ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАМЕТРА СОСТОЯНИЯ СЫРЬЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ГРАВИТАЦИННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Одарченко А. Н.

Харьковский государственный университет питания и торговли

В статье рассматриваются научные подходы по введению нового параметра состояния сырья относительно гравитационной устойчивости $(M_{\rm cw})$. Этот параметр однозначно характеризует термическую обратимость процессов замораживания-размораживания и содержит информацию о состоянии замороженного пищевого сырья как термодинамической системы. Установлены значения $M_{\rm cw}$ для различных видов исследуемых образцов. Анализ этих значений для двух различных по физическому состоянию частей одной системы в исследуемых образцах овощей показывает, что в твердой части количество сухих веществ, приходящееся на 1 моль воды, в среднем в 3–3,5 раз выше, чем аналогичное отношение в жидкой части. Но для свеклы столовой данная разница менее заметна. При этом для исследуемых образцов яблок значения параметра $M_{\rm cw}$ для жидкой части значительно выше, чем для жидкой части овощей (за исключением свеклы столовой). Значения $M_{\rm cw}$ для яблок и свеклы столовой для двух разных фаз, в целом, схожи, что, возможно, объясняется особенностями химического состава.

Ключевые слова: термическая обратимость, замораживание-центрифугирование, идентификация, замораживание.

USE OF PARAMETER OF CONDITION OF RAW MATERIAL RELATIVELY GRAVITATION STABILITY TO CHARACTERIZE FROZEN FOOD PRODUCTS

Odarchenko A. N.

Kharkov state university of food technology and trade

The article is devoted to the scientific approach the introduction of a new state parameter of raw materials relative to the gravitational stability (M_{cw}). This parameter uniquely characterizes the thermal reversibility of the processes of freezing and thawing, and contains information about the state of the frozen food raw materials, as a thermodynamic system. Values of M_{cw} was calculated for various plant raw materials. The analysis of these values for two different physical parts of a system of vegetables shows that the solid part of solids per 1 mole of water on average 3–3.5 times higher than the corresponding ratio in the liquid portion. But for beet this difference is less visible. As for the apples M_{cw} parameter for the liquid portion is significantly higher than for the liquid of vegetables (excluding beet). M_{cw} values for apples and beet for two different phases, in general, similar to what can be explained by the chemical content.

Keywords: thermal reversibility, freezing-centrifugation, identification, freezing.

Введение

Широкая интеграция продуктов питания между странами, необходимость их транспортировки на большие расстояния, а также расширение оптовой и розничной торговли привели к необходимости применения различных методов консервирования пищевых продуктов. Одним из приоритетных направлений получения экологически безопасных продуктов питания с длительным сроком хранения является использование искусственного холода. При этом замороженное сырье или полуфабрикат фактически не подвергается химической модификации или влиянию физических полей, а также максимально приближены по компонентному составу к исходному сырью [1–2].

Необходимо отметить, что замороженные пищевые продукты и полуфабрикаты представляют собой сложные биохимические объекты, функции состояния которых зависят от многих факторов. Именно потому существуют проблемы объективного контроля их качества, поэтому поиск новых категорий для усовершенствования товароведной оценки качества замороженной продукции является актуальным заданием для ученых и практиков нашего времени [3–5].

Результаты

Исходя из этого, целью данной работы было определение значений показателя термической обратимости для некоторых видов овощей и плодов.

Объектами исследования были плазмы овощей и плодов, которые наиболее часто используются для производства замороженных полуфабрикатов, а именно: свекла столовая, томаты свежие, перец сладкий, морковь столовая, а также яблоки свежие следующих сортов: Спартан, Ренет Симиренко и Снежный Кальвиль. Предметом исследования были термодинамические свойства растительного сырья.

