

УДК 664.8.037.5:634.75

doi:10.20998/2413-4295.2017.53.11

КРІОРЕЗИСТЕНТНІСТЬ ТА ІНДЕКС ВИСОТИ ЗАМОРОЖЕНИХ ЯГІД СУНИЦІ ЗА ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ В РОЗЧИНАХ ЗІ СТРУКТУРОУТРИМУЮЧИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

I. Л. ЗАМОРСЬКА

кафедра технології зберігання і переробки плодів та овочів, Уманський національний університет садівництва,
м. Умань, УКРАЇНА
zil197608@gmail.com

АНОТАЦІЯ Досліджено кріорезистентність, індекс висоти та втрати маси заморожених ягід суниці залежно від попередньої обробки в розчинах зі структуроутримуючими властивостями: 1, 2 та 3 %-ного розчину картопляного крохмалю та 1 і 2 %-ного цукрово-пектинових розчинів. Доведено, що попередня обробка ягід суниці перед заморожуванням у розчинах зі структуроутримуючими властивостями сприяла підвищенню їхньої кріорезистентності на 0,4-2,5 %, індексу висоти – до 0,5 %, зниженню втрат маси на 0,9-1,6 %. Встановлено, що межею допустимих втрат маси під час заморожування ягід суниці за яких зберігається висока кріорезистентність та індекс висоти є 2 %.

Ключові слова: заморожування; суниця; розчин; кріорезистентність; індекс висоти.

CRYORESISTANCE AND HEIGHT INDEX OF FROZEN STRAWBERRIES PRETREATED IN THE SOLUTIONS WITH STRUCTURE-MAINTAINING PROPERTIES

I. ZAMORSKA

Department of technology storage and processing of fruits and vegetables, Uman national university of horticulture, Uman, UKRAINE

ABSTRACT The purpose of the work is to study the pretreatment effect of strawberries in structure-retentive solutions before freezing on the indicators of cryoresistance and height index. Cryoresistance was determined by the difference of the mass of frozen berries and that of defrosted ones, and it was expressed in percents; height index was expressed in terms of the correlation between the height of defrosted berries and that of fresh berries in percents; height index of fresh strawberries was taken as 100%.

It was established that the treatment of strawberries in structure-retentive solutions before freezing favored the increase of their cryoresistance by 0,4-2,5 %, compared with the control. The berries which were pretreated in 2 % sugar-pectin solution had much higher cryoresistance, namely 98,3 %. Cryoresistance gradually decreased during the storage of frozen strawberries.

Freezing of strawberries resulted in their height ranging from to 96,6 (the control) to 97,1 % when berries were treated with 3 % starch solution. Berry treatment with 1 % sugar-pectin solution did not favor the preservation of a berry form. Height index of strawberry samples did not change after 6 months of their storage.

While freezing strawberries their mass losses appeared to be at the level of 2-3,6 % of the initial mass. Pretreatment of berries in structure-retentive solutions made it possible to decrease berry mass by 0,9-1,6 %.

Direct average correlative connection ($r=0,61\pm 0,05$) was established between mass losses and cryoresistance, $r=0,52\pm 0,06$ was between mass losses and height index 2 % sugar-pectin solution appeared to be very efficient for pretreatment of berries before freezing. A limit level of strawberry mass losses during freezing, when high cryoresistance and height index are preserved, is 2 %.

Keywords: freezing; strawberry; solution; cryoresistance; height index.

Вступ

Одним із найбільш прогресивних способів консервування плодовоовочевої сировини, завдяки якому максимально зберігаються її початкові властивості, харчова і біологічна цінність – є заморожування. Завдяки застосуванню низьких від'ємних температур відбувається гальмування біохімічних і мікробіологічних процесів в рослинних тканинах, що сприяє збереженню якості продукції [1, 2].

Проте, застосування низьких від'ємних температур призводить до деяких втрат компонентів

її хімічного складу та погіршення органолептичних показників якості. З метою уникнення небажаних змін розроблено різні способи попередньої обробки соковитої рослинної сировини перед заморожуванням, що покликані максимально зберегти її натуральні властивості в початковому вигляді [3].

