

DEVELOPMENT OF EFFICIENT MODE OF HEAT TREATMENT OF GRAIN PRODUCTS IN CEREAL-BASED SNACKS FOR SOLDIERS

I. Zinchenko, V. Kovbasa, V. Terletska
National University of Food Technologies

Key words:

Crunches
Pea flakes
Rice flakes
Frying
Derivatograms

Article history:

Received 03.08.2015
Received in revised form
23.08.2015
Accepted 16.09.2015

Corresponding author:

I. Zinchenko
E-mail:
Inna_3@ukr.net

ABSTRACT

Crunches with high food and biological values enriched with rice and pea flakes have been scientifically underpinned and developed on the basis of theoretical and experimental studies at first. The optimum parameters of frying the grain mix have been determined. It was proved that the frying temperature 140 ± 5 °C does not lead to thermal destruction of the product. The states of water in mushrooms were researched by the method of differential thermal analysis. It was established that crunches have low free moisture content that will lengthen their storage life. The obtained scientific results can be useful and applied in technologies of food products on the basis of grain raw materials, including food for soldiers.

РОЗРОБЛЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ РЕЖИМІВ ТЕРМІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ ЗЕРНОВИХ ПРОДУКТІВ У ТЕХНОЛОГІЇ СУХИХ СНІДАНКІВ ДЛЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ

I.M. Зінченко, В.М. Ковбаса, В.А. Терлецька
Національний університет харчових технологій

На основі теоретичних і експериментальних досліджень вперше науково обґрунтовано та розроблено кранчі підвищеної харчової й біологічної цінності, збагачені рисовими та гороховими пластівцями. Встановлено оптимальні параметри обсмажування зернової суміші. Доведено, що температура обсмажування 140 ± 5 °C не призводить до термічної деструкції продукту. За допомогою диференціального термографічного аналізу досліджено кількісні співвідношення форм зв'язку вологи в продуктах. Доведено, що розроблені кранчі характеризуються низьким вмістом вільної вологи, що позитивно впливатиме на термін їх зберігання. Отримані результати досліджень можуть бути впроваджені при розробленні харчових продуктів на основі зернової сировини, в тому числі для військовослужбовців.

Ключові слова: *кранчі, горохові пластівці, рисові пластівці, обсмажування, дериватограми.*

Постановка проблеми. Військовослужбовці мають значні фізичні та нервово-психічні навантаження, тому правильно організоване і повноцінне харчування має одне з найважливіших значень для забезпечення їхнього здоров'я, витривалості та високої боєздатності [1, 3].

Одним із шляхів покращення організації раціонального харчування військовослужбовців є застосування харчових концентратів, які мають ряд суттєвих переваг: готовий продукт має високу концентрацію поживних речовин при малій об'ємній масі; вимагають мінімальних затрат часу та енергії на їх приготування; висока засвоюваність поживних речовин; тривалий термін зберігання.

За останні роки на кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів Національного університету харчових технологій розроблено цілий комплекс харчових продуктів, рецептури яких відповідають вимогам теорії збалансованого харчування. Розроблені технології нових видів сухих сніданків поліпшеної якості, підвищеної харчової, біологічної цінності, лікувально-профілактичного призначення за рахунок раціонального використання традиційної і деяких видів нетрадиційної сировини, в т.ч. зародку пшениці, солодів та нативних зернових і бобових культур тощо. Відпрацьовані оптимальні параметри екструджування сировини. Однак аналіз світового та вітчизняного ринку показав, що основною сировиною для виробництва кранчів є кукурудзяні та вівсяні пластівці, але їх хімічний склад перевантажений вуглеводами.

З метою розширення сировинної бази харчоконцентратів розроблені нові технології для отримання продуктів швидкого приготування, які передбачають попереднє оброблення сировини інфрачервоним і НВЧ випромінюванням. Розроблено продукти високотемпературної коекструзії на основі жиркових начинок з використанням різноманітної рослинної сировини (насіння льону, солодових екстрактів, продуктів перероблення водоростей, пилку квіткового, сухих подрібнених лікарських рослин).

Проведений аналітичний огляд літературних джерел доводить перспективність і доцільність введення до повсякденного набору сухих продуктів військовослужбовців харчових концентратів, в т.ч. екструзійної технології [1, 2].