Предварительно получали плазму путем центрифугирования измельченного сырья со следующими параметрами процесса: υ =5000 об./мин., τ =15 мин. Для более полного отделения плазмы сырье подвергалось дополнительному замораживанию. Замораживание полученных при разделении плазмы и измельченного растительного сырья осуществляли в морозильных камерах при температуре -18±2 °C в течение 2–3 ч. После этого образцы размораживали в воздушной среде и вновь подвергали центрифугированию. При этом плазма, выделенная при центрифугировании исследуемого образца, сливалась в общий объем жидкой фазы, а осадок, образовавшийся при центрифугировании плазмы, добавлялся к общему количеству твердой фазы. Операции замораживания-центрифугирования проводили циклично.

Числовые значения параметра M_{cw} рассчитывали по формуле:

$$M_{CW} = \frac{m_C^T + m_C^W}{v_W}$$

где m_C^T — массовая доля сухих веществ в твердой фазе, %;

 $m_{\scriptscriptstyle C}^{\scriptscriptstyle \mathcal{H}}$ – массовая доля сухих веществ в жидкой фазе, %;

 $V_W -$ число молей воды в пищевом сырье, моль.

Основой научного исследования было введение новой категории – термической обратимости, $M_{\rm cw}$, которая количественно выражает качественные свойства замороженного пищевого сырья.

Содержание данного параметра заключается в отношении массы сухих веществ к числу молей невымороженной воды. Поскольку масса сухих веществ – величина постоянная, то при равенстве невымороженной воды сумма твердой и жидкой частей сырья будет постоянной, а их величины будут содержать информацию об обратимости сырья при замораживании.

Комплекс последовательных операций по нахождению параметра M_{cw} включает циклы замораживания-центрифугирования, количество которых определяется в основном содержанием в исследуемом образце сухих веществ. При этом операции замораживания-центрифугирования прекращают при достижении в твердой фазе устойчивости сухих веществ, и когда в жидкой части перестает образовываться осадок. В среднем, для различных видов плодов и овощей количество циклов составляет 5–6.

В результате наблюдаются общие закономерности для пищевого сырья: увеличение массы жидкой части и уменьшение массы твердой части с увеличением циклов замораживания-центрифугирования (рис. 1), причем после первого замораживания чаще всего происходит резкий скачок показателей, а дальнейшее изменение значений носит плавный характер.

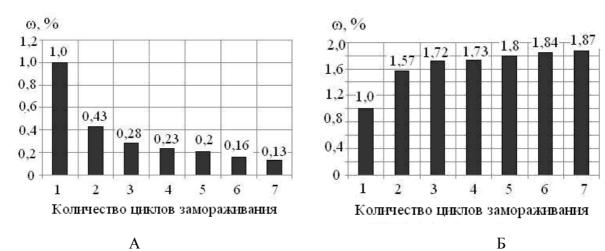


Рис. 1. Массовые доли твердой (A) и жидкой (Б) частей, которые образовались во время замораживания и центрифугирования томата свежего

После каждого цикла замораживания-центрифугирования в фазах исследуемого образца определяются массы сухих веществ и воды. Зависимость между массовыми долями воды и сухих веществ и количеством циклов замораживания также может быть показательной при определении количества необходимых циклов, при которых достигается термическая обратимость.

Так, например, для моркови столовой массовая доля сухих веществ в жидкой части увеличивается и имеет максимальное значение при 6-ти кратном замораживании, далее

значения показателя снижаются (рис. 2). При этом отмечено изменение органолептических показателей: консистенция жидкой части становится липкой и вязкой, появляется несвойственный для свежей моркови запах.



Рис. 2. Массовая доля сухих веществ в жидкой части моркови столовой

Данный скачок, а также изменение органолептических свойств свидетельствуют о том, что дальнейшее замораживание-центрифугирование целесообразно, достигнуто так как свойство термической обратимости исследуемого Для сырья. других исследуемых образцов также наблюдаются изменения значений.

В целом, анализируя данные рис. 3, отмечено, что содержание воды в твердой

части всех исследуемых образцов уменьшается, а в жидкой части увеличивается с увеличением циклов замораживания.

