

## Секція 4 ХІМІЧНІ, ФІЗИЧНІ, МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

УДК 637.024:664.024

**В.В. Євлаш**, д-р техн. наук, проф.

**М.І. Погожих**, д-р техн. наук, проф.

**В.О. Акмен**, ст. викл., асп.

**М.Т. Малафасв**, канд. фіз.-мат. наук, доц.

### **ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ РЕЖИМІВ ТИРАЖУВАННЯ СОЛОДКИХ ПЛИТОК (ТИПУ ІРИС), ЗБАГАЧЕНИХ ГЕМОВИМ ЗАЛІЗОМ, НА ОСНОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ**

*Вивчено структурно-механічні властивості солодких плиток (типу ірис), збагачених гемовим залізом. Визначено раціональні режими для проведення перемішування і процесу тиражування нових солодких плиток. Доведено доцільність внесення в рецептуру традиційного напівтвердого тиражного ірису дієтичних добавок «Редгем», «Фітогем», «Калгем», що сприяє утворенню дрібнокристалічної структури продукту.*

*Изучены структурно-механические свойства сладких плиток (типа ирис), обогащённых гемовым железом. Определены рациональные режимы для проведения перемешивания и процесса тиражирования новых сладких плиток. Доказано целесообразность введения в рецептуру традиционного полутвёрдого тираженного ириса диетических добавок «Редгем», «Фитогем», «Калгем», что способствует образованию мелкокристаллической структуры продукта.*

*Studied are structurally-mechanical properties of sweet tiles (like taffy) which was enriched by heme iron in the article, expedience of introduction is well-proven to compounding of the traditional noncompressed toffee taffy with dietary additions of «Redgem», «Fytogem», «Kalgem», that is instrumental in formation of fine crystalline structure of product. The rational modes are certain for the interfusion and process of circulating of new sweet tiles.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** З усього асортименту кондитерських виробів більше половини займають цукристі вироби, які є джерелом легкозасвоюваних вуглеводів. Поряд з високою калорійністю, цукристі кондитерські вироби майже не містять

біологічно-активних сполук, що негативно відображується на попиті населення, більшість з якого, в останній час, звертає увагу не тільки на смакові переваги продуктів, а й на їх корисність, тому ретельно вивчає склад продуктів. Тому для подальшого збереження своїх позицій на ринку, українські виробники спрямовують свою стратегію у бік розширення асортименту кондитерських цукристих виробів лікувально-профілактичного та дієтичного призначення [1]. Це сприяло активізації наукових досліджень, спрямованих на формування і розширення асортименту у напрямку підвищення харчової та біологічної цінності цукристих кондитерських виробів шляхом введення дієтичних добавок та біологічно-активних сполук, що містять мікро- та макроелементи, білки, вітаміни та інші корисні речовини. Особливо актуальним є збагачення мікронутрієнтами, дефіцит яких явно спостерігається у населення України. Одним з таких мікронутрієнтів є залізо, недолік якого в організмі призводить до захворювань на залізодефіцитну анемію.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У напрямку вирішення проблеми працюють медики та науковці харчової промисловості. Розроблено низку дієтичних добавок, що вносяться у рецептури кондитерських виробів для їх збагачення на мікронутрієнт-залізо [2].

Особливу популярність серед населення користуються цукристі кондитерські вироби, збагачені на залізо, а саме ірисні продукти: солодка плитка «Козачок» та лікувально-харчові гематогени [3]. Ці продукти містять сухий харчовий концентрат крові, до складу якого входить значна частка цукру (до 50% на суху речовину), що сприяє підвищенню калорійності та зменшенню кількості гемового заліза у готовому виробі. Тому проведення подальших досліджень спрямованих на розширення асортименту та формування якості нових ірисних продуктів зі зменшеною калорійністю і введенням добавок, що містять залізо у легкозасвоюваній для організму формі є вельми актуальним завданням.

Ірисні продукти відносяться до складних багатокомпонентних цукристих кондитерських виробів, де основою є уварений сахаропаточний сироп з додаванням молочних та інших додаткових продуктів, що впливають на якість готового ірису. Під час приготування ірису відбуваються не тільки процеси пов'язані з фізико-хімічними змінами білків та вуглеводів (реакція мелайдиноутворення та ін.), а і зміна структурно-механічних характеристик ірисної маси – перехід із рідкотекучого стану до в'язкого (аморфного стану) та подальше поступове набуття характерної дрібнокристалічної структури у процесі тиражування та подальшого охолодження. Саме у процесі тиражування

відбуваються основні реологічні перетворення, що характеризують якість готових ірисних виробів, їх консистенцію та структуру на зламі [4; 5]. Тому, під час формування якості ірису слід вивчати його структурно-механічні властивості та їх вплив на основні стадії технологічного процесу.