Постановка проблеми

Однією із найбільш популярних і цінних ягідних культур є суниця. Її цінують споживачі за раннє досягання ягід, швидкоплідність, невибагливість до умов вирощування, значний вміст

цукрів, органічних кислот, мікро- і макроелементів, вітамінів. Однак, забезпечити високу якість заморожених ягід суниці існуючі технології заморожування не в змозі. Під час дефростації ягід спостерігається погіршення зовнішнього вигляду, консистенції та кольору. Окрім цього заморожені ягоди суниці мають високу здатність до зміни своєї форми. Попередня обробка ягід суниці перед заморожуванням уможливить стабілізувати форму ягід, органолептичні показники та отримати продукцію високої якості.

Відомо про високу ефективність попередньої обробки ягід суниці перед заморожуванням в розчині пектину в концентрації 3 % у збереженні структури тканин [4]. А поєднання розчинів хлориду кальцію (CaCl_2) та пектинової метилстерази (PME) з вакуумуванням, сприяє стабілізації структури тканин за рахунок високої стійкості пектинів, білків та вуглеводних структурних елементів. При цьому відбувається поглинання хлориду кальцію та пектинової метилстерази клітинами кори ягід, що забезпечує більш стійку структуру під час заморожування [5, 6]. Для поліпшення структури тканин ягід суниці достатньо мінімальної дози пектинової метилстерази (50 pkat/g) [7].

Проте відомо, що хлорид кальцію може надавати ягодам гіркою і солоною присмаку. Для запобігання небажаним змінам смаку рекомендовано поєднання сполук кальцію з більш крупними органічними іонами, такими як лактат, глюконат або гліцерофосфат [8]. Так, попередня обробка ягід в розчині лактату кальцію з концентрацією 1 % в поєднанні з 0,4 % лимонної кислоти максимально запобігає втратам вологи під час дефростації, зміцнює структуру тканин, а наявність лимонної кислоти сприяє збереженню аскорбінової кислоти та антоціанів в ягодах [9].

Позитивний вплив на структуру тканин ягід суниці під час заморожування та зберігання в замороженому стані здійснює попередня обробка у 0,3 % розчині гуарової камеді, завдяки утворенню на поверхні ягід непрозорої плівки товщиною до 250 мкм [10].

Мета роботи

Дослідження впливу попередньої обробки ягід суниці перед заморожуванням в розчинах зі структуроутримуючими властивостями на показники кріорезистентності та індексу висоти.

Матеріали та методи

Об'єктом дослідження були ягоди суниці сорту Дукат. Ягоди отримували в день збирання, сортували, видаляли чашолистки, мили, підсушували та занурювали у розчин картопляного крохмалю з концентрацією 1, 2 і 3 % та в цукрово-пектиновий розчин з концентрацією 1 і 2 % у рівних

співвідношеннях цукру та пектину. Після обробки ягоди підсушували та заморожували розсіпом за температури мінус $30 \pm 1^\circ\text{C}$. За контроль приймали ягоди суниці без попередньої обробки. Заморожену продукцію фасували у пакети з поліетиленової плівки масою 0,5 кг і зберігали протягом 6-ти місяців за температури мінус $18 \pm 1^\circ\text{C}$.

Якість заморожених ягід суниці оцінювали протягом трьох та шести місяців зберігання за змінами маси, кріорезистентності та індексу висоти [11]. Кріорезистентність встановлювали за різницею маси заморожених і дефростованих ягід та виражали у відсотках; індекс висоти – виражали відношенням висоти дефростованих до висоти свіжих ягід у відсотках; індекс висоти свіжих ягід суниці приймали за 100 %.

Статистичний аналіз виконували за допомогою програми StatSoft STATISTICA 6.1.478 Russian, Enterprise Single User (2007).

Обговорення результатів

Кріорезистентність – один із основних показників придатності ягід суниці до заморожування, що характеризує втрати клітинного соку ягодами під час дефростації, внаслідок чого змінюється їхня форма (рис. 1).

