

Владимир Ялпачик, Николай Стручаев, Вера Тарасенко

ОБОСНОВАНИЕ ТОЛЩИНЫ ПОДМОРОЖЕННОГО СЛОЯ КУСОЧКОВ КАБАЧКОВ И ТЫКВЫ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ К ДЛИТЕЛЬНОМУ ХРАНЕНИЮ В ЗАМОРОЖЕННОМ ВИДЕ

Таврический государственный агротехнологический университет

Аннотация: Статья посвящена обоснованию толщины подмороженного слоя овощной продукции при замораживании. Результаты исследований могут использоваться при разработке технологии длительного хранения в замороженном виде.

Ключевые слова: хранение, охлаждение, толщина, слой, продукт.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время все большее значение приобретает холодильная обработка пищевых продуктов. Охлаждения требует 31% всей производимой сельхозпродукции. В технологическом отношении замораживание есть один из прогрессивных видов консервирования биологически ценных продуктов с целью их подготовки к длительному хранению [1].

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Кабачки являются пищевым продуктом минимальной калорийности, но максимальной биологической ценности. Они имеют 4...12% сухих веществ, 2...3,1% сахаров, 12-40 мг аскорбиновой кислоты на 100 г сырого вещества, 0,55% азотистых веществ, 0,13% жира и 0,42% золы. В 100 г сырой массы кабачков находится 235 мг калия [2].

Тыква обладает жизненно важными функциями в регулировании процесса белкового и жирового обмена, является источником важнейших физиологически активных веществ, отсутствующих в других растительных продуктах. Она имеет 7,2...19,9% сухих веществ, 4,1...8,1% сахаров, 7...30,3 мг аскорбиновой кислоты на 100 г сырого вещества, 0,5% жира и 0,6% золы.

В настоящее время исследуются методы комплексной переработки овощей, что позволяет получать продукты с широкими технологическими возможностями. При разработке новых технологий для увеличения срока хранения и сохранения питательных веществ используется замораживание. Плоды кабачков и тыквы могут замораживаться как в целом, так и фрагментированном виде. Однако, при замораживании плодов в целом виде наблюдается их физическое разрушение (растрескивание). К причинам, вызывающим растрескивание, относятся неоднородность самих продуктов [3], наличие трех разных по пластичности и коэффициенту расширения слоев (кожица, мякоть, сердцевина).

Как показали проведенные исследования, кабачки и тыкву следует замораживать для длительного хранения во фрагментированном виде. Оптимальные размеры, определены по минимальному расходу тепла, необходимого для замораживания, для тыквы — кубики с размерами граней 32...44 мм, для кабачков — кружочки толщиной 15...25 мм [4]. Однако, поверхность нарезанных кусочков покрывается капельками сока из поврежденных клеток, что в процессе замораживания

способствует слипанию кусочков в большие блоки. Поэтому перед замораживанием их необходимо подмораживать до полного удаления влаги, т. е. до образования ледяной корки (подмороженного слоя), которая препятствует слипанию кусочков.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для обоснования толщины подмороженного слоя и температуры, при которой прекращается слипание кусочков, были проведены теоретические и экспериментальные исследования. Толщина определялась из условия, что количество теплоты, которое осталось в середине кусочка, было меньше количества теплоты, необходимой для плавления подмороженного слоя.

Это условие имеет вид:

$$(Q_{нач} - Q_{подм}) < Q_{плавл}, \quad (1)$$

где $Q_{нач}$ – количество теплоты, которое содержится в кусочке, Дж; $Q_{подм}$ – количество теплоты в подмороженном слое, Дж; $Q_{плавл}$ – количество теплоты, необходимое для плавления подмороженного слоя, Дж.

Выразив соответствующие значения $Q_{нач}$, $Q_{плавл}$, $Q_{подм}$ через физические параметры (табл. 1), получим формулу в окончательном виде:

$$(C_V \rho - C_{подм} \rho_{зам} V_{зам} (t_n - t_{кр})) < \lambda \rho_{зам} V_{зам} \quad (2)$$

где C_V – удельная теплоемкость овощей, Дж/(м³·К); ρ – плотность овощей, кг/м³; $C_{подм}$ – теплоемкость подмороженного продукта, Дж/(м³·К); $\rho_{зам}$ – плотность замерзшей ткани, кг/м³; $V_{зам}$ – объем замороженной части, м³; t_n – начальная температура, К; $t_{кр}$ – криоскопическая температура, К; λ – удельная теплота плавления, кДж/кг.