**Метою статті є** визначення раціональних режимів тиражування солодких плиток (типу ірису), збагачених на гемове залізо, на основі дослідження їх структурно-механічних властивостей.

На основі традиційної рецептури ірису тиражованого «Дитячий» розроблено та запропоновано рецептуру нових солодких плиток, збагачених на гемове залізо шляхом введення, під час тиражування, дієтичних добавок «Редгем», «Фітогем», «Калгем» [6 - 8]. Встановлено оптимальні для введення в рецептуру масові частки добавок.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Дієтичні добавки «Редгем», «Фітогем», «Калгем» являють собою порошок на основі крові великої рогатої худоби та рослинної лікарської сировини. Вони вносяться у рецептурну суміш на заміну какао-порошку у певному співвідношенні на початку процесу кристалізації, на стадії тиражування гарячої ірисної маси, і здатні створювати додаткові центри кристалізації при її охолодженні. Крім того, у процесі тиражування введено порошок із зародків пшениці, що сприяє зниженню калорійності та підвищує біологічну цінність солодкої плитки. Це безпосередньо вплине на структурно-механічні процеси, що відбуваються у зразках, а саме на в'язкість та швидкість зсуву, значення яких прямим чином залежать від температурного режиму під час тиражування. Саме ці показники є критерієм прискорення швидкості процесу кристалізації, що впливає на якість нових солодких плиток.

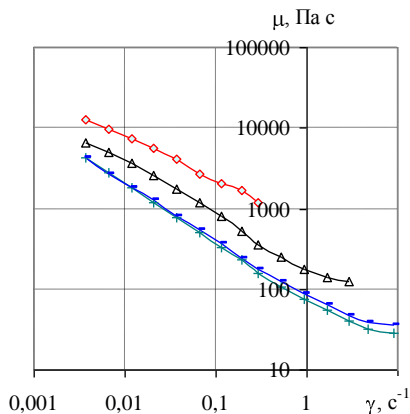
Під час проведення досліджень із вибору раціональних режимів тиражування було введено наступні позначення дослідних зразків солодких плиток:

1. Контроль – напівтвердий тиражований ірис «Дитячий»[5].;
2. І-К – солодка плитка (типу ірису) з додаванням дієтичної добавки «Калгем»;
3. І-Р – солодка плитка (типу ірису) з додаванням дієтичної добавки «Редгем»;
4. І-Ф – солодка плитка (типу ірису) з додаванням дієтичної добавки «Фітогем».

Вимірювання в'язкості дослідних зразків проводили на ротаційному віскозиметрі з керованою швидкістю зсуву  $\gamma$  та з термостатним блоком [9]. Межі температурного діапазону складали 40...72° С, робочій інтервал швидкостей зсуву дорівнював 0,001...100 с<sup>-1</sup>. Для опису

поведінки солодких плиток використовували криві течії зразків (реограми), що пов'язують між собою напруження та швидкість зсуву за різних температур. Характер реограм, як правило, дає можливість віднести дослідний реальний продукт до того чи іншого виду реологічних тіл.

Проведено аналіз впливу дієтичних добавок на в'язкість солодких плиток –  $\mu$  у визначеному діапазоні швидкості зсуву  $\gamma$  за різних температур. Проведені дослідження показали, що введення дієтичних добавок на заміну какао-порошку та зародків пшениці на заміну технологічних відходів ірису у процесі тиражування не значно впливає на величину в'язкості солодких плиток у порівнянні з контролем. При цьому у всіх дослідних зразках солодких плиток виявлено залежність в'язкості від швидкості зсуву аналогічну до контрольного зразка. Тому на рис.1 представлена поведінка в'язкості контрольного зразка за різних температур (рис. 1). Результати надані у подвійних логарифмічних координатах, оскільки зміна параметрів  $\mu$  та  $\gamma$  складають декілька порядків.



**Рисунок 1 – В'язкість  $\mu$  зразка І-К від швидкості зсуву  $\gamma$  у подвійних логарифмічних координатах та за температур:**  
 –◇–  $41^\circ \pm C$ , –△–  $50^\circ \pm C$ , –■–  $61^\circ \pm C$ , –+–  $72^\circ \pm C$

З рис. 1 видно, що у діапазоні швидкостей зсуву  $\gamma = 0,01 \dots 1 \text{ s}^{-1}$  залежності близькі до лінійних, а при  $\gamma > 1 \text{ s}^{-1}$  значення в'язкості солодких плиток наближаються до сталих величин. Це свідчить про те, що дослідні зразки є ньютонівськими рідинами, які відповідають на першій ділянці реологічної моделі Оствальда ( $\tau = K \gamma^n$ ). При цьому в них спостерігається руйнування зв'язків із зростанням швидкостей

зсуву  $\gamma$ . При швидкостях  $\gamma > 1 \text{ c}^{-1}$  значення в'язкості наближаються до сталої величини в'язкості зруйнованої структури. Для зруйнованої структури спостерігаються найменші сили зв'язку між компонентами солодкої плитки і тому, відповідно – їх найкраще перемішування.

