



УДК 664. 1: 536.66

DOI: 10.31388/2220-8674-2020-2-21

ДЕРИВОТОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПОНЕНТІВ РОЗРОБЛЕНИХ МОЛОКОВМІСНИХ ТЕРМОСТАБІЛЬНИХ НАЧИНОК З ЖЕЛАТИНОМ ТА ТРАНСГЛЮТАМІАЗОЮ

Кошель О. Ю., ст. викл.

ORCID: 0000-0002-2184-2106

Перцевой Ф. В., д.т.н., проф.

ORCID: 0000-0002-3111-5017

Марченко О. С., магістр

ORCID: 0000-0003-4778-5012

Чуйко О. В., асист.

ORCID: 0000-0001-6721-6314

Самілик М. М., к.т.н.

ORCID: 0000-0002-4826-2080

*koshelolena85@ukr.net**Сумський національний аграрний університет*e-mail: *koshelolena85@ukr.net*

Постановка проблеми. Групою авторів [1] було розроблено термостабільну молоковмісну начинку з желатином, трансглютаміназою та сумішшю полісахаридів. Також проведені дослідження по взаємодії усіх рецептурних компонентів начинки.

Після проведення експериментальних досліджень встановлено, що під час використання в рецептурному складі сумішей полісахаридів, мальтодекстрину, цукрової пудри та сухого знежиреного молока переважає зв'язана волога. Зв'язана волога, на відміну від вільної, характеризується складністю видалення, оскільки для цього необхідна висока температура, що супроводжується поглинанням (ендотермічне перетворення) або виділенням тепла (екзотермічне перетворення). Таким чином, відбуваються фізико-хімічні зміни в системах, зокрема зміни маси під час дії температури.

В даний час термічний аналіз і, зокрема, деривотографія, є одним з найпоширеніших фізико-хімічних методів досліджень. Він дозволяє дослідити поведінку індивідуальних речовин і композицій в умовах програмованого нагріву. На практиці класифікація і кількісна оцінка різних процесів, що відбуваються при нагріванні зразків, здійснюються за кривими тепловиділення та кривими втрати маси [2]. Особливий інтерес представляє визначення кінетичних параметрів цих процесів, а також оцінювання механізмів їх протікання.

Аналіз останніх досліджень. У статті [3] досліджено процеси, перебіг яких відбувається під час зберігання хліба заварного із житнього борошна, та вплив борошна частково знежиреного (БЧЗ) з насіння: гарбуза, кунжуту, горіха волоського та порошку топінамбура (ПТ) на збереження свіжості готового виробу. Авторами встановлено,



що при зберіганні протягом п'яти діб у житньому заварному хлібі відбуваються процеси визрівання структури м'якушки, що виражається у руйнуванні кристалічних біополімерів борошна. При цьому видаляється вільна вода, а кількість міцно зв'язаної води залишається майже незмінною; енергія активації води в м'якушці хліба зростає на 5...7%.

Науковці [4] дослідили форми зв'язку вологи в хлібі, збагаченого кедровим борошном і отриманим з використанням активованої води в процесі зберігання з допомогою метода диференціально-термічного аналізу. В рамках даної роботи використовувався деривотограф simultaneous TG-DTA DSC Apparatus. За результатами дослідження простежується залежність збільшення загального з триманної адсорбційно і осмотично зв'язаної вологи в хлібі з кедровим борошном, на початковому етапі зберігання. Збільшення частки вологи з високою енергією зв'язку зразку хліба з кедровим борошном може бути обумовлено декількома причинами, серед яких збільшення масової частки білка (біополімеру, переважно утримуючи вологу за рахунок осмосу).

Автори [6] в результаті експериментальних досліджень із вивчення кінетичних параметрів ендотермічних процесів термостійкої начинки, встановили, що концентрат насіння кунжуту сприяє стійкості начинки до впливу високих температур і знижує втрати маси вологи. Було встановлено, що найбільшій втраті маси вологи зазнали зразки ТН після зберігання за обох режимів, що, імовірно, пов'язано із здатністю крохмалю утримувати вологу, але має місце ретроградація (старіння). У цьому випадку волога під час зберігання зв'язується пектином та іншими рецептурними компонентами з гідрофільними властивостями (дія крохмалю послаблюється). Це зумовлює зниження температурного впливу для руйнування тих чи інших хімічних зв'язків між рецептурними компонентами ТН під час зберігання.