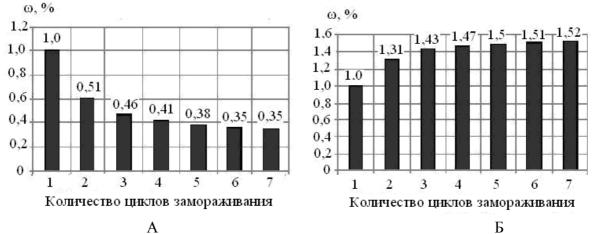


Рис. 3. Массовая доля воды в твердой (А) и жидкой (Б) частях исследуемых образцов перца сладкого

Как и ожидалось, по закону сохранения массы, массовая доля сухих веществ, наоборот, увеличивается в жидкой части и уменьшается в твердой (рис. 4). Данные изменения объясняются перераспределением сухих веществ и влаги в исследуемых образцах при замораживании и последующем центрифугировании, то есть происходит переход компонентов из одной фазы в другую. При этом сохраняется общая устойчивость массовой доли воды и сухих веществ в навеске исследуемого образца, что свидетельствует об отсутствии протекания химических реакций.

В ходе исследования распределения веществ химического состава в образцах яблок свежих в массовой доле сухих веществ, характерной для исследуемых образцов овощей, тенденции не наблюдается.

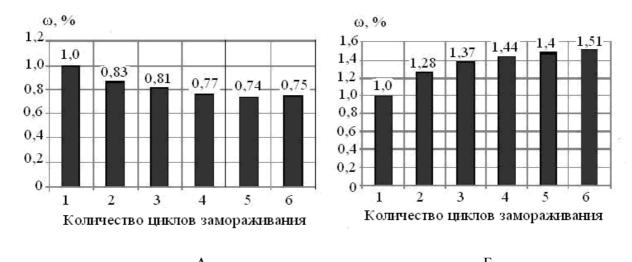


Рис. 4. Массовая доля сухих веществ в твердой (A) и жидкой (Б) частях исследуемых образцов свеклы столовой

При экспериментальном определении влажности в образцах яблок изменение значений происходит нелинейно и при этом не зависит от количества циклов замораживания-центрифугирования, что в дальнейшем отражается на расчетах массовой доли сухих веществ в твердой и жидкой частях исследуемых образцов яблок (рис. 5). При этом разница между начальным и конечным значениями показателя подчиняется общей тенденции перераспределения веществ.

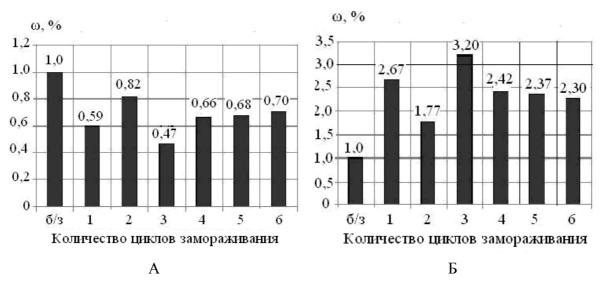


Рис. 5. Массовая доля сухих веществ в твердой (A) и жидкой (Б) частях исследуемых образцов яблок свежих сорта Снежный Кальвиль

Скачки значений массовой доли сухих веществ, очевидно, обуславливаются спецификой перехода компонентов из одной системы в другую и характерны только для образцов яблок: в образцах овощей (свеклы столовой, моркови столовой, томатов свежих и перца сладкого) изменения содержания сухих веществ носят плавный характер.

Установлено, что параметр M_{cw} имеет физическое значение при достижении системой состояния термической обратимости, поэтому его расчет необходимо производить после последнего цикла замораживания-центрифугирования. Исходя из того, что обе фазы исследуемого образца на конечном этапе содержат компоненты сухих веществ (в твердой части – нерастворимые вещества, а в жидкой – растворимые), расчет отношения массы сухих веществ к числу молей воды осуществляют для твердой (M_{cw}^{T}) и жидкой ($M_{cw}^{\#}$) фаз (табл. 1).

