

ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЦУКЕРОК ДЛЯ ОСІБ ІЗ ТРИВАЛИМ СТАТИЧНИМ ФІЗИЧНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

Наведено результати термогравіметричних досліджень цукерок для осіб з тривалим статичним фізичним навантаженням та «термічної поведінки» окремих інгредієнтів рецептури. На основі проведених досліджень науково обґрунтовано температурний режим виготовлення цукерок для осіб з тривалим статичним фізичним навантаженням.

Ключові слова: L-карнітин, глюкозамін, цукерки, термогравіметрія, термічна поведінка

Нездолий А.О. Термогравиметрические исследования конфет для лиц с длительной статической физической нагрузкой. Приведены результаты термогравиметрических исследований конфет для лиц с длительной статической физической нагрузкой и «термического поведения» отдельных ингредиентов рецептуры. На основе проведенных исследований научно обоснованно температурный режим изготовления конфет для лиц с длительной статической физической нагрузкой.

Ключевые слова: L-карнитин, глюкозамин, конфеты, термогравиметрия, термическое поведение

Nezdoliy A. Thermogravimetric study of sweets for people with long static physical activity. The results of thermogravimetric studies of sweets for people with long static physical activity. As a result of thermo studies thermal behavior of individual ingredients and candies for people with long static activity. Scientific substantiation of temperature regime of the process used for production of candies for people with long static activity.

Keywords: L-carnitine, glucosamine, candy, thermogravimetry, thermal behavior

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Здоровий спосіб життя та профілактика професійних хвороб без медикаментозного втручання стало трендом сучасного суспільства. Важлива роль відведена харчуванню, направленому на задоволення потреб окремих категорій споживачів. До теперішнього часу основну частку (до 84 %) ринку продуктів спеціального призначення в світі складають високобілкові і вуглеводно-білкові суміші для спортсменів.

Такі продукти широко використовуються для підтримки харчового статусу та сприяють поліпшенню спортивних результатів. При цьому недостатню увагу приділено виготовленню продуктів спеціального

призначення для осіб з тривалим статичним фізичним навантаженням, професійна діяльність яких пов'язана з ризиком травматизму та розвитком професійних захворювань [1]. До таких осіб відносяться: спортсмени, працівники поліції, митниць та податкової міліції, які беруть участь в оперативних заходах; хірурги, фармацевти, викладачі, продавці та інші, діяльність яких пов'язана з підвищеною втратою функціональних резервів організму та дією тривалих статичних навантажень на опорно-руховий апарат в процесі, відповідно, несення вартової служби, перебування на чергуванні, необхідності тривалого стояння під час проведення хірургічних операцій, лекційних та інших видів навчальних занять, обслуговування споживачів тощо, що може призвести до деструкції хрящової тканини, прискорює процеси розвитку втоми, а в довгостроковій перспективі, без належної профілактики, може перерости в хронічну хворобу опорно-рухового апарату [2, 3]. Розробкою харчових продуктів, що позитивно впливають на загальний стан опорно-рухового апарату займалися такі українські вчені як Д. В. Прокопенко та І.А. Глотова. Рекомендовані рецептурно-компонентні суміші з включенням глюкозаміну мають широкий діапазон позитивної дії на суглобово-зв'язковий апарат. Одним з таких продуктів є білковий молочний коктейль «СпортPRO». Основним діючим компонентом напою є колаген. У невеликих кількостях в коктейлі присутні хондроїтин і глюкозамін [4]. Метою робіт Д.В. Компанцева та Т.А. Шаталової була розробка технології гранул для лікувально-профілактичного харчування, що містять глюкозаміна сульфату у поєднанні з сухими екстрактами кори верби, коренів лопуха та листя берези [5, 6]. Проаналізувавши існуючі результати досліджень в галузі розробки харчових продуктів для осіб з тривалим статичним фізичним навантаженням можна зробити висновок, що такі напрацювання не в повній мірі вирішують проблеми статусу їхнього харчування та профілактики професійних хвороб.

У харчовій промисловості широко використовують такі речовини як камеді (гуарова, ксантанова), желатин, патока, гліцерин тощо, які характеризуються високим рівнем безпечності до вживання та стабільністю показників якості, тому це стало підґрунтям для створення желейних цукерок на основі цих інгредієнтів. А з метою надання цукеркам функціональної направленості, що буде проявлятися у профілактиці хвороб опорно-рухового апарату осіб, діяльність яких пов'язана з тривалим статичним фізичним навантаженням, до рецептури цукерок введено L-карнітин та глюкозамін.

