

Budarina Alina, aspirant, Department of Meat Technology, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: 0573494590.

Погорелов Микита Олегович, магістрант, Навчально-науковий інститут харчових технологій та бізнесу, кафедра технології м'яса, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел: 0573494590.

Погорелов Ниткита Олегович, магістрант, Учебно-научный институт пищевых технологий и бизнеса, кафедра технологии мяса, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел: 0573494590.

Pogorelov Mykyta, student, Department of Meat Technology, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: 0573494590.

Бондаренко Павло Олексійович, магістрант, Навчально-науковий інститут харчових технологій та бізнесу, кафедра технології м'яса, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел: 0573494590.

Бондаренко Павел Алексеевич, магістрант, Учебно-научный институт пищевых технологий и бизнеса, кафедра технологии мяса, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел: 0573494590.

Bondarenko Pavel, student, Department of Meat Technology, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: 0573494590.

Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. О.О. Грінченко, д-ром техн. наук, проф. М.О. Янчевою, канд. хім. наук, доц. Н.О. Отрошко. Отримано 30.09.2017. ХДУХТ, Харків.
DOI: 10.5281/zenodo.1108613

УДК 664.8.037.1:635.649

ШВИДКІСТЬ ОХОЛОДЖЕННЯ ПЛОДІВ ПЕРЦЮ СОЛОДКОГО ТЕХНІЧНОЇ СТАДІЇ СТИГЛОСТІ

В.А. Колтунов, К.В. Калайда

Досліджено швидкість охолодження та оплення плодів перцю солодкого технічної стадії стиглості залежно від їх масово-розмірних показників. Уперше визначено окремі фізичні й теплофізичні параметри плодів. Розраховано ентальпії за зазначених процесів, що уможливує

регулювання виробництва холодоагенту та тривалість роботи вентиляторів під час зберігання плодів перцю солодкого.

Ключові слова: *перець солодкий, швидкість охолодження й опенлення, фізичні та теплофізичні параметри перцю солодкого, збереженість, температура, теплоємність.*

СКОРОСТЬ ОХЛАЖДЕНИЯ ПЛОДОВ ПЕРЦА СЛАДКОГО ТЕХНИЧЕСКОЙ СТАДИИ ЗРЕЛОСТИ

В.А. Колтунов, К.В. Калайда

Исследована скорость охлаждения и опенления плодов перца сладкого технической стадии зрелости в зависимости от их массово-размерных показателей. Впервые определены отдельные физические и теплофизические параметры плодов. Рассчитано энтальпии при указанных процессах, что делает возможным регулирование производства хладагента и продолжительности работы вентиляторов при хранении плодов перца сладкого.

Ключевые слова: *перець сладкий, скорость охлаждения и опенления, физические и теплофизические параметры перца сладкого, сохранность, температура, теплоемкость.*

THE SPEED OF COOLING SWEET PEPPER FRUIT OF TECHNICAL STAGES OF MATURITY

V. Koltunov, K. Kalaida

The pepper fruits are different in size, weight, diameter, length, wall thickness, and also have a different chemical composition, energy value, which widely varies: technically ripe fruits contain the dry matter in the range of 8,1–15,1%, the amount of sugar is 1,7–6,9%, and the biological ripe fruit, respectively, of 8,9–15,0% and 2,5–7, %.

Quality control of fruits is carried out according to DSTU 2659-94, in the EU countries using the UNECE standard FFV-28, in Ukraine there is an analogue of DSTU UNECE FFV-28:2007. All standards define the quality of the fruit, which are typical of this cultivar, but does not define the requirements for the chemical composition of fruits, their thermal and physical characteristics, which have a crucial role not only for food, but also as storage object.

The research objective is to define the speed of cooling of pepper fruits different in size and weight, and therefore their thermal capacity.

The thermal capacity of fruit depends of dry matter content. If the dry matter content is 8.1%, follow the formula V.Z. Zhadan thermal capacity of pepper fruit gonna be 3,96 kJ/kg·K, and if the content of 15.1% of dry matter – 3.77 kJ/kg·K, at temperature +25°C the pepper fruit will contain a 99.0 kJ/kg of heat, in the second pattern – 94.25 kJ/kg. In the first pattern, 1 t of pepper fruit will contain 99000 kJ of

heat, in the second – 94250 kJ, or on 4750 kJ less, so their cooling in the fridge require less energy.

