

ФІЗИЧНІ ТА ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛОДОВИХ ОВОЧІВ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ ТА СТУПЕНЯ СТИГЛОСТІ

**Н.М. ОСОКІНА, доктор сільськогосподарських наук,
К.В. КОСТЕЦЬКА**

Наведено результати дослідження фізичних та теплофізичних показників плодів овочів різного ступеня стиглості та сорту.

Ключові слова: плоди овочів, ступінь стиглості, сорт, фізичні та теплофізичні властивості.

Серед овочевих культур важливе місце належить баклажанам, перцю солодкому та томатам. Плоди цих культур багаті біологічно активними речовинами, мають добрий смак й лікувальні властивості. Проте, споживати протягом року овочі у свіжому вигляді населення нашої країни не має змоги. Одним із шляхів вирішення проблеми є зберігання та консервування овочів [1, 2].

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

Насипна маса — маса овочів в об'ємі 1 м^3 за умови вільного укладання з урахуванням порожнин між окремими екземплярами плодів. Цей показник використовують для розрахунків місткості тари, сховищ, вибору умов перевезення і укладання овочів у сховищах, орієнтовної маси продукції, що зберігають навалним способом у засіках, кагатах, траншеях, буртах [3, 4].

Шпарини між плодами заповнені повітрям, складають значну насипну масу й істотно впливають на фізіологічні процеси, що відбуваються в продукції. Наявне повітря переміщується по шпаринам, сприяє передачі тепла конвекцією та переміщенню вологи у вигляді пари в середовище.

Теплоємність характеризує інтенсивність зміни температури овочів при їх охолодженні та нагріванні. Питома теплоємність — це величина, що показує кількість тепла, необхідного для нагрівання одиниці маси (кг) овочів на 1°C та залежить від вмісту в них води, органічних, мінеральних речовин, структури і властивостей тканин [3].

Коефіцієнт теплопровідності — це кількість теплової енергії, що проходить за одиницю часу (с) через 1 м^2 поверхні фруктів та овочів на товщину 1 м за різниці температур в 1°C . Абсолютна величина коефіцієнта теплопровідності овочів залежить від умісту в них вологи, температури, будови тканин, шпаруватості [3, 5].

Температуропровідність — показник, що характеризує швидкість нагрівання або охолодження плодів. Чим вищий коефіцієнт температуропровідності, тим швидше охолоджуються або нагріваються овочі [3 – 6].

Мета досліджень — встановити фізичні та теплофізичні властивості плодів овочів залежно від особливостей виду, сорту, ступеня стиглості за подальшого використання при транспортуванні, зберіганні та переробці.

Методика дослідження. Дослідження проводили впродовж 2007 – 2009 років в умовах лабораторії кафедри технології зберігання та переробки зерна

Уманського національного університету садівництва. Нами визначено фізичні та теплофізичні показники: об'ємну масу — зважуванням [3]; шпаруватість, пористість, відносну (фізичну) та істинну густину, теплоємність, теплопровідність, температуропровідність плодів — розрахунками за Л.М. Пузік [3] і С.С. Прошкіним [6].

У дослідженнях використовували технічно стиглі плоди баклажану сорту Алмаз і Геліос, томатів сорту Іскорка у споживчій стиглості та перцю солодкого сорту Новогогошари в технічній та біологічній стиглості [7].

Статистичну обробку даних виконували за методикою, описаною В.О. Єщенком та ін. [8].

Результати дослідження. У діючих стандартах стиглість овочів характеризується органолептичними, внутрішньо-анатомічними та хімічними показниками [9]. Проте ці показники суб'єктивні, оскільки плоди різних сортів мають свої особливості.

В табл. 1–3 наведено показники густини, пористості, об'ємної маси, шпаруватості та теплофізичних властивостей плодів баклажану сорту Алмаз і Геліос, перцю солодкого сорту Новогогошари, томатів сорту Іскорка.

Дослідженнями встановлено сортові ознаки за даними показниками (табл. 1).

1. Фізичні та теплофізичні властивості плодів баклажану різних сортів (середнє за 2007 – 2009 роки)

Показник	Алмаз	Геліос	<i>НІР₀₅</i>
Фізична густина, кг/м ³	1310,0	1130,0	61,0
Істинна густина, кг/м ³	1034,9	1033,7	51,7
Об'ємна маса, кг/м ³	630,0	600,0	29,6
Шпаруватість, %	52,0	47,0	2,7
Теплоємність, кДж/(кг•К)	3,9	3,9	0,2
Теплопровідність, Вт/(м•К)	0,6	0,8	0,04
Температуропровідність, 10 ⁸ м ² /с	11,7	18,1	0,8

Згідно отриманих даних, об'ємна маса плодів баклажану сорту Алмаз становить 630,0 кг/м³, що на 5 % переважає плоди сорту Геліос. Шпаруватість характеризує щільність укладання плодів під час завантаження навалом. Шпаруватість плодів баклажану сорту Алмаз становить 52 % та перевищує сорт Геліос на 5 %. Очевидно, на перевагу за даними фізичними показниками плодів баклажану сорту Алмаз, впливають вищі показники даного сорту за густиною. Так, фізична та істинна густина баклажанів сорту Геліос становлять 1130,0 та 1033,7 кг/м³, що відповідно на 180 та 1,2 кг/м³ менше ніж у плодах сорту Алмаз.