З рисунку 1 також видно, що у температурному діапазоні  $61 \dots 72^\circ \text{C}$  в'язкості солодких плиток мають близькі значення, і починають швидко зростати лише за температур нижчих  $61^\circ \text{C}$ , тобто з початком процесу активного структуроутворення. За традиційною технологією процес тиражування починається під час охолодження ірисної маси до  $70 \pm 1^\circ \text{C}$ , що дозволило обрати визначений діапазон за оптимальний для введення дієтичних добавок та проведення процесу тиражування (перемішування після введення сухих дрібнодисперсних продуктів для збільшення центрів кристалізації) під час виготовлення солодких плиток. Ці невисокі температури забезпечать максимальне збереження гемової форми заліза у готовому продукті. Крім того вказані температури забезпечують необхідні умови для утворення та стабілізації нових зародків центрів кристалізації.

На рис. 2 представлені температурні залежності в'язкості досліджуваних зразків, що визначені за сталої величини швидкості зсуву  $\gamma = 1 \text{ c}^{-1}$ .

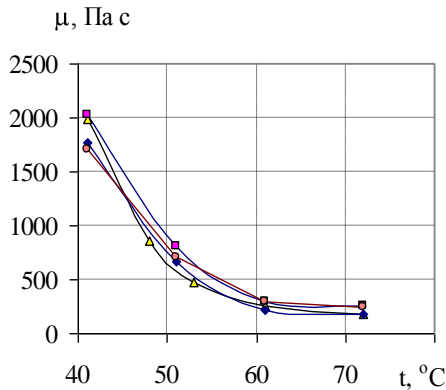
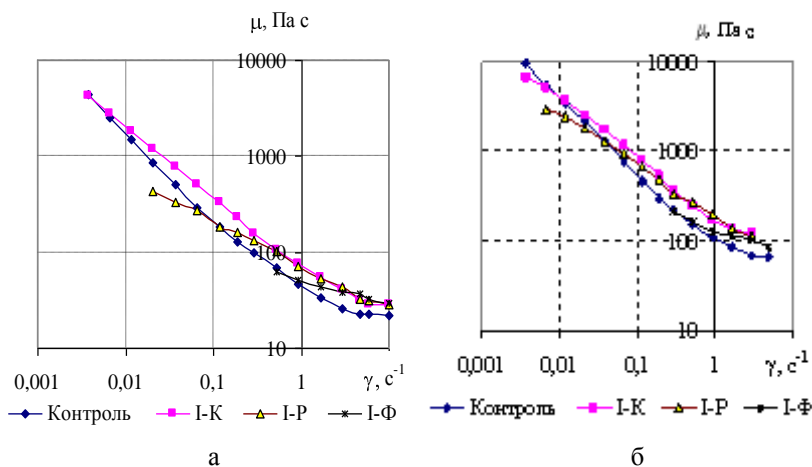


Рисунок 2 – В'язкість солодких плиток  $\mu$  за різних температур при сталій швидкості зсуву  $\gamma = 1 \text{ c}^{-1}$ : ▲ – контроль; ■ – I-K; ◆ – I-P; ● – I-Ф

З рис. 2 видно, що за температур нижчих за  $60^\circ \text{C}$  спостерігається швидке зростання в'язкості солодких плиток. Це можна пояснити активним процесом структуроутворення, який пов'язаний із зростанням кількості та розмірів кристалів. Вище  $60^\circ \text{C}$  в'язкість майже не змінюється, що пояснюється в'язкотекучим станом солодких плиток і є

оптимальним для проведення тиражування з рівномірним розподіленням дієтичних добавок та зародків пшениці у масі солодких плиток. При цьому значення в'язкості у всіх солодких плитках вище за контроль на 10...30%, що пов'язано з незначною часткою внесених порошків дієтичних добавок та зародків пшениці. Це свідчить про те, що добавки дещо прискорюють загальний процес структуроутворення ірисної маси і можуть використовуватись на заміну какао та традиційних продуктів тиражування – технологічних відходів ірису.