Heavy and large in diameter fruits (200 g, 75 mm) reduce temperature to 0°C within 130 min. Difference in weight by 28 g between the first and second fruit, the first and third fruit – 106 g, respectively, the duration of cooling was on 10 min longer.

Warming-up of fruit became faster. For warming 1 and 2 fruits need 120 min, 3 fruit – 60 min, so, warming-up of small sweet pepper fruits pass twice as fast, just as was observed sweating fruit, with intense formation on the surface "infectious droplets".

Keywords: sweet pepper, speed of cooling, warming-up, thermal and physical characteristics of sweet pepper fruit, storageability, temperature, thermal capacity.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Плід перцю – несправжня ягода, що містить 2–5 насінневих гнізд, за формою значно варіює: від циліндричного й довгостручкового до кулеподібного, від ребристого до гладкого, тобто плоди можуть бути продовгуваті, округлі, у вигляді призми, яйцевидні та іншої форми. За розмірами поділяються від дрібних до великих (від 5 г до 450 г), довжина плодів досягає 10–12 см, діаметр 2–6 см, а також тонкостінні (1–2 мм), середньою товщиною стінок (3–4 мм) і товстостінні (більше 4 мм) [1].

Таким чином плоди перцю солодкого різні за розміром, масою, діаметром, довжиною, товщиною стінки. Крім того, за даними багатьох авторів [1–3] перець солодкий має залежно від сорту, зони вирощування, стадії стиглості різний склад продуктивних органів, їх енергетичну цінність, яка коливається в широких межах. Так, вміст сухої речовини у плодах технічної стиглості може бути в межах 8,1–15,1%, сума цукрів 1,7–6,9%, а в стадії біологічної стиглості відповідно 8,9–15,0% і 2,5–7,2%. Значні коливання спостерігаються за вмістом інших складових хімічного складу плодів. Так коливання вмісту аскорбінової кислоти в плодах технічної стиглості знаходиться в межах 80–200 мг/100 г, фізіологічної – 180–250 мг/100 г, каротину відповідно 1,5–3,5 і 2,0–5,0 мг/100 г сирової речовини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Контроль за якістю плодів здійснюють відповідно до ДСТУ 2659-94, за технологією зберігання ДСТУ ISO 6659-2002. У країнах ЄС використовують стандарт ЕЭК ООН FFV-28, який в Україні має аналог ДСТУ ЕЭК ООН FFV-28:2007.

Усі стандарти вимагають, щоб плоди перцю були свіжими, чистими, здоровими, із формою, забарвленням, властивими цьому ботанічному сорту, з плодоніжкою. Зморшкуватих і з подряпинами

допускається не більше 10% плодів, а відхилення від установлених розмірів до 1 см – не більше 5% від маси.

Отже, всі діючі стандарти не регламентують вимоги до хімічного складу плодів, їх фізичних, теплофізичних показників, які мають вирішальну роль не тільки як продукти харчування, але і як об'єкти зберігання.

Мета статті. Полягає у вивченні швидкості охолодження плодів перцю, що закладають на зберігання до оптимальної температури зберігання. Виходячи з цього поставлено завдання встановити швидкість охолодження плодів, різних за розміром і масою, а отже і теплоємністю.

Виклад основного матеріалу дослідження. Як було зазначено вище, плоди перцю солодкого в стадії технічної стиглості мають широку розбіжність у вмісті сухої речовини. Ця розбіжність на наш погляд викликана генетичними властивостями сорту, умовами вирощування й відповідною фазою стиглості, періоду тривалості в стадії технічної стиглості, коли поступово відбуваються метаболічні процеси, направлені на поступовий перехід до стадії біологічної стиглості з одночасним збільшенням вмісту сухої речовини в плоді і зменшення вмісту води, що і призводить до зміни теплоємності і тепловмісту плоду.

Питома теплоємність води дорівнює 4,19 кДж/кг·°С, або 1 ккал/кг·град, чим більше в продукті води, тим вища його теплоємність. На питому теплоємність впливає, крім вологи, хімічний склад і структура продукту, характер зв'язку води в ньому й інші фактори.

Наприклад, за законом Коппа і Неймана молекулярні теплоємності хімічних з'єднань дорівнюють сумі атомних теплоємностей складових цих елементів. Атомні теплоємності мають такі значення (в кДж/кг·К): кисень – 16,75, водень – 9,63 і вуглець – 7,54; а теплоємності вуглеводів такі: гексозан – 1,45, сахароза – 1,42, крохмаль і клітковина – 1,39. Питома теплоємність лимонної кислоти становить 1,26 кДж/кг·К [1, 4].