В роботі [7] встановлено, що процес видалення вологи із зразків дисперсної емульсійної системи без олії відбувається в одну стадію із зразків дисперсної емульсійної системи із кількістю додатково внесеної олії 100 % – в три стадії на що вказують відповідно один та три характерні ендотермічні ефекти, за яких швидкість втрати маси (крива DTG) максимальна. Наведені дані свідчать, що положення ендотермічних ефектів дослідних зразків відрізняються та характеризуються температурами, за яких відбувається видалення вологи з різною формою та енергією зв'язку. Для дисперсної емульсійної системи без олії зафіксовано пік за температури 118 С, для дисперсної емульсійної системи з кількістю додатково внесеної олії 100 % – за температур 80, 110 та 129 С. На підставі отриманих результатів слід вважати, що волога в дисперсійній емульсійній системі без олії та



дисперсній емульсійній системі з кількістю додатково внесеної олії 100 % знаходиться у різних формах з різною енергією зв'язку, тобто має широкий спектр «зв'язаності».

Формулювання цілей статті. Проведений огляд літератури дозволив нам сформулювати завдання, які необхідно вирішити:

- дослідити деривотографічні дослідження компонентів розроблених молоковомісних термостабільних начинок;
- визначити, яким процесом супроводжується нагрівання модельних систем;
- в ході досліджень встановити фізико-хімічний зв'язок з сухими речовинами та встановити діапазон температур..

Основна частина. Сутність досліджень із застосуванням деривотографії полягає в тому, що в процесі безперервного програмованого нагріву зразка фіксуються зміни, що відбуваються в ньому: втрата маси (TG), обумовлена виділенням летючих компонентів або протіканням хімічної реакції зі зміною маси зразка; поглинання або виділення теплоти (DTA) внаслідок фазових переходів швидкість зміни маси (DTG).

Об'єктами деривотографічних досліджень (Рис.1) є наступні модельні системи:

- модельна система із камеді ксантану і камеді тари (а);
- модельна система із камеді ксантану, камеді тари та желатину (б);
- модельна система із камеді ксантану, камеді тари, желатину та мальтодекстрину (в);
- модельна система із камеді ксантану, камеді тари, желатину, мальтодекстрину і сухого знежиреного молока (г);
- модельна система із камеді ксантану, камеді тари, желатину, мальтодекстрину, сухого молока і цукрової пудри (д);
- начинка термостійка молоковомісна (е).

На рис. 1 для досліджуваних модельних систем наведено деривотограми, що містять кінетику температури (Т), втрати маси (TG), поглинання або виділення теплоти (DTA), швидкості зміни маси (DTG).

Експеримент проводився за умови заданого монотонного збільшення температури. З рис.1 видно, що для всіх досліджуваних зразків DTG та DTA спрямовані у бік зменшення температури. Таким чином слід вважати, що процес нагрівання модельних систем супроводжується поглинанням теплоти, тобто є ендотермічним.

Дериваторами для всіх зразків можна розділити на три основних етапи (відділені на рис.1 пунктирною лінією). Розглянемо кожний із етапів, а саме: який вид мають наведені кінетики на кожному із виділених частин процесу нагрівання.

