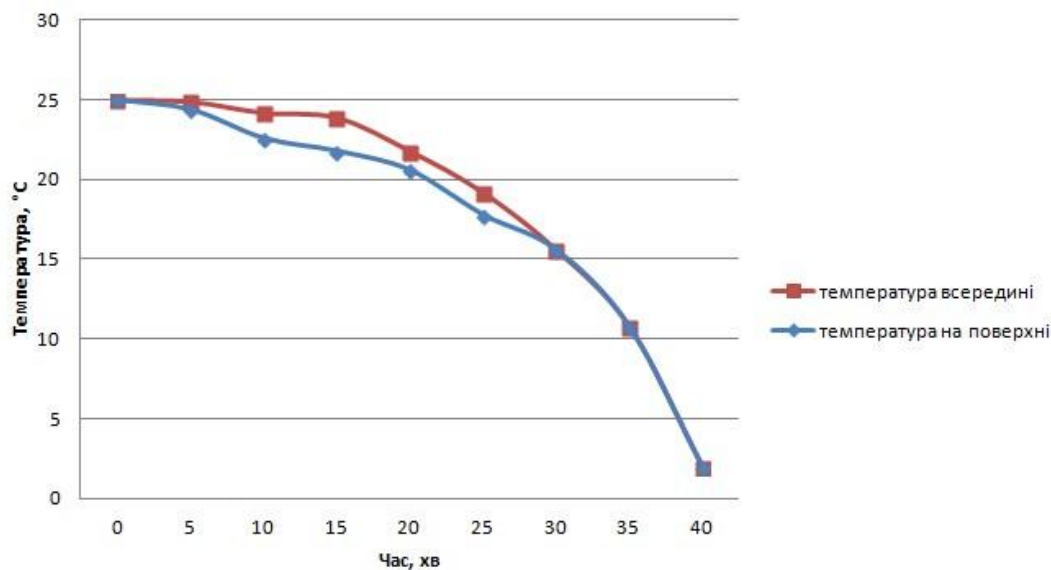


Рис. 3. Зміна температури при вакуумному охолодженні плодів черешні сорту Крупноплідна.

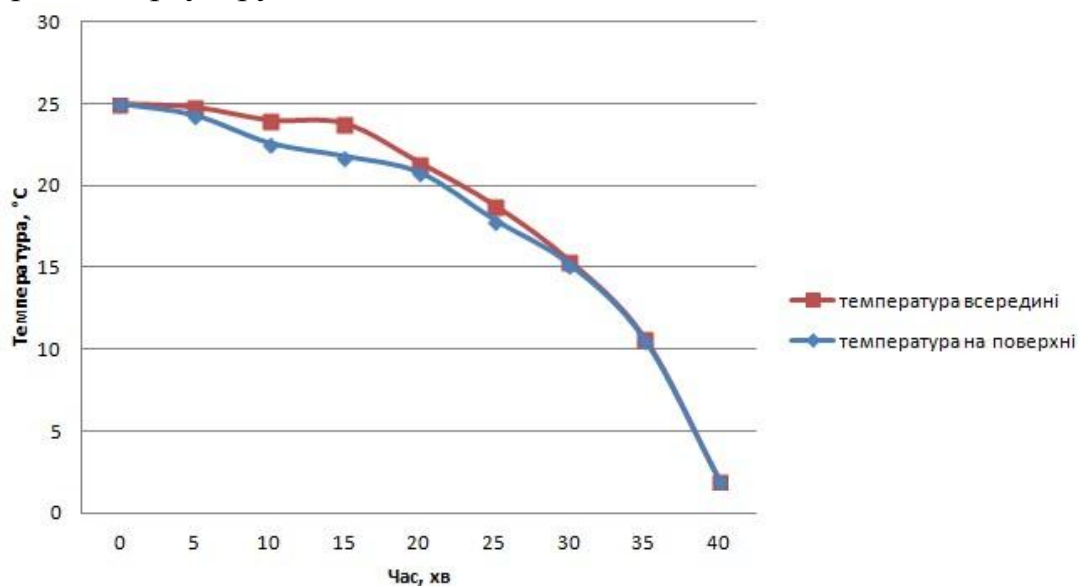


Рис. 4. Зміна температури при вакуумному охолодженні плодів черешні сорту Удівительна.

