

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2023. – Vol.3/11(123). – P.6-15. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.279008>
2. Pak A, Onishchenko V, Yancheva M, Onyshchenko A, Grynchenko N, Pak A, Inzhyyants S. Formation of functional and technological properties of the film from intestinal raw materials during the drying process // Food science and technology. – 2024. – 18(1). – P.73-83. (<https://doi.org/10.15673/fst.v18i1.2850>) URL: <https://journals.ontu.edu.ua/index.php/foodtech/article/view/2850/3012>
 3. Onishchenko V, Pak A, Goralchuk A, Shubina L, Bolshakova V, Inzhyyants S, Pak A, Domanova O. Investigation of hygroscopic properties and porosity of glued reinforced sausage casings // EUREKA: Life Sciences. – 2021. – Vol.1. – P.31-36. URL: <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2021.001632>

УДК 65.012.14:664

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМНОЇ ВОДИ ЖЕЛЕЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ ВІД РІЗНИХ ВИРОБНИКІВ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИМ КАЛОРИМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ

Пак А.О. д.т.н., проф.

Державний біотехнологічний університет

Пак А.В. к.т.н., доц., Пілюгін Д.Ю. магістр

ННІ «УІПА» ім. В.Н. Каразіна

Низькотемпературним калориметричним методом досліджено системну воду желейної продукції від різних виробників, інформація про яку надає можливість спрогнозувати необоротні зміни у продукції під час її зберігання, а, також, є вихідною для аналізу виробником рецептури за умови необхідності її раціоналізації.

Стан та структура системної води, форми її зв'язку з сухими речовинами харчової продукції обумовлюють інтенсивність процесів, які змінюють вихідні властивості цієї продукції [1]. Тому інформація про системну воду надає можливість спрогнозувати необоротні зміни у продукції під час її зберігання, а, також, є вихідною для аналізу виробником рецептури за умови необхідності її раціоналізації.

Об'єктом дослідження є желейні вироби від різних виробників, а, саме: ТМ «Бісквіт-Шоколад»; ТМ «Стимул»; ТМ «Klim»; ТМ «Jelini»; ТМ «Haribo»; ТМ «Roshen».

Одним із методів, які дозволяють досліджувати системну воду таких харчових систем є низькотемпературний калориметричний метод [2]. Метод полягає у непрямому визначенні кількості теплоти, що виділяється через фазовий перехід I (кристалізація) або II (перехід у аморфний стан) роду системної води під час охолодження досліджуваного зразка до температури, яка підтримується в термостаті. Ідея методу полягає у реєстрації різниці між початковою та кінцевою температурою охолоджувача, який омиває досліджуваний зразок, що знаходиться у спеціальній вимірювальній камері

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 всередині термостата [2].

Частина системної води, яка переходить у кристалічний стан за температури 0°C , володіє властивостями, так званої, вільної або об'ємної води [2]. Ця вода є сприятливим середовищем для перетікання окислювальних та мікробіологічних процесів. Слід відмітити, наявність мікробіологічних та окислювальних процесів є однією із основних причин псування харчової продукції під час тривалого зберігання. Частина системної води, яка переходить у кристалічний або аморфний стан за більш низьких температур, зв'язана тим, чи іншим механізмом з сухими речовинами харчової продукції. Перетікання мікробіологічних та окислювальних процесів у цій частині системної води ускладнено наявністю саме цього зв'язку. Зважаючи на це, виробники такої продукції як желейні вироби, з точки зору подовження термінів зберігання, прагнуть різними способами зменшити частину системної води, що володіє властивостями вільної води, та збільшити частину води, яка є зв'язаною із сухими речовинами тим, чи іншим механізмом. Однак зв'язувати всю системну вологу не доцільно з точки зору органолептики, оскільки це приведе до невідповідності органолептичних властивостей вимогам, що ставляться до желейної продукції. Таким чином, під час виробництва желейної продукції, як правило, визначається раціональне співвідношення, з точки зору виробника, між зв'язаною та вільною системною водою продукції, виходячи із поставлених пріоритетів.