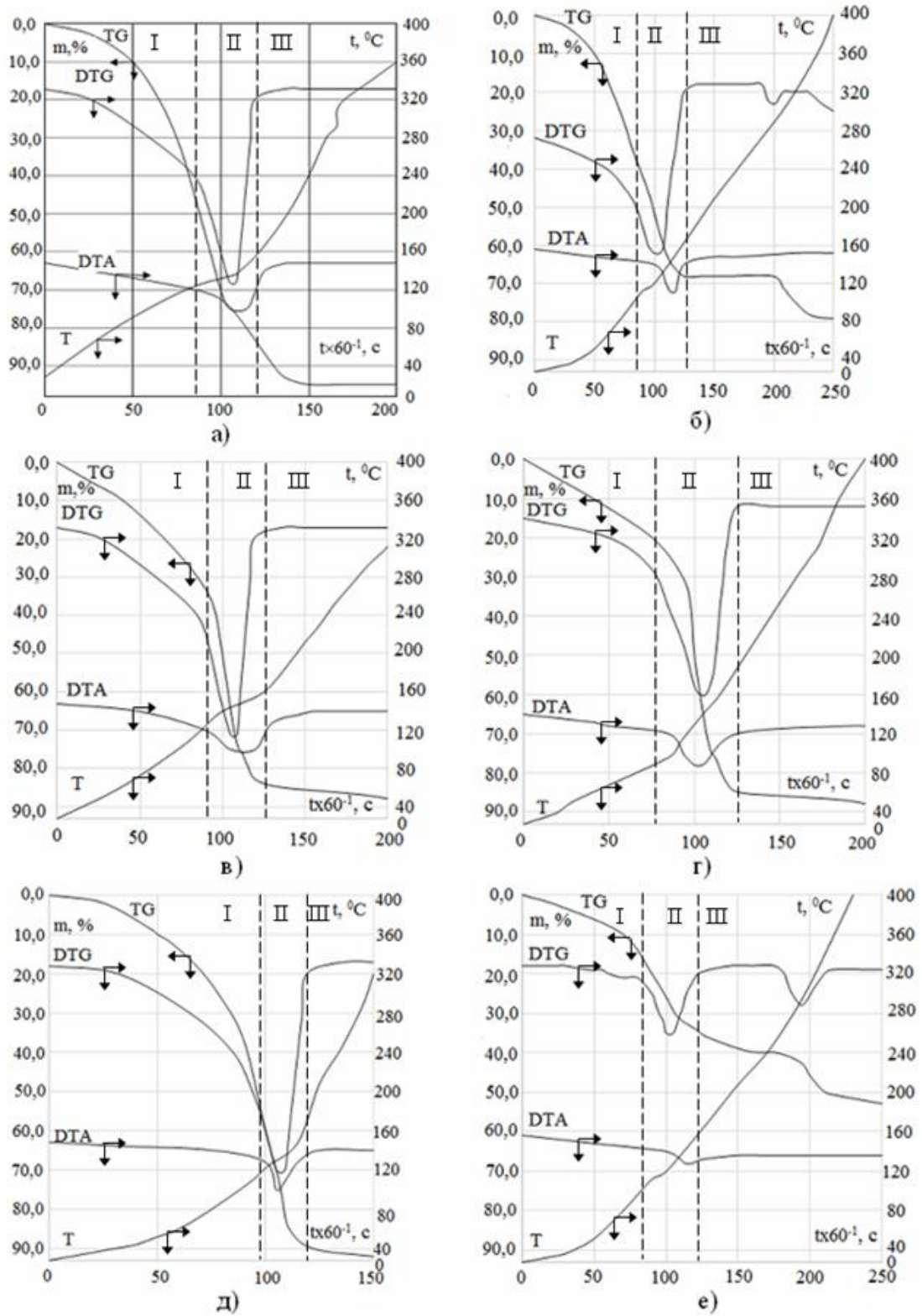


Рис. 1. Деривотограми досліджуваних модельних систем

На першому етапі відбувається нагрівання модельної системи, про що свідчить монотонна зміна температури (Т) з часом. Внаслідок



нагрівання відбувається збільшення інтенсивності випаровуванням води з поверхні модельної системи: кінетика втрати маси (TG) змінює кут нахилу відносно осі, на якій відкладено час. Підтверджує збільшення інтенсивності випаровування води і кінетика зміни маси (DTG): змінюється кут нахилу кривої до осі абсцис.

На другому етапі процесу на кінетиках втрати маси (TG) та швидкості зміни маси (DTG) наявні характерні для всіх модельних систем піки, які відповідають інтенсивному видаленню маси із зразків за рахунок переходу води із рідкого в газоподібний стан по всьому об'єму системи. Дані піки відповідають кипінню рідини, що утримують модельні системи. На ділянках часу, які відповідають даним пікам, кінетика температури (T) та кінетика поглинання теплоти (DTA) змінюють кут нахилу до осі, на якій відкладено час. Кут нахилу кінетики температури зменшується, що свідчить про наявність фазового переходу I роду.

Слід відмітити, що ширина та інтенсивність піків на другому етапі процесу нагрівання для різних модельних систем відрізняється. Це обумовлюється кількістю води, для якої відбувається фазовий перехід I роду.

Про завершення другого етапу свідчить повторна зміна кута нахилу кінетики температури (T) та вирівнювання кінетики втрати маси (TG) та швидкості зміни маси (DTG).

На третьому етапі продовжується нагрівання зразка до кінцевої температури, при цьому відбувається термічне розкладання речовин досліджуваних модельних систем з виділенням газоподібних речовин.