З метою вирішення вище перерахованих проблем нами розроблено желейні цукерки спеціального призначення для харчування осіб з тривалим статичним фізичним навантаженням із вмістом води (45,56%); патоки

(22,75%); цукру (22,75%); желатину (3,79%); гліцерину (1,51%); L-карнітину (1,51%); глюкозаміну (1,21%); агару (0,37%); лимонної кислоти (0,37%); камеді ксантанової (0,15 %); камеді гуарової (0,03 %).

Одним з ключових питань в розробці рецептури цукерок для осіб з тривалим статичним фізичним навантаженням є підбір оптимальних технологічних режимів промислового виробництва продукту з урахуванням температури та часу технологічного процесу, параметрів роботи обладнання, черговістю введення компонентів, що входять до складу рецептури [7, 8]. Порушення технології виробництва желейних цукерок може призвести до негативних змін фізико-хімічних показників готового продукту, тому однією з головних цілей стало визначення температурних режимів їх виробництва.

Для обґрунтування температурних режимів виготовлення харчових продуктів широко застосовується термічний аналіз, яким можна дослідити «термічну поведінку» не тільки окремих речовин, але й багатокомпонентних сумішей [9]. Тому нами проведені термогравіметричні дослідження як окремих компонентів рецептурної маси цукерок так і готового продукту. Це надало можливість обґрунтувати оптимальний технологічний режим виготовлення цукерок для осіб з тривалим статичним фізичним навантаженням та дослідити «термічну поведінку» готового продукту в порівнянні з «термічною поведінкою» інгредієнтів.

Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано вирішення проблеми. Термогравіметричний аналіз проводили на дериватографі Q-1000 системи Ф. Паулік, І. Паулік, Л. Єфдей з платино-платинородієвою термopарою при нагріванні зразків цукерок в керамічних тиглях від 20 до 300 °С на повітрі. Швидкість нагрівання складала 5 °С за хв. Еталоном слугував прогартований оксид алюмінію. Вага зразків дослідних цукерок складала 50 мг. Записували криві: Т (зміна температури); ТГ (зміна ваги); ДТ (диференційована крива зміни теплових ефектів); ДТГ (диференційована крива зміни ваги).

Мета дослідження. Дослідження «термічної поведінки» окремих інгредієнтів рецептури цукерок для осіб з тривалим статичним фізичним навантаженням та наукове обґрунтування температурного режиму їх виготовлення.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Проведені нами термогравіметричні дослідження інгредієнтів, які входять до рецептури цукерок, вказують на те, що:

- процес розкладу глюкозаміну починається при температурі близько 200 °С і протікає з відносно високою швидкістю до температури 250 °С, після

чого відбувається екзотермічний процес вигорання зразка. В інтервалі температур 200 - 250 °C відбувається плавлення зразка;

- деструкція L-карнітину та втрата його маси починається з температури 120 °C з інтенсивним піноутворенням. Тобто L-карнітин є термолабільною речовиною і технологічний процес можливо проводити при стандартних температурних режимах виготовлення цукерок 80-90 °C;

- термічне руйнування лимонної кислоти відбувається у декілька стадій. Перша стадія спостерігається у діапазоні температур від 60 °C до 105 °C і характеризується повільним випаровуванням вологи, втрата маси при цьому складає 3 % (6 мг). Друга стадія проходить від 105 °C до 148 °C і співпадає з ендотермічною реакцією. Ймовірно, на цьому етапі відбувається плавлення субстанції, втрата маси складає 2 % (4 мг). Максимальна швидкість виділення з інтенсивним розкладанням та повною деструкцією речовини спостерігається при 210 °C;

- субстанція цукру до температури нагрівання 200 °C не зазнає жодних перетворень, про що свідчить відсутність теплових ефектів і втрати маси. У діапазоні температур від 200 °C до 250 °C на диференційованій кривій (DT) зафіксовані 2 ендотермічні ефекти. Перший у температурному інтервалі 200-213 °C пов'язаний з процесом плавлення сахарози з різкою втратою маси. Очевидно, при подальшому нагріванні до 250 °C одночасно з плавленням має місце повна деструкція субстанції, про що свідчить наявність ендотермічного ефекту;