Як можна побачити з наведених вище графіків, час охолодження з температури 25°C до 2°C становить 40 хвилин. Крім того, охолодження як на поверхні, так і всередині плодів черешні проходить рівномірно протягом усього процесу охолодження.

Тиск у вакуумній камері знижується поступово. Початкове значення тиску дорівнює атмосферному тиску 101,325 кПа. Зниження тиску відбувається за допомогою вакуумного насоса з метою зниження температури кипіння води. [5] Початкова фаза відкачування повітря складає 5 хвилин.

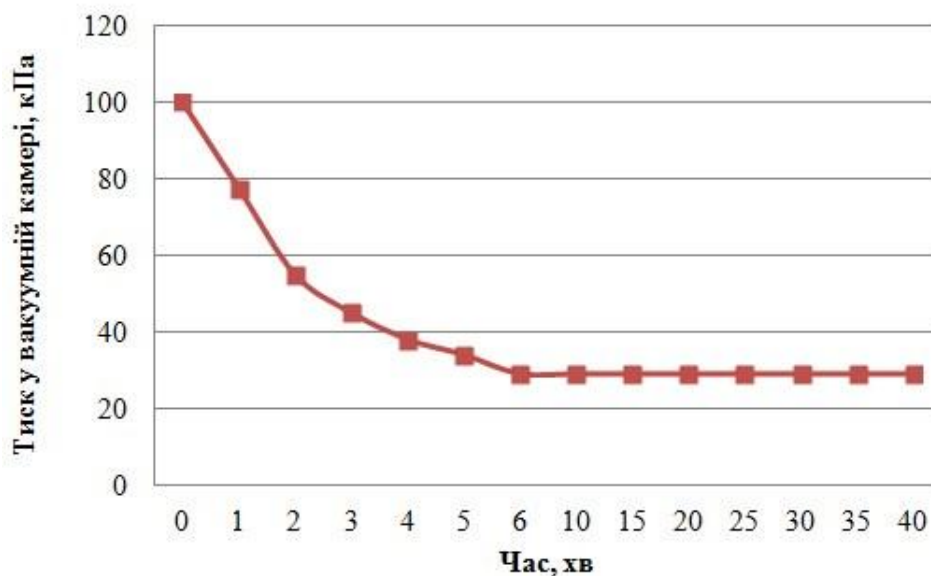
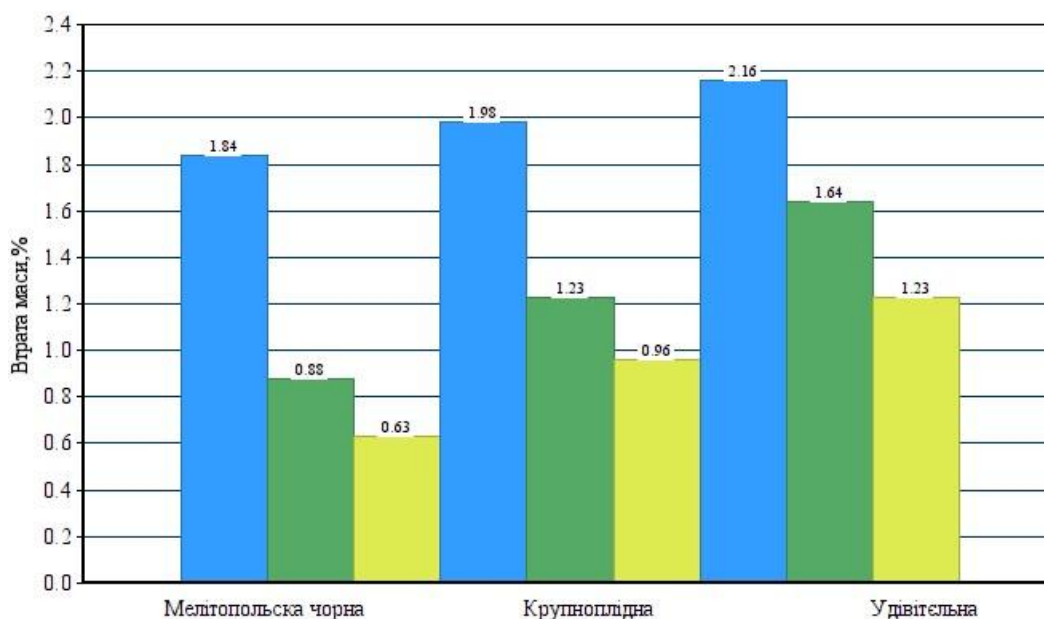