Згідно з розрахунками В.З. Жадана [5, 6] питома теплоємність сухої речовини плодів і овочів з достатньою точністю може бути приблизною 1,4 кДж/кг·К. Питому теплоємність плодовоовочевої продукції можна розрахувати за такою формулою:

$$C = 4,19 - 0,028n_c,$$

де C – питома теплоємність, кДж/кг·К, n_c – вміст сухої речовини, %.

Теплоємність змінюється залежно від температури, але в тих межах, необхідних для зберігання того чи іншого продукту, вважають її практично постійною. За допомогою питомої теплоємності визначається кількість тепла, яке необхідно передати під час нагрівання або відвести за охолодження продукту.

Отже, теплоємність плоду залежить від вмісту в ньому сухої речовини. Якщо вміст сухої речовини складає 8,1% то згідно з наведеною формулою В.З. Жадана теплоємність перцю буде складати 3,96 кДж/кг·К, а за вмісту 15,1% сухої речовини – 3,77 кДж/кг·К. Якщо за температури +25°С плід перцю буде містити 99,0 кДж/кг тепла, то у другому випадку – 94,25 кДж/кг. У першому випадку 1 т перцю буде містити 99000 кДж тепла, а у другому – 94250 кДж, або на 4750 кДж менше, що робить його менш енерговитратним під час охолодження в холодильній камері.

У зв'язку з різним тепловмістом інтенсивність охолодження буде різною і значною мірою залежатиме від маси, діаметра, об'єму і товщини стінок плодів перцю солодкого (табл. 1), про що й свідчать дані рис.

За результатами досліджень нами встановлені такі фізичні й теплофізичні показники перцю солодкого червоного технічної стадії стиглості (табл.).

Таблиця

**Фізичні і теплофізичні показники перцю солодкого
технічної стадії стиглості**

Назва показника	Плід 1	Плід 2	Плід 3
1	2	3	4
Фізичні			
Маса плоду, г	202,0	174,0	96,0
Об'єм плоду, см ³	253,0	187,0	125,0
Об'єм насінневої камери, см ³	140,0	85,0	72,0
Маса насінника, г	41,3	36,2	24,6
Маса насіннеосця, г	38,6	35,1	23,7
Маса м'якоті, г	160,7	137,8	71,4
Товщина стінок, мм	4–6	5–6	5–6
Довжина плоду, мм	105,0	80,0	65,0
Діаметр плоду, мм	75,0	70,0	68,0
Кількість сухих речовин, %	6,7	6,7	6,7
Масова частка сухих розчинних речовин, %	5,0	3,0	3,0

Продовження табл.

1	2	3	4
Теплофізичні			
Питома теплоємність, кДж/кг·°С	4,00	4,00	4,00
Коефіцієнт теплопровідності, Вт/м·°С	0,71	0,63	0,68
Коефіцієнт температуропровідності, м ² /с	0,000276	0,000192	0,000242

Отримані дані зниження температури перцю солодкого технічної стадії стиглості свідчать, що найбільше часу та енергії потрібно на охолодження великоплідних екземплярів перцю солодкого масою 200 г і більше. Різниця між найбільшими та найменшими плодами складала понад 100 г, проте масова частка сухих речовин плодів перцю солодкого технічної стадії стиглості становила 6,7%.

Інтенсивність зниження температури до 0°С та підвищення до початкової у всіх досліджуваних плодів була різна й залежала від фізичних та теплофізичних показників (рис.).

У великих за масою та діаметром плодів температура знижувалася впродовж 130 хв. Різниця між першим і другим плодом у масі становила 28 г, третім 106 г відповідно, при цьому тривалість охолодження була на 10 хв меншою.

Охолодження та отоплення плодів відбувається нерівномірно, спостерігаються стрибки температури або навпаки гальмування процесу.

Критичними точками, в яких температури затримувалась на оному рівні, або навіть підвищувалась за охолодження перцю, були температури 7–8°С та 2–3°С, тобто саме ці температури є критичними в технології зберігання перцю солодкого.

Отоплення плодів відбувалось швидше. Для нагрівання плоду 1 та 2 потрібно було 120 хв, то плоду 3–60 хв. Тобто на нагрівання дрібних плодів перцю солодкого потрібно вдвічі менше часу, при цьому спостерігалось відпотівання плодів з інтенсивним утворенням на поверхні «інфекційної краплини».