Одним із найбільш популярних різновидів сухих сніданків є кранчі на основі круп'яних пластівців. Проте доводиться констатувати певні відхилення вмісту та співвідношення основних нутрієнтів у складі цих продуктів від вимог нутриціології, тому з метою можливого введення їх до раціону військовослужбовців доцільним є удосконалення асортименту вказаного виду сухих сніданків за рахунок розширення спектра сировинної бази шляхом використання різноманітної зернової, фруктової та горіхової сировини, що дозволить розробити продукти, які забезпечуватимуть тривале почуття ситості та характеризуватимуться підвищеною харчовою, біологічною й енергетичною цінністю, а також високими показниками якості.

Метою дослідження є розширення асортименту кранчів шляхом введення до рецептурного складу інших пластівців, а саме: рисових і горохових, що дозволить підвищити харчову та біологічну цінність готових продуктів, оскільки ця сировина характеризується цінним хімічним складом і порівняно високим вмістом білка.

Викладення основних результатів дослідження. Огляд літературних джерел показав, що хімічний склад рисових і горохових пластівців висвітлений досить повно, але недостатньо вивчені зміни даної зернової сировини у процесі виробництва сухих сніданків, зокрема кранчів.

У попередніх наукових дослідженнях нами проведено оптимізацію рецептурного складу кранчів. На основі узагальнення теоретичних і експериментальних досліджень вперше науково обґрунтовано та розроблено кранчі, збагачені рисовими й гороховими пластівцями, а також екструдованими зерновими продуктами, а саме: “Rice Crunch” — кранчі на основі рисових і вівсяних пластівців з додаванням рисових екструдованих кульок, “Pea Crunch” — кранчі на основі суміші горохових, рисових і вівсяних пластівців з додаванням шоколадних кукурудзяних екструдованих кульок, “Cocoa Crunch” — кранчі на основі рисових і вівсяних пластівців з додаванням шоколадних кукурудзяних екструдованих кульок.

Визначено хімічний склад розроблених продуктів і доведено їх покращену харчову цінність. Нові харчові концентрати характеризуються підвищеним вмістом білка, клітковини та мінеральних речовин порівняно з іншими сухими сніданками.

Відомо, що при виробництві кранчів основним технологічним процесом є обсмажування. З метою ефективного використання сировини й отримання продукту з високими показниками якості важливо встановити раціональні параметри процесу обсмажування зернової сировини в технології кранчів.

Для вирішення поставлених завдань складено блок-схему досліджень, проведено загальноприйняті та спеціальні методи аналізу, які дозволяють оцінити якість і хімічний склад сировини, напівфабрикатів і готових виробів, встановити зміни в ході технологічного процесу виробництва кранчів.

Здійснена оптимізація технологічного процесу обсмажування зернової суміші, яка є напівфабрикатом для розроблених кранчів. Враховуючи те, що досліджуваний технологічний процес є складною стохастичною системою, то вивчення її доцільно проводити з використанням методів оптимального планування експерименту. Для вирішення поставленого завдання використовували методику експериментально-статистичного моделювання для задач типу «технологія-властивість». Вивчали залежність масової частки вологи кранчів від тривалості обсмажування зернової сировини й температури обсмажування.

Згідно з попередньо проведеними дослідженнями, оптимальне значення масової частки вологи кранчів складає $6,7 \pm 3,0$ %. Також нами встановлено, що оптимальною температурою обсмажування є 140 ± 5 °C, оптимальна тривалість процесу становить 20 хв. Одержані математичні моделі адекватно описують вплив технологічних параметрів на якість виробів.

Процес обсмажування харчових продуктів є комплексом різних біохімічних процесів, який супроводжується видаленням і перерозподілом вологи між полімерами продукту, тому для підтвердження оптимальних температурних режимів обсмажування продуктів досліджувався характер перетворень речовин під впливом температури, щоб унеможливити їх термічне розкладання. Також вивчалися зміни форм зв'язку вологи під час проведення даної технологічної операції. Дослідження проводили за допомогою диференціаль-

ного термографічного аналізу, який дозволяє одержати кількісні характеристики розподілу вологи у продуктах [4].