З рисунку видно, що обробка дослідних зразків ягід суниці перед заморожуванням у розчинах зі структуроутримуючими властивостями сприяла підвищенню їхньої кріорезистентності на 0,4-2,5 % проти контролю. Істотно вищі показники кріорезистентності – до 98,3 % встановлено за попередньої обробки ягід у 2 %-ному цукрово-пектиновому розчині.

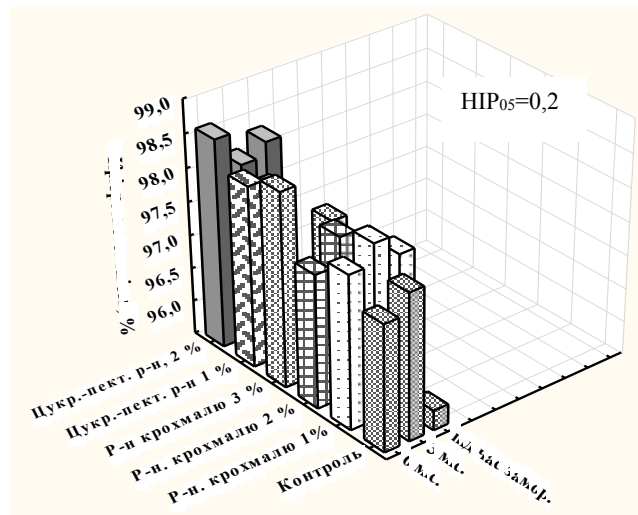


Рис. 1 – Кріорезистентність ягід суниці сорту Дукат залежно від попередньої обробки та тривалості зберігання, %

Зберігання попередньо оброблених та заморожених ягід суниці в пакетах з поліетиленової плівки призвело до деякого зростання їхньої кріорезистентності (на 0,2-1,9 %) відносно контролю та визначених раніше показників, що, очевидно, зумовлено гальмуванням процесу виморожування вологи з ягід, внаслідок захисного впливу плівки.

Подальше зберігання дослідних зразків суниці свідчить про поступове зниження їхньої кріорезистентності через прогресуюче виморожування води з ягід, проте, в цілому, значення вказаного показника залишалося на високому рівні. Через шість місяців зберігання високу кріорезистентність мали ягоди, що були попередньо оброблені у 3 %-ному розчині крохмалю та цукрово-пектинових розчинах різної концентрації – 98,2-98,6 %.

Якість і придатність ягід суниці до заморожування характеризується не лише втратами клітинної вологи в результаті дефростації, а і зміною їхньої форми, яка визначається показником «індекс висоти». В результаті заморожування ягід суниці індекс їхньої висоти встановлено на рівні від 96,6 на контролі до 97,1 % у варіанті з обробкою ягід 3 %-ним розчином крохмалю (рис. 2).

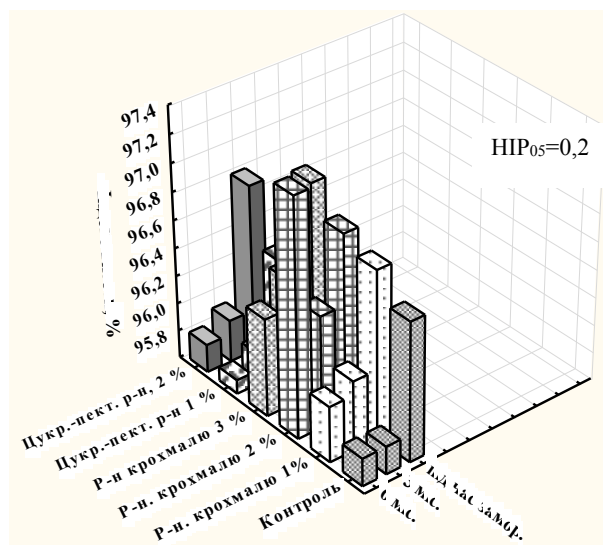


Рис. 2 – Індекс висоти ягід суниці сорту Дукат залежно від попередньої обробки та тривалості зберігання, %

Неістотно відрізнялися від вказаних вище результатів індекси висоти ягід, що були попередньо оброблені 1 та 2 %-ним розчином крохмалю та 2 %-ним цукрово-пектиновим розчином. Натомість, обробка ягід 1 %-ним цукрово-пектиновим розчином не сприяла збереженню форми ягід.