Різниця у швидкості охолодження та нагрівання плодів пояснюється опором за рахунок дихання, в результаті якого виділяється крім CO₂ і H₂O ще й 2824 кДж тепла. Нагрівання проходило як за допомогою процесу дихання, так і за рахунок температури оточуючого середовища.

Фізичні й теплофізичні властивості овочів впливають на їх харчову цінність, здатність до транспортування та зберігання.

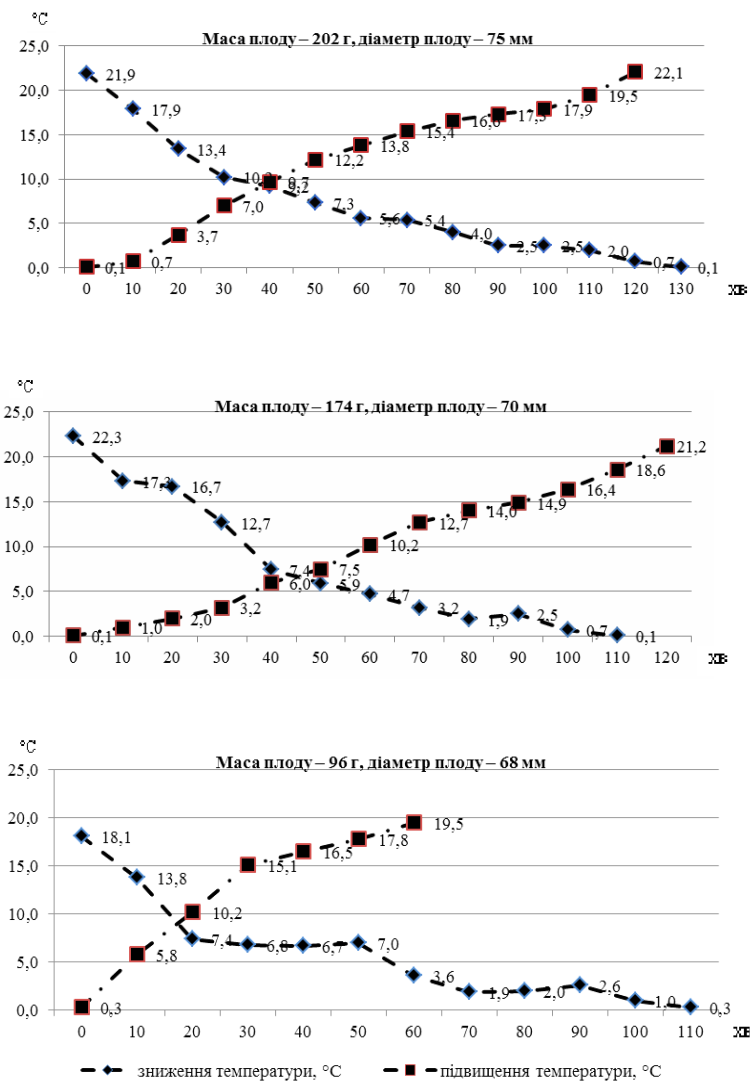


Рис. Швидкість зниження і підвищення температури в різних розмірах плодів перцю солодкого технічної стадії стиглості

Висновки. Уперше визначені окремі фізичні та теплофізичні показники плодів перцю солодкого технічної стадії стиглості. Експериментальним шляхом встановлені темпи охолодження й нагрівання плодів залежно від їх масово-розмірних показників. Регулювати температуру зберігання перцю солодкого можна використовуючи технічні засоби, а саме роботу вентиляторів для охолодження продукції природним холодом.

Список використаних джерел / References

1. Колтунов В. А. Харчові продукти. Фрукти, ягоди, овочі, гриби / В. А. Колтунов. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2016. – 484 с.

Koltunov, V. (2016), *Food. Fruits, berries, vegetables, mushrooms [Kharchovi produkty. Fruky, yahody, ovochi, hryby]*, Kyiv national university of trade and economics, Kyiv, 484 p.

2. Сокол П. Ф. Улучшение качества продукции овощных и бахчевых культур / П. Ф. Сокол. – М. : Колос, 1978. – 293 с.

Sokol, P. (1978), *Improving the quality of vegetable and melon crops [Uuchshenye kachestva produktsyy ovoshchnykh i bakhchevykh kultur]*, Kolos, Moscow, 293 p.