Рис. 5. Тиск у вакуумній камері при охолодженні плодів черешні.

Коли тиск у вакуумній камері досягає значення початкового робочого тиску, цей стан визначається як точка спалаху процесу вакуумного охолодження. У момент, коли відбувається точка спалаху, вода починає випаровуватися. У нашому випадку значення робочого тиску становить 29 кПа. Охолодження триває до тих пір, доки температура продукції не досягне встановленої температури зберігання.

У кінці випробувань було зафіксовано втрату маси для плодів черешні сорту Мелітопольська чорна: без додавання води 1,84%, з додаванням води – 0,88%, з додаванням води та покриттям поліетиленою плівкою – 0,63%; сорту Крупноплідна відповідно: 1,98%, 1,23%, 0,96%; сорту Удівительна: 2,16%, 1,64%, 1,23%.

При аналізі діаграми видно, що найвище значення втрати маси при звичайному вакуумному охолодженні без додавання води. Ці значення становлять для плодів черешні Мелітопольська чорна, Крупноплідна та Удівительна 1,84; 1,98; 2,16% відповідно. Очевидно, що значення втрати маси зменшується, коли продукт піддається вакуумному охолодженню при достатньому зволоженні. Значення втрати маси при додаванні води становлять 0,88% для плодів черешні сорту Мелітопольська чорна, 1,23% для сорту Крупноплідна, 1,64% для сорту Удівительна. Найнижчі значення втрати маси становлять при розприскуванні води та покритті поліетиленою плівкою: 0,63; 0,96; 1,23% відповідно для сортів Мелітопольська чорна, Крупноплідна, Удівительна.



- - втрата маси при звичайному вакуумному охолодженні, %;
- - втрата маси при вакуумному охолодженні з додаванням води, %;
- - втрата маси при вакуумному охолодженні з додаванням води та покриттям поліетиленовою плівкою, %.

Рис. 6. Втрата маси при вакуумному охолодженні плодів черешні.

Таблиця 1 – Фізичні характеристики плодів черешні

Сорт	Середня вага плоду, г	Середній діаметр плоду, мм	Щільність м'якоті плоду, $см^3/г$	Питомий об'єм плоду, $г/см^3$
Мелітопольська чорна	7	23	1,28	0,78
Крупноплідна	10	26	1,2	0,83
Удівительна	8	25	1,1	0,91

При аналізі таблиці 1 видно, що найнижче значення втрати маси зафіксовано для плодів черешні сорту Мелітопольська чорна (0,63%), питомий об'єм яких також найнижчий (0,78 $г/см^3$). Для сорту Крупноплідна значення втрати маси та питомого об'єму 0,96 % і 0,83 $г/см^3$, для сорту Удівительна 1,23% і 0,91 $г/см^3$. Таким чином, можна зробити висновок, що існує лінійна залежність між питомим об'ємом продукту та втратою маси.

Висновки.1. Час вакуумного охолодження плодів черешні сортів Мелітопольська чорна, Крупноплідна та Удівительна від температури

25°C до 2°C складає 40 хв. Охолодження як на поверхні, так і всередині плодів проходить рівномірно.

2. Зниження тиску у вакуумній камері з атмосферного до робочого відбувається за 5 хвилин. Точка спалаху в процесі вакуумного охолодження відбувається при значенні тиску 29 кПа. Подальше зниження тиску призводить до замерзання продукції.