Через три місяці зберігання заморожених ягід суниці індекс їхньої висоти знизився на 0,5-0,9 %, що зумовлено процесом виморожування клітинної вологи з ягід. Істотні зміни спостерігалися в контрольного

варіанту дослідів. В цілому через шість місяців зберігання дослідних зразків суниці індекс їх висоти був високим.

Під час заморожування дослідних варіантів суниці встановлено втрати маси на рівні 2-3,6 % від початкової. Застосування попередньої обробки ягід дозволило знизити втрати маси на 0,9-1,6 %, завдяки утвореній на поверхні ягід захисній плівці.

Між показниками заморожених ягід суниці за обробки їх в розчинах зі структуротримуючими властивостями встановлено зв'язок (рис. 3):

- між втратами маси та кріорезистентністю прямий середньої сили ($r=0,61\pm 0,05$), що описується рівнянням регресії: $y=97,5179-0,6312 \times \log_{10}(x)$, де y – кріорезистентність, %; x – втрати маси, %;

- між втратами маси та індексом висоти – прямий середньої сили ($r=0,52\pm 0,06$), що описується рівнянням регресії: $y=96,4328+0,4069 \times \log_{10}(x)$, де y – індекс висоти, %; x – втрати маси, %.

З рисунку видно, що межею допустимих втрат маси ягід суниці є 2 %. Перевищення цього значення негативно відображається на кріорезистентності та формі ягід.

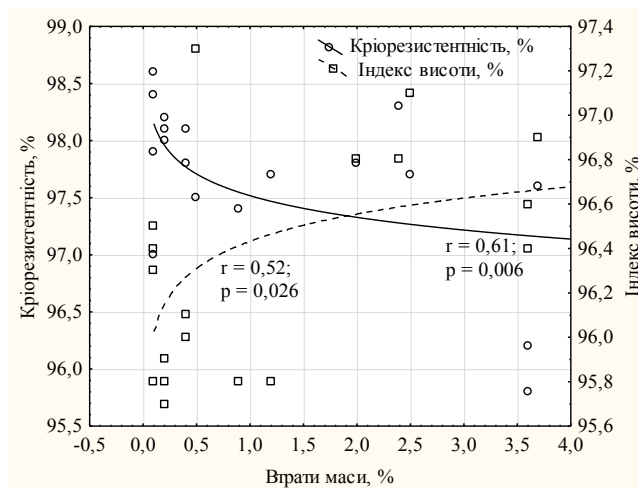


Рис. 3 – Кореляційна залежність кріорезистентності заморожених ягід суниці сорту Дукат та індексу висоти від втрат маси

Висновки

Попередня обробка ягід суниці перед заморожуванням у розчинах зі структуротримуючими властивостями сприяла стабілізації структури тканин ягід та збереженню їхньої форми: підвищенню кріорезистентності на 0,4-2,5 %, індексу висоти – до 0,5 %, зниженню втрат маси на 0,9-1,6 %. Доведено високу ефективність попередньої обробки ягід перед заморожуванням в 2 %-ному цукрово-пектиновому розчині. Межею допустимих втрат маси ягід суниці під час заморожування за яких зберігається висока кріорезистентність та індекс висоти є 2 %.

Список літератури

Bibliography (transliterated)