3. Справочник по овощеводству / В. И. Алексишин и др. ; сост. В. А. Брызгалев. – 2-е изд., перер. и дораб. – Л. : Колос. Ленинградское отделение, 1982. – 511 с.

Aleksyshyn, V. et al. (1982), *Handbook of vegetable growing [Spravochnyk po ovoshchevodstvu]*, Kolos, The Lenin grad branch; Lenin grad, 511 p.

4. Колтунов В. А. Теоретичні основи зберігання харчових продуктів: монографія / В. А. Колтунов, В. М. Гіджеліцький. – К. : Видавництво. – 2014. – 238 с.

Koltunov, V. (2014) *Theoretical basis of food storage [Teoretychni osnovy zberihannia kharchovykh produktiv]*, Publishing House, Kyiv, 238 p.

5. Жадан В. З. Теплофизические основы хранения сочного растительного сырья на пищевых предприятиях / В. З. Жадан. – М. : Пищевая промышленность, 1976. – 238 с.

Zhadan, V. (1976) *The thermophysical bases of juicy plant raw material storage at food enterprises [Teplofyzicheskiye osnovy khraneniya sochnoho rastytelnogo syria na pyshchevykh predpriyatiyakh]*, Food industry, Moscow, 238 p.

6. Жадан В. З. Влагообмен в плодоовощных хранилищах / В. З. Жадан. – М. : Агропромиздат, 1985. – 197 с.

Zhadan, V. (1985) *Moisture exchange in fruits-and-vegetables stores [Vlahoobmen v plodoovoshchnykh khranylyshchakh]*, Agropromizdat, Moscow, 197 p.

Калайда Катерина Василівна, канд. с.-г. наук, доц. кафедра технології зберігання і переробки плодів та овочів, Уманський національний університет садівництва. Адреса: вул. Інститутська, 1, м. Умань, Україна, 20300. Тел.: 09679642375; e-mail: kv.kalaida@gmail.com.

Калайда Катерина Васильевна, канд. с.-х. наук, доц., кафедра технології хранения і переробки плодів і овочей, Уманський національний університет садівництва. Адрес: ул. Институтская 1, г. Умань, Украина 20300. Тел.: 09679642375; e-mail: kv.kalaida@gmail.com.

Kalaida Kateryna, Cand. of Agricultural Sciences, Ass. Prof., Department of Technology of Storage and Processing of Fruits and Vegetables, Uman national University of Horticulture. Address: Institutskaya str., 1, Uman, Ukraine, 20300. Tel.: 09679642375; e-mail: kv.kalaida@gmail.com.

Колтунов Виктор Андрійович, д-р с.-г. наук, проф., кафедра товарознавства та експертизи продовольчих товарів, Київський національний торговельно-економічний університет. Адреса: вул. Кіото, 19, м. Київ, Україна, 02156.

Колтунов Виктор Андреевич, д-р с.-х. наук, проф., кафедра товароведения и экспертизы продовольственных товаров, Киевский национальный торговельно-экономический университет. Адрес: ул. Кіото, 19, г. Киев, Украина, 02156.

Koltunov Viktor, Dr. Agricultural Sciences, Professor, Department Commodity Science, Safety and Quality Management, Kyiv national university of trade and economics. Address: Kyoto str., 19, Kyiv, Ukraine, 02156.

Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. А.А. Дубініною.

Отримано 30.09.2017. ХДУХТ, Харків.

DOI: 10.5281/zenodo.1108615

УДК 664.681

БІСКВІТНИЙ НАПІВФАБРИКАТ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ З ДОБАВКОЮ ЛЛЯНОГО ШРОТУ

О.Л. Гуменюк, О.В. Городиська, М.П. Ксенюк

Обґрунтовано необхідність збагачення борошняних кондитерських виробів добавками рослинної сировини, що містить харчові волокна, мінеральні речовини та вітаміни. Як можливий компонент для підвищення харчової цінності бісквітних виробів вибрано лляний шрот. На основі літературних джерел проаналізовано хімічний склад насіння льону з виявленням специфічної біологічної дії та функціональних властивостей його складових. Проведено дослідження впливу добавки лляного борошна на показники якості бісквітного напівфабрикату. Установлено, що добавка лляного шроту в кількості 2% збільшує вологість готових виробів, але не погіршує їх структурних і органолептичних властивостей, тому може вважатися оптимальною.

© Гуменюк О.Л., Городиська О.В., Ксенюк М.П., 2017