3. У процесі вакуумного охолодження плодів черешні зафіксовано втрату маси плодів черешні сортів Мелітопольська чорна, Крупноплідна та Удівительна 1,84;1,98; 2,16% відповідно. Розпилення води на плоди черешні перед вакуумним охолодженням дозволяє знизити показники втрати маси до значень 0,88;1,23; 1,64%. Найнижчі значення втрати маси становлять при розприскуванні води та покритті поліетиленовою плівкою: 0,63; 0,96; 1,23% відповідно для сортів Мелітопольська чорна, Крупноплідна, Удівительна. Враховуючи ці значення, можна зробити висновок, що розприскування води на плоди черешні з подальшим покриттям поліетиленовою плівкою перед вакуумним охолодженням є фактором, який значно знижує втрати маси.

4. Існує лінійна залежність між питомим об'ємом плодів черешні та втратою маси. Чим нижче питомий об'єм плодів черешні, тим нижче значення втрати маси, та навпаки.

Література:

1. *Ломейко, О.П.* Теоретичне дослідження технології вакуумного охолодження при зберіганні продукції рослинництва / О.П. Ломейко, Л.В. Єфіменко. // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – 2015. – №15. – С. 56–65.

2. *Ломейко, О.П.* Використання методу вакуумного охолодження для попереднього охолодження плодів черешні / О.П. Ломейко, Л.В. Єфіменко. // Актуальні проблеми енергетики та екології. – 2016. – С. 276–279.

3. *Туровцев, М.І.* Районовані сорти плодових і ягідних культур селекції інституту зрошеного садівництва / М.І. Туровцев, В.О. Туровцева. – Київ: Аграрна наука, 2002. – 218 с.

4. *Brosnan, T.* Compensation for water loss in vacuum pre-cooled lily flowers / T. Brosnan, D.W. Sun. // J.Food Eng.. – 2001. – №79. – С. 299–305.

5. *Jit, T.* Experimental investigation of the temperature variation in the vacuum chamber during vacuum cooling / Jit. // Journal of food engineering. – 2007. – С. 333–339.

6. *Haas, E.* Factor effecting the cooling rate of lettuce in vacuum cooling installations / E. Haas, G. Gur. // Intl.J.refrigeration. – 1987. – №10. – С. 82–86.

7. *McDonald, K.* Vacuum cooling technology for the food processing industry: A review / K. McDonald, D.W. Sun. // Journal of food engineering. – 2000. – № 45. – С. 55–65.

8. *Sun, D.W.* Vacuum cooling technology for the agri-food industry: past, present and future / D.W. Sun, Z. Liyun. // Journal of Food Engineering. – 2006. – №77. – С. 203–214

9. *Wang, L.* Rapid cooling of porous and moisture foods by using vacuum cooling / L. Wang, D. W. Sun. // Trends food science technology. – 2001. – №12. – С. 174–184.

ВЛИЯНИЕ ВАКУУМНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ПЛОДОВ ЧЕРЕШНИ НА КОЭФФИЦИЕНТ ПОТЕРИ МАССЫ

Ломейко А.П., Ефименко Л.В.

Аннотация - в статье дан анализ научно-экспериментального исследования плодов черешни при вакуумном охлаждении. Рассмотрены потеря массы плодов черешни, методы ее уменьшения, параметры давления в камере охлаждения, температуры и времени при вакуумном охлаждении плодов черешни. Доказано, что распыскивание воды на плоды черешни и последующее покрытие полиэтиленовой пленкой перед предварительным охлаждением вакуумом является фактором, который значительно уменьшает общую потерю массы.

VACUUM COOLING INFLUENCE ON THE MASS LOSS OF CHERRY FRUITS

O. Lomeyko, L. Yefimenko

Summary

Annotation - the scientific and experimental analysis of vacuum cooling of fruit cherries is shown in this article. The mass loss, methods of its reduction, parameters of pressure, temperature and time during vacuum cooling of fruits of cherry are considered. It is concluded that the spraying of water into cherry fruits and the subsequent coating of PVC film before pre-cooling with a vacuum is a factor that greatly reduces the overall mass loss.