1. Хомич, Г. П. Вплив процесу заморожування на біологічну цінність ягід чорниці в процесі зберігання / Г. П. Хомич, Л. В. Капрельянц, С. А. Замелев // *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства та торгівлі*. – 2011. – Вип. 1. – С. 342-348.
2. Sirijariyawat, A. Freezing characteristics and texture variation after freezing and thawing of four fruit types / A. Sirijariyawat, S. Charoenrein // *Sci. Technol.* – 2012. – № 34(5). – P. 517-523.
3. Орлова, Н. Эффективные способы стабилизации харчової та біологічної цінності замороженої плодовоовочевої продукції / Н. Орлова, С. Белінська // *Харчова і переробна промисловість*. – 2002. – № 3. – С. 247-256.
4. Reno, M. J. Microstructural changes of frozen strawberries submitted to pre-treatments with additives and vacuum impregnation / M. J. Reno, M. E. T. Prado, J. V. de Resende // *Ciênc. Tecnol. Aliment.* – 2011. – № 31(1). – P. 247-256. – doi: 10.1590/S0101-20612011000100038.
5. Suutarinen, J. The effect of CaCl₂ and PME prefreezing treatment in a vacuum on the structure of strawberries / J. Suutarinen, K. Honkapää, K. Autio, M. Mokkila // *In IV International Strawberry Symposium 567*. – 2000. July – P. 783-786. – doi: 10.17660/ActaHortic.2002.567.173
6. Suutarinen, J. The effect of different prefreezing treatments on the structure of strawberries before and after jam making / J. Suutarinen, K. Honkapää, R. L. Heiniö [at al.] // *LWT-Food Science and Technology*. – 2000. – № 33(3). – P. 188-201. – doi: 10.1006/fstl.2000.0638.
7. Suutarinen, J. Modeling of calcium chloride and pectin methylesterase prefreezing treatments of strawberries and jams / J. Suutarinen, K. Honkapää, R. L. Heiniö [at al.] // *Journal of food science*. – 2002. – № 67(3). – P. 1240-1248. – doi: 10.1111/j.1365-2621.2002.tb09484.x.
8. Lawless, H. T. The taste of calcium and magnesium salts and anionic modifications / H. T. Lawless, F. Rapacki, J. Horne, A. Hayes // *Food Quality and Preference*. – 2003. – № 14(4). – P. 319-325 (abstract). – doi: 10.1016/S0950-3293(02)00128-3.
9. Abd-Elhady, M. Effect of citric acid, calcium lactate and low temperature prefreezing treatment on the quality of frozen strawberry / M. Abd-Elhady // *Annals of Agricultural Sciences*. – 2014. – № 59(1). – P. 69-75. – doi: 10.1016/j.aos.2014.06.010.
10. Белінська, С. Оцінка структурно-механічних властивостей швидкозамороженої плодовоовочевої продукції / С. Белінська // *Харчова та переробна промисловість*. – 2008. – №11. – С. 23-25.
11. Методические указания по проведению исследований с быстрозамороженными плодами, ягодами и овощами. М.: ВАСХНИЛ. – 1984. – 25 с.
1. Khomich, G. P., Kaprilyants, L. V., Zemelyov, S. A. Vplyv procesu zamorozhuvannya na biologichnu cinnist' yagid chorny'ci v procesi zberigannya. [Influence of the freezing process on the biological value of blueberries in the process of storage]. *Progresy`vni texnika ta texnologiyi xarchovy`x vy`robny`cztv restorannogo gospodarstva ta tovgivli*, 2011, 1, 342-348.
2. Sirijariyawat, A., Charoenrein, S. Freezing characteristics and texture variation after freezing and thawing of four fruit types. *J. Sci. Technol*, 2012, 34(5), 517-523.
3. Orlova, N., Belinska, S. Efektyvni sposoby stabilizatsiyi kharchovoyi ta biolohichnoyi tsinnosti zamorozhenoyi plodoovochevoyi produktsiyi [Effective ways to stabilize the nutritional and biological value of frozen fruit and vegetable products]. *Food and processing industry*, 2002, 3, 247-256.
4. Reno, M. J., Prado M. E. T., Resende J. V. Microstructural changes of frozen strawberries submitted to pre-treatments with additives and vacuum impregnation. *Ciênc. Tecnol. Aliment*, 2011, 31(1), 247-256. – doi: 10.1590/S0101-20612011000100038.
5. Suutarinen, J., Honkapää, K., Autio, K., Mokka, M. The effect of CaCl₂ and PME prefreezing treatment in a vacuum on the structure of strawberries. *In IV International Strawberry Symposium 567*, 2000, July, 783-786, (abstract). – doi: 10.17660/ActaHortic.2002.567.173
6. Suutarinen, J., Honkapää, K., Heiniö, R. L., Autio, K., Mokka, M. The effect of different prefreezing treatments on the structure of strawberries before and after jam making. *LWT-Food Science and Technology*, 2000, 33(3), 188-201. – doi: 10.1006/fstl.2000.0638.
7. Suutarinen, J., Honkapää, K., Heiniö, R. L., Mustranta, A., Liukkonen-Lilja, H., Mokka, M. Modeling of calcium chloride and pectin methylesterase prefreezing treatments of strawberries and jams. *Journal of food science*, 2002, 67(3), 1240-1248. – doi: 10.1111/j.1365-2621.2002.tb09484.x.
8. Lawless, H. T., Rapacki, F., Horne, J., Hayes, A. The taste of calcium and magnesium salts and anionic modifications. *Food Quality and Preference*, 2003, 14(4), 319-325. – doi: 10.1016/S0950-3293(02)00128-3.
9. Abd-Elhady, M. Effect of citric acid, calcium lactate and low temperature prefreezing treatment on the quality of frozen strawberry. *Annals of Agricultural Sciences*, 2014, 59(1), 69-75. – doi: 10.1016/j.aos.2014.06.010
10. Belinska, S. Ocinka strukturno-mehanichnih vlastivostej shvidkozamorozhenoi plodoovochevoi produktsii [Assessment of structural and mechanical properties of frozen fruit and vegetable products], *Food and processing industry*, 2008, 11, 23–25.
11. Metodicheskie ukazaniya po provedeniju issledovanij s bystrozamorozhennymi plodami, jagodami i ovoshhami [Methodical instructions for conducting researches with frozen fruits, berries and vegetables], 1984, M.: VASKHNIL, 25 p.