Від теплофізичних властивостей овочів залежить швидкість їх охолодження або нагрівання. Характеристики теплофізичних властивостей овочів використовують для розрахунків необхідної кількості теплової енергії для охолодження продукції під час транспортування, зберігання плодів.

У результаті досліджень визначено особливості сорту плодів баклажану за теплофізичними показниками. Так, теплопровідність плодів баклажану сорту Алмаз поступається сорту Геліос на 25 %, температуропровідність — на 35 % та складають відповідно 0,8 Вт/(м•К) та 18,1•10⁸ м²/с. Натомість, теплоємність плодів баклажану незалежно від сорту — 3,9 кДж/(кг•К).

Варіаційно-статистична обробка даних таблиці 1 свідчить, що особливості

сорту плодів баклажану мали суттєвий вплив на фізичну густину, шпаруватість, теплопровідність та температуропровідність плодів.

Розвиток плодів відбувається від утворення зав'язі до закінчення росту. Цей етап характеризується синтезом і накопиченням поживних речовин та інтенсивним проходженням обмінних процесів. Із досяганням плодів клітини стають більшими за розміром, щільність прилягання їх одна до одної послаблюється, міжклітинні проміжки розширюються, що призводить до зміни консистенції м'якоті, внаслідок чого її фізична густина зменшується, а пористість і соковитість збільшується. Фізична густина плоду залежить від анатомічної будови, товщини стінок плоду та шкірки.

Всі ці показники суттєво впливають на якість продукції (табл. 2). Так, фізична густина технічно стиглих плодів перцю солодкого становить 1030,0 кг/м³, що майже на 6 % більше ніж у біологічно стиглих плодах. Зі зменшенням фізичної густини під час досягання плодів, спостерігали збільшення їх пористості від 0,05 % (технічна ступінь стиглості) до 6,2 % (біологічна ступінь стиглості).

2. Фізичні та теплофізичні властивості плодів перцю солодкого сорту Новогогошари (середнє за 2007 – 2009 роки)

Показник	Ступінь стиглості		HIP ₀₅
	технічна	біологічна	
Фізична густина, кг/м ³	1030,0	970,0	49,2
Істинна густина, кг/м ³	1030,5	1034,1	52,0
Об'ємна маса, кг/м ³	440,0	400,0	21,0
Шпаруватість, %	57,0	59,0	2,9
Пористість, %	0,05	6,2	1,5
Теплоємність, кДж/(кг•К)	4,0	3,9	0,2
Теплопровідність, Вт/(м•К)	0,5	0,4	0,02
Температуропровідність, 10 ⁸ м ² /с	12,1	10,6	0,6

Величина об'ємної (насіпної) маси залежить від густини, розміру, форми продукції. Згідно отриманих даних, об'ємна маса плодів перцю зменшується від 440,0 кг/м³ у технічно стиглих до 400,0 кг/м³ у біологічно стиглих плодах, тобто на 9 %. За більшої величини щільності маси, об'єм повітря між екземплярами плодів менший (шпаруватість), насипна маса — більша, і навпаки.

Величина шпаруватості залежить від тих самих факторів, що й величина насипної маси. Так, шпаруватість плодів перцю, зі зміною ступеня стиглості (технічна–біологічна), зростає від 57 до 59 %, що становить понад три відсотки.

Істинна густина залежить від вмісту в овочах сухих речовин, води і повітря в тканинах. Чим більше вологи в плодах, тим менша їх істинна густина. Так, даний фізичний показник біологічно стиглих плодів перцю солодкого становить 1034,1 кг/м³, що перевищує технічно стиглі плоди лише на 3,6 кг/м³.

Перець солодкий сорту Новогогошари технічного ступеня стиглості має відмінні теплофізичні показники плоду порівняно з біологічно стиглими. Так, теплоємність технічно стиглих плодів перцю більша на 2,5 %, теплопровідність — на 20 %, температуропровідність — на 12,4 % від біологічно стиглих та складають відповідно 4,0 кДж/(кг•К), 0,5 Вт/(м•К) та 12,1•10⁸ м²/с.