Температура, за якої відбувається інтенсивний перехід води із рідкого або аморфного в газоподібний стан по всьому об'єму системи, для всіх зразків лежить у межах діапазону від 115°C до 125°C. Відомо, що фазовий перехід I роду для об'ємної води (так званої вільної води) має місце за температури 100°C. За температур із діапазону від 115°C до 125°C до газового стану переходить фізико-хімічна волога, яка в свою чергу підрозділяється на адсорбційно й осмотично зв'язану. До осмотичної відноситься волога набрякання й волога іммобілізована усередині кліток колоїдною оболонкою. До адсорбційно зв'язаної вологи відноситься волога, що утворює мономолекулярний шар з молекулами сухих речовин. Вона зв'язана більш міцно з речовиною порівняно з осмотичною. У наступних шарах енергія зв'язку постійно зменшується. Саме наявність фізико-хімічного зв'язку води з сухими речовинами модельних систем є причиною того, що перехід води даних модельних систем до газового стану відбувається за температури більшої 115°C. При цьому, оскільки не існує чіткої границі між різними формами зв'язку води, то температура фазового переходу I роду для такої вологи визначається саме діапазоном температур.



Необхідно відмітити, що на деривотограмах відсутні видимі піки, що відповідають фазовому переходу вільної води до газового стану, тобто піків за температури 100°C . Даний факт свідчить або про відсутність вільної води (тобто вся вода модельних систем зв'язана тим, або іншим механізмом з сухими речовинами), або про її незначну кількість.

Висновки. Деривотографічними дослідженнями встановлено, що основна частина води модельних систем знаходиться у фізико-хімічному зв'язку з сухими речовинами. При цьому фазовий перехід системної води I роду із рідкого або аморфного стану в газоподібний відбувається в діапазоні температур від 115°C до 125°C .

Список використаних джерел.

1. Перцевой Ф. В., Бідюк Д. О., Кошель О. Ю. Аналітичне обґрунтування та вибір бінарної комбінації полісахаридів для термостійких молокозмісних начинок. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. Харків: ХДУХТ, 2018. Вип. 1(27). С. 122-133.

2. Уварова В. А., Мурашев В. И. Дериватографический метод определения кинетических параметров термической деструкции веществ и материалов, используемых в угольных шахтах. *Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности*. 2012. № 2. С. 175–179.

3. Pashova N. The influence of the flour of partially defatted oil seeds and artichoke on rye bread staling / N. Pashova, G. Voloshchuk, V. Fomenko, V. Mank // *National University of Food Technologies Scientific Works of NUFT* 2019. Vol. 25, Pp. 204-216

Разработка алгоритма оценки конкурентоспособности обогащенных хлебобулочных изделий / Л. П. Нилова и др. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. Экономика и менеджмент*. 2012. № 22. С. 185-191.

5. Любенко Г. Д. Технологія термостійких та заморожених начинок з використанням молочної сировини і концентрату насіння кунжуту: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.13 / ХДУХТ. Харків, 2016. 20 с.

6. Бідюк Д. О. Технологія продукту сирного кисломолочного з використанням рослинного наповнювача емульсійного типу: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.16 / ХДУХТ. Харків, 2013. 24 с.

7. Aymeson A. Food thickeners, stabilizers, gel-forming agents [Pishchevyue zagustiteli, stabilizatory, geleobrazovateli], ID «Professiya» 2012. 408 p.

8. Phillips G.O., Williams P.A. Handbook of hydrocolloids [Spravochnik po gidrokolloidam] SPb. GIORD. 2006. 536 p.



9. Rohart K., Michon C. G. Designing microstructure into xanthan gum-enriched acid milk gels. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2015. Vol. 25 P. 53-57. DOI: 10.1016 / j.ifset.2014.01.002.

10. Effect of xanthan gum on palm oil in vitro digestion. Application in starch-based filling creams / M. K. Espert et al. *Food Hydrocolloids*. 2019. Vol. 86. P. 87-94. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2018.02.017.

11. Yanbei W. D. The Gelation Properties of Tara Gum Blended with κ -Carrageenan or Xanthan. *Food Hydrocolloids*. 2018. Vol. 77. P. 764-771. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2017.11.018.

12. The development of technology of functional beverages based on whey and plant extracts E. Cherevach., L. Tenkovskaya. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*; kemerovo том 39, изд. 4, (2015): 99-105.

ДЕРИВОТОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПОНЕНТІВ РОЗРОБЛЕНИХ МОЛОКОВМІСНИХ ТЕРМОСТАБІЛЬНИХ НАЧИНОК

Кошель О.Ю., Перцевой Ф.В., Марченко О.С., Чуйко О.В.