Дослідження желейної продукції калориметричним методом проводили за температури калориметра мінус 12°C . За цих умов існує можливість визначити дві компоненти системної води, а, саме, виморожену та невиморожену воду за температури мінус 12°C .

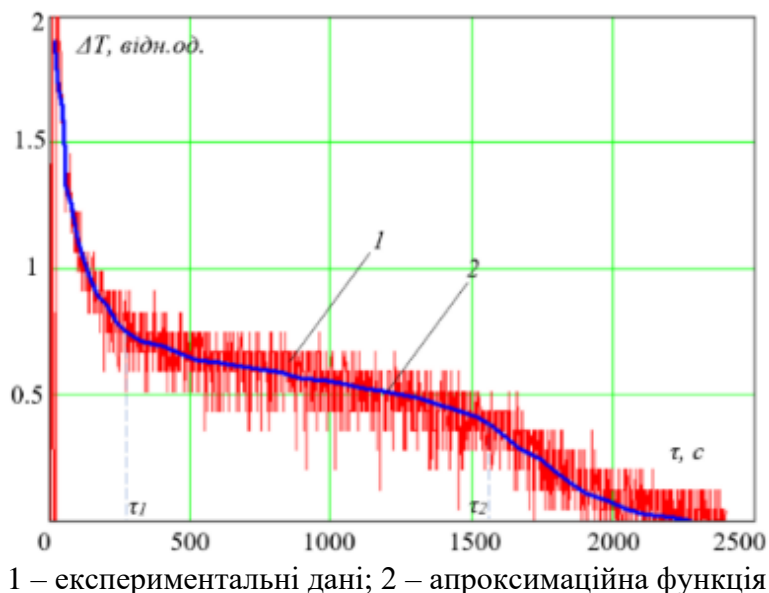


Рис. 1. Термограма, отримана з використанням низькотемпературного калориметричного методу для зразка желейної продукції від ТМ «Бісквіт-Шоколад»

Термограма отримана під час охолодження досліджуваних зразків має типовий вигляд [3] і являє собою зміну з часом τ різниці температур ΔT між

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 входом та виходом у вимірювальну камеру у відносних одиницях. На рис. 1 наведено, як приклад, термограму, отриману для зразка желевної продукції від ТМ «Бісквіт-Шоколад».

Термограми, отримані під час охолодження в термостаті досліджуваних зразків до температури мінус 12°C, можна розділити на три основні ділянки. Перша ділянка (I) відповідає охолодженню зразка до температури кристалізації частини системної води, яка переходить у твердий або твердоаморфний стан за температури 0°C та яка володіє властивостями вільної води. Друга ділянка (II) відповідає кристалізації цієї частини системної води. При цьому температура зразка залишається постійною і дорівнює 0°C, різниця температур ΔT при цьому відмінна від нуля і також постійна. Третя ділянка (III) – охолодженню зразка до рівноважної температури термостата. Площа під кожною із ділянок відповідає кількості теплоти, яка виділяється під час відповідного теплообмінного процесу: ділянка I та III – охолодження; ділянка II – фазовий перехід I роду (кристалізація). Розділення термограми на ділянки проводиться наступним чином. На першому етапі проводиться апроксимація експериментальних даних. Для експериментальних даних підбирається апроксимаційна функція $\Delta T(\tau)$. Далі робиться припущення, що оскільки під час охолодження будь-якого тіла, температура змінюється за експоненціальним законом (I та III ділянки), а під час фазового переходу води I роду (II ділянка) – температура постійна, то при переході між ділянками апроксимаційна функція буде мати перегини. Ці точки перегину (межа між I і II та між II і III ділянками) знаходились шляхом визначення положення екстремумів першої похідної від апроксимаційної функції.