Варіаційно-статистична обробка свідчить, що ступінь стиглості плодів перцю солодкого сорту Новогогошари мав суттєвий вплив на фізичну густину,

пористість, об'ємну масу, теплопровідність та температуропровідність плодів.

В табл. 3 наведено фізичну та теплофізичну характеристику плодів томатів різних років урожаю.

3. Фізичні та теплофізичні властивості плодів томату сорту Іскорка

Показник	Рік			HIP ₀₅	Середнє
	2007	2008	2009		
Фізична густина, кг/м ³	890,0	880,0	880,0	44,0	883,3
Істинна густина, кг/м ³	1029,7	1028,1	1028,5	51,2	1028,8
Об'ємна маса, кг/м ³	660,0	650,0	650,0	32,7	653,3
Шпаруватість, %	26,0	26,0	26,0	1,3	26,0
Пористість, %	13,6	14,1	14,4	0,7	14,0
Теплоємність, кДж/(кг•К)	4,0	4,0	4,0	0,2	4,0
Теплопровідність, Вт/(м•К)	0,4	0,4	0,4	0,02	0,4
Температуропровідність, 10 ⁸ м ² /с	11,2	11,4	11,4	0,5	11,3

Нами встановлено, що плоди томатів сорту Іскорка мали середню фізичну густину плоду — 883,3 кг/м³, істинну густину — 1028,8 кг/м³, пористість — 14,0 %, шпаруватість — 26,0 %, об'ємну масу — 653,3 кг/м³, теплоємність — 4,0 кДж/(кг•К), теплопровідність — 0,4 Вт/(м•К) та температуропровідність — 11,3•10⁸ м²/с. Дещо більші показники фізичної та істинної густини спостерігали в плодах томатів у 2007 р, проте плоди даного року вирощування поступалися за показником пористості та температуропровідності.

Варіаційно-статистична обробка даних табл. 3 свідчить, що особливості погодних умов вирощування плодів томатів сорту Іскорка не впливали на їх фізичні показники.

Висновок. Фізичні та теплофізичні показники визначають придатність плодів овочів до заготівлі та консервування.

Ступінь стиглості плодів перцю солодкого визначають їх фізичні показники, зокрема густина (P) та пористість (Π). Фізична густина технічно стиглих плодів перцю солодкого майже на 6 % більша ніж у біологічно стиглих плодах. Зі зменшенням фізичної густини під час досягання плодів, спостерігали збільшення їх пористості від 0,05 % (технічна ступінь стиглості) до 6,2 % (біологічна ступінь стиглості). Таким чином, чим вища ступінь стиглості плодів перцю солодкого, тим більша пористість, тим більше утворюється газів у середині тканин, що відбивається на їх фізичній густині — із підвищенням пористості збільшується повітропроникність тканин та знижується фізична густина.

Об'ємна маса плодів овочів залежить від сорту та величини плодів. Сорт баклажанів округлої форми (Алмаз) характеризується вищою насипною масою та шпаруватістю, що майже на 5 % переважає плоди сорту Геліос.

Теплофізичні властивості плодів баклажану, перцю солодкого та томатів значною мірою визначають результат зберігання. Теплопровідність плодів баклажану сорту Алмаз поступається сорту Геліос на 25%, температуропровідність — на 35 %. Теплоємність технічно стиглих плодів перцю більша на 2,5 %, теплопровідність — на 20 %, температуропровідність — на 12,4 % від біологічно стиглих. Плоди томатів сорту Іскорка мали середню теплоємність — 4,0 кДж/(кг•К), теплопровідність — 0,4 Вт/(м•К) та температуропровідність — 11,3•10⁸ м²/с.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Стоянов А.В. Плоди і овочі — невід'ємний компонент їжі / А.В. Стоянов // Харчова і переробна промисловість. — 2001. — № 8. — С. 8 – 10.
2. Сергієнко В.Г. Зберігання овочів у міжсезонний період / В.Г. Сергієнко // Захист рослин. — 1999. — № 1. — С. 30 – 31.
3. Пузік Л.М. Наукове обґрунтування та розробка заходів продовження строків споживання плодів гарбузових рослин: дисертація на здобуття наукового ступеня д. с. - г. н. / Пузік Людмила Михайлівна. — Харків, 2010. — С. 221 – 232.
4. Модонкаева А.Э., Иванченко В.И, Загорко Н.П. Оценка пригодности сортов сладкого перца к низкотемпературному замораживанию // Холодильная техника і технологія. — 2004. — № 3. — С. 43 – 46.
5. Иванченко В.И., Модонкаева А.Э., Ялпачик В.Ф., Стручаев К.Н., Загорко Н.П. Определение коэффициента теплопроводности плодоовощной продукции при замораживании // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2001. — № 12. — С. 24 – 25.
6. Прошкин С.С. Методы и средства измерения теплофизических свойств пищевых продуктов, включая область фазовых превращений: дисертація на получение научной степени к. т. н. / Прошкин Станислав Станиславович. — Санкт-Петербург, 2001. — 156 с.
7. Госреєстр сортів рослин України 2005 року // Овощеводство. — 2005. — № 6. — С. 11.
8. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко, П. В. Костогриз; за ред. В. О. Єщенка. — К.: Дія, 2005. — 288 с.
9. Гайдим А.М. Інформація о требованиях стандартов к качеству баклажана свежего / А.М. Гайдим // Овощеводство. — 2005. — № 9. — С. 60 – 61.