Таблица 1. Теплофизические свойства кабачков и тыквы

		Температура, °С					
		0	-5	-10	-15	-20	-25
Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·К)	Кабачки	0,2	1,21	1,36	1,45	1,52	1,57
	Тыква	0,2	1,18	1,41	1,55	1,63	1,65
Теплоемкость, кДж/кг·К	Кабачки	4,05	2,45	2,3	2,3	2,3	2,3
	Тыква	3,9	2,4	2,28	2,25	2,23	2,22

Объем замороженной части кусочка есть функция толщины подмороженного слоя:

$$V_{зам} = f(\delta), \quad (3)$$

где δ – искомая толщина подмораживаемого слоя, мм

Решив уравнение (1), получим график (рис. 1), описанный уравнением регрессии (4):

$$Q_{подм} = 4,12\delta^2 - 0,005\delta + 13,303 \quad (4)$$

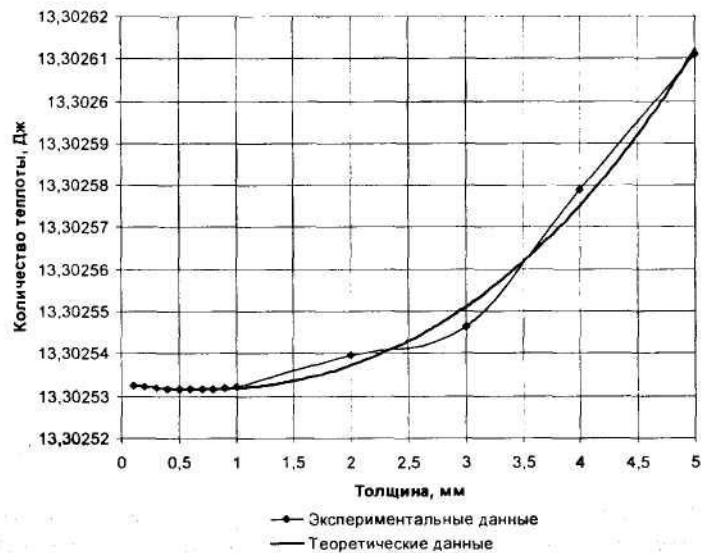


Рис. 1. Определение толщины подмороженного слоя

Исследование зависимости (4) на экстремум показало, что минимальная толщина подмороженного слоя, обеспечивающего отсутствие слипания при замораживании нарезанных кружочков кабачка и кубиков тыквы в блоки, находится в пределах 0,4 – 0,9 мм. Температуру, при которой прекращается слипание кусочков, определяли по прекращению адгезии между тензометрической балкой и кусочком продукта [5]. В результате проведенных исследований получена зависимость (рис.2), показывающая, что прилипание практически прекращается при температуре минус 4...5 °С. То есть, подмораживание необходимо проводить до этой температуры.

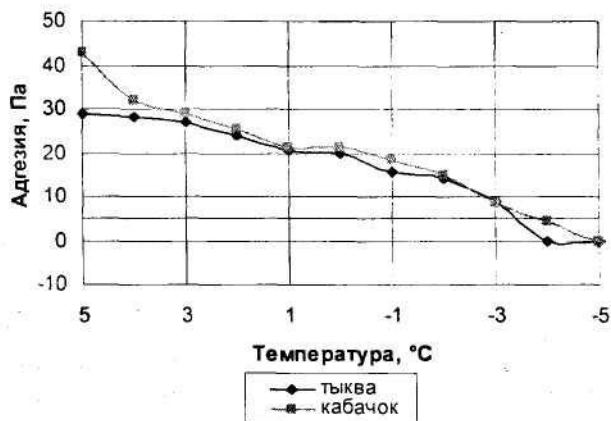


Рис. 2. Зависимость адгезии тыквы и кабачка от температуры на поверхности

Для определения изменения температуры по толщине продукта в центре кусочка и на глубине 1 мм от поверхности, устанавливались термопары и производилось замораживание в холодильной камере. Изменение температуры фиксировали потенциометром КВ-1.