- руйнування ксантанової каміди відбувається у два етапи. Перша стадія спостерігається у діапазоні температур від 45 °C до 168 °C (максимальна швидкість – 98 °C) і характеризується повільним випаровуванням вологи, втрата маси при 168 °C складає 14 %. Другий етап - максимальна швидкість спостерігається при температурі 300 °C і співпадає з ендотермічною реакцією. Ймовірно, на цьому етапі відбувається плавлення субстанції;

- деструкція гуарової каміди відбувається в два етапи. Перший етап – в інтервалі температури 32-162 °C (максимальна швидкість – 98 °C). Втрата маси за 168 °C складає 13 %. Другий етап втрати маси починається з 232 °C з максимальною швидкістю виділення при температурі 300 °C;

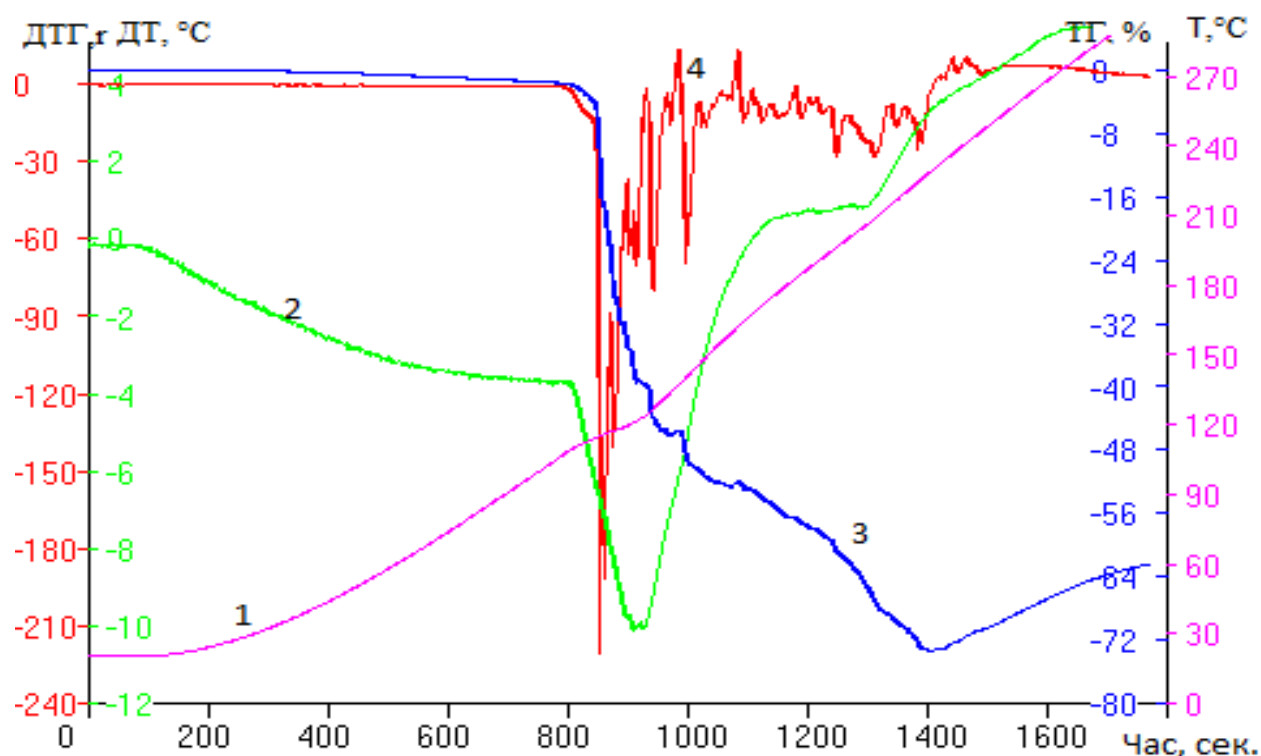
- дериватограма гліцерину має характер з вираженим ендотермічним ефектом, а також втратою води, процес починається за температури 156 °C.

- агар зазнає змін з температури 40 °C, при якій починається випаровування вологи, і триває до 170 °C із втратою маси до 11 %.

Максимальна швидкість деструкції спостерігається при температурі 243 °C і супроводжується слабо вираженою екзотермічною реакцією. Це дозволяє стверджувати про можливість застосування субстанції в

технологічних стадіях з нагріванням маси до 100-110 °С без модифікації її функціональних властивостей.

Деяку іншу картину «термічної поведінки» проявляють готові вироби (рис.1).