. Таблица 1 Значение параметра $M_{\rm cw}$ для фаз исследуемых образцов

Исследуемый образец	Значение М _{сw} , кг/моль	
	$\mathbf{M}_{\mathrm{CW}}^{\mathrm{T}}$	$M_{CW}^{\mathcal{K}}$
Томат свежий	$4,4\cdot 10^{-3}$	$0.7 \cdot 10^{-3}$
Перец сладкий	$3,4\cdot 10^{-3}$	1,0·10 ⁻³
Морковь столовая	$4,5 \cdot 10^{-3}$	1,3·10 ⁻³
Свекла столовая	4,6·10 ⁻³	3,0·10 ⁻³
Яблоки свежие сортов:		
- «Спартан»	$4,73 \cdot 10^{-3} \\ 3,79 \cdot 10^{-3}$	$2,41\cdot10^{-3}$
-«Снежный Кальвиль»	$3,79 \cdot 10^{-3}$	$2,26 \cdot 10^{-3} \\ 2,95 \cdot 10^{-3}$
- «Ренет Симиренко»	$6,0\cdot 10^{-3}$	$2,95 \cdot 10^{-3}$

Анализ значений параметра $M_{\rm cw}$ для двух различных по физическому состоянию частей одной системы в исследуемых образцах овощей показывает, что в твердой части количество сухих веществ, которое приходится на 1 моль воды, в среднем в 3–3,5 раза выше, чем в жидкой. Но для свеклы столовой данная разница менее заметна.

При этом для исследуемых образцов яблок значение параметра M_{cw} для жидкой части значительно выше, чем для жидкой части овощей (за исключением свеклы столовой). Кроме того по своему внешнему виду жидкая часть образцов яблок на последнем цикле замораживания-центрифугирования представляет собой высококонцентрированную вязкую систему. Следует отметить, что значение M_{cw} для яблок и свеклы столовой для двух различных фаз, в целом, похожи, что, возможно, объясняется особенностями химического состава. Так, яблоки и свекла столовая характеризуются повышенным содержанием пектиновых веществ, что, очевидно, и обусловливает данные особенности распределения веществ при замораживании-центрифугировании.

Из таблицы 1 также видно, что числовые значения для различных исследуемых образцов находятся в одном числовом диапазоне, что обусловливает их принадлежность к

растительной группе. Следовательно, значение M_{cw} могут не только давать общую характеристику исследуемого образца как термодинамической системы, относящейся к той или иной группе пищевых продуктов, но и идентифицировать данные объекты и системы внутри группы.

Таким образом, в процессе исследования установлены значения M_{cw} для разных видов растительного сырья. Выявлена взаимосвязь между химическим составом пищевого продукта и значениями M_{cw} , в частности для пектиносодержащего растительного сырья: свеклы столовой и яблок свежих. Отмечено, что полученные значения M_{cw} дают не только общую характеристику исследуемого образца, но и идентифицируют данные объекты и системы внутри групп.

Список литературы

- 1. Выгодин В. А. Быстрозамороженные пищевые продукты растительного и животного происхождения / В. А. Выгодин, А. Г. Кладий, В. С. Колодязная. М.: Коммерческая фирма «Галактика-ИГМ», 1995. 77 с.
- 2. Кременская М. И. Разработка интенсивных технологий быстрого замораживания лесных и садовых ягод: Автореф. дис... канд. техн. наук. СПб., 2000. 16 с.
- 3. Кретович В. Л. Основы биохимии растений. М.: Высшая школа, 1971. 464 с.
- 4. Колодязная В. С. Некоторые аспекты замораживания растительных продуктов / В. С. Колодязная [и др.] // Мороженое и замороженные продукты. 2006. № 8.
- 5. Черевко А. И. Развитие категорий для товароведной оценки качества пищевых продуктов и сырья при низкотемпературном консервировании / А. И. Черевко, Н. И. Погожих, А. Н. Одарченко, Д. Н. Одарченко // Вестник Херсонського нац. техн. ун-та. Херсон, 2009. № 3(36). С. 217–221.

Рецензенты:

Ткаченко Иван Константинович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры анатомии и физиологии живых организмов Биолого-химического факультета Белгородского государственного университета Министерства образования и науки РФ, г. Белгород. Лазарев Александр Владимирович, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры биотехнологии и микробиологии Биолого-химического факультета Белгородского государственного университета Министерства образования и науки РФ, г. Белгород.