Крім температури на якість готової солодкої плитки значний вплив спричиняє швидкість перемішування під час проведення процесу тиражування. На рис. 3а та 3б показано в'язкості дослідних зразків солодких плиток за температури 71 та 51° С. З рисунків видно, що всі криві близькі одна до одної (дослідні солодкі плитки і контроль). Це може свідчити, що зміна у складі сухих речовин не дуже змінює в'язкість солодких плиток, що не вплине на зміну робочих режимів механічного обладнання під час виробництва солодких плиток.



**Рисунок 3 – В'язкість  $\mu$  зразків від швидкості зсуву  $\gamma$  у подвійних логарифмічних координатах та за температур: а – 71 ± 1,0° С; б – 51 ± 1,0° С**

З рисунку 3а також видно, що за температури 71° С системи зразків знаходяться у в'язкотекучому стані, і наближаються до сталої величини за швидкостей зсуву  $\gamma = 3...20$  с<sup>-1</sup>. Тобто у цьому діапазоні швидкостей зсуву для рівномірного розподілу компонентів рецептури доцільно проводити перемішування солодких плиток під час тира-

жування. При цьому, у зазначеному діапазоні швидкостей зсуву, в'язкість у солодких плиток з додаванням дієтичних добавок «Редгем», «Фітогем» «Калгем» більша відносно до контролю всього на 10..30% , що не є суттєвим для роботи механічного обладнання.

З рисунку 3, б видно, що при зниженні температури тиражування до рівня 51° С в'язкість в усіх солодких плитках набуває значень у 2-3 рази вищих ніж за температури 71° С, що свідчить про активність структуроутворення. Але при цьому значно зростають механічні навантаження на обладнання, ускладнюється перемішування зразків та не забезпечується рівномірний розподіл добавок у продукті. Тому незважаючи на прискоренне утворення структури продукту, проведення тиражування за температури 52° С та менших є недоцільним.

*Обговорення результатів.* Таким чином із проведених досліджень очевидно, що за всіх швидкостей зсуву значення в'язкості в усіх солодких плитках близькі у межах похибок вимірювань, тобто введення на заміну какао-порошку та традиційних продуктів тиражування дієтичних добавок і зародків пшениці неістотно змінює в'язкість солодких плиток. Більш явно збільшення в'язкості спостерігається за температур нижчих 60° С, оскільки активізується процес утворення структури солодких плиток (кристалізація). Тобто можна припустити, що частинки дієтичних добавок та зародків пшениці, аналогічно цукру та технологічним відходам ірису можуть виконувати роль додаткових центрів кристалізації, збільшуючи їх кількість, і, відповідно, дещо прискорюють процес структуроутворення солодких плиток.

Важливим є вибір температури, за якої маса солодкої плитки не втратить пластичний в'язкотекучий стан, що забезпечить ретельне розподілення компонентів під час перемішування. Характер поведінки в'язкості за малих швидкостей зсуву свідчить про те, що в зразках І-К, І-Р, І-Ф утворюється більш дрібнокристалічна структура з більш рівномірним розподілом центрів кристалізації у об'ємі порівняно з контролем. Такий результат є більш сприйнятливим із точки зору органолептичних показників якості, згідно з якими рівень оцінки готових солодких плиток, як і всіх ірисних продуктів залежить від головних показників – дрібнодисперсності структури та рівномірності розподілу кристалів та добавок у об'ємі, що позитивно впливає на консистенцію продукту.

**Висновки.** На основі проведених досліджень структурно-механічних властивостей нових солодких плиток (типу ірису) збагачених на гемове залізо, доведено доцільність введення у рецептуру традиційного напівтвердого тиражного ірису дієтичних добавок антианемічного спрямування «Редгем», «Фітогем», «Калгем» на заміну ка-

као-порошку та можливість введення зародків пшениці, на заміну традиційних продуктів тиражування (цукру та технологічних відходів ірису), що значним чином не впливає на параметри технологічного процесу та сприяє покращенню органолептичних показників якості і утворенню дрібнокристалічної структури продукту.

Визначено оптимальні режими для проведення процесу тиражування під час приготування нових солодких плиток: температура –  $61 < t < 75^\circ \text{C}$ , швидкість зсуву під час перемішування  $\gamma > 1 \text{ c}^{-1}$ .

#### *Список літератури*

1. Лихолоб, Н. Кондитеры подвели итоги: стоимость растёт, объёмы сокращаются [Текст] / Н. Лихолоб // Продукты и напитки. – 2009. – № 12. – С. 76.

2. Коденцова, В. М. Использование пищевых продуктов, обогащенных железом и витаминами, для коррекции железодефицитных состояний [Текст] / В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская // Вопросы питания (Москва).– 2003. – № 5. – С. 32–34.