1 – Т (зміна температури); 2 – ДТ (диференційована крива зміни теплових ефектів);
3 – ТГ (зміна ваги); 4 – ДТГ (диференційована крива зміни ваги)

Рис. 1. Дериwатогpаmа цукерок для осіb з тривалим статичним фізичним навантаженням

Як видно з рис. 1, з початку нагрівання на кривих ДТ досліджених зразків цукерок зареєстровано піки теплопоглинання (ендотермічний ефект), що можна пояснити процесом видалення води зі зразків. Швидкість процесу видалення води (крива ДТГ) з збільшенням температури зразка спочатку не зазнає змін протягом 800 сек., до температури 120 °С, після чого відбувається процес активного випаровування вологи та при рівномірному збільшенні температури спадає практично до нульового значення, якому відповідає температура кінця видалення вологи із зразка цукерок. Після видалення вологи подальше нагрівання зразка спричиняє термічне розкладання компонентів, що спостерігається у вигляді різкої зміни маси зразка (крива ТГ) та супроводжується виділенням теплоти (екзотермічні реакції) (крива ДТ). Причому температура початку термічного розкладання збігається з температурою кінця видалення води.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Проведений нами термічний аналіз цукерок для осіб з тривалим статичним навантаженням вказав на відсутність у готовому продукті ознак деструкції камедей та агару, що спостерігалися в них, як в окремих компонентах, за температур нижче 90 °С. Отже, за результатами термогравіметричних досліджень можна стверджувати, що деструкція цукерок для осіб з тривалим статичним фізичним навантаженням починається при температурі 110-120 °С, а підвищення верхньої межі температури деструкції пояснюється міцними зв'язками камедей з водою, та вологоутримуючими властивостями гліцерину. З огляду на вище викладене, виготовлення цукерок для осіб з тривалим статичним фізичним навантаженням не потребує спеціальних технологічних режимів та вкладається в межі стандартного температурного режиму виготовлення желейних цукерок – 80-90 °С.

Список використаних джерел

1. Микрюкова Н. В. Роль функциональных продуктов в рациональном питании / Н. В. Микрюкова // Торгово-эконом. пробл. регион. бизнес-пространства. – 2013. – № 1. – С. 376-378.
2. Бегма В. Економіко-математична модель раціонального харчування військовослужбовців в умовах обмеженого фінансування Збройних Сил України / В. Бегма, А. Сизов // Вісн. Київ. нац. ун-ту ім. Т. Шевченка. Військово-спеціальні науки. – 2013. – Вип. 31. – С. 37-39.
3. Сизов А. І. Модель раціонального харчування військовослужбовців в умовах проведення часткової мобілізації Збройних Сил України / А. І. Сизов, О. В. Жогіна // Економіко-математичне моделювання соціально-економічних систем : зб. наук. праць. – К., 2014. – Вип. 19. – С. 321-329.
4. Прокопенко Д. В. Перспективы создания напитков функционального назначения для спортсменов / Д. В. Прокопенко, И. А. Глотова // Современ. наукоемкие технологии. – 2010. – № 3. – С. 66-67.
5. Компанцев Д. В. Разработка технологии лечебно- профилактического питания (гидрогеля) на основе глюкозамина сульфата / Д. В. Компанцев, Т. А. Шаталова, Е. В. Компанцева // Известия Самар. науч. центра Рос. акад. наук. – 2010. – № 1. – С. 2058-2061.
6. Разработка технологии лечебно-профилактического питания на основе семени льна и глюкозамина сульфата / Т. А. Шаталова, А. Ю. Айрапетова, Л. А. Мичник [и др.] // Известия Самар. науч. центра Рос. акад. наук. – 2011. – № 1. – С. 2045-2047.
7. Rangan C. Food additives and sensitivities / C. Rangan, D. G. Barceloux // Dis. Mon. – 2009. – Vol. 55, N 5. – P. 292-311.
8. Хохберг М. К. Структурно-модифицирующие свойства глюкозамина сульфата при остеоартрите: проблемы и перспективы / М. К. Хохберг // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2011. – № 1. – С. 81-84.
9. Австриевских А. Н. Изучение термодинамических и реологических свойств природных полимеров, перспективных для получения капсул фармацевтического назначения / Австриевских А. Н. // Техника и технология пищевых производств. – 2010. – № 4. – С. 17-22.

Стаття рекомендована до друку професором Сидоренко О.В.

Стаття поступила в редакцію 11.12.2015 р.