Сведения об авторах (About authors)

Заморська Ірина Леонідівна – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Уманський національний університет садівництва, доцент кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів; м. Умань, Україна; e-mail: zil197608@gmail.com.

Iryna Zamorska – Candidate of Sciences Agry (Ph. D.), Associate Professor, Department of technology storage and processing of fruits and vegetables, Uman national university of horticulture, Uman, Ukraine; e-mail: zil197608@gmail.com.

Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:

Заморська, І. Л. Криорезистентність та індекс висоти заморожених ягід суниці за попередньої обробки в розчинах зі структуро утримуючими властивостями / **І. Л. Заморська** // *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях.* – Харків: НТУ «ХПІ». – 2017. – № 53 (1274). – С. 72-76. – doi:10.20998/2413-4295.2017.53.11.

Please cite this article as:

Zamorska, I. Cryoresistance and height index of frozen strawberries pretreated in the solutions with structure-maintaining properties. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2017, **53** (1274), 72–76, doi:10.20998/2413-4295.2017.53.11.

Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:

Заморская, И. Л. Криорезистентность и индекс высоты замороженных ягод земляники с предварительной обработкой в растворах со структуроудерживающими свойствами / **И. Л. Заморская** // *Вестник НТУ «ХПИ», Серія: Новые решения в современных технологиях.* – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2017. – № 53 (1274). – С. 72-76. – doi:10.20998/2413-4295.2017.53.11.

АННОТАЦИЯ Исследована криорезистентность, индекс высоты и потери массы замороженных ягод земляники в зависимости от предварительной обработки в растворах со структуроудерживающими свойствами: 1, 2 и 3% -ного раствора картофельного крахмала и 1 и 2% -ного сахаро-пектиновых растворов. Доказано, что предварительная обработка ягод земляники перед замораживанием в растворах со структуроудерживающими свойствами способствовала увеличению их криорезистентности на 0,4-2,5%, индекса высоты – до 0,5%, снижению потерь массы на 0,9-1,6 %. Установлено, что пределом допустимых потерь массы во время замораживания ягод земляники при которых сохраняется высокая криорезистентность и индекс высоты является 2 %.

Ключевые слова: замораживание; земляника; раствор; криорезистентность; индекс высоты.

Поступила (received) 08.12.2017