Дериватографічні дослідження проводили на дериватографі Q-1500D. Для отримання дериватограм з достатньою роздільністю було підібрано такі умови виконання експерименту: середня маса наважки продукту — 100 мг; температурний інтервал від 20 °С до 380 °С; швидкість нагрівання 5 °С/хв. Температуру визначали з точністю ± 2 °С, наважку зважували з точністю $\pm 0,0001$ г.

Термічні процеси (хімічні реакції, зміна стану чи перетворення фази), що відбуваються в процесі нагрівання зразків, супроводжуються зміною внутрішнього тепловмісту системи. Перетворення спричиняє поглинання тепла (ендотермічне перетворення) чи виділення тепла (екзотермічне перетворення), тому швидкість зміни температури зразків може знижуватися у випадку ендотермічних процесів чи зростати для екзотермічних порівняно зі швидкістю нагрівання зразків [4, 5].

За допомогою диференціального термографічного аналізу, який дозволяє одержати кількісні характеристики розподілу вологи в продуктах, досліджували кількісне співвідношення форм зв'язку вологи у розроблених кранчах ("Rice Crunch", "Pea Crunch", "Cocoa Crunch").

Для визначення кількості вільної та зв'язаної вологи були зроблені такі припущення: вільна волога має слабку міцність зв'язку, тому при її видаленні під час нагрівання продукту швидкість втрати маси зростає, поступово досягаючи певного максимуму. Для видалення зв'язаної вологи необхідні значні затрати енергії, тому при її видаленні швидкість втрати маси зразка знижується. Враховуючи вищезазначене, пропонується розглядати вологу, яка видаляється із зростанням швидкості втрати маси до досягнення максимального значення, як вільну вологу, а з моменту падіння швидкості — як зв'язану.

За результатами дериваторами кранчів "Rice Crunch" встановлено, що при нагріванні продукту до температури 30 °С відбувається процес прогрівання матеріалу, який характеризується сталою масою зразка. У температурному діапазоні 30...170 °С спостерігається зменшення маси зразка, що пов'язано з видаленням вологи. Максимальна швидкість втрати маси відмічена при температурі 102 °С. Температурний інтервал, в якому відбувається збільшення швидкості втрати маси, відповідає видаленню слабо зв'язаної вологи. Як відомо, основна частина вільної вологи зосереджена в порах, капілярах та утримується гідрофільними речовинами продукту, входить до його структурного каркасу. Швидкість втрати маси в інтервалі 103...170 °С поступово знижується, що характерно для видалення міцно-зв'язаної вологи зі значною енергією зв'язку. Реакція дегідратації відображається яскравим екзотермічним ефектом із досягненням свого піку при 106 °С. Кількість вільної вологи складає 34,9 % до загальної кількості вологи, зв'язаної — 65,1 %. При подальшому нагріванні зразка до температури 171 °С і вище спостерігається незначний ендотермічний ефект, що, ймовірно, пов'язано з початком процесу деструкції продукту.

На дериватограмі кранчів "Pea Crunch" можна відмітити два послідовних процеси втрати маси. В першому процесі проходить повільне видалення

вільної та зв'язаної вологи в інтервалі температур 32...180 °С. Процес видалення вологи супроводжується проходженням ендотермічної реакції і характеризується піком при 106 °С. Максимальна швидкість втрати маси відмічена при температурі 102 °С. В другому процесі при досягненні температури зразка 181 °С відбувається різка втрата маси та спостерігається розкладання продукту з деструкцією його складових і ендотермічна реакція. Співвідношення вологи в кранчах таке: вільної вологи — 22,5 %, зв'язаної — 77,5 %.

Науковий аналіз дериватограми кранчів “Cocoa Crunch” підтвердив початок втрати маси при нагріванні зразка до температури 30 °С. Процес відбувається досить швидко та супроводжується ендотермічною й екзотермічною реакціями з піками 50 °С та 105 °С відповідно. Максимальна швидкість втрати маси відбувається при температурі 98 °С. Видалення вологи здійснюється у дві стадії. Видалення вільної вологи проходить у температурному діапазоні 30...98 °С, зв'язана волога видалається в інтервалі 99...182 °С. Кількість вільної вологи складає 28,4 % до загальної кількості вологи, зв'язаної — 71,6 %. При подальшому нагріванні продукту понад 183 °С спостерігається початок проходження глибокої ендотермічної реакції, яка може бути зумовлена реакціями розкладу, взаємодії та обміну речовин грибів.