3. Пат. 211 9755 RU А 61 К 35/12. Гемотоген (ООО «Возрождение и развитие») [Текст] / Смешков Н. П., Сурин В. А. – № 97122363/13 ; заявл. 22.12.1997 ; опубл. 10.10.1998.

4. Мачихин, Ю. А. Инженерная реология пищевых материалов [Текст] / Ю. А. Мачихин, Е. С. Мачихин // Лёгкая и пищевая промышленность. – М., 1981. – 216 с.

5. Технология кондитерских изделий [Текст] / Г. А. Маршалкин [и др.] ; под ред. Г. А. Маршалкина. – М. : Пищевая промышленность, 1978. – С. 63–88.

6 Пат. 42051 Україна, МПК (2009.01) А23J 1/06. Композиція для виготовлення дієтичної добавки «Редгем» [Текст] / Черевко О. І., Погожих М. І., Євлаш В. В., Акмен В. О. [та ін.] ; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № u200814616 ; заявл. 19.12.08 ; опубл. 25.06.2009, Бюл. № 12. – 3 с.

7. Пат. 42052 Україна, МПК (2009.01) А23J 1/06. Композиція для виготовлення дієтичної добавки «Калгем» [Текст] / Черевко О. І., Погожих М. І., Євлаш В. В., Акмен В. О. [та ін.] ; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № u200814617 ; заявл. 19.12.08 ; опубл. 25.06.2009, Бюл. № 12. – 3 с.

8. Пат. 42054 Україна, МПК (2009.01) А23J 1/06. Композиція для виготовлення дієтичної добавки «Фітогем» [Текст] / Черевко О. І., Погожих М. І., Євлаш В. В., Акмен В. О. [та ін.] ; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № u200814619 ; заявл. 19.12.08 ; опубл. 25.06.2009, Бюл. № 12. – 3 с.

9. Малафаєв, М. Т. Широкодіапазонний ротаційний віскозиметр [Текст] / М. Т. Малафаєв, М. І. Погожих // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. – Х., 2007.– Вип. 2 (6). – С. 87–95.

10. Фитокомпозиции. УНПРУП "Унитехпром БГУ" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <www.unitehprom.by>.



11. Журавлева, Е. И. Справочник кондитера [Текст] / Е. И. Журавлёва ; под ред. Е. И. Журавлёвой. – М. : Пищевая промышленность, 1986. – Ч. 1. – 608 с.

Отримано 30.03.2011. ХДУХТ, Харків.

© В.В. Євлаш, М.І. Погожих, В.О. Акмен, М.Т. Малафаєв, 2011.

УДК 544.354-128:637.344

**П.П. Пивоваров**, д-р техн. наук, проф. (ХДУХТ, Харків)

**Є.П. Пивоваров**, канд. техн. наук, доц. (ХДУХТ, Харків)

**Н.В. Кондратюк**, ст. викл. (ДНУ ім. О. Гончара, Дніпропетровськ)

**К.І. Калашнікова**, магістр (ХДУХТ, Харків)

**К.Є. Бабій**, студ. (ДНУ ім. О. Гончара, Дніпропетровськ)

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МОЛЕКУЛЯРНИХ РОЗЧИНІВ ТА РОЗЧИНІВ ЕЛЕКТРОЛІТІВ НА ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АЛЬГІНАТНИХ КАПСУЛ**

*Розглянуто питання впливу якісного та кількісного складу технологічних харчових середовищ на структуру капсульних об'єктів, виготовлених на основі альгінатного гелю.*

*Рассмотрен вопрос влияния качественного и количественного состава технологических пищевых сред на структуру капсульных объектов, изготовленных на основе альгинатного геля.*

*The question about influence of qualitative and quantitative composition of food technological environments on the structure of capsular objects from alginate gel is considered.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Капсульовані харчові системи щороку набувають широкого вжитку. Їх незаперечна якість і харчова цінність зацікавлює виробників м'ясної та рибної продукції, а розроблена форма та природна сировина, з якої вони виготовлені, дозволяє їх вдало використовувати під час фортифікації сільськогосподарських кормів у тваринництві та птахівництві. Вивчення властивостей та дослідження поведінки рецептурних сумішей інкапсулянтів та оболонки до цього часу проводились у високов'язких або сипучих харчових системах, тому достатньо цікавим та науково-логічним стало їх дослідження у рідких харчових технологічних середовищах, виготовлених на основі розчинів сахарози, натрію хлориду та етилового спирту.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Капсульовані аналоги чорної та червоної ікри вже давно здобули позитивної оцінки