Одержано 26.04.13

Аннотація

Осокина Н.М., Костецкая К.В.

Физические и теплофизические свойства плодовых овощей в зависимости от сорта и степени спелости

Физические свойства овощей влияют на их пищевую ценность, способность к транспортировке и хранению.

Цель исследований — установить физические и теплофизические свойства плодовых овощей в зависимости от особенностей вида, сорта, степени зрелости по последующего использования при транспортировке, хранении и переработке.

Исследования проводились в течение 2007–2009 годов в условиях лаборатории кафедры технологии хранения и переработки зерна Уманского национального университета садоводства. Определены физические и теплофизические показатели, определяющие пригодность плодовых овощей к заготовке овощей.

Степень зрелости плодов перца сладкого определяют их физические показатели, в частности плотность (P) и пористость (Π). Физическая плотность технически спелых плодов перца сладкого почти на 6 % больше, чем в биологически спелых плодах. С уменьшением физической плотности во время созревания плодов, наблюдали увеличение их пористости от 0,05 % (техническая степень спелости) до 6,2 % (биологическая степень зрелости).

Объемная масса плодовых овощей зависит от сорта и величины плодов. Сорт баклажанов округлой формы (Алмаз) характеризуется высокой насыпной массой и сквашенностью, что почти на 5 % превышает плоды сорта Гелиос.

Теплофизические свойства плодов баклажана, перца сладкого и томатов в значительной мере определяют результат хранения. Теплопроводность плодов баклажана сорта Алмаз уступает сорта Гелиос на 25 %, температуропроводность — на 35 %. Теплоемкость технически спелых плодов перца больше на 2,5 %, теплопроводность — на 20 %, температуропроводность — на 12,4 % от биологически спелых. Плоды томатов сорта Искорка имели среднюю теплоемкость — 4,0 кДж/(кг•К), теплопроводность — 0,4 Вт / (м•К) и температуропроводность — $11,3 \cdot 10^8$ м²/с.

Ключевые слова, степень спелости, сорт, физические и теплофизические свойства.

Annotation

Osokina N.M., Kostetska K.V.

Physical and thermophysical properties of fruit green-stuffs depending on sort and degree of ripeness

Physical properties of vegetables affect their nutritional value, the ability to transport and storage.

The purpose of the research — to establish the physical and thermal properties of fruit vegetables depending on the particular species, variety, degree of ripeness for later use during transportation, storage and processing.

The research was conducted during the years 2007–2009 in the terms of laboratory of Technology of storage and processing of grain Department of Uman National University of Horticulture. Defined physical and thermal parameters that determine the suitability of vegetables for harvesting and canning.

The degree of ripeness of the fruit of sweet pepper determines their physical parameters including density (D) and porosity (P). Physical density of technically ripe sweet pepper almost 6 % higher than of the biologically ripe fruit. With decreasing physical density during fruit ripening, observed an increase in their porosity from 0,05% (technical ripeness) to 6,2 % (biological ripeness).

Bulk of vegetables depends on the type and size of the fruit. Variety of round shape eggplant (Diamond) is characterized by high bulk weight and porosity, which is almost in 5 % exceed fruits of Helios variety.

Thermophysical properties of eggplant, sweet pepper and tomato largely determine the outcome of storage. The transcalency of variety of eggplant Diamond inferiors to Helios in 25 %, thermal diffusivity — in 35 %. Heat capacity of technically ripe peppers higher in 2,5 %, the transcalency — in 20 %, thermal diffusivity — in 12,4 % of the biologically ripe. Fruits of tomato Sparkle had a mean heat capacity — 4,0 kJ/(kg•K), transcalency — 0,4 W/(m•K) and thermal diffusivity — $11,3 \cdot 10^8$ м²/s.

Keywords: degree of ripeness, variety, physical and thermophysical properties.