Зведені результати аналізу дериваторам досліджуваних продуктів представлені в таблиці.

Таблиця. Результати аналізу дериватограм кранчів

Назва зразка	Вільна волога		Зв'язана волога	
	температура видалення, °С	кількість % до маси вологи	температура видалення, °С	кількість % до маси вологи
“Rice Crunch”	30—102	34,9	103—170	65,1
“Pea Crunch”	32—102	22,5	103—180	77,5
“Cocoa Crunch”	30—98	28,4	99—182	71,6

Необхідно відмітити, що температурний інтервал видалення вільної та зв'язаної вологи в кранчах приблизно однаковий. Що стосується кількісного співвідношення вологи за формою зв'язку в розроблених кранчах, то вміст вільної вологи в зразках в 1,9—3,4 раза менший, ніж зв'язаної, що позитивно впливатиме на термін зберігання готового продукту.

Встановлено, що максимально допустима температура нагрівання “Rice Crunch”, “Pea Crunch”, “Cocoa Crunch” становить 170 °С, 180 °С та 182 °С відповідно. При збільшенні вказаних температур обсмажування відбувається термічна деструкція розроблених продуктів.

Висновки

На основі теоретичних і експериментальних досліджень вперше науково обґрунтовано та розроблено кранчі підвищеної харчової й біологічної цінності, збагачені рисовими і гороховими пластівцями.

У результаті проведених експериментів досліджено зміни фізико-хімічних властивостей розроблених кранчів у широкому діапазоні температур, що дозволяє керувати технологічним процесом їх виробництва, запобігаючи

термічній деструкції. Аналіз отриманих результатів дає змогу зробити висновок, що встановлена оптимальна температура обсмажування кранчів 140 ± 5 °C не призводить до термічної деструкції зразка. Розроблені кранчі характеризуються низьким вмістом вільної вологи, що позитивно впливатиме на їх термін зберігання.

Отримані результати досліджень можуть бути впроваджені при розробленні харчових продуктів на основі зернової сировини, в т.ч. для військовослужбовців.

Література

1. *Постанова* КМУ від 29 березня 2002 р. № 426. Про норми харчування військовослужбовців Збройних Сил, інших військових формувань та осіб рядового, начальницького складу органів і підрозділів цивільного захисту та Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації / Кабінет міністрів України. — 2002 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/426-2002-%D0%BF/page>.

2. *Наказ* від 09.12.2002 р. № 402. Про затвердження Положення про продовольче забезпечення Збройних Сил України на мирний час / Міністерство оборони України. — 2002 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0992-02>.

3. *Основи* військової гігієни. Санітарний нагляд і медичний контроль за харчуванням військ // Медицина. Особиста гігієна. — 2013 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.sitesforyou.tk/chastin.html>.

4. *Gabbott P.* Principles and Applications of Thermal Analysis / P. Gabbott. — Singapore: Wiley-Blackwell, 2008. — 480 p.

5. *Haines P.J.* Principles of Thermal Analysis and Calorimetry / P.J. Haines. — Cambridge: RSC Publishing, 2002. — 220 p.

РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНОВЫХ ПРОДУКТОВ В ТЕХНОЛОГИИ СУХИХ ЗАВТРАКОВ ДЛЯ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ

И.Н. Зинченко, В.Н. Ковбаса, В.А. Терлецкая

Национальный университет пищевых технологий

На основе теоретических и экспериментальных исследований впервые научно обосновано и разработано кранчи повышенной пищевой и биологической ценности, обогащенные рисовыми и гороховыми хлопьями. Установлены оптимальные параметры обжаривания зерновой смеси. Доказано, что температура обжаривания 140 ± 5 °C не приводит к термической деструкции продукта. С помощью дифференциального термографического анализа исследованы количественные соотношения форм связи влаги в продуктах. Доказано, что разработанные кранчи характеризуются низким содержанием свободной влаги, что позитивно скажется на их сроке хранения. Полученные результаты исследований могут быть полезными и внедрены при разработке пищевых продуктов на основе зернового сырья, в том числе для военнослужащих.

Ключевые слова: *кранчи, гороховые хлопья, рисовые хлопья, обжаривание, дериватограммы.*