Анотація

В статті наведено деривотографічні дослідження компонентів розроблених молоковомісних термостабільних начинок. Сутність досліджень із застосуванням деривотографії полягає в тому, що в процесі безперервного програмованого нагріву зразка фіксуються зміни, що відбуваються в ньому: втрата маси (TG), обумовлена виділенням летючих компонентів або протіканням хімічної реакції зі зміною маси зразка; поглинання або виділення теплоти (DTA) внаслідок фазових переходів швидкість зміни маси (DTG). Експеримент проводився за умови заданого монотонного збільшення температури. Для всіх досліджуваних зразків DTG та DTA спрямовані у бік зменшення температури. Таким чином слід вважати, що процес нагрівання модельних систем супроводжується поглинанням теплоти, тобто є ендотермічним.

Деривотографічними дослідженнями встановлено, що основна частина води модельних систем знаходиться у фізико-хімічному зв'язку з сухими речовинами. При цьому фазовий перехід системної води I роду із рідкого або аморфного стану в газоподібний відбувається в діапазоні температур від 115°C до 125°C.

Ключові слова: деривотограф, молоковомісна термостабільна начинка, кінетика температури, модельні системи, інтенсивність

ДЕРИВОТОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ РАЗРАБОТОК МОЛОКОСОДЕРЖАЩИХ ТЕРМОСТАБИЛЬНЫХ НАЧИНОК С ЖЕЛАТИНОМ И ТРАНСГЛЮТАМИНАЗОЙ

Кошель Е. Ю., Перцевой Ф. В., Марченко Е. С., Чуйко О. В., Самилык М. М.

Аннотация

В статье приведены деривотографические исследования компонентов разработанных молокосодержащих термостабильных начинок. Сущность исследований с применением деривотографии заключается в том, что в процессе непрерывного программируемого нагрева образца фиксируются изменения, происходящие в нем: потери массы (TG), обусловлена выделением летучих



компонентов или протеканием химической реакции с изменением массы образца; поглощения или выделения теплоты (DTA) в результате фазовых переходов скорость изменения массы (DTG). Эксперимент проводился при заданном монотонном увеличении температуры. Для всех исследуемых образцов DTG и DTA направлены в сторону уменьшения температуры. Таким образом следует считать, что процесс нагрева модельных систем сопровождается поглощением теплоты, то есть эндотермическим.

Деривотографическими исследованиями установлено, что основная часть воды модельных систем находится в физико-химической связи с сухими веществами. При этом фазовый переход системной воды и рода из жидкого или аморфного состояния в газообразное происходит в диапазоне температур от 115 °C до 125 °C.

Ключевые слова: деривотограф, молокодержащая термостабильная начинка, кинетика температуры, модельные системы, интенсивность.

DERIVOTOGRAPHIC RESEARCH OF COMPONENTS OF THE DEVELOPED MILK-CONTAINING THERMOSTABLE FILLINGS WITH GELATIN AND TRANSGLUTAMINASE

Koshel O. Y., Pertsevoi F. V., Marchenko O. S., Chuiko O. V., Samilyk M. M.

Summary

Thermostable fillings are in great demand among consumers nowadays. Manufacturers have requirements for fillings, which are widely used in the confectionery and baking industries. For the use of fillings in products, a large role is played by the filling, which can be in the middle of the product and on its surface. This means that this filling must be thermostable, withstand temperatures up to 220 °C when baking products. Therefore, the production of thermostable fillings is very important and for this there is a need to increase the range of confectionery.

The article presents derivographic studies of the components of the developed milk-containing thermostable fillings. The essence of research using derivography is that in the process of continuous programmed heating of the sample recorded changes occurring in it: weight loss (TG), due to the release of volatile components or a chemical reaction with a change in the mass of the sample; heat absorption (DTA) due to phase transitions mass change rate (DTG). The experiment was performed under the condition of a given monotonic increase in temperature. For all tested samples, DTG and DTA are aimed at reducing the temperature. Thus, it should be assumed that the heating process of model systems is accompanied by heat absorption, ie is endothermic.

Derivographic studies have shown that the bulk of the water in the model systems is in physicochemical contact with dry matter. The phase transition of systemic water of the first kind from liquid or amorphous state to gaseous occurs in the temperature range from 115 °C to 125 °C.

Key words: derivograms, milk-containing thermostable filling, temperature kinetics, model systems, intensity.