Слід відмітити, що площа під другою ділянкою S_{fr} помножена на відповідний масштабний коефіцієнт $coef_{fr}$ пропорційна кількості системної води w_{fr} , яка переходить у кристалічний або твердоаморфний стан за температури термостата мінус 12°C:

$$w_{fr} = coef_{fr} \cdot S_{fr}. \quad (1)$$

Площа під відповідною ділянкою термограми знаходиться як інтеграл від апроксимаційної функції у межах визначених за положеннями екстремумів першої похідної від неї:

$$S_{fr} = \int_{\tau_1}^{\tau_2} \Delta T(\tau) d\tau. \quad (2)$$

Величина масштабного коефіцієнту $coef_{fr}$ визначалась при охолодженні еталонного зразка за тих же умов. Як еталон використовувалась ємність із матеріалу з високою теплопровідністю, заповнена водою питною.

При цьому загальна кількість системної води $w_{s.w.}$ нормується та є сумою двох частин – вимороженої w_{fr} та невимороженої w_{nfr} води за даної температури термостата (мінус 12°C):

$$w_{s.w.} = w_{fr} + w_{nfr} = 1. \quad (3)$$

Отримані таким чином результати наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Частина вимороженої та невимороженої системної води у зразках желейної продукції від різних виробників

Зразок	w_{fr} , кг/кг	w_{nfr} , кг/кг
ТМ «Бісквіт-Шоколад»	0.29	0.71
ТМ «Стимул»	0.27	0.73
ТМ «Klim»	0.15	0.85
ТМ «Jelini»	0.25	0.75
ТМ «Haribo»	0.13	0.87
ТМ «Roshen»	0.31	0.69

З наведених результатів слідує, що найбільшу кількість системної води, яка володіє властивостями об'ємної або, так званої, вільної води, утримують зразки желейної продукції від ТМ «Roshen» та ТМ «Бісквіт-Шоколад» (відповідно 0.31 та 0.29 кг/кг), а найменшу – зразки від ТМ «Haribo» та ТМ «Klim» (відповідно 0.13 та 0.15 кг/кг). Інші зразки займають проміжне значення щодо кількості вимороженої системної води.

Висновок

Дослідженнями системної води желейної продукції від різних виробників низькотемпературним калориметричним методом встановлено, що найбільшу кількість системної води, яка володіє властивостями об'ємної або, так званої, вільної води, утримують зразки желейної продукції від ТМ «Roshen» та ТМ «Бісквіт-Шоколад» (відповідно 0.31 та 0.29 кг/кг), а найменшу – зразки від ТМ «Haribo» та ТМ «Klim» (відповідно 0.13 та 0.15 кг/кг). Інші зразки займають проміжне значення щодо кількості вимороженої системної води: ТМ «Стимул» – 0.27 кг/кг; ТМ «Jelini» – 0.25 кг/кг. Виходячи із отриманих даних, можна припустити, що під час розробки технології виробництва желейної продукції пріоритетними для ТМ «Roshen» та ТМ «Бісквіт-Шоколад» були у більшому ступені органолептичні властивості, а для продукції ТМ «Klim» – подовжені терміни зберігання. Щодо желейної продукції від ТМ «Haribo», то вона на відміну від інших досліджуваних зразків, які відносяться до желейного мармеладу, відноситься до жувального мармеладу, вимоги до якого за органолептичними властивостями за консистенцією відрізняються від інших зразків.

Список використаних джерел

1. Дюкарева Г.І., Гасанова Г.Е., Пак А.О. Determination of storage conditions for new biscuits using their sorption isotherms // Ukrainian Food Journal. –2014. – Volume 3. Issue 2. – P. 249-256.
2. Погожих М.І., Пак А.О., Чеканов М.А., Іштван Є.О., Павлюк І.М. Дослідження системної води харчової сировини термодинамічними та молекулярно-кінетичними методами // ЕЕJET, Східно-європейський журнал передових технологій. – 2014. – № 5/11 (71). – С.42-46.
3. Дослідження системної води ягідних джемів низькотемпературним калориметричним методом // Погожих М.І., Пак А.О., Пак А.В., Нечай Є.С. «ScienceRise», 2019. – №11 (64) – С. 35–39.