Из анализа полученных зависимостей (рис.3) следует, что на расстоянии

1 мм от поверхности кусочка фазовый переход заканчивается через 25 мин после начала подмораживания. От точки предварительного охлаждения (5 °С) до завершения фазового перехода (минус 2 °С) проходит всего 10 мин. В то время как фазовый переход продолжается до 120 мин. При этом определенная температура подмораживания минус 5 °С на расстоянии 1 мм от поверхности достигается на 60-ой минуте или через 35 мин после окончания фазового перехода (рис.3). В это время центр кружочка кабачка и тыквы остается незамерзшим.

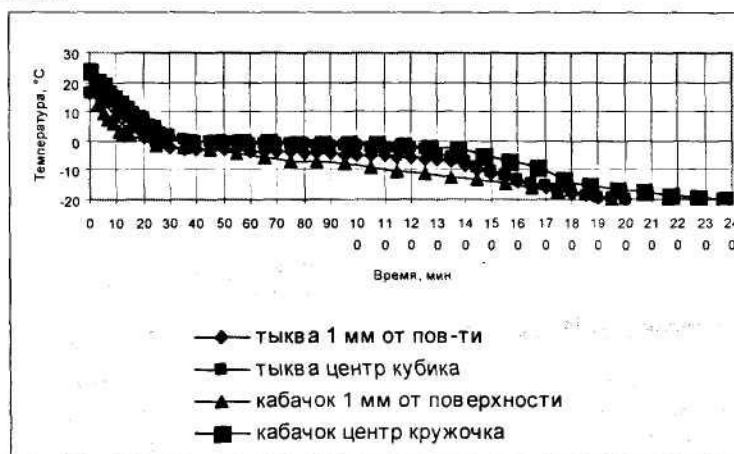


Рис. 3 – Послойное замораживание кружочков кабачков и кубиков тыквы

ВЫВОДЫ

1. Предварительное подмораживание плодовоовощной продукции, хранящейся в измельченном виде, позволяет избежать слипания и сохранить товарный вид и потребительские свойства.
2. Толщина замороженного слоя должна обеспечить предотвращение его плавления остаточным количеством теплоты во внутренних слоях продукта.
3. Предложенная методика позволяет определить толщину замороженного слоя плодовоовощной продукции и минимальное количество теплоты, которое необходимо при этом отвести.
4. Методика может быть использована не только для тыквы и кабачков, но и для другой сочной плодовоовощной продукции, подвергающейся замораживанию в измельченном виде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конвісер І. О., Паригіна Т. Б. Холодильна технологія харчових продуктів: Навч. посіб. – К.: Київ. Нац. торг. — екон. ун-т, 2001. – 242 с.
2. Колтунов В. А., Пузік Л. М. Зберігання гарбузових плодів: Наук. видання / Харк. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва – Х., 2004. – 365 с.
3. Мазуренко А. Г., Федоров В. Г. Замораживание пищевых продуктов в блоках. М.: ВО «Агропромиздат», 1988. – 206 с.
4. Ялпачик В. Ф., Стручаев К. Н., Тарасенко В. Г. Обоснование размеров кусочков тыквы и кабачков при замораживании // Праці ТДАТА, Вип. 37. — Мелітополь. – 2006. – с. 176-182
5. Ялпачик В. Ф., Буденко С. Ф., Тарасенко В. Г. Исследование адгезионных свойств кабачков // Холодильна техніка і технологія. – № 4 (108), 2007. – с. 58-60.

CONTENTS

<i>Jan Gliński</i> Przedmowa	5
<i>Alexander Golubenko</i> Greeting	6
<i>Сергей Федоркин</i> Приветствие	7
<i>Евген Красовський</i> Вітання з ювілеєм	8
<i>Victor Belodedov, Nikolay Velichko, Pavel Fil, Vladimir Breshev, Marina Mazneva</i> Simulation of influence of seeding conditions on closed to calculated quantity of intervals while maize seeding by sowing machine sknk-type	11
<i>Natalia Cherneckaya, Anna Shvornikova</i> Development of water-coil fuel compositions (WCF) with rational reological and power characteristics on basis of Donbass coals	18
<i>Alexander Dvoretzky</i> Increasing energy effectiveness of individual house with use of solar energy	25
<i>Nikolaj Boyko, Zelman Finkelstein, Maria Yamkovaya</i> Filter for cleaning with running magnetic field	31
<i>Sergey Yeroshin, Alexander Golubenko</i> Concept of developing machines and devices with the direct rotation of rotor without mechanical supports	37
<i>Sergiy Gutyrya, Igor Sydorenko</i> Dissipation factor at simulating oscilating systems with elastic response of duffing type	47
<i>Sergiy Gutyrya, Victor Yaglinsky, Alexander Siforov</i> Power evaluation of hydropneumatic shock-absorber at work	52
<i>Sergiy Gutyrya, Boris Morgun, Julia Morgun</i> Clamping efforts in epicyclical frictional boxes of speeds	59
<i>Sergiy Gutyrya, Dmitriy Bordeniuk</i> Diagnostics of damages in the trolleybus wheel reduction gears	65
<i>Nick Kalinkevich, Andrey Kalashnikov, Olha Hontar, Viktoriya Ignatenko, Olha Slobodyan</i> Theoretical and experimental investigations of return channels of turbomachines	71
<i>Irina Kirichenko, Olga Vitrenko, Marina Lobanova</i> Tooth-grinding of cylindrical tooth-wheels by quasi-hyperbolar knurling cutting tools	78
<i>Nikolay Belyakov, Alexey Nosko</i> Heat frictional contact of semi-bounded solids	83
<i>Pavel Nosko, Valeriy Stavitskiy, Grigoriy Boyko, Aleksey Kalashnikov</i> Exergoeconomical method for evaluation of efficiency of heat exchanging devices built into thermal system	92
<i>Sergey Rosoha, Leonid Kutsenko</i> Geometrical simulation of Wankel's micro engine frame and rotor profiles	98
<i>Sven Rost, Viktor Yaglinsky, Dmytro Chlyzov</i> Kinematics of robots with parallel structure	105
<i>Andrew Stepanov, Vladimir Rutenko</i> About the functional classification of drives of combines for harvesting of grain culture	114
<i>Oleg Sergeychuk</i> Optimization of the form of energy conservation buildings	121
<i>Andrew Stepanov</i> The generalisation of Lyapunov second method with use of interval function	131
<i>Sergiy Uminski, Anatoliy Yakovenko</i> Definition of parameters tooth gearing surfaces preparation tool at processing by methods free rollings	139

<i>Yuriy Khomyak, Sergiy Gurtyrya, Denis Peliuhno</i> Speed-up determination of endurance limit for the revolved axes	145
<i>Krzysztof Plizga</i> Eksploatacja i diagnostyka urzadzen technicznych	150
<i>Irene Cherednichenko, Zinaida Sapronova</i> Analysis of ecological safety and power intensity of the pneumatic transport	163
<i>Alexander Morozov, Nadezhda Koupa, Sergeiy Zhidov</i> Investigation of power and ecological descriptions of pneumatic vehicles.....	168
<i>Александр Дащенко, Виктор Николенко</i> Повышение энергетической эффективности силовых агрегатов гидравлических систем.....	173
<i>Леонід Петров, Анатолій Яковенко</i> Фізична здіснимість робочого процесу колісного трактора з гравітаційним кидачем	181
<i>Ялпачик В. Ф., Николай Стручаев Н. И., Тарасенко В. Г.</i> Обоснование толщины подмороженного слоя кусочков кабачков и тыквы в процессе подготовки к длительному хранению в замороженном виде	187
<i>Геннадий Клещев</i> Точность измерений – основной фактор качества изготовления штампов	191
<i>Геннадий Клещев</i> Математическая модель создания автоматизированных интегрированных систем сельхозпроизводства.....	197
<i>Сергей Осипов</i> Влияние геометрических факторов на износостойкость дробебетных лопаток	203
<i>Олександр Сидорчук, Віталій Боярчук, Михайло Бабич, Роксана Фтома</i> Використання енергетичного потенціалу малих гірських річок	208
<i>В. Шолудко, Віталій Боярчук, Я. Шолудко</i> Обґрунтування кількості компенсаторів температурних видовжень трубопроводів теплової мережі ...	213
<i>Стефан Ковалишин.</i> Сировинна база західного регіону України для виробництва біодизеля	220
<i>Наталья Канаева, Эрнест Чубукчи</i> Перспективы повышения энергетической эффективности систем теплоснабжения с применением тепловых